

Resultados de experimentación

ALUBIA VERDE EN HIDROPONÍA

ÁREA DE INVERNADEROS

JUAN ANTONIO DEL CASTILLO; JAVIER SANZ DE GALDEANO; SALOMÓN SÁDABA; AMAYA URÍBARRI Y
GREGORIO AGUADO

ÁREA DE PROTECCIÓN DE CULTIVOS

RICARDO BIURRUN

hace unos años, el cultivo de la alubia verde en Navarra para consumo en fresco, ocupaba una parte importante de la superficie de invernaderos en el ciclo primavera - verano. En la actualidad este cultivo sufre un retroceso, principalmente debido a la alta demanda de mano de obra que precisa, unido a unos precios que no han acompañado durante las últimas campañas. A esto hay que añadir, además, las escasas producciones obtenidas debido a problemas sanitarios originados por plantaciones precoces sin apoyo térmico.

Desde el ITG Agrícola, nos marcamos el objetivo de encontrar unas soluciones de manejo que hicieran de la alubia verde un producto rentable e interesante para el invernaderista navarro. Para ello hemos venido realizando durante dos años este cultivo en sistema sin suelo, como

posible alternativa a la producción tradicional en suelo, buscando un techo productivo alto y una época precoz de salida al mercado. Se ha estudiado además su problemática sanitaria y de manejo del cultivo, a fin de mejorar la eficacia en estos aspectos. Por otro lado, se ha tratado de determinar una o varias soluciones nutritivas adecuadas a nuestras condiciones así como su frecuencia de aporte en el ciclo estudiado.

En estos dos años de ensayo se testaron diversas variedades, no siendo objeto de este estudio su comportamiento y valoración estadística, sino lograr un acercamiento al cultivo de la alubia verde y algunas de sus variedades en este sistema productivo.

A continuación se exponen los resultados obtenidos durante las campañas 2003 y 2004.



SISTEMA DE CULTIVO experimentación

Los ensayos se realizaron en un invernadero capilla, de 2,65 m de altura a canalón y con cubierta de policarbonato en los laterales y lámina flexible en cumbre.

- Se utilizaron tanto apoyo térmico activo como pasivo, en forma de calefacción de aire caliente (gasoil) y doble cámara.
- La densidad de plantación fue de 5 plantas/m².
- La plantación se realizó cuando las plantas presentaron 4 hojas verdaderas.
- Como sustrato, se utilizaron sacos de cultivo de Perlita tipo B12, de granulometría intermedia.
- Se utilizó un sistema de recogida de lixiviados, no recirculante.
- Los cultivos se entutoraron con una malla de hilo, de cuadros de 20 cm, colocada verticalmente sobre el cultivo, desde el momento de la plantación, sujeta por arriba a la estructura del invernadero.
- El cabezal de fertirriego estaba constituido por dos inyectores proporcionales (Dosatrón) y dos cubos de abonado. Los abonos empleados fueron:
 - Ácido nítrico 59 %;
 - Nitrato potásico;
 - Nitrato cálcico;
 - Sulfato magnésico;
 - Fosfato monopotásico;
 - Complejo de oligoelementos.

■ La incorporación de la solución nutritiva se realizó del siguiente modo:

- ▶ Ensayo campaña 2003: De forma manual, por horario durante todo el ciclo.
- ▶ Ensayo campaña 2004: De forma manual, por horario y automática, mediante sonda de radiación solar.

■ La sanidad de los cultivos se basó en normas y criterios de lucha integrada.

MANEJO DEL INVERNADERO

Como ya hemos mencionado en anteriores ocasiones dentro de esta misma revista cuando hablamos de cultivos sin suelo, éste es uno de los aspectos de importancia capital de cara a obtener un óptimo resultado de esta técnica.

Los **parámetros climáticos de manejo** fueron:

- ▶ **Temperatura de conducción mínima nocturna:** 15°C
- ▶ **Ventilación** a partir de 25°C
- ▶ **H. Relativa óptima:** 60-75%. Se consideró que no debiera bajar nunca del 50%. Para ello, se dieron riegos de mantenimiento de humedad de 10 minutos al punto de la mañana cuando se previeran situaciones de déficit de humedad, con objeto de mantener los pasillo humedecidos. De igual modo, se utilizó un sistema de humidificación (microaspersión por impulsos) para mantener la humedad ambiente en valores adecuados.

■ PARÁMETROS CLIMÁTICOS:

Fase de crecimiento:

T ^a NOCTURNA		T ^a DIURNA		H.R
MÍNIMA	ÓPTIMA	ÓPTIMA	VENTILAR	ÓPTIMA
14°C	15-18	22-25°C	25°C	60-70%

Fase de crecimiento:

T ^a NOCTURNA	T ^a DIURNA				H.R
	MÍNIMA	ÓPTIMA	VENTILAR	MÁXIMA	ÓPTIMA
15-18°C	15°C	25°C	26°C	30°C	65%

MANEJO DEL SEMILLERO

Las plantas se obtuvieron de semillero producido en la misma Finca de Experimentación.

	T ^a DIURNA	T ^a NOCTURNA	T ^a DE VENTILACIÓN
Días soleados	20-22°C	18°C	25°C
Días nublados	18-20°C	16-18°C	20°C

Se sembraron 3 semillas por taco de turba de 8x8, convenientemente separados unos de otros (unos 20-25 tacos/m²) para conseguir un desarrollo homogéneo de las plantas.



campaña 2003

Datos y Resultados del ensayo

■ Variedades:

- ▶ Helda (Nunhems)
- ▶ Festival (Rijk Zwaan)
- ▶ Oriente (Ramiro Arnedo)

■ Fecha de siembra: 15 - febrero - 2003

■ Fecha de plantación: 15-marzo - 2003

■ Inicio de recolección: 22 - abril -2003

■ Días entre siembra e inicio de recolección: 76 días

■ Fin de recolección: 15 - julio - 2003

■ Número de recolecciones: 35

■ Consumo de gasoil a 1 de mayo: 3,4 l/m²

■ Solución Nutritiva Inicial:

- ▶ 14 mMol/l NO₃ -
- ▶ 2 mMol/l H₂PO₄-
- ▶ 2,5 mMol/l SO₄ =
- ▶ 0,5 mMol/l HCO₃-
- ▶ 6,5 mMol/l K+
- ▶ 5 mMol/l Ca⁺⁺
- ▶ 2,5 mMol/l Mg⁺⁺
- ▶ Complejo de Oligoelementos a dosis comercial
 - ✓ Ce: 2,2 mS/cm
 - ✓ PH: 5,8

■ Solución Nutritiva fase de producción:

- ▶ 13 mMol/l NO₃ -
- ▶ 1,5 mMol/l H₂PO₄-
- ▶ 2 mMol/l SO₄ =
- ▶ 0,5 mMol/l HCO₃-
- ▶ 5,5 mMol/l K+
- ▶ 4,5 mMol/l Ca⁺⁺
- ▶ 2 mMol/l Mg⁺⁺

■ Complejo de Oligoelementos a dosis comercial

- ✓ Ce: 2 mS/cm
- ✓ PH: 5,8

■ CONSUMO DE ABONOS:

Kilos / m ² :					
Nitr. Potásico	Nitr. Cálcico	Fos. Monopotá.	Sulf. Magnés	Ac Nítrico 59%	Oligoelementos
0,23	0,11	0,1	0,12	0,11	0,01



PRODUCCIÓN 2003

Las producciones obtenidas fueron altas, alcanzándose valores muy superiores a los alcanzados en producciones de suelo. Como referencia de una buena producción en suelo, por experiencia de años anteriores, consideramos un valor de 4 kg/m². Como se aprecia en los cuadros de resultados, las producciones alcanzadas superaron este valor.

■ RESULTADOS. PRODUCCIÓN TOTAL

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Helda	5.26	0.85	7.25
Festival	5.65	1.97	7.62
Oriente	6.48	2.32	8.8

■ RESULTADOS. PRODUCCIÓN POR QUINCENAS

Del 15 al 30 de abril:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Helda	0.4	0.01	0.41
Festival	0.77	0.03	0.79
Oriente	0.96	0.04	1

Del 1 al 15 de mayo:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Helda	1.02	0.09	1.11
Festival	1.06	0.08	1.13
Oriente	1.32	0.1	1.43

Del 16 al 31 de mayo:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Helda	0.84	0.19	1.03
Festival	0.47	0.2	0.67
Oriente	0.37	0.08	0.45



Tratamiento en alubia verde.

RESULTADOS. PRODUCCIÓN POR QUINCENAS

Del 1 al 15 de junio:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Helda	0.98	0.52	1.5
Festival	1.23	0.84	2.07
Oriente	1.83	1.1	2.93

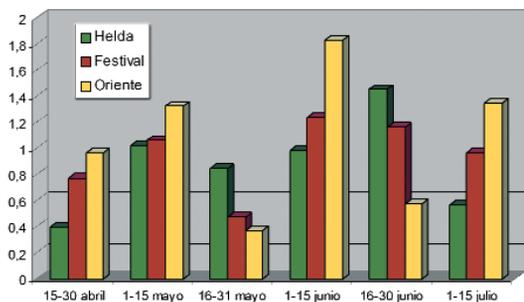
Del 16 al 30 de junio:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Helda	1.45	0.88	2.32
Festival	1.16	0.56	1.72
Oriente	0.57	0.64	1.2

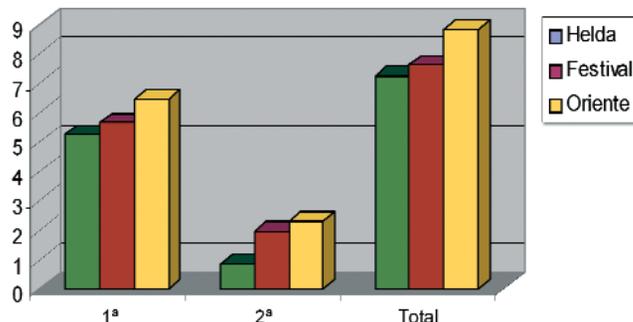
Del 1 al 15 de julio:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Helda	0.56	0.3	0.85
Festival	0.96	0.27	1.23
Oriente	1.34	0.37	1.71

Evolución quincenal de la producción 1ª (kg/m²)
Alubia verde primavera. Hidropónico 2003



Producción Alubia verde Primavera (kg/m²)
Hidropónico 2003



SANIDAD DEL CULTIVO

No existieron problemas de plagas, ya que la presencia de mosca blanca, pulgón y trips fue controlada por medio de técnicas de lucha integrada.

Tratamientos químicos realizados:

1 tratamiento de Pirimicarb (Aphox) contra pulgón.

1 tratamiento de Pimetrozina (Plenum) contra pulgón y mosca blanca.

Fauna Auxiliar empleada:

- ▶ Encarsia formosa (20 /m²)
- ▶ Macralophus caliginosus (1 /m²).
- ▶ Aphidius colemani (3,1 /m²)
- ▶ Aphidoletes (1,5 /m²)
- ▶ Amblyseius californicus (18 /m²)

OBSERVACIONES

El cultivo padeció exceso de salinidad a lo largo del último tercio de su ciclo. Quedó de manifiesto la dificultad de manejar el cultivo de forma adecuada una vez que se saliniza el sustrato. Y la alubia verde es un cultivo sensible a la salinidad. Las técnicas de lavado y la solución nutritiva correctora paliaron ligeramente la salinidad en sustrato, pero el cultivo no se recuperó plenamente. Se llegaron a alcanzar valores de 4 mS/cm en solución de drenaje, que unido a condiciones de estrés hídrico, dieron lugar a desecaciones de hojas y debilidad del cultivo.

Aquí es importante añadir que manejar el cultivo en lo referente a la frecuencia de riegos, únicamente por

horario, no es en absoluto conveniente, dado la dificultad que implica ajustar diariamente, e incluso varias veces a lo largo de un mismo día la frecuencia y dotación del riego. Se producen muchos momentos de estrés hídrico conforme avanza la primavera y el verano, lo cual contribuye a la salinización del sustrato.

Estos hechos nos condujeron a la repetición del ensayo en la campaña siguiente, con un sistema automático de incorporación de la solución nutritiva y una actuación sobre la composición de la misma.

No obstante, consideramos una buena producción para este cultivo la obtenida en aquel ensayo y una buena fecha de entrada en producción.



campaña 2004

Datos y Resultados del ensayo

Variedades:

- ▶ Festival (Rijk Zwaan)
- ▶ Fontana (Rijk Zwaan)
- ▶ Fasili (Rijk Zwaan)
- ▶ Oriente (Ramiro Arnedo)
- ▶ Clx2490 (Clause)

✓ Ce: 2 mS/cm

✓ PH: 5,8

El manejo del semillero e invernadero durante la fase de cultivo fue el mismo que el llevado a cabo en el ensayo de la campaña 2003.

CONSUMO DE ABONOS:

Kilos / m ² :					
Nitr. Potásico	Nitr. Cálculo	Fos. Monopota.	Sulf. Magnés	Ac Nítrico 59%	Oligoelementos
0.12	0.07	0.07	0.05	0.1	0.007

■ Fecha de siembra: 9 - enero - 2004

■ Fecha de plantación: 16-febrero - 2004

■ Inicio de recolección: 1 - abril -2004

■ Días entre siembra e inicio de recolección: 82 días

■ Fin de recolección: 15 - junio - 2004

■ Número de recolecciones: 32

■ Consumo de gasoil a 1 de mayo: 7,5 l/m²

Solución Nutritiva Inicial:

- ▶ 11 mMol/l NO₃ -
- ▶ 1,5 mMol/l H₂PO₄-
- ▶ 1,5 mMol/l SO₄ =
- ▶ 0,5 mMol/l HCO₃-
- ▶ 5 mMol/l K+
- ▶ 4 mMol/l Ca++
- ▶ 1,5 mMol/l Mg++
- ▶ Complejo de Oligoelementos a dosis comercial

✓ Ce: 1,8 mS/cm

✓ PH: 5,8

Solución Nutritiva fase de producción:

- ▶ 12 mMol/l NO₃ -
- ▶ 1,5 mMol/l H₂PO₄-
- ▶ 2 mMol/l SO₄ =
- ▶ 0,5 mMol/l HCO₃-
- ▶ 6 mMol/l K+
- ▶ 2 mMol/l Ca++
- ▶ 2 mMol/l Mg++
- ▶ Complejo de Oligoelementos a dosis comercial

PRODUCCIÓN AÑO 2004

Las producciones obtenidas volvieron a ser altas respecto a las tradicionales en suelo.

RESULTADOS. PRODUCCIÓN TOTAL

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Festival	7.15	0.53	7.69
Clx 2490	6.94	0.72	7.66
Fontana	6.84	0.53	7.38
Oriente	6.7	0.53	7.23
Fasili	6.52	0.34	6.86

RESULTADOS. PRODUCCIÓN POR QUINCENAS

Del 1 al 15 de abril:

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Festival	0.57	0	0.57
Clx 2490	0.81	0	0.81
Fontana	0.79	0	0.79
Oriente	1.01	0	1.01
Fasili	0.97	0	0.97

Del 16 al 30 de abril

VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª (kg/m ²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m ²)	TOTAL (kg/m ²)
Festival	1.27	0	1.27
Clx 2490	0.92	0.02	0.94
Fontana	1.62	0.01	1.63
Oriente	0.98	0.03	1.01
Fasili	0.88	0	0.88

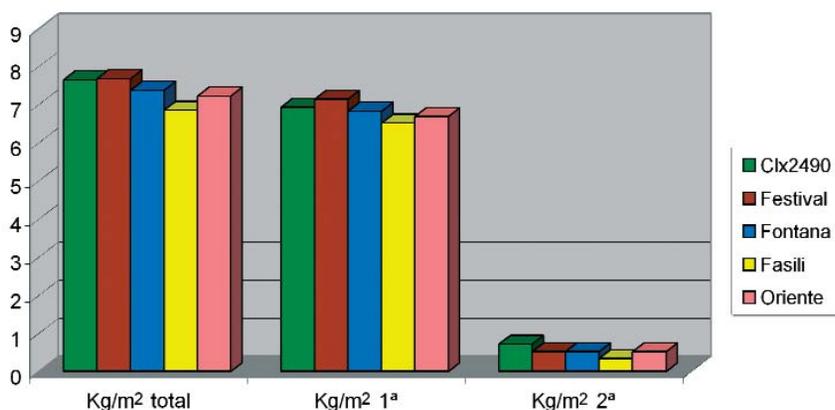
RESULTADOS. PRODUCCIÓN POR QUINCENAS

Del 1 al 15 de mayo			
VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª(kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Festival	0.37	0.02	0.39
Clx 2490	0.8	0.03	0.82
Fontana	0.44	0	0.44
Oriente	0.68	0.01	0.69
Fasili	0.62	0.01	0.63

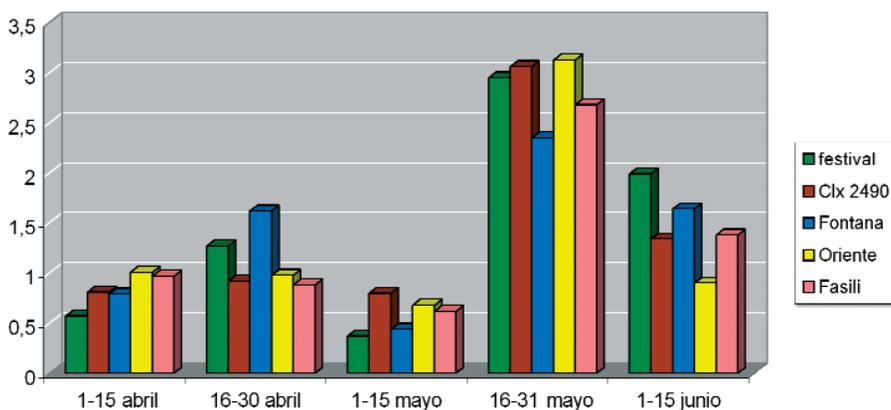
Del 16 al 31 de mayo			
VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª(kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Festival	2.95	0.16	3.12
Clx 2490	3.06	0.28	3.34
Fontana	2.35	0.21	2.56
Oriente	3.13	0.3	3.43
Fasili	2.68	0.12	2.8

Del 1 al 15 de junio			
VARIEDAD	PRODUCCIÓN 1ª(kg/m²)	PRODUCCIÓN 2ª (kg/m²)	TOTAL (kg/m²)
Festival	1.99	0.34	2.32
Clx 2490	1.34	0.4	1.74
Fontana	1.64	0.3	1.95
Oriente	0.9	0.2	1.1
Fasili	1.38	0.77	1.59

Producción Alubia Verde Primavera 2004. Cultivo Hidropónico



Evolución Quincenal de la producción de 1ª (kg/m²). Alubia Verde Primavera. Hidropónico 2004



OBSERVACIONES

En este ensayo, se constató la viabilidad de adelantar la siembra y la plantación un mes respecto al ensayo de la campaña del 2003, con objeto de obtener mayor precocidad. Ésta se situó en un adelanto de 22 días respecto a la campaña anterior, iniciando la producción a primeros de abril.

Por otro lado, se dio por terminada la producción un mes antes que el ensayo del año 2003. Sin embargo, se obtuvo una producción total similar.

El cultivo no padeció problemas de salinización en sustrato a lo largo del ciclo, ajustándose los valores de conductividad y ph de la solución nutritiva a los estimados como óptimos para el cultivo.

Se manejaron volúmenes de drenaje altos en las fases finales del cultivo, con objeto de evitar riesgos de salinización del sustrato. Estos drenajes alcanzaron el 38% en algunos momentos. El riego fue automático, mediante sonda de radiación, conjuntamente con riegos fijos por horario. Los valores que se manejaron como referencia para la radiación acumulada oscilaron entre los 180 y 250 w/m².

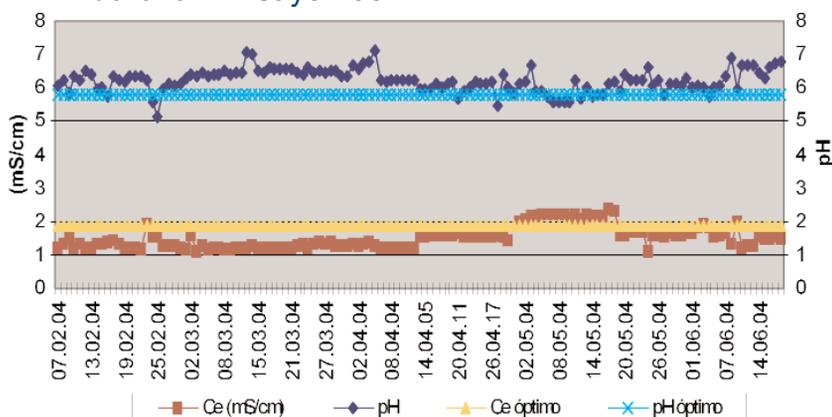
Como se aprecia en la gráfica, la temperatura máxima del invernadero no alcanzó los 35 °C, estando la Tª media en unos valores adecuados para el cultivo. Sí se alcanzaron puntualmente valores por debajo de los 15°C, por fallos de la calefacción.

De igual forma, la Humedad Relativa media diaria osciló en unos valores adecuados, aunque como se aprecia, se alcanzaron valores puntuales bajos en algunos momentos.

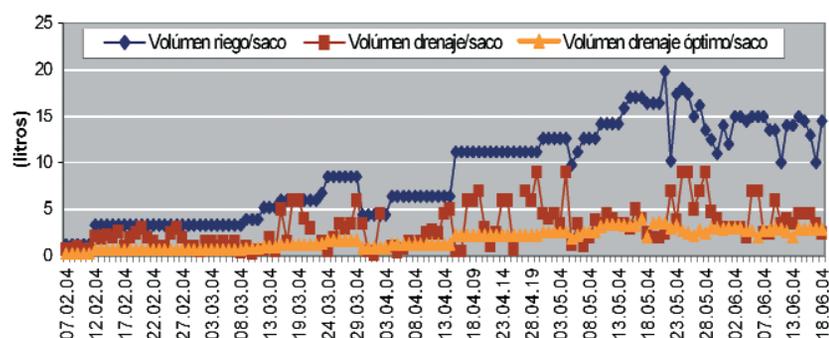


Sencillo cabezal de Fertirrigación, usado para la incorporación de la Solución Nutritiva.

Valores de conductividad y ph de la solución nutritiva. Ensayo 2004.



Volúmenes de riego. Ensayo 2004.

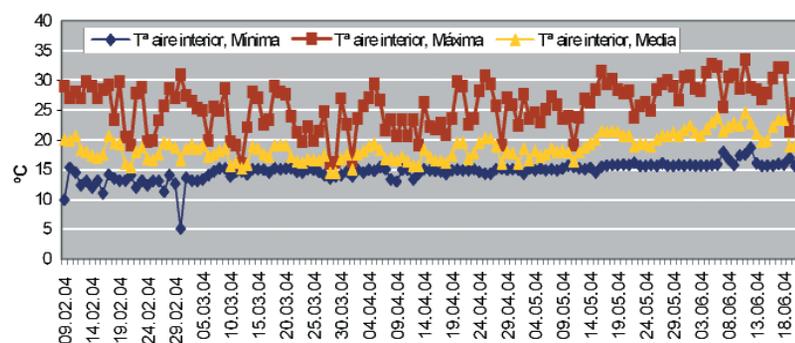


SANIDAD DEL CULTIVO

No hubo problemas de enfermedades, salvo un ligero ataque de botritis que afectó a algunas plantas, que se controló mediante tratamiento químico (Procimidona) y manejo del invernadero.

No hubo tampoco problemas de plagas, ya que los ataques de mosca blanca y pulgón fueron controlados por medio de técnicas de lucha integrada.

Temperaturas medias del invernadero. Ensayo 2004.



TRATAMIENTOS QUÍMICOS REALIZADOS:

1 tratamiento de Pirimicarb (Aphox) contra pulgón.

1 tratamiento de Buprofezin (Applaud) contra mosca blanca.

FAUNA AUXILIAR EMPLEADA:

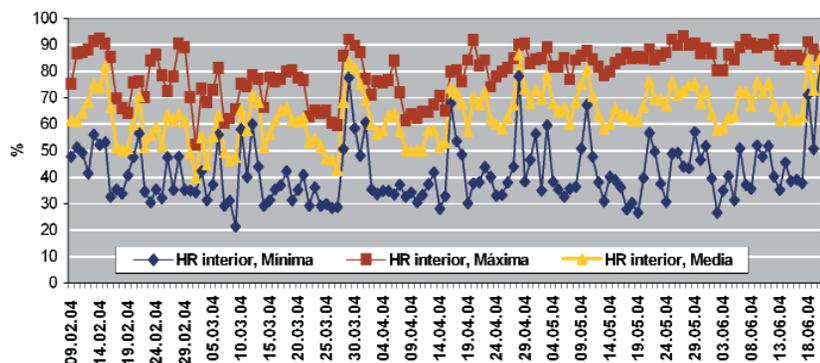
- *Encarsia formosa* (21 /m²)

- *Macralophus caliginosus* (1,5 /m²).

- *Aphidius colemani* (3 /m²)

- *Amblyseius californicus* (17 /m²)

Humedad Relativa media. Ensayo 2004.



Agradecimientos a:

Sara Arnedo Garrués, de la UPNA, por el seguimiento y trabajo en el ensayo de la campaña 2004 y ayuda en la confección de resultados.



Conclusiones

De los resultados obtenidos en estas dos campañas estudiadas podemos decir que:

- En cultivo hidropónico, es factible alcanzar producciones de 7 kg/m², superando los 6 kg/m² de producto de 1^a calidad en ciclo de primavera.
- Se abre la posibilidad de estar presente en el mercado desde inicios de abril hasta mediados de julio, época muy interesante para una producción de Navarra. Esta precocidad se podría ver incrementada mediante apoyo calórico en sustrato (tubería de agua caliente a baja temperatura).
- Evitar la salinización del sustrato es clave para mantener un cultivo en unas adecuadas condiciones de producción. Es importante trabajar con porcentajes de drenaje mínimos del 30%.
- Una adecuada Solución nutritiva para nuestras condiciones de cultivo oscilaría entre:
11 - 12 mMol/l NO₃ -

1,5 mMol/l H₂PO₄⁻
1,5 - 2 mMol/l SO₄ =
0,5 mMol/l HCO₃⁻
5 - 6mMol/l K⁺
4 -5 mMol/l Ca⁺⁺
1,5 - 2 mMol/l Mg⁺⁺

Ce: 1,8 -2 mS/cm. Como norma, no sobrepasar los 3 mS/cm en sustrato.

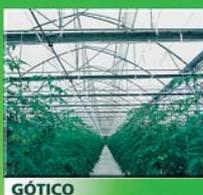
PH: 5,8

- Los riegos automáticos por radiación arrojan un buen resultado, pudiéndose fijar los valores de referencia entre 180 y 250 W/m², una vez que el cultivo esté desarrollado. A partir de entonces, es importante apoyar estos riegos mediante algunos riegos fijos por horario en las horas nocturnas (2 ó 3 riegos de unos 2 ó 3 minutos) o incluso en las horas centrales y calurosas de algunos días. El número y duración de estos riegos irán en función del nivel de salinización del sustrato, pudiendo ser únicamente con agua, llegado el caso.
- Las técnicas de lucha integrada han dado resultados muy satisfactorios frente a los ataques de pulgón (*Aphis fabae*), mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) y trips (*Frankliniella occidentalis*).

MULTICAPILLA



CURVO



GÓTICO

SISTEMA DE CONTROL CLIMÁTICO



CALEFACCIÓN



PANTALLA TÉRMICA

SOLUCIONES POR NORMA

ULMA
Agrícola



ULMA Agrícola
es el **1^{er} FABRICANTE**
que ofrece invernaderos
certificados según la Norma
UNE EN 13031-1

www.ulma.com

ULMA C y E, S. Coop. Este
Ps. Otadui nº3, apdo. 13
20560 ONATI
Guipúzcoa
Tel: +34 943 034 900
Fax: +34 943 716 466

Sureste
Tel: +34 950 305 246
Fax: +34 950 304 297
Móvil: +34 670 496 118
+34 670 496 001
+34 677 984 374

Exportación
Tel: +34 943 034 900
Fax: +34 943 716 466

Norte
Tel: +34 943 034 900
Fax: +34 943 716 466
Móvil: +34 670 496 002
+34 677 984 378

Sur
Tel: +34 955 630 044
Fax: +34 955 630 020
Móvil: +34 670 496 004

agricola@construccion.ulma.es