



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL

Máster de Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales

Respuesta de distintos cultivares de minilechuga (*Lactuca sativa* L.) a diversas fisiopatías y a la acumulación de nitratos en hojas durante tres ciclos, con tres soluciones nutritivas y en dos modalidades de cultivo.

TESIS MÁSTER

Presentada por:

Joao Baptista Ndamakele

Dirigida por:

Dr. D. José Vicente Maroto Borrego

Dr. D. José Francisco Torres Rubio

VALENCIA, 2010.

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

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

Nombre y apellidos: D. José Vicente Maroto Borrego

Departamento: Producción Vegetal

En calidad de: director/a codirector/a tutor/a

Autorizo la presentación de la Tesina de máster “Respuesta de distintos cultivares de minilechuga (*Lactuca sativa* L.) a diversas fisiopatías y a la acumulación de nitratos en hojas durante tres ciclos, con tres soluciones nutritivas y en dos modalidades de cultivo” y certifico que se adecua plenamente a los requisitos formales, metodológicos y de contenido exigidos en la normativa existente.

(Firma)* Director Tesina de máster

Valencia,

de 2010



FORMULARIO DEPÓSITO TESIS MÁSTER

AUTOR	1 ^{er} APELLIDO	2º APELLIDO	NOMBRE	DNI/NIE
	Baptista	Ndamekele	Joao	X-3006818-M
DIRECTOR TESIS				
	1 ^{er} APELLIDO	2º APELLIDO	NOMBRE	
	Maroto	Borrego	José Vicente	
CODIRECTOR				
	1 ^{er} APELLIDO	2º APELLIDO	NOMBRE	
	Torres	Rubio	José Francisco	
UNIVERSIDAD		MÁSTER		
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA		Producción Vegetal y Ecosistemas Agroforestales		
TÍTULO DE LA TESIS				
Respuesta de distintos cultivares de minilechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.) a diversas fisiopatías y a la acumulación de nitratos en hojas durante tres ciclos, con tres soluciones nutritivas y en dos modalidades de cultivo.				
RESUMEN				
<p>El objetivo de este trabajo ha sido estudiar sobre minilechuga, la influencia de diferentes soluciones nutritivas con un contenido variable en nitratos (S1: 7.91; S2: 12.41 y S3: 16.91 mmol.L⁻¹) y dos modalidades de cultivo (invernadero y aire libre), en la respuesta productiva, incidencia de diferentes fisiopatías (“tipburn”, falta de acogollado, subida a flor prematura) y acumulación de nitratos en hojas. Para tratar de conocer la posible susceptibilidad varietal en estas respuestas se desarrollaron tres ciclos de cultivo (Ciclo 1 u otoñal, Ciclo 2 o invernal y Ciclo 3 o primaveral), en los cuales se emplearon cuatro cultivares <i>Cherry</i>, <i>Little Gem Nun 6715</i>, <i>Diamond</i> y <i>Etna</i>. El manejo se ha efectuado sobre sustrato, en contenedores rellenos con perlita y fibra de coco.</p> <p>Como resultados de este trabajo se pueden señalar:</p> <ul style="list-style-type: none">- El cultivo bajo invernadero fue el que proporcionó las plantas comerciales con un mayor peso medio, siendo el cv. <i>Cherry</i> el que alcanzó los valores más elevados. En general, se observó que la solución nutritiva con menor concentración de nitratos (S1) dio las piezas comerciales con un peso menor, aunque dicho efecto sólo se pudo constatar en el ciclo 2. El mayor peso comercial se obtuvo en el ciclo primaveral (ciclo 3)- El primer ciclo de cultivo (ciclo 1) fue el que presentó una mayor incidencia de “tipburn”, lo que podría estar relacionado con la convergencia de dos factores desencadenantes de la fisiopatía, como son las temperaturas moderadamente elevadas (ciclo otoñal) y el debilitamiento de las plantas como consecuencia de problemas de manejo originados en la fase de semillero. De entre los cultivares ensayados, <i>Etna</i> fue el que mostró una mayor incidencia de “tipburn”, siendo <i>Cherry</i> el menos afectado. Las soluciones nutritivas sólo influyeron en el desarrollo de la fisiopatía en el ciclo 3 y en cultivo bajo invernadero, constatándose un incremento de “tipburn” al aumentar el contenido en nitratos de las soluciones nutritivas. En todos los experimentos el “tipburn” externo fue más abundante que el interno.- El cv. <i>Little Gem Nun 6715</i> fue el que presentó más problemas de acogollado, siendo más importantes las diferencias en cultivo bajo invernadero.				



En el ciclo invernal (ciclo 2) no hubo incidencia alguna de falta de acogollado.
- La susceptibilidad a floración prematura, determinada a través de la incursión del esbozo floral en la altura del cogollo, fue más importante en invernadero que al aire libre, siendo el cv. *Little Gem Nun 6715*, el más proclive a este accidente.

En términos generales, se ha constatado que la mayor acumulación de nitratos se produjo en cultivo bajo invernadero y con las soluciones con mayor contenido en nitratos, siendo el cv. *Little Gem Nun 6715* el más propenso a la acumulación. La temperatura pareció ejercer una influencia importante en dicha acumulación, ya que en el ciclo 3 (más caluroso) se registraron los valores más elevados.

(español)

The aim of this study is to investigate on baby lettuces, the influence of different nutrient solutions with variable nitrate content (S1: 7.91, S2 and S3 12.41: 16.91 mmol.L⁻¹) and two management systems (greenhouse and outdoors), on productive response, incidence of various physiological disorders (tipburn, lack of heading, bolting) and nitrate accumulation in leaves. In order to understand the possible susceptibility of cultivars in these responses were developed three crop cycles (Cycle 1 autumn, Cycle 2 winter and Cycle 3 spring), and were used four cultivars: *Cherry*, *Little Gem Nun 6715*, *Diamond* and *Etna*. The management was carried out on substrate in containers filled with perlite and coco peat.

Among the results of this work we can be noted:

- Greenhouse cultivation provided the biggest commercial size, and cv. *Cherry* reached the highest values. In general, it was observed that the nutrient solution with lower nitrate concentration (S1) produced the smallest commercial pieces, although this effect could only be seen in cycle 2. The highest commercial weight was obtained in spring cycle (Cycle3)
- The first cycle (cycle 1) had the highest incidence of tipburn, which could be related to the convergence of two factors involved in these physiological disorder, such as moderately elevated temperatures (autumn cycle) and weak plants as a result of management problems in the seedling stage. Among the tested cultivars, *Etna* showed the highest incidence of tipburn and *Cherry* was the least affected. Nutrient solutions only influenced on this disorder in cycle 3 under greenhouse cultivation, confirming an increase of tipburn by increasing the nitrate content of nutrient solutions. In all experiments the external tipburn was the most usual.
- cv. *Little Gem Nun 6715* showed more problems in heading, especially in greenhouse cultivation. In winter cycle (cycle 2) there was not heading problems.
- Susceptibility to bolting, determined by the incursion of the floral bud in height, was higher in greenhouse than outdoors and cv. *Little Gem Nun 6715* was the most prone to this accident.
- Overall, it was found that the greater accumulation of nitrate occurred in



	<p>greenhouse cultivation and with solutions with higher nitrate content, being the cv. <i>Little Gem Nun 6715</i> the most inclined to this accumulation. Temperature seemed to play an important influence on the accumulation and in cycle 3 (warmer) values of this accumulation were highest.</p> <p>(Inglés)</p>											
PALABRAS CLAVE	DESCRIPTORES EN ESPAÑOL											
	Minilechuga; Tipburn; acumulación nitratos; subida a flor prematura; acogollado (mínimo tres)											
	DESCRIPTORES EN INGLÉS											
	Baby lettuce; tipburn; nitrate accumulation; bolting; heading (mínimo tres)											
CLASIFICACIÓN DE LA UNESCO	URL MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN: http://ciencia.micinn.fecyt.es/ciencia/jsp/plantilla.jsp?area=plan_idi&id=6&contenido=/files/portada.jsp											
	<table border="1"><thead><tr><th>CAMPO</th><th>DISCIPLINA</th><th>SUBDISCIPLINA</th></tr></thead><tbody><tr><td>Ciencias agrarias (31)</td><td>Horticultura (3107)</td><td>Producción de cultivos (3107.01)</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table> <p>(máximo tres áreas de conocimiento)</p>	CAMPO	DISCIPLINA	SUBDISCIPLINA	Ciencias agrarias (31)	Horticultura (3107)	Producción de cultivos (3107.01)					
CAMPO	DISCIPLINA	SUBDISCIPLINA										
Ciencias agrarias (31)	Horticultura (3107)	Producción de cultivos (3107.01)										

Agradecimientos

Gracias a Dios por darme la vida y poner en mi camino a personas maravillosas.

Mi más sincero agradecimiento al director de mi Tesis, el Dr. D. José Vicente Maroto, por darme la posibilidad de realizarla bajo su dirección, por la paciencia y dedicación que ha tenido en la supervisión del trabajo y la gran ayuda en la redacción.

A Salvador López Galarza y José Alagarda por haberme atendido en las dudas que me han surgido en mi estancia en la Cátedra de Horticultura y Cultivos Herbáceos.

Gracias también a Marisol Bono, Pilar Laza, Daniel Siurana, Daniel Vañó y José Oliver por la ayuda prestada en los trabajos de campo.

Igualmente, agradecer a todo el personal de la secretaría, dirección, recepción, biblioteca, mantenimiento, limpieza y reprografía, ya que dentro de los ámbitos que a cada uno le competen, han colaborado sin ponerme ningún impedimento.

En especial debo agradecer al Dr. José Torres por su paciencia, disponibilidad y generosidad al compartir su experiencia, por sus siempre atentas y rápidas respuestas a las diferentes inquietudes surgidas durante el desarrollo de este trabajo, lo cual se ha visto también reflejado en los buenos resultados obtenidos. Muchas gracias José.

Agradecer hoy y siempre a mi familia porque a pesar de no estar presentes físicamente, sé que procuran mi bienestar desde mi país, Angola. A mis padres Bonifacio y Emilia, mis hermanas y mi hijo Leonardo, porque a pesar de la distancia, el ánimo, apoyo y alegría que me brindan me dan la fortaleza necesaria para seguir adelante.

INDICE

<u>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</u>	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVOS.....	5
<u>2. MATERIAL Y MÉTODOS</u>	7
2.2. PARÁMETROS ESTUDIADOS	8
<u>2.2.1. Evaluación de la incidencia de las fisiopatías</u>	9
2.2.1.1. Evaluación de la incidencia de “Tipburn”	9
2.2.1.2. Evaluación de la subida a flor prematura.....	9
2.2.1.3. Evaluación del grado de compacidad del cogollo.....	10
<u>2.2.2. Parámetros productivos</u>	10
<u>2.2.3 Análisis del contenido de nitratos</u>	10
2.2.3.1. Toma de muestras	10
2.2.3.2. Características del método de análisis utilizado y cálculos y operaciones realizadas para obtener el contenido de nitratos.....	10
<u>3. RESULTADOS</u>	15
3.1. COMPARACIÓN ENTRE CULTIVARES, SOLUCIONES NUTRITIVAS Y MODALIDADES DE CULTIVO	15
<u>3.1.1. Ciclo 1</u>	15
3.1.1.1 Cultivar	15
3.1.1.2. Soluciones nutritivas	16
3.1.1.3. Modalidad de cultivo.....	16
3.1.1.4. Interacciones	16
a) Interacciones cultivar x solución nutritiva	16
b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo.....	17
c) Interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo	18
<u>3.1.2. Ciclo 2</u>	21
3.1.2.1 Cultivar	21

3.1.2.2. Soluciones nutritivas	21
3.1.2.3. Modalidad de cultivo	22
3.1.2.4. Interacciones	22
a) Interacción cultivar x solución nutritiva.....	22
b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo.....	22
c) Interacciones solución nutritiva x modalidad de cultivo	24
<u>3.1.3. Ciclo 3</u>	27
3.1.3.1 Cultivar	27
3.1.3.2. Soluciones nutritivas	28
3.1.3.3. Modalidad de cultivo	28
3.1.3.4. Interacciones	28
a) Interacción cultivar x solución nutritiva.....	28
b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo.....	29
c) Interacciones solución x modalidad de cultivo	30
3.2. COMPARACIÓN ENTRE CICLOS Y MODALIDADES DE CULTIVO	34
<u>3.2.1. Ciclos de cultivo</u>	34
<u>3.2.2. Modalidades de cultivo</u>	34
<u>3.2.3. Interacciones</u>	35
<u>4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</u>	39
<u>5. BIBLIOGRAFÍA</u>	45
<u>ANEJOS</u>	49

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de lechugas ha alcanzado valores muy importantes en la Horticultura española, [en los últimos tres años más de 35.000 has, con una producción superior a 1.000.000 t y una exportación que está en torno o rebasa a 550.000 t, según MARM (2009)], fundamentalmente debido a la importancia creciente que ha experimentado desde los años 90 su exportación. En el área mediterránea los cultivares empleados tradicionalmente eran los que no acogollaban, tipo Romana u Oreja de mulo (*Lactuca sativa* var. *longifolia*), que solían ser los preferidos en el mercado español. A partir de finales de los 1960 se desarrolló en las comarcas centrales de la C. Valenciana un interés creciente hacia los cultivares tipo “Trocadero”, acogollados y de hoja mantecosa (*L. sativa* var. *capitata*), de manera que en esas fechas llegaron a exportarse más de 20.000 t. A finales de esta misma década surgió en el delta del Ebro –Cataluña-, y la Ribera del Júcar –C. Valenciana-, un marcado interés por el desarrollo de la lechuga Iceberg, destinada principalmente a la exportación hacia el Reino Unido o las tropas americanas estacionadas en la entonces R.F. de Alemania (Miguel y Maroto, 2000), pero el asentamiento de este último grupo varietal, acogollado y de hoja crujiente, no se produjo hasta mediados de la década de 1980, difundiéndose ampliamente en la R. de Murcia que ya recibía las aguas del Transvase Tajo-Segura. A finales de esta misma década se inició también el desarrollo del cultivo de las minilechugas y posteriormente muchos otros tipos de lechugas como las de hojas rojas, las “hoja de roble”, etc, destinadas a la exportación en fresco y posteriormente a la cuarta gama. Todo ello sin dejar de hacer mención a cultivares de lechuga “romana” que no necesitan del atado para acogollar, minilechugas romanas y del tipo *Cos*, minilechugas *Iceberg*, lechugas-escarolas, etc. (Miguel *et al.*, 2000).

La lechuga es una planta que posee una baja eficiencia en la utilización del N, por lo que para producir cogollos de calidad y tamaño es necesario asegurar un buen suministro nitrogenado y sus extracciones en este elemento, según cultivar, ciclo y sistema de cultivo, suelen situarse entre 50 y 100 unidades fertilizantes o kg de N.ha⁻¹ (Pomares, 2000; Rincón, 2002). En lechugas mini-romanas, Rincón (2005; 2008) establece unas necesidades globales para ser aportadas semanalmente por fertirrigación, que oscilan entre 90 y 95 kg de N.ha⁻¹ según que el ciclo de cultivo se cubra en

invierno-primavera o en otoño-invierno, mientras que en minilechugas del tipo *Little Gem Nun 6715* las sitúa para estos mismos ciclos en 55 y 60 kg N.ha⁻¹.

En Horticultura resulta demasiado frecuente incrementar excesivamente la fertilización nitrogenada, práctica que puede resultar muy negativa en la salud de los consumidores principalmente en hortalizas que se aprovechan por sus hojas o sus órganos subterráneos, existiendo limitaciones en la cantidad de nitratos acumulados, que según la normativa europea variaba en lechugas, según cultivares, sistemas y ciclos entre 2000 y 4500 mg.kg⁻¹ fresco, de manera que el menor valor (2000 mg.kg⁻¹) correspondía a las lechugas Iceberg cultivadas al aire libre; 2500 mg.kg⁻¹ a las lechugas Iceberg cultivadas en invernadero y a los “otros tipos,” recolectadas entre el 1/4 y el 30/9, cultivadas al aire libre; un máximo de 3500 mg.kg⁻¹ a los “otros tipos” de lechugas cultivadas bajo invernadero y recolectadas entre el 1/4 y el 30/9; y los mayores niveles (4000-4500 mg.kg⁻¹) corresponderían a lechugas no Iceberg, recolectadas entre el 1/10 y el 31/3, en cultivo al aire libre o invernadero respectivamente (DOUE,2006).

El exceso de fertilización nítrica en sistemas agrícolas intensivos también ha contribuido, por lixiviación, a la contaminación de acuíferos (Ramos *et al.*, 2002), estableciendo la OMS en 50 ppm, el contenido máximo para que sus aguas puedan ser potabilizadas. La ingestión de un exceso de nitratos puede repercutir en diversas afecciones, como la falta de oxigenación de los tejidos o en el desarrollo de determinados tipos de cáncer (García Rollán, 1990) y en su acumulación juegan un papel fundamental dos enzimas: la nitrato-reductasa, localizada en el citoplasma y que reduce los nitratos a nitritos y la nitrito-reductasa, localizada en los cloroplastos de los tejidos foliares y en los proplastidios de las raíces, que reduce los nitritos a cationes amonio, de donde son asimilados por vía metabólica en compuestos orgánicos, principalmente aminoácidos (Gonnella *et al.*, 2002).

La preocupación por el exceso de acumulación de nitratos en lechugas es ya antigua (Asseo Bickert, 1983; Robic et Palathy, 1985) y en su manifestación además de existir una componente claramente genotípica de susceptibilidad varietal (Subramanya *et al.*, 1980; Blom-Zandstra and Eeinink, 1986), suelen intervenir diferentes factores climáticos y de manejo agronómico que pueden influir en esta acumulación (Gonnella *et al.*, 2002). Entre los agentes climáticos, la intensidad lumínica parece tener un papel

crucial en este fenómeno, al inducir una mayor síntesis y actividad del enzima nitrato-reductasa y una mayor disponibilidad de hidratos de carbono y ácidos orgánicos que facilitan la síntesis de compuestos orgánicos nitrogenados a través de los nitratos absorbidos, de manera que con limitaciones lumínicas pueden surgir más problemas de acumulación. Otros factores ambientales, como el fotoperiodo, la temperatura y la humedad, también pueden influir en la susodicha acumulación, así como la disponibilidad de N en el suelo-sobre todo en forma nítrica-. Entre los factores de manejo agronómico, la fertilización nitrogenada, principalmente en forma nítrica, puede tener una clara influencia en la acumulación de nitratos en los tejidos vegetales, así como el riego, en cultivo “sin suelo” la composición en nutrientes de las soluciones nutritivas- el equilibrio $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$, el contenido en calcio, etc. (Van der Boon *et al.*, 1990; Gonnella *et al.*, 2002; Rincón, 2005).

El exceso de nitrógeno en forma nítrica también puede favorecer un desarrollo vegetativo demasiado exuberante que puede propiciar una mayor incidencia de fisiopatías como el “tipburn” y un retraso o soslayamiento del acogollado (Maroto, 2000) y si la inducción floral ya se hubiera producido, podría favorecer un mayor desarrollo del esbozo floral.

El “tipburn” es una fisiopatía bastante usual en las hortalizas aprovechables por sus hojas (lechugas, escarolas, coles-repollo, coles chinas, apios, etc), pero posiblemente su mayor incidencia negativa se manifiesta en lechugas y coles chinas. Consiste en una desecación de los márgenes de las hojas más jóvenes, como consecuencia de un menor acopio de calcio en relación con las hojas viejas (Barta and Tibbits, 1984, 1991; Torres *et al.*, 2009a) que poseen una mayor superficie de transpiración y en consecuencia una mayor capacidad para captar el calcio, elemento que se desplaza por vía xilemática, y en cuya translocación pueden estar implicados factores diversos como el estrés salino, las elevadas temperaturas, las higrometrías bajas, un desarrollo vegetativo excesivo, como se ha indicado anteriormente propiciado por un abastecimiento excesivo de nitrógeno, una limitación en la disponibilidad cálcica en la rizosfera, un exceso de cationes amoniacales en la solución nutritiva, cuando se practica la fertirrigación, etc, además de una mayor o menor susceptibilidad varietal, aunque, en general, suele admitirse que en periodos con elevadas temperaturas la susceptibilidad varietal al “tipburn” es mas pronunciada que en otros con temperaturas más moderadas (Maroto, 1997). A veces se

distingue entre “tipburn” externo y “tipburn” interno, en función de que las hojas afectadas por la desecación, que en el primer caso serían las más viejas, en un determinado momento del ciclo fueron afectadas por este desorden, aunque posteriormente las plantas podrían haber superado el estrés provocado por el mismo, mientras que el caso del “tipburn” interno, las hojas afectadas serían las más jóvenes, ubicadas en el interior de los cogollos, siendo este segundo tipo de “tipburn” el más grave en la posterior aptitud comercializadora de las piezas de lechuga. En el caso de la lechuga, la aparición de “tipburn” también se puede relacionar con la ruptura de los tubos laticíferos (Tibbits *et al.*, 1985).

La subida a flor prematura, que afecta negativamente al acogollado, es un fenómeno complejo en el que existen interacciones pronunciadas entre el cultivar y determinados factores ambientales como la temperatura y el fotoperíodo (Maroto, 2000). Si el tálamo floral es visible, las plantas se desechan y no se comercializan, pero si el esbozo floral se ha desarrollado excesivamente en el interior de los cogollos, podemos no percatarnos del mismo y una vez situadas en el mercado las piezas afectadas, que a veces presentan un sabor amargo por acumulación de lactonas sesquiterpénicas, pueden verse rechazadas. Por otra parte, las plantas “subidas a flor” notoriamente, como ha sido indicado con anterioridad, al mostrar el cogollo abierto no son comercializables en determinadas ocasiones y por razones no bien explicitadas, como escasas diferencias entre las temperaturas diurnas y nocturnas, crecimiento vegetativo demasiado vigoroso, provocado por temperaturas demasiado elevadas, exceso de fertilización nitrogenada, todas ellas junto con el genotipo del cultivar (Maroto, 2002) pueden inducir que las piezas de lechuga no acogollen adecuadamente en variedades aprovechables por sus cogollos, lo que impide su puesta en el mercado.

La mayor o menor acumulación de nitratos y la incidencia de cualquiera de estas dos fisiopatías puede estar originada por una mayor o menor proclividad varietal pero también por fenómenos ambientales o de manejo, que han sido citados, que pueden tener una gran influencia, por sí mismos o sinergizados entre ellos.

Por último, un exceso de fertilización nitrogenada puede conllevar en diversas especies hortícolas una mayor propensión hacia enfermedades criptogámicas (Maroto, 2008).

En trabajos anteriores del equipo de Horticultura de la ETSIA, en minilechugas, se ha comprobado la gran importancia que tiene la mayor o menor susceptibilidad varietal hacia la acumulación de nitratos y la mayor o menor incidencia del “tipburn” y la subida a flor prematura (Ferriol *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2009a; 2009b). En alguno de estos trabajos también se ha visto que la acumulación de nitratos y la incidencia de “tipburn” era mayor en cultivo bajo invernadero sobre sustrato, que al aire libre en suelo convencional (Torres *et al.*, 2009a) y en todos ellos (Ferriol *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2009a; 2009b), que podía existir también una clara influencia del ciclo de cultivo en la manifestación de las dos fisiopatías mencionadas y la acumulación de nitratos, habiéndose asimismo constatado que la intensidad de la fertilización nitrogenada podía influir sobre todo en la mayor o menor acumulación de nitratos (Ferriol *et al.*, 2009; Torres *et al.*, 2009b), existiendo indicios de que los diversos factores analizados en los susodichos trabajos: cultivares, sistemas y ciclos de cultivo y fertilización N, podían actuar de manera interaccionada.

En aras a tratar de dilucidar de una manera más clara estos resultados se han diseñado los siguientes experimentos, tratando de uniformizar al máximo las condiciones de manejo (riego, fertilización N, un único sustrato), bajo invernadero y al aire libre, con cuatro cultivares y tres ciclos distintos.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo consiste en estudiar sobre cuatro cultivares de minilechuga, la influencia de diferentes soluciones nutritivas con un contenido variable de nitratos y dos modalidades de cultivo (aire libre e invernadero), en la incidencia de diversas fisiopatías (“tipburn”, subida a flor prematura, falta de acogollado), así como en la acumulación de nitratos en las hojas.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en un invernadero y una parcela del Departamento de Producción Vegetal de la U.P.V. (Universidad Politécnica de Valencia). El invernadero era del tipo *Venlo*, con cubierta de vidrio, abertura cenital, dotado de calefacción y “cooling system” ($T^{\circ} \text{max} \leq 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $T^{\circ} \text{min.} \geq 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$). La parcela pertenecía al campus de la U.P.V. ($39^{\circ} 38' \text{ N}$, $0^{\circ} 22' \text{ W}$). En l’Horta de Valencia.

Se han realizado tres ciclos de cultivo, empleándose en todos ellos los cvs, *Cherry*, *Little Gem Nun 6715*, *Diamond* y *Etna*. Las fechas de: siembra, trasplante, recolección y correspondientes de los distintos experimentos realizados en cada ciclo aparecen reflejadas en la siguiente tabla.

Tabla 2.1. Fechas de siembra trasplante y recolección

Ciclo	Siembra	Transplante	Recolección
Ciclo 1	15-09-09	07-10-09	Invernadero 09-11-09 a 24-11-09
			Aire libre 12-11-09 a 07-12-09
Ciclo 2	17-11-09	21-12-09	Invernadero 22-02-10 a 11-03-10
			Aire libre 22-03-10 a 23-04-10
Ciclo 3	08-04-10	05-05-10	Invernadero 01-06-10 a 02-06-10
			Aire libre 10-06-10 a 17-06-10

Se ensayaron tres soluciones nutritivas con distintos niveles de nitrógeno (la composición se recoge en la tabla 2.2., así como dos modalidades de cultivo (Invernadero y aire libre):

- **S1:** nivel bajo de nitratos
- **S2:** nivel medio de nitratos
- **S3:** nivel alto de nitratos

Tabla 2.2. Composición de las soluciones nutritivas (mmol.L⁻¹)

Solución nutritiva	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	CE (dS.m ⁻¹)
S1	7,91	1.20	2,45	0.50	4.00	3,70	1,46	1.56
S2	12,41	1.20	2,45	0.50	5.00	3,95	2,96	2,01
S3	16,91	1.20	2,45	0.50	6.00	4,20	4,46	2.46

La siembra se efectuó en bandejas de poliestireno de 104 alvéolos, empleándose como sustrato una mezcla de fibra de coco (60 %) y sustrato comercial (40 %). La plantación definitiva en el invernadero y al aire libre se llevó a cabo en contenedores de 8 L rellenos con una mezcla de perlita y fibra de coco, con una proporción 1:1, albergando cada maceta un total de 2 plantas.

La cantidad de solución aportada en el invernadero se controló mediante el número de riegos, el cual variaba en función de la radiación solar incidente y porcentaje de drenaje, que se intentó mantener entre el 20 y el 30 %, del volumen de riego total. Por su parte, el volumen de riego al aire libre se fue ajustando en función del aplicado en invernadero, con objeto de aportar una cantidad similar de nitratos en ambas modalidades de cultivo. Para la aplicación de las soluciones nutritivas se emplearon goteros de 2.2 L.h⁻¹ (dos por contenedor).

Se realizó un diseño de bloques al azar 4 (cultivares) x 3 (soluciones nutritivas) x 2 (modalidades de cultivo), con 3 u.r. (unidades de repetición) por combinación de factores. Cada u.r. estaba formada por 3 contenedores con dos plantas en cada una de ellas (total: 72 unidades de repetición, 216 contenedores y 432 plantas).

2.2. PARÁMETROS ESTUDIADOS

Tras la recolección de las lechugas, se procedió a determinar y valorar la incidencia de fisiopatías y la producción.

2.2.1. Evaluación de la incidencia de las fisiopatías

2.2.1.1. Evaluación de la incidencia de “tipburn”

Para valorar el grado de incidencia de la fisiopatía “tipburn” (interno y externo) se empleó una escala cualitativa, de valores entre el 0 y el 3. El 0 correspondía a las plantas que no presentaban síntomas para cada fisiopatía por separado, el 1 para las que mostraban pequeños indicios, el 2 para las que presentaban un nivel de afección medio y el grado 3 para aquellas plantas con una incidencia grande. El “tipburn” se evaluó en el momento de la recolección.

Para cada tipo de “tipburn” (exterior e interior) se consideraban comerciales aquellas plantas que presentaban un grado 0 ó 1, y no comerciales las que presentaban un grado 2 ó 3. A partir de estas consideraciones, se clasificaban como plantas comerciales desde el punto de vista de esta fisiopatía, las que eran simultáneamente comerciales para el “tipburn” externo e interno, mientras que eran no comerciales las que habían presentado un índice 2 ó 3 para el “tipburn” externo o para el interno o para ambos. Se determinó entonces la producción y porcentaje de las plantas no comerciales (para el “tipburn”), así como el índice medio para cada una de las dos modalidades de “tipburn” (externo e interno), que se calculó con la siguiente expresión:

$$IMTB = 1 \times (n^{\circ} \text{ plant. grado1} / u.r.) + 2 \times (n^{\circ} \text{ plant. grado2} / u.r.) + 3 \times (n^{\circ} \text{ plant. grado3} / u.r.)$$

El IMTB, sirve para estimar la incidencia de “tipburn” (externo o interno) por cada u.r. respectivamente. Como disponemos de 6 plantas por u.r., el valor máximo posible para este índice es de 18.

2.2.1.2. Evaluación de la subida a flor prematura

Para estudiar la susceptibilidad de los cultivares a la subida a flor prematura, se determinó de cada planta, y aprovechando que las piezas de lechuga ya se habían partido para evaluar el grado de “tipburn” interno, la longitud del esbozo floral así como de la altura de la planta. Con ambos parámetros se halló (en porcentaje) la incursión del esbozo floral en la altura del cogollo (ratio relativa de esbozo floral).

$$\text{Incurción del esbozo floral (\%)} = \frac{\text{Esbozo floral (cm)}}{\text{Altura de la planta (cm)}} * 100$$

2.2.1.3. Evaluación del grado de compacidad del cogollo

Se evaluó el grado de compacidad interna, considerándose como no acogolladas las plantas cuyas hojas internas no estaban apretadas, es decir, aquellas que no formaron un verdadero cogollo.

Una vez realizada esta clasificación, se determinó porcentaje y producción de las plantas no acogolladas.

2.2.2. Producción comercial

Se consideraban plantas comerciales aquellas que además de ser comerciales desde el punto de vista del “tipburn” no presentaban problemas de acogollado. De las plantas comerciales se determinó la producción, porcentaje (%) y peso medio.

2.2.3 Análisis del contenido de nitratos

2.2.3.1. Toma de muestras

Durante la recolección se tomaron muestras de todas las repeticiones del experimento con hojas internas de plantas de lechuga (a partir de la 12ª hoja, hasta alcanzar un peso cercano a 30 g., cantidad necesaria para realizar el análisis) con el fin de determinar el contenido acumulado de nitratos en dichas hojas.

2.3.2.2. Características del método de análisis utilizado y cálculos y operaciones realizadas para obtener el contenido de nitratos.

La preparación de las muestras y su posterior análisis fueron realizados en el laboratorio de Horticultura y Cultivos Herbáceos de la ETSIA.

La determinación del contenido de nitratos se realizó mediante reflectometría, empleándose para ello el equipo RQflex de la marca Merck modelo KGaA, compuesto por un lector y unas tiras de plástico que sirven de soporte al reactivo.

El primer paso consistió obtener el peso fresco de la hoja objeto de análisis con la balanza analítica de la marca Mettler Toledo modelo AG204.

a) Peso fresco de la hoja (kg.)

Considerando que la mayoría de los nitratos se acumulan en el nervio central de la hoja, una vez obtenido el peso total de la misma, se separó la parte correspondiente al nervio central, cuyo peso se determinó con la balanza citada anteriormente.

b) Peso del nervio central

A continuación se procedió a triturar el nervio central con un mortero y una maza. El producto resultante se filtró a través de una muselina, obteniéndose un extracto líquido y un triturado, que fueron pesados.

c) Peso del extracto líquido

d) Peso fresco del triturado = Peso del nervio central (b) – Peso del extracto líquido (c)

Dado que en el triturado en fresco quedaba líquido que no se pudo extraer, hubo que determinarlo, para lo cual fue necesario obtener el peso seco del triturado, colocándose el material en fresco en bandejas de papel que se llevaron a la estufa (60 °C) hasta peso constante.

e) Peso seco del triturado

f) % Materia seca del triturado = $\frac{\text{Peso seco del triturado (e)}}{\text{Peso fresco del triturado (d)}} \times 100$

g) % Líquido en el triturado = 100 – (% materia seca del triturado (f))

h) Peso de líquido del triturado = $\text{Peso fresco del triturado (d)} \times \frac{\text{\% Líquido del triturado (g)}}{100}$

2. Material y métodos

- i) Peso del líquido del nervio central = Peso del extracto líquido (c) + Peso del líquido del triturado (h)

Una vez determinado el peso total de líquido en el nervio central, con una pipeta, se tomó un mililitro de líquido y se pesó.

- j) Peso de 1 mL de extracto líquido

Con este valor se pudo determinar el volumen total de líquido en el nervio central

$$\text{Volumen de líquido en el nervio central (mL)} = \frac{\text{Peso del líquido del nervio central (i)}}{\text{Peso mL (j)}}$$

Con el mililitro del extracto líquido se preparó una dilución 1/25 (m) con agua destilada que fue la muestra final sobre las que se realizaron las determinaciones de nitratos con el equipo anteriormente reseñado. El procedimiento para realizar las lecturas fue el siguiente:

- Sumergir la tira en la dilución durante 4 – 5 segundos.
- Extraerla y retirar el líquido sobrante acumulado en la tira por capilaridad con la ayuda de un papel (trapicel).
- Antes de que transcurra 1 minuto introducir la tira en el adaptador de varillas del aparato.
- Obtener la lectura (mg.L^{-1}) (n)

Las muestras con un valor superior a 225 mg.L^{-1} (máxima lectura del equipo) de nitratos se tuvieron que diluir con agua destilada a 1/50, repitiéndose los pasos citados anteriormente.

Los mg de nitratos por kg de materia fresca del órgano fueron el resultado de los siguientes cálculos:

$$\text{o) mg nitratos en la dilución} = \text{Lectura (n)} \times \frac{\text{Volumen dilución (mL) (m)}}{1000}$$

Los miligramos de nitratos de la dilución estaban contenidos en un mililitro de líquido.

$$\text{p) mg de nitratos en el nervio central} = \frac{\text{mg de nitratos}}{\text{mL de líquido}} \text{ (o)} \times \text{Vol de líquido en el nervio central (k)}$$

$$\text{q) } \frac{\text{mg de nitratos}}{\text{kg materia fresca}} = \frac{\text{mg nitratos en el nervio central (p)}}{\text{kg materia fresca (a)}}$$

3. RESULTADOS

3.1. COMPARACIÓN ENTRE CULTIVARES, SOLUCIONES NUTRITIVAS Y MODALIDADES DE CULTIVO

3.1.1. Ciclo 1 (Tablas 3.1.1.1; 3.1.1.2.; 3.1.1.3.; 3.1.1.4)

3.1.1.1 Cultivar (Tabla 3.1.1.1.)

Little Gem Nun 6715 fue el cultivar que ofreció mayor producción comercial, en peso y porcentaje, con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto a *Etna* y *Diamond* para ambos parámetros y siendo este último el que proporcionó menor peso de la producción comercial y *Etna* menor porcentaje de plantas comerciales. El mayor peso medio lo obtuvo el cv. *Cherry* con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto a los otros cultivares.

La mayor incidencia de “tipburn“ (grados 2-3) en peso se dio para *Cherry* con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto de *Little Gem Nun 6715* y *Diamond*, los mayores porcentajes de plantas afectadas por ”tipburn“ se dieron en *Etna* y *Diamond*, con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto de *Cherry* y *Little Gem Nun 6715*, obteniéndose en ellos los menores valores para este parámetro.

Los mayores índices medios de “tipburn” tanto externo como interno se dieron en el cv. *Etna* con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto a *Diamond* para el IMTB externo y respecto a todos los restantes cultivares para el IMTB Interno. En términos generales, se observó mayor incidencia media de “tipburn” externo que de “tipburn” interno. Sólo el cv. *Diamond* no ofreció producción de plantas no acogolladas, sin detectarse diferencias e.s para este parámetro entre los restantes cultivares, si bien los valores más elevados en peso y porcentaje se dieron por ese orden en *Little Gem Nun 6715* y *Cherry*. La mayor ratio de incursión del esbozo floral se dio en *Little Gem Nun 6715* y la menor en los cvs. *Diamond* y *Cherry*, quedando *Etna* en una posición intermedia con diferencias e.s ($p \leq 0.05$).

La mayor concentración de nitratos se dio en el cv. *Little Gem Nun 6715* con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto a los restantes cultivares que no ofrecieron entre sí diferencias e.s

3.1.1.2. Soluciones nutritivas (Tabla 3.1.1.1.)

Las soluciones nutritivas sólo influyeron de manera clara en la longitud del esbozo floral, de manera que las soluciones S2 y S3 - las que aportaban más nitratos- proporcionaban una ratio mayor que la S1 ($p \leq 0.05$)

3.1.1.3. Modalidad de cultivo (Tabla 3.1.1.1.)

Las mayores producciones comerciales se dieron al aire libre tanto en peso como en porcentaje de piezas sanas, con diferencias e.s ($p \leq 0.05$) respecto de las obtenidas bajo invernadero. El tamaño medio de las piezas comerciales fue sin embargo, mayor bajo invernadero que al aire libre, con diferencia e.s ($p \leq 0.05$).

La incidencia de “tipburn” en todos los parámetros con lo que fue medida fue claramente superior bajo invernadero que aire libre, con diferencia e.s ($p \leq 0.05$). El “tipburn” externo predominó sobre el “tipburn” interno en ambas modalidades de cultivo. Las plantas no acogolladas, en invernadero, superaron netamente en peso y en porcentaje a las obtenidas al aire libre, aunque las diferencias sólo resultaron e.s ($p \leq 0.05$) en el caso del peso.

La acumulación de nitratos resultó mucho mayor bajo invernadero respecto al aire libre con diferencias e.s

3.1.1.4. Interacciones

a) Interacciones cultivar x solución nutritiva (Tablas 3.1.1.1 y 3.1.1.2.)

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha detectado una interacción cultivar x solución nutritiva ($p \leq 0.05$) por la cual para el cv. *Little Gem Nun 6715* las soluciones S2 y S3 dieron mayor porcentaje de plantas comerciales que la S1.

Porcentaje de plantas con “tipburn” (%)

Se ha constatado una interacción cultivar x solución nutritiva ($p \leq 0.01$) por la cual para el cv. *Cherry* el porcentaje de plantas afectado por “tipburn” con las soluciones S2 y S3 fue superior al conseguido con la S1. A su vez, para el cv. *Little*

Gem Nun 6715 el valor más alto obtenido para este parámetro se obtuvo con la S1 con diferencias estadísticamente significativas respecto al resto de soluciones.

Producción de plantas no acogolladas (g.ur⁻¹)

Se ha determinado una interacción cultivar x solución nutritiva que se explicaría porque para el cv. *Cherry* la S1 dio una mayor producción de plantas no acogolladas que las soluciones S2 y S3 ($p \leq 0.05$).

Porcentaje de plantas no acogolladas (%)

Se ha constatado una interacción cultivar x solución nutritiva por la cual el cv. *Cherry* dio con la S1 un mayor porcentaje de plantas no acogolladas que las restantes soluciones (S2 y S3).

b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.1.1. y 3.1.1.3.)

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha determinado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que al aire libre, el cv. *Etna* presentó un porcentaje de plantas comerciales inferior al obtenido para los cvs *Cherry* y *Diamond* entre las que no había diferencias e.s. Por otra parte, el cv. *Little Gem Nun 6715* en invernadero dio un mayor porcentaje de plantas comerciales que el resto de cultivares empleados entre los que no se hallaron diferencias e.s.

Producción de plantas con “tipburn” (g.ur⁻¹)

Se ha determinado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.05$) por la que al aire libre no había diferencias e.s en la producción afectada por “tipburn” entre los diferentes cultivares.

Porcentaje de plantas con “tipburn” (%)

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la cual al aire libre no había diferencias e.s entre cultivares para el porcentaje de plantas afectado por “tipburn”.

IMTB interno

Se ha determinado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.05$) consistente en que al aire libre, no había diferencias e.s. para el índice medio de “tipburn” interno entre los distintos cultivares.

Incurción del esbozo floral en el cogollo (%)

Se ha determinado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que en invernadero, el cv. *Diamond* presentó un mayor porcentaje de esbozo floral que el cv. *Cherry*, sin que se encontraran diferencias e.s. respecto al cv. *Etna*. Por su parte, al aire libre, fue el cv. *Cherry* el que dio un mayor porcentaje de esbozo floral que el cv. *Diamond*, sin que se encontraran diferencias e.s. respecto al cv. *Etna*.

c) Interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.1.1. y 3.1.1.4)

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha determinado una interacción solución x modalidad de cultivo ($p \leq 0.05$) consistente en que en invernadero el porcentaje de plantas comerciales obtenido con la solución S1 fue inferior al conseguido con el resto de soluciones nutritivas.

Tabla 3.1.1.1. Producción, peso medio y porcentaje comercial. Producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” e IMTB Externo e interno. Producción y porcentaje de plantas no acogolladas. Incurción del esbozo floral (Longitud esbozo/altura planta) y Nitratos acumulados.

	Producción comercial				Producción no comercial				Nitratos acumul. (mg.kg ⁻¹)		
	Produce comer. (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P. medio comer. (g.pl ⁻¹)	Produce “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	IMTB Int	Produce plantas no acogoll (g.ur ⁻¹)		Porcent no acogoll (%)	Incurción del esbozo (%)
Cultivar											
<i>Cherry</i>	520.8 ab	52.8 b	215.0 a	574.5 a	41.1 b	6.3 ab	3.2 b	41.7-	5.6-	35.3 c	1117.3 b
<i>Little Gem Num 6715</i>	543.5 a	63.0 a	156.9 b	354.4 bc	31.7 c	6.0 ab	3.6 b	47.2-	7.2-	47.7 a	1719.2 a
<i>Diamond</i>	197.5 c	50.0 bc	161.8 b	263.7 c	50.0 a	3.9 b	2.9 b	0.0-	0.0-	37.8 c	771.4 b
<i>Etna</i>	355.2 bc	46.3 c	167.8 b	519.6 ab	52.2 a	8.3 a	5.9 a	20.5-	1.7-	41.1 b	808.6 b
Soluciones											
S1	360.7-	50.7-	166.4-	406.3-	44.2-	6.2-	4.5-	37.2-	5.0-	38.5 b	1205.3-
S2	450.9-	55.6-	177.5-	441.0-	42.1-	6.5-	3.8-	21.3-	2.1-	41.3 a	963.5-
S3	401.2-	52.8-	182.2-	436.9-	45.0-	5.6-	3.5-	23.5-	3.8-	41.8 a	1143.6-
Modalidad											
Invernadero	110.5 b	8.8 b	217.3 a	838.6 a	85.0 a	11.0 a	7.6 a	50.8 a	6.1-	47.8 a	1914.8 a
Aire libre	698.1 a	97.2 a	133.5 b	17.4 b	2.5 b	1.3 b	0.3 b	4.0 b	1.1-	33.2 b	293.5 b
Resumen ANOVA (gdl)											
Factor	% Suma de cuadrados										
Cultivar (3)	9.1**	2.6**	15.2*	5.6*	4.4**	6.4**	6.1*	3.9ns	7.9ns	249.1**	12.4**
Soluciones (2)	0.7ns	0.2ns	1.0ns	0.1ns	0.2ns	0.2ns	0.7ns	0.6ns	0.8ns	18.2*	0.9ns
Modalidad (1)	45.8**	80.9**	27.4**	60.6**	77.3**	60.2**	56.7**	6.7*	4.1ns	502.6**	49.2**
Interacción											
Cultivar x Soluciones (6)	4.5ns	1.5*	0.0ns	2.7ns	3.3**	3.5ns	2.2ns	17.6*	20.1*	20.4ns	3.1ns
Cultivar x Modalidad (3)	4.2ns	1.6**	0.0ns	4.8*	1.8**	3.7ns	4.7*	2.6ns	1.9ns	58.9**	4.4ns
Soluc x Modalidad (2)	0.6ns	0.8*	0.0ns	0.0ns	0.3ns	0.5ns	1.1ns	1.3ns	2.1ns	16.1ns	0.3ns
Cul x Sol x Mod (6)	1.8ns	1.2ns	0.0ns	2.9ns	3.0**	1.5ns	2.8ns	13.3ns	8.8ns	13.4ns	2.4ns
Residual (48)	33.2	11.2	56.5	23.3	9.8	24.0	25.6	54.0	54.3	13.0	39.8
Desviación estándar	269.1	269.1	269.1	311.9	10.6	3.7	2.9	78.4	10.6	269.1	269.1

3. Resultados

Tabla 3.1.1.2. Interacciones cultivar x solución nutritiva

		Porcentaje plantas comerciales (%)	Porcentaje plantas "tipburn" (%)	Producción plantas no acogolladas (g.ur ⁻¹)	Porcentaje plantas no acogolladas (%)
<i>Cherry</i>	S1	52.8	30.0	125.2	16.7
	S2	52.8	46.7	0.0	0.0
	S3	52.8	46.7	0.0	0.0
<i>Little Gem</i>	S1	50.0	46.7	23.7	3.3
<i>Nun 6715</i>	S2	72.2	25.0	23.8	3.3
	S3	66.7	23.3	94.1	15.0
<i>Diamond</i>	S1	50.0	50.0	0.0	0.0
	S2	50.0	50.0	0.0	0.0
	S3	50.0	50.0	0.0	0.0
<i>Etna</i>	S1	50.0	50.0	0.0	0.0
	S2	47.2	46.7	61.6	5.0
	S3	41.7	60.0	0.0	0.0
LSD (p<0.05)		10.6	16.4	91.1	13.6

Tabla 3.1.1.3. Interacciones cultivar x modalidad de cultivo

		Porcent. plantas comerc. (%)	Produc. "tipburn" (g.ur ⁻¹)	Porcent. plantas "tipburn" (%)	IMTB Interno	Incurción esbozo floral (%)
<i>Cherry</i>	Invernadero	5.6	1148.9	82.2	6.2	38.6
	Aire libre	100.0	0.0	0.0	0.2	32.0
<i>Little Gem</i>	Invernadero	27.8	708.7	63.3	7.0	55.6
<i>Nun 6715</i>	Aire libre	98.1	0.0	0.0	0.2	39.8
<i>Diamond</i>	Invernadero	0.0	527.4	100.0	5.7	47.5
	Aire libre	100.0	0.0	0.0	0.2	28.1
<i>Etna</i>	Invernadero	1.9	969.5	94.4	11.3	49.6
	Aire libre	90.7	69.7	10.0	0.6	32.8
LSD (p<0.05)		8.6	296.0	12.0	2.8	3.7

Tabla 3.1.1.4. Interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo

		Porcentaje de plantas comerciales (%)
S1	Invernadero	1.4
	Aire libre	100.0
S2	Invernadero	13.9
	Aire libre	97.2
S3	Invernadero	94.4
	Aire libre	11.1
LSD (p<0.05)		8.0

3.1.2. Ciclo 2 (Tablas 3.1.2.1; 3.1.2.2.; 3.1.2.3.; 3.1.2.4.)

3.1.2.1 Cultivar (Tabla 3.1.2.1.)

El cv. *Cherry* fue el que dio una mayor producción comercial, sin diferencias e.s (p<0,05) respecto a *Diamond* y sí en relación a *Little Gem Nun 6715* y *Etna*. Los mayores porcentajes de plantas comercializables se dieron para *Cherry* y *Diamond*, y el menor para *Etna* con diferencias e.s. (p<0,05). El mayor peso medio comercial se dio en *Cherry*, con diferencias e.s. respecto a los restantes cultivares (p<0,05).

Etna fue el cultivar que acusó en mayor medida el “tipburn” en todos los índices analizados, con diferencias e.s. respecto al resto de cultivares en la mayor parte de ellos. *Diamond*, junto a *Cherry* proporcionó la menor producción y el menor % de “tipburn”, mientras que *Etna* mostró lo contrario con diferencias e.s. (p<0,05). Los menores índices medios de “tipburn” externo e interno se dieron respectivamente en *Diamond* y *Little Gem Nun 6715*, y los mayores en *Etna*, con diferencias e.s. (p<0,05). La incidencia media de “tipburn” externo fue en este ciclo mayor que la de “tipburn” interno.

En este ciclo no hubo plantas que no acogollasen.

Por su susceptibilidad a la floración prematura destacó el cv. *Little Gem Nun 6715*, seguido de *Etna*, con diferencias e.s. (p<0,05) respecto de *Diamond* y *Cherry* y entre estos dos últimos entre sí.

Los cvs *Little Gem Nun 6715* y *Diamond* fueron los que acumularon un mayor contenido en nitratos, con diferencias e.s., respecto a *Cherry* y *Etna* (p<0,05).

3.1.2.2. Soluciones nutritivas (Tabla 3.1.2.1.)

En relación con la producción comercial, sólo hubo influencias claras por parte de las soluciones S2 y S3 respecto a S1 en lo concerniente al peso medio, con diferencias e.s. (p<0,05). Aunque parece percibirse una cierta influencia de S2 y S3 sobre valores más elevados de la mayoría de los índices de “tipburn”, no ha podido establecerse un efecto claro al respecto.

La mayor ratio indicadora de la incidencia de la floración prematura se obtuvo con S1 y la menor con S3, con diferencias e.s. ($p < 0,05$).

La mayor acumulación de nitratos se dio con S3 -es decir la que proporcionaba un mayor aporte de NO_3^- -, seguida de S2 y S1 -la que proporcionaba un menor aporte de NO_3^- -, con diferencias e.s. entre todas ellas ($p < 0,05$),

3.1.2.3. Modalidad de cultivo (Tabla 3.1.2.1.)

La mayor producción comercial y su peso unitario más elevado se obtuvieron bajo invernadero respecto al aire libre, con diferencias e.s. ($p < 0,05$), pero el mayor porcentaje de piezas comerciales se dio al aire libre respecto al invernadero, con diferencias e.s. ($p < 0,05$).

La mayor incidencia de “tipburn” en todos sus índices evaluadores se dio bajo invernadero respecto al aire libre, con diferencias e.s. ($p < 0,05$).

La mayor incursión relativa del esbozo floral se dio bajo invernadero respecto al aire libre, con diferencias e.s. ($p < 0,05$).

La mayor acumulación de nitratos se obtuvo en este segundo ciclo, sobre plantas cultivadas bajo invernadero, con diferencias e.s. respecto a las cultivadas al aire libre ($p < 0,05$).

3.1.2.4. Interacciones

a) Interacción cultivar x solución nutritiva (Tablas 3.1.2.1. y 3.1.2.2.)

IMTB Interno

Se ha detectado una interacción cultivar x solución nutritiva ($p \leq 0,05$) por la cual el cv. *Cherry* presentó, con la solución S1, un mayor IMTB interno que con la solución S3

b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.2.1. y 3.1.2.3.)

Producción comercial (g. ur^{-1})

Se ha determinado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0,05$) consistente en que los cvs. *Little Gem Nun 6715* y *Etna* no presentaron diferencias e.s. para la producción comercial en función de las modalidad de cultivo.

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha detectado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.05$) por la que las diferencias en el porcentaje de plantas comerciales de los cvs. *Cherry* y *Diamond* en función de la modalidad de cultivo, no fueron e.s..

Producción de plantas con “tipburn” ($\text{g}\cdot\text{ur}^{-1}$)

Se ha observado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que las diferencias entre la producción afectada por “tipburn” en invernadero y al aire libre, no fueron e.s. para los cvs. *Cherry* y *Diamond*.

Porcentaje de plantas con “tipburn” (%)

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo por la que el porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” de los cvs. *Cherry* y *Diamond* no difirió entre ambas modalidades de cultivo.

IMTB Externo e IMTB Interno

Se han detectado sendas interacciones cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) explicadas porque, al aire libre, los distintos cultivares empleados no presentaron diferencias e.s en el IMTB externo e interno.

Incursión del esbozo floral en el cogollo (%)

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.05$) consistente en que, en invernadero, el porcentaje de esbozo floral del cv. *Cherry* fue menor que el del resto de cultivares, entre los que no había diferencias e.s .

Nitratos acumulados ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$)

Se ha observado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) que se explicaría en el sentido que, al aire libre, los distintos cultivares empleados no mostraron diferencias e.s en la acumulación de nitratos.

c) Interacciones solución nutritiva x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.2.1. y 3.1.2.4.)

Producción comercial. (g.ur⁻¹)

Se ha determinado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la cual con las soluciones S2 y S3 no había diferencias e.s para la producción comercial ente las distintas modalidades de cultivo.

Peso medio comercial (g.pl⁻¹)

Se ha constatado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que con la solución S3 no hubo diferencias e.s para el peso medio de las plantas comerciales en función de la modalidad de cultivo.

Nitratos acumulados (mg.kg⁻¹)

Se ha observado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) explicable porque al aire libre, la solución S3 producía una mayor acumulación de nitratos que las soluciones S1 y S2, entre lo que no había diferencias e.s.

Tabla 3.1.2.1. Producción, peso medio y porcentaje comercial (%). Producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” e IMTB Externo e interno. Producción y porcentaje de plantas no acogolladas. Incurción del esbozo floral (Longitud esbozo/altura planta) y Nitratos acumulados.

	Producción comercial				Producción no comercial				Nitratos acumul. (mg.kg ⁻¹)	
	Produce comer. (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P.medio comer. (g.pl ⁻¹)	Produce “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	Produce plantas no acogoll (g.ur ⁻¹)	Porcent no acogoll (%)		Incurción del esbozo (%)
Cultivar										
<i>Cherry</i>	1134.7 a	94.4a	201.0 a	63.3 b	6.1 b	2.8 ab	-	-	31.8 c	1087.6 b
<i>Little Gem Nun 6715</i>	955.9 bc	92.6 ab	173.6 b	113.4 ab	7.7 ab	2.9 ab	-	-	40.5 a	1569.0 a
<i>Diamond</i>	1028.3 ab	97.2 a	177.0 b	29.8 b	3.3 b	2.1 b	-	-	36.1 b	1409.1 a
<i>Etna</i>	857.1 c	82.4 b	179.0 b	202.3 a	17.8 a	4.0 a	-	-	37.8 ab	1199.0 b
Soluciones										
S1	915.7-	93.1-	167.1 b	93.3-	7.5-	2.8-	-	-	38.8 a	1002.4 c
S2	1022.1-	91.0-	188.9 a	104.5-	9.2-	2.9-	-	-	36.0 ab	1172.0 b
S3	1044.3-	91.0-	191.9 a	108.8-	9.6-	3.2-	-	-	34.9 b	1774.3 a
Modalidad										
Invernadero	1048.8 a	83.8 b	207.9 a	199.7 a	16.9 a	5.6 a	-	-	42.1 a	2029.1 a
Aire libre	939.2 b	99.5 a	157.3 b	4.7 b	0.6 b	0.3 b	-	-	31.0 b	603.3 b
				% Suma de cuadrados						
Resumen ANOVA (gdl)										
Factor										
Cultivar (3)	13.4**	9.4*	6.6*	11.0*	8.8*	4.3*	-	-	15.0**	4.3**
Soluciones (2)	4.1ns	0.2ns	6.9**	0.1ns	0.2ns	0.3ns	-	-	4.0*	13.5**
Modalidad (1)	3.9*	27.0**	36.1**	24.8**	27.7**	62.4**	-	-	46.4**	62.7**
Interacción										
Cultivar x Soluciones (6)	6.5ns	1.9ns	3.4ns	4.0ns	1.4ns	2.1ns	-	-	2.6ns	1.1ns
Cultivar x Modalidad (3)	8.1*	10.9*	2.4ns	12.1**	10.4*	7.1**	-	-	4.5*	3.2**
Soluc x Modalidad (2)	10.3**	0.2ns	11.8**	0.1ns	0.1ns	0.8ns	-	-	0.6ns	7.3**
Cul x Sol x Mod (6)	7.9ns	2.9ns	4.5ns	4.5ns	2.4ns	3.3ns	-	-	3.8ns	1.0ns
Residual (48)	45.8	47.5	28.2	43.4	49.1	19.7	-	-	23.1	6.9
Desviación estándar	230.0	14.2	26.9	158.1	14.7	1.8	-	-	2.9	288.9

Tabla 3.1.2.2. Interacción cultivar x solución nutritiva

		IMTB Int	
<i>Cherry</i>	S1	2.2	
	S2	1.2	
	S3	1.0	
<i>Little Gem Nun 6715</i>	S1	1.5	
	S2	0.7	
	S3	0.5	
<i>Diamond</i>	S1	1.5	
	S2	2.3	
	S3	1.8	
<i>Etna</i>	S1	3.2	
	S2	4.2	
	S3	4.2	
LSD (p<0.05)		1.1	

Tabla 3.1.2.3. Interacciones cultivar x modalidad de cultivo

		Produce comer. (g.ur⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	Produce “tipburn” (g.ur⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	IMTB Int	Incursión del Esbozo floral (%)	Nitratos acumul. (mg.kg⁻¹)
<i>Cherry</i>	Invernadero	1262.6	90.7	107.9	10.0	5.3	2.9	37.1	1604.1
	Aire libre	1006.9	98.1	18.6	2.2	0.3	0.0	26.5	571.1
	Invernadero	955.5	85.2	226.8	15.6	5.7	1.8	44.0	2529.3
<i>Little Gem Nun 6715</i>	Aire libre	956.2	100.0	0.0	0.0	0.1	0.0	36.9	608.7
	Invernadero	1164.5	94.4	59.6	6.7	3.4	3.7	44.3	2127.8
	Aire libre	892.1	100.0	0.0	0.0	0.7	0.1	27.9	690.5
<i>Diamond</i>	Invernadero	812.4	64.8	404.5	35.6	7.9	7.7	42.9	1855.3
	Aire libre	901.7	100.0	0.0	0.0	0.1	0.0	32.7	542.9
LSD (p<0.05)		216.6	13.7	158.7	14.2	1.7	0.9	4.5	272.3

Tabla 3.1.2.4. Interacciones solución nutritiva x modalidad de cultivo

		Producción comercial (g.ur⁻¹)	P.medio comercial (g.pl⁻¹)	Nitratos acumulados (mg.kg⁻¹)
S1	Invernadero	1086.9	210.2	1893.4
	Aire libre	744.5	124.1	111.3
S2	Invernadero	1060.4	213.7	2051.8
	Aire libre	983.7	164.0	292.1
S3	Invernadero	999.0	199.8	2142.1
	Aire libre	1089.5	183.9	1406.4
LSD (p<0.05)		187.8	22.1	235.8

3.1.3. Ciclo 3 (Tablas 3.1.3.1; 3.1.3.2.; 3.1.3.3.; 3.1.3.4.)

3.1.3.1 Cultivar (Tabla 3.1.3.1.)

El cv. *Cherry* mostró la mayor producción comercial, el mayor porcentaje de plantas sanas y el peso medio más elevado en relación con los restantes cultivares, con diferencias e.s.(p<0,05) respecto a ellos, siendo *Etna* la que ofreció los valores más bajos en todos estos parámetros.

El cv. *Cherry* se mostró en este ciclo como el menos afectado por “tipburn” en todos los índices evaluadores de la fisiopatía, mientras que *Etna* presentó la mayor incidencia de esta fisiopatía, existiendo diferencias e.s. entre cultivares (p<0,05), para la mayoría de los parámetros analizados. El cv. *Little Gem Nun 6715* presentó valores de los IMTB Externo e Interno, similares a los conseguidos por *Cherry*.

En este ciclo los índices medios de “tipburn” externo fueron superiores a los de “tipburn” interno.

La mayor producción y porcentaje de plantas no acogolladas se dio en el cv. *Little Gem Nun 6715*, con diferencias e.s. respecto a los restantes cultivares.

El cv. *Little Gem Nun 6715* fue el que mostró una incursión mayor de esbozo floral y *Cherry*, junto con *Etna*, los cultivares que dieron un menor valor, con diferencias e.s. El cv. *Diamond* ocupó una posición intermedia para este parámetro.

La mayor acumulación de nitratos se dio en *Little Gem Nun 6715*, con diferencias e.s. respecto los restantes cultivares (p<0,05).

3.1.3.2. Soluciones nutritivas (Tabla 3.1.3.1.)

Los mayores porcentajes de plantas comerciales se dieron con S1, con diferencias e.s. ($p < 0,05$) respecto de S2 y S3.

La menor incidencia de “tipburn” en todos los índices estimadores de la fisiopatía se dio con S1 y la mayor con S3, existiendo en muchos casos diferencias e.s. entre soluciones.

La mayor acumulación de nitratos se dio con S3, seguida por S2 y S1, con diferencias e.s. ($p < 0,05$) entre ellas.

3.1.3.3. Modalidad de cultivo (Tabla 3.1.3.1.)

El cultivo bajo invernadero sólo presentó ventajas respecto al aire libre en lo referente a producción comercial, debido al mayor peso medio que se obtenía en la primera modalidad.

Los mayores índices de “tipburn” se dieron bajo invernadero respecto al aire libre, así como la mayor ratio de floración prematura, con diferencias e.s. ($p < 0,05$). El peso y porcentaje de las plantas no acogolladas fue asimismo bastante mayor bajo invernadero que al aire libre, pero sólo para la producción pudieron constatarse diferencias e.s. ($p < 0,05$).

El cultivo bajo invernadero proporcionó un mayor contenido en nitratos de las plantas que el aire libre, con diferencias e.s. ($p < 0,05$).

3.1.3.4. Interacciones

a) Interacción cultivar x solución nutritiva 3.1.3.4 (Tablas 3.1.3.1. y 3.1.3.2.)

Porcentaje de plantas con “tipburn” (%) e IMTB Externo

Se han detectado sendas interacciones cultivar x solución nutritiva ($p \leq 0,05$) consistentes en que los cvs. *Cherry* y *Little Gem Nun 6715* no presentaron diferencias e.s. en el porcentaje de plantas con “tipburn” e IMTB Externo, en función de las distintas soluciones nutritivas.

b) Interacciones cultivar x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.3.1. y 3.1.3.3.)Producción comercial (g.ur⁻¹)

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) que se explicaría porque el cv. *Little Gem Nun 6715* no presentó diferencias e.s. en la producción comercial, entre las distintas modalidades de cultivo. A su vez, el cv. *Etna* alcanzó al aire libre una mayor producción comercial que en invernadero.

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha determinado la existencia de una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que el cv. *Cherry* presentó un porcentaje de plantas comerciales en invernadero que no presentó diferencias e.s respecto al obtenido al aire libre.

Producción (g.ur⁻¹) y Porcentaje (%) de plantas con “tipburn”

Se han observado sendas interacciones cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistentes en que la producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” del cv. *Cherry* no ofrecieron diferencias e.s en función de la modalidad de cultivo.

IMTB Externo e IMTB Interno

Se han encontrado dos interacciones cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por las que los valores de los IMTB Externo e Interno asociados a los distintos cultivares no presentaron diferencias e.s en producción al aire libre.

Producción de plantas no acogolladas (g.ur⁻¹)

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que los cvs. *Cherry*, *Diamond* y *Etna* no mostraron diferencias e.s en la producción de plantas no acogolladas en función de la modalidad de cultivo.

Porcentaje de plantas no acogolladas (%)

Se ha observado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) explicable porque el cv. *Little Gem Nun 6715* presentó en invernadero un mayor porcentaje de plantas no acogolladas que al aire libre.

Incurción del esbozo floral en el cogollo (%)

Se ha detectado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que las plantas del cv. *Cherry* no mostraron diferencias e.s en el porcentaje de esbozo floral en función de la modalidad de cultivo.

Nitratos acumulados (mg.kg^{-1})

Se ha constatado una interacción cultivar x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) explicable porque, al aire libre, el cv. *Little Gem Nun 6715* acumuló una mayor cantidad de nitratos que el cv. *Etna*, siendo intermedio el valor obtenido para *Cherry* y *Diamond*.

c) Interacciones solución x modalidad de cultivo (Tablas 3.1.3.1. y 3.1.3.4.)

Producción comercial (g.ur^{-1})

Se ha observado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que la producción comercial con la solución S3 fue, al aire libre, mayor que la conseguida en invernadero.

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha detectado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que al aire libre no se encontraron diferencias e.s para el porcentaje de plantas comerciales entre las distintas soluciones nutritivas empleadas.

Peso medio comercial (g.pl^{-1})

Se ha determinado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que al aire libre el mayor peso medio de las plantas comerciales se consiguió con la solución S3, con diferencias e.s. respecto al resto de soluciones nutritivas.

Producción (g.ur^{-1}) y Porcentaje de plantas con “tipburn” (%)

Se han constatado sendas interacciones solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por las que al aire libre, las distintas soluciones nutritivas empleadas no indujeron diferencias e.s en la producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn”.

IMTB Externo

Se ha detectado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) consistente en que las diferencias en el IMTB Externo de la plantas cultivadas al aire libre y en invernadero no llegaron a ser e.s..

Nitratos acumulados (mg.kg^{-1})

Se ha observado una interacción solución nutritiva x modalidad de cultivo ($p \leq 0.01$) por la que en cultivo en invernadero, la acumulación de nitratos no presentó diferencias e.s en función de las soluciones nutritivas empleadas.

Tabla 3.1.3.1. Producción, peso medio y porcentaje comercial (%). Producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” e IMTB Externo e interno. Producción y porcentaje de plantas no acogolladas. Incurción del esbozo floral (Longitud esbozo/altura planta) y Nitratos acumulados..

	Producción comercial			Producción no comercial					Nitratos acumul. (mg.kg ⁻¹)		
	Produc comer. (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P.medio comer. (g.pl ⁻¹)	Produc “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	IMTB Int	Produc plantas no acogoll (g.ur ⁻¹)		Porcent plantas no acogoll (%)	Incurción del esbozo (%)
Cultivar											
<i>Cherry</i>	1418.4 a	100.0 a	236.4 a	0.2 c	0.0 c	1.1 c	0.2 c	15.6 b	1.6 b	26.2 c	1520.3 b
<i>Little Gem Nun 6715</i>	1013.7 b	81.5 b	222.5 ab	317.0 b	13.7 b	1.7 c	0.2 c	317.0 a	12.4 a	46.0 a	2458.1 a
<i>Diamond</i>	1055.3 b	85.2 b	210.8 b	178.0 b	14.0 b	2.9 b	1.6 b	33.9b	3.0 b	39.5 b	1404.7 b
<i>Etna</i>	552.6 c	57.2 c	183.7 c	598.2 a	42.2 a	5.1 a	4.9 a	18.9 b	2.4 b	34.0 c	1268.1 b
Soluciones											
S1	1065.1-	88.9 a	206.4-	168.9 b	10.2 c	2.0 b	1.3-	71.4-	3.9-	35.1-	1325.7 c
S2	1008.7-	80.6 b	214.0-	271.1 ab	17.4 b	2.5b	1.8-	135.8-	7.0-	37.3-	1621.1 b
S3	956.1-	73.6 b	219.6 -	379.9 a	24.6 a	3.7 a	2.1-	81.9-	3.7-	36.9-	2041.5 a
Modalidad											
Invernadero	1094.0 a	64.8 b	268.4 a	528.1 a	32.6 a	5.4 a	3.3 a	166.1 ^a	6.6-	45.3 a	2435.0 a
Aire libre	926.0 b	97.2 a	158.3b	18.5 b	2.3 b	0.0 b	0.1b	26.6 b	3.1-	27.5 b	890.6 b
Resumen ANOVA (gdl)											
% Suma de cuadrados											
Factor											
Cultivar (3)	42.1**	27.2**	6.2**	23.0**	28.7**	16.1**	30.5**	25.1**	15.4**	30.4**	183.3**
Soluciones (2)	0.9ns	4.4**	0.6ns	3.6**	4.3**	3.3**	0.9ns	1.2ns	2.1ns	0.5ns	72.3**
Modalidad (1)	3.1**	29.3**	59.2**	31.2**	28.5**	49.7**	20.6**	7.5**	1.7ns	46.0**	49.9**
Interacción											
Cultivar x Soluciones (6)	3.6ns	3.1ns	1.8ns	1.8ns	3.3*	2.2*	1.1ns	1.3ns	2.2ns	0.8ns	11.9ns
Cultivar x Modalidad (3)	22.7**	18.4**	1.7ns	21.1**	19.3**	16.1**	33.5**	31.5**	37.8**	9.7**	74.1**
Soluc x Modalidad (2)	9.0**	3.2**	2.6**	3.2**	3.2**	3.3**	0.9ns	0.5ns	0.2ns	0.0ns	34.1**
Cul x Sol x Mod (6)	1.8ns	1.8ns	0.0ns	1.6ns	2.1ns	2.2*	1.1ns	1.6ns	2.2ns	1.3ns	20.1ns
Residual (48)	16.7	12.6	27.9	14.6	10.6	7.0	11.4	31.4	38.4	11.3	55.4
Desviación estándar	237.1	11.5	26.3	213.2	10.2	1.2	1.5	174.8	8.9	3.3	433.0

Tabla 3.1.3.2. Interacciones cultivar x solución nutritiva

		Percent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext
<i>Cherry</i>	S1	0.0	0.8
	S2	0.0	0.8
	S3	0.0	1.5
<i>Little Gem Nun 6715</i>	S1	10.7	1.3
	S2	11.1	2.0
	S3	19.2	1.8
<i>Diamond</i>	S1	0.0	2.3
	S2	14.5	2.0
	S3	27.4	4.5
<i>Etna</i>	S1	30.2	3.5
	S2	44.1	5.0
	S3	52.4	6.8
LSD (p<0,05)		13.7	1.4

Tabla 3.1.3.3. Interacciones cultivar x modalidad de cultivo

		Produce comer. (g.ur ⁻¹)	Percent plantas comercial. (%)	Produce “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Percent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	IMTB Int	Produce plantas no acogoll (g.ur ⁻¹)	Percent no acogoll (%)	Incurción del Esbozo floral (%)	Nitratos acumul. (mg.kg ⁻¹)
<i>Cherry</i>	Invernadero	1815.3	100.0	0.1	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	28.8	2178.6
	Aire libre	1021.4	100.0	0.0	0.0	0.0	0.4	31.2	3.2	23.6	862.0
<i>Little Gem Nun 6715</i>	Invernadero	1065.6	63.0	633.9	27.4	3.4	0.3	633.9	24.9	60.1	3740.7
	Aire libre	961.7	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.8	1175.4
<i>Diamond</i>	Invernadero	1179.8	75.9	318.8	23.6	5.9	3.1	30.6	1.6	47.2	1949.2
	Aire libre	930.7	94.4	37.3	4.4	0.0	0.0	37.3	4.4	31.7	860.1
<i>Etna</i>	Invernadero	315.2	20.4	1159.5	79.6	10.2	9.9	0.0	0.0	45.2	1871.3
	Aire libre	790.0	94.4	36.9	4.8	0.0	0.0	37.7	4.8	22.8	665.0
LSD (p<0,05)		223.4	12.7	202.3	11.1	1.1	1.4	165.9	6.8	5.3	408.1

Tabla 3.1.3.4. Interacciones solución nutritiva x modalidad de cultivo

		Produce comer. (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P.medio comer. (g.pl ⁻¹)	Produce “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	Nitratos (mg.kg ⁻¹)
S1	Invernadero	1304.4	79.2	273.5	330.7	19.3	4.0	2373.2
	Aire libre	825.9	98.6	139.4	7.1	1.2	0.0	278.2
S2	Invernadero	1125.1	65.3	273.3	512.5	31.6	4.9	2321.0
	Aire libre	892.3	95.8	154.7	29.7	3.3	0.0	921.2
S3	Invernadero	852.4	50.0	258.3	741.0	47.1	7.3	2610.6
	Aire libre	1059.7	97.2	180.9	18.8	2.4	0.0	1472.5
LSD (p<0,05)		193.4	11.0	21.5	175.1	9.7	1.1	353.5

3.2. COMPARACIÓN ENTRE CICLOS Y MODALIDADES DE CULTIVO

3.2.1. Ciclos de cultivo (Tabla 3.2.1.)

La mayor producción comercial y el mayor peso medio comercial se dio en C3 y los menores valores se observaron en el ciclo C1, con diferencias e.s. (p<0,05). El mayor porcentaje de piezas comerciales se dio en C2, seguido de C3 y C1 con diferencias e.s. entre todos y cada uno de ellos (p<0,05).

La mayor incidencia de “tipburn”, en todos sus índices de evaluación se registró en C1 y la menor en C2, en casi todos ellos, situándose las plantas del ciclo C3 en una posición intermedia y existiendo diferencias e.s., sobre todo entre C1 y los restantes ciclos.

La producción más elevada de plantas no acogolladas se dio en C3 y C1, mientras que en C2 fue inexistente, aunque la incidencia del esbozo floral sobre el cogollo fue mayor en C2 que en C1 y en éste respecto de C3, con diferencias e.s. (p<0,05) entre ellos.

La mayor acumulación de nitratos se constató en el ciclo C3, con diferencias e.s. respecto a C2 y C1 (p<0,05), y sin diferencias entre estos dos últimos ciclos, aunque en las plantas del ciclo C1 la acumulación fue menor que en C2.

3.2.2. Modalidades de cultivo (Tabla 3.2.1.)

Las lechugas cultivadas al aire libre dieron mayor producción comercial y porcentaje de plantas comerciales que las cultivadas bajo invernadero con diferencias e.s. (p<0,05), pero

bajo invernadero su peso medio fue superior al aire libre, también con diferencias e.s.($p<0,05$).

La incidencia de “tipburn”, evaluada bajo todos sus índices resultó superior en cultivo bajo invernadero que al aire libre, con diferencias e.s. ($p<0,05$).

Tanto para el peso y el porcentaje de piezas no acogolladas, como para la ratio de incursión del esbozo floral, los valores alcanzados por las lechugas bajo invernadero fueron superiores a los registrados al aire libre, con diferencias e.s ($p<0,05$).

La acumulación de nitratos fue mucho mayor en cultivo bajo invernadero que al aire libre, con diferencias e.s. ($p<0,05$)

3.2.3. Interacciones (Tablas 3.2.1. y 3.2.2.)

Producción comercial (g.ur^{-1})

Se ha detectado una interacción ciclo x modalidad de cultivo ($p<0,01$) consistente en que para los ciclos 2 y 3 no había diferencias e.s. en producción comercial entre las distintas modalidades de cultivo.

Porcentaje de plantas comerciales (%)

Se ha determinado una interacción ciclo x modalidad de cultivo ($p<0,01$) explicable porque al aire libre no existieron diferencias e.s. en el porcentaje de plantas comerciales entre los distintos ciclos de cultivo.

Peso medio comercial (g.planta^{-1})

Se ha constatado una interacción ciclo x modalidad de cultivo ($p<0,0$) por la que al aire libre, en el ciclo 1, el peso medio de las plantas comerciales fue inferior al obtenido en los restantes ciclos, entre los que no hubo diferencias e.s.

Producción (g.ur^{-1}) y Porcentaje (%) de plantas con “tipburn”

Se han detectado sendas interacciones ciclo x modalidad de cultivo ($p<0,01$) explicables porque en el ciclo 3, no existieron diferencias e.s en la producción y porcentaje de plantas con “tipburn” entre las distintas modalidades de cultivo.

IMTB Externo e IMTB Interno

Se han constatado sendas interacciones ciclo x modalidad de cultivo ($p < 0,01$) consistentes en que en el ciclo 3, los valores del IMTB Externo e Interno, no presentaron diferencias e.s. en función de la modalidad de cultivo.

Producción de plantas no acogolladas ($\text{g}\cdot\text{ur}^{-1}$)

Se ha determinado una interacción ciclo x modalidad de cultivo ($p < 0,01$) por la que al aire libre, no existieron diferencias e.s. en la producción de plantas no acogolladas entre los distintos ciclos de cultivo

Tabla 3.2.1. Producción, peso medio y porcentaje comercial. Producción y porcentaje de plantas afectadas por “tipburn” e IMTB Externo e interno. Producción y porcentaje de plantas no acogolladas. Incurción del esbozo floral (Longitud esbozo/altura planta) y Nitratos acumulados.

	Producción comercial			Producción no comercial					Nitratos acumul. (mg.kg ⁻¹)		
	Produce comer. (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P.medio comer. (g.pl ⁻¹)	Produce “tipburn” (g.ur ⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Ext	IMTB Int	Produce plantas no acogoll (g.ur ⁻¹)		Porcent no acogoll (%)	Incurción del esbozo floral (%)
Ciclos											
C1	409.3 b	53.5 c	177.6 b	428.0 a	42.8 a	6.1 a	3.9 a	4.0 a	29.7 b	40.5 b	1153.1 b
C2	992.6 a	91.7 a	182.6 b	102.2 c	8.3 c	2.9 b	2.0 b	0.0 b	0.0 b	50.2 a	1316.2 b
C3	2000.0 a	81.0 b	216.9 a	273.3 b	17.5 b	2.7 b	1.7 b	4.8 a	96.3 a	36.4 c	1662.8 a
Modalidad											
Invernadero	754.4 b	52.9 b	234.7 a	522.1 a	43.9 a	7.3 a	5.0 a	4.5 a	73.8 a	50.1 a	2154.1 a
Aire libre	853.5 a	97.9 a	150.0 b	13.5 b	1.8 b	0.5 b	0.2 b	1.4 b	10.2 b	34.7 b	600.6 b
Resumen ANOVA (gdl)											
Factor	% Suma de cuadrados										
Ciclos (2)	33.3**	17.8**	7.7**	9.2**	39.6**	10.2**	6.3**	6.3**	7.2*	24.7**	4.1**
Modalidad (1)	1.1*	40.7**	38.1**	33.6**	15.7**	47.9**	37.7**	3.9**	2.4**	31.0**	54.7**
Interacción											
Ciclos x Modalidad (2)	12.3**	14.8**	5.5**	8.5**	13.2**	4.3**	5.0**	3.2*	1.5ns	0.8ns	0.3ns
Residual (210)	53.4	26.7	48.7	48.7	31.5	37.6	51.1	86.6	88.9	43.5	40.9
Desviación estándar	360.9	17.6	38.5	310.8	18.1	3.0	2.8	152.4	9.4	4.7	680.5

Tabla 3.2.2. Interacciones ciclo x modalidad de cultivo

Ciclos	Modalidad	Produce comer. (g.ur⁻¹)	Porcent plantas comer. (%)	P.medio comer. (g.pl⁻¹)	Produce “tipburn” (g.ur⁻¹)	Porcent plantas “tipburn” (%)	IMTB Externo	IMTB Interno	Produce plantas no acogoll (g.ur⁻¹)
C1	Invenero	120.5	10.2	220.2	838.6	82.8	11.0	7.6	55.4
	Aire libre	698.1	96.9	135.0	199.9	16.2	5.6	4.0	0.0
C2	Invenero	1048.8	83.8	208.3	528.1	32.6	5.4	3.3	166.1
	Aire libre	936.4	99.5	156.9	17.4	2.7	1.3	0.3	4.0
C3	Invenero	1094.0	64.8	275.5	4.7	0.5	0.3	0.0	0.0
	Aire libre	926.0	97.2	158.3	18.5	2.3	0.0	0.1	26.6
LSD (p<0,05)		168.3	9.0	17.9	145.0	9.5	1.4	1.4	71.1

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como era previsible existen diferencias entre cultivares para el peso medio de las piezas comercializables de minilechugas, de manera que en todos los ciclos, el mayor valor lo obtuvo *Cherry* en coincidencia con lo observado en otros trabajos (Ferriol *et al.*, 2009). En términos generales también se observó que este parámetro era menor con la solución menos rica en N (S1), aunque este efecto sólo se manifestó de manera clara en el segundo ciclo (ciclo 2).

En cultivo bajo invernadero y en todos los ciclos ensayados, el calibre fue mayor que al aire libre, lo que podría explicarse a causa de la mayor integral térmica propiciada por el invernadero, lo que induciría un mayor desarrollo. En los ciclos 2 y 3 se constató una interacción solución x modalidad de cultivo por la que, al aire libre, el mayor peso medio de las plantas comercializables se obtenía con la solución con un mayor contenido en nitratos (S3). En esta modalidad de cultivo (aire libre) en el que la incidencia de fisiopatías fue menor, se registraron los mayores valores de producción comercial y porcentaje de plantas comerciales.

Tanto en invernadero como al aire libre los menores pesos medios comercializables se dieron en el ciclo 1 y los mayores en el ciclo 3, lo que redundó en una menor producción comercial en el ciclo 1 respecto a los ciclos 2 y 3, aunque tanto en este parámetro como en el porcentaje de plantas comerciales se detectó una interacción entre ciclos y modalidad de cultivo de forma que las diferencias eran mayores en invernadero. Al margen de la hipotética influencia de los distintos factores ambientales, debe reseñarse que las plantas trasplantadas en el ciclo 1 adolecían de falta de uniformidad y eran de menor vigor que las de los ciclos 2 y 3, por problemas de manejo en la fase de semillero en bandejas.

Como ya ha sido constatado en estudios anteriores, la susceptibilidad varietal es un factor muy importante en el desarrollo de las distintas fisiopatías estudiadas (Maroto, 1997) y en el caso particular del “tipburn” ha sido corroborado en otros tipos de lechuga (Ryder and Waycott, 1998; San Bautista *et al.*, 2003).

En estos experimentos y en los tres ciclos estudiados, especialmente en los dos últimos, *Cherry* se ha mostrado como el cultivar menos susceptible a esta fisiopatía, mientras

que *Etna* se comportó como el cultivar más proclive al desarrollo de “tipburn”, lo que coincide con lo observado en otros experimentos (Torres *et al.*, 2009a).

La incidencia de “tipburn” ha sido desigual en los tres ciclos estudiados y en ambas modalidades de cultivo. En el ciclo 1 se dio la mayor incidencia y en el ciclo 2 la menor, mientras que en el ciclo 3 se constató una incidencia intermedia, lo que podría estar relativamente relacionado con las temperaturas que se dieron, tal y como se recoge en los gráficos A.1, A.2, A.3, A.4, A.5, A.6, A.7, A.8 y A.9. En el ciclo 1 la evolución de los valores alcanzados por la temperatura bajo invernadero proporcionaba una mayor integral térmica que en el ciclo 2, lo que podría explicar estas diferencias, puesto que las temperaturas elevadas son un factor importante en los desequilibrios cálcicos responsables del “tipburn” y la incidencia puede variar con el ciclo de cultivo (Maroto, 1997, Ferriol *et al.*, 2009), si bien en este experimento, las variaciones en temperatura no sirven para justificar claramente las diferencias existentes con el ciclo 3, por lo que pudieron existir otros factores de manejo, como el hecho ya comentado de que en el ciclo 1 las plantas trasplantadas ofrecieron una heterogeneidad mucho más acusada que en el ciclo 3.

Por otra parte, en los experimentos realizados al aire libre, aunque la incidencia de “tipburn” fue mucho menor que bajo invernadero, se observó que en el ciclo 1 esta fisiopatía se presentó de manera más intensa que en los otros ciclos, sobre todo en relación con el ciclo 2.

Las mayores diferencias en los índices evaluadores de “tipburn”, tanto para cultivares como para ciclos, se dieron en los experimentos bajo invernadero, mientras que hubo menos diferencias en los experimentos al aire libre. Las soluciones nutritivas sólo influyeron de forma clara sobre las ratios evaluadoras del “tipburn” en el ciclo 3 y en cultivo bajo invernadero, de manera que con la solución que aportaba una mayor cantidad de N (S3) se alcanzaban los valores más elevados y con la solución menos rica en N (S1) aparecían en general los valores más bajos, en algunos casos en interacción con algún cultivar.

Lo observado en el ciclo 3, corroboraría lo apuntado en la bibliografía (Maroto, 1997) en el sentido de que una mayor disponibilidad de N exacerbaría un mayor incremento de “tipburn”, lo que podría contribuir a una mayor manifestación de los desequilibrios en el suministro cálcico hacia las hojas más jóvenes. En estudios anteriores (Ferriol, 2008; Torres

et al., 2009b) aunque aparecían resultados parecidos al respecto, de forma similar a lo recogido en este experimento, esta influencia no pudo ser generalizada definitivamente.

Entre los dos tipos de “tipburn” analizados el más frecuente fue el externo, lo que coincide con lo constatado en otros experimentos (Ferriol *et al.*, 2009).

En lo concerniente a la formación de plantas no acogolladas, en el ciclo 2 (invernal), no hubo incidencia alguna, siendo *Little Gem Nun 6715* el cultivar que ofreció valores más elevados, manifestándose las diferencias más ostensibles en cultivo bajo invernadero, lo que podría explicarse por el hecho de que el crecimiento en esta modalidad de cultivo es más rápido, sobre todo en periodos con temperaturas más elevadas, aspectos que resultan bastante coincidentes con lo señalado en otros ensayos (Torres *et al.*, 2009b). En estos experimentos no ha podido constatarse lo observado en anteriores estudios (Torres *et al.*, 2009b) y en la bibliografía general (Maroto, 2002), en el sentido que soluciones nutritivas más ricas en N propiciarán una mayor producción de lechugas no acogolladas.

La susceptibilidad hacia la floración prematura, como se ha indicado en la introducción, es un aspecto muy ligado al cultivar. En otros experimentos y a través del porcentaje de la longitud del esbozo floral sobre la altura del cogollo, se ha constatado, en términos generales, que *Little Gem Nun 6715* se ha mostrado como el cultivar más susceptible, mientras que *Cherry* y en menor medida *Diamond* se han comportado en todos los ciclos como menos proclives, lo que corrobora lo observado en experimentos anteriores (Ferriol *et al.*, 2009), siendo más importantes estas diferencias en cultivo bajo invernadero que en cultivo al aire libre. En el ciclo 2, este parámetro resultó mayor que en los otros dos ciclos lo que podría estar relacionado con el hecho de que en este ciclo no se registraron plantas no acogolladas, entre las cuales podrían contabilizarse minilechugas con un talamo floral manifiesto.

Las soluciones nutritivas no mostraron una influencia clara y homogénea en los tres ciclos sobre el desarrollo del esbozo floral.

En lo concerniente a la acumulación de nitratos se ha corroborado, en términos generales, lo señalado en trabajos anteriores en minilechugas, como que en los valores alcanzados por esta acumulación existe una clara componente varietal - en el sentido de que

Little Gem Nun 6715 es un cultivar muy propenso a la acumulación de nitratos, mientras que *Cherry* y *Diamond* lo son en menor medida -, que las soluciones nutritivas más ricas en N inducen una mayor acumulación (Ferriol, 2008; Torres *et al.*, 2009b) y que en cultivo al aire libre la acumulación de nitratos en hojas es mucho menos intensa que en invernadero (Torres *et al.*, 2009a). En algunas fuentes (Gonnella *et al.*, 2002) también ha sido constatada esta mayor acumulación de nitratos en cultivo bajo invernadero respecto al aire libre en áreas septentrionales de Europa durante los meses de menor radiación lumínica, pero en nuestros experimentos esta circunstancia se ha dado en cualquier época del año y en latitudes más bajas.

En este trabajo, partiendo de un diseño más uniforme que en los experimentos anteriormente señalados, se observó que en ambas modalidades de cultivo, la menor acumulación de nitratos se produjo en los ciclos con iluminaciones menos elevadas (Ciclo 1 y Ciclo 2) al contrario de lo que se señala en diversas publicaciones (Van der Boon *et al.*, 1990; Gonnella *et al.*, 2002), pero corroborando los resultados obtenidos en otras publicaciones sobre lechuga (Behr and Wiebe, 1992), en las que se establecía que la acumulación de nitratos presentaba una correlación negativa con la tasa fotosintética y la acumulación de azúcares, que en el caso de la mayor parte de cultivares de lechuga, disminuirían al aumentar la temperatura. Estos resultados explicarían la mayor acumulación de nitratos registrada en el ciclo 3 con temperaturas claramente más altas, que propiciarían en lechuga una menor actividad fotosintética, puesto que el óptimo de la actividad fotosintética de la lechuga se establece en rangos térmicos medios-bajos en relación con otras hortalizas (Edmond *et al.*, 1975; Lorenz and Wiebe, 1980), con lo que la actividad de la enzima nitrato-reductasa, responsable de la reducción nítrica hacia N orgánico, se vería disminuida y en consecuencia podría hacer aumentar la concentración de nitratos.

También debe reseñarse que salvo en el ciclo 1, en estos experimentos se han detectado interacciones e.s. para la acumulación de nitratos entre cultivar y modalidad de cultivo, de manera que las mayores diferencias entre cultivares se dieron en producción bajo invernadero, así como entre soluciones nutritivas x modalidad de cultivo, de forma que la solución más rica en N, inducía un incremento notable de esta acumulación incluso en producción al aire libre.

En cualquier caso, en estos ensayos en cultivo bajo invernadero y sobre todo al aire libre, con las aportaciones nítricas efectuadas, no se superaron, para los ciclos realizados, los valores máximos de nitratos acumulados, que se indican para “Otras lechugas” en la CEE (DOUE, 2006), salvo en el caso del cv. *Little Gem Nun 6715* en cultivo bajo invernadero, lo que deberá ser tenido en cuenta a la hora de establecer calendarios productivos con distintos cultivares, así como para programar la fertilización nitrogenada.

5. BIBLIOGRAFÍA

Asseo-Bickert, A. 1983. “Evolution des nitrates dans les latuues pommées de serre” Revue Horticole Suisse, 56(10): 304-306.

Barta, D.J. and Tibbits, T.W. 1984. Enclosure of young lettuce leaves: Effects of tipburn incidence and leaf calcium and magnesium concentration. HortScience 19(3): 582-583.

Barta,D.J. and Tibbits, T.W. 1991. Calcium localization in lettuce leaves with and without tipburn comparison of controlled environment and field –grown plants. J.Amer.Soc.Hrt.Sci. 116(5):870-875.

Behr, U. and Wiebe, HJ. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. Scientia Hortic. 49: 175-179.

Blom-Zandstra, M. and Eeinink, A.H. 1986.” Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce”. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 111(6): 908-911.

DOUE (Diario Oficial de la Unión Europea). 2006. Reglamento nº 1881/2006 de la Comisión de 1912/2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios L.364/5-24.

Edmond, J.B., Senn, TL., Andrews, F.S. and Halfacree, R.G. 1975. Fundamentals of Horticulture. McGraw Hill Book Co. (4ª ed.) Nueva York- San Francisco.

Ferriol, Ll. 2008. Influencia de diversos factores de manejo sobre el comportamiento agronómico, la incidencia de fisiopatías y la acumulación de nitratos en minilechugas. TFdC. Dir. J.V.Maroto. ETSIA. Univ. Polit. Valencia.

Ferriol, Ll., Torres, J.F., Solís, G. San Bautista, A., Pascual, B., Alagarda, J., López-Galarza, S. Bono M.S., Laza, P. y Maroto, J.V. 2009. “Minilechugas: Influencia de distintas técnicas de cultivo en la incidencia de “tipburn”, subida a flor y acumulación de nitratos en diversos cultivares de lechugas y cuatro ciclos diferentes”. Agrícola Vergel. 330:305-315.

García Rollán, M. 1990. “Alimentación humana. Errores y sus consecuencias”. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Gonnella, M., Serio, F. e Santamaria, P. 2002. Fattori genetici e ambientali e contenuto di nitrato degli ortaggi. *Colture Protette*, 31 (supl): 14-18.

Lorenz, H.P. and Wiebe, H. J. 1980. Effect of temperature on photosynthesis of lettuce adapted to different light and temperature conditions. *Scientia Hortic.* 13: 115-123.

MARM. 2009. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

Maroto, J V. 1997. Etiología y descripción de las principales fisiopatías de la horticultura mediterránea. Ediciones y promociones Lav S.L. Valencia.

Maroto, J.V. 2000. “Fisiopatías” en “La lechuga y la escarola” (J.V. Maroto, A. Miguel y C. Baixauli, dir. y coord.), pp 213-230. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Maroto J.V. 2002. Horticultura Herbácea Especial 5ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa Madrid.

Maroto, J.V. 2008. Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa (3ªed).Madrid.

Miguel, A., Baixauli,C., Jiménez,J. y García, M.J. 2000.” Material vegetal y calendarios de producción” en “La lechuga y la escarola”, pp 45-70. (J.V.Maroto, A.Miguel y C.Baixauli, dir.y coord.).FRCV-Ed.Mundi Prensa. Madrid.

Miguel, A. y Maroto, J.V. 2000. “Producción y Comercio” en “La lechuga y la escarola” (J.V.Maroto, A.Miguel y C.Baixauli, dir.y coord.), pp 17-24. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Pomares, F. 2000.”Fertilización” En “La lechuga y la escarola”, pp 105-124. (J.V.Maroto, A.Miguel y C.Baixauli, dir. y coord.). FRCV-Ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Ramos, C., Agut, A. y Lidón, A. 2002. “La lixiviación de nitrato en algunos cultivos importantes de la Comunidad Valenciana”. *Agrícola Vergel*, 247: 412-418.

Rincón, L. 2005. Fertilización nitrogenada y contenido de nitratos en hojas de lechuga Iceberg”. Vida Rural, 21: 50-54.

Rincón, L. 2008. “Requerimiento en nutrientes en fertirrigación de lechugas especiales y minilechugas”. Vida Rural. 266: 56-60.

Rincón, L., Sáez, J. y Pellicer, C. 2002.”Influencia de distintas dosis de N aportadas al suelo en la absorción y concentración en lechuga Iceberg”. Investigación Agraria 17(2): 303-318.

Robic, R. et Patahy, A. 1984. ”Nitrates et productions sous serre”. P.H.M.Revue Horticole, 251: 17-26.

Ryder, E.J. and Waycott, W. 1998. “Crispead lettuce resistant to tipburn: cultivars Tiber and eight breeding lines” HortScience, 33(5): 903-904.

San Bautista, A., Alagarda, J., López-Galarza, S., Fresquet, J.L., Bono, M.S., Laza, P., Maroto, J.V. y Palau, V. 2003. Influencia de distintas dosis de riego y soluciones nutritivas en el rendimiento comercial y la incidencia de “tipburn” en cultivo protegido de dos cultivares de lechuga "iceberg". Cuadernos de fitopatología: Revista técnica de fitopatología y entomología, nº 20. 78: 113-121.

Subramanya,R., Vest,G and Honma, S. 1980. “Inheritance of nitrate accumulation in lettuce” HortScience, 15: 525-526.

Tibbits, T.W., Bensink, J., Kuiper, F. and Hobe, J. 1985. Association of latex pressure with tipburn injury of lettuce. J.Am.Soc.Hortic.Sci. 110: 362-365.

Torres J.F., Ferriol, Ll., Solis, G., San Bautista, A., Bono M.S., Laza, P., Alagarda, J., Pascual, B., López-Galarza, S. y Maroto, J.V. 2009a. “Experimentos para tratar de controlar el tipburn mediante aplicaciones foliares cálcicas sobre diversos cultivares de minilechugas y su proclividad a la floración prematura y la acumulación de nitratos”. Agrícola Vergel. 332: 417-425.

Torres J.F., Ferriol, Ll., Solís, G., San Bautista, A., Bono M.S., Laza, P., Alagarda, J., Pascual, B., López-Galarza, S. y Maroto, J.V. 2009b. Fertilización nitrogenada en diversos cvs y ciclos de minilechuga: ensayos preliminares. *Agrícola Vergel*. 333: 500-509.

Van Der Boon, J., Steenhuizen, J. W. and Steingrover, E. G. 1990. Growth and nitrate concentration of lettuce as affected by total nitrogen and chloride concentration, NH_4^+ / NO_3^- ratio and temperature of the recirculating nutrient solution. *Journal of Horticultural Science* 65: 309-321.

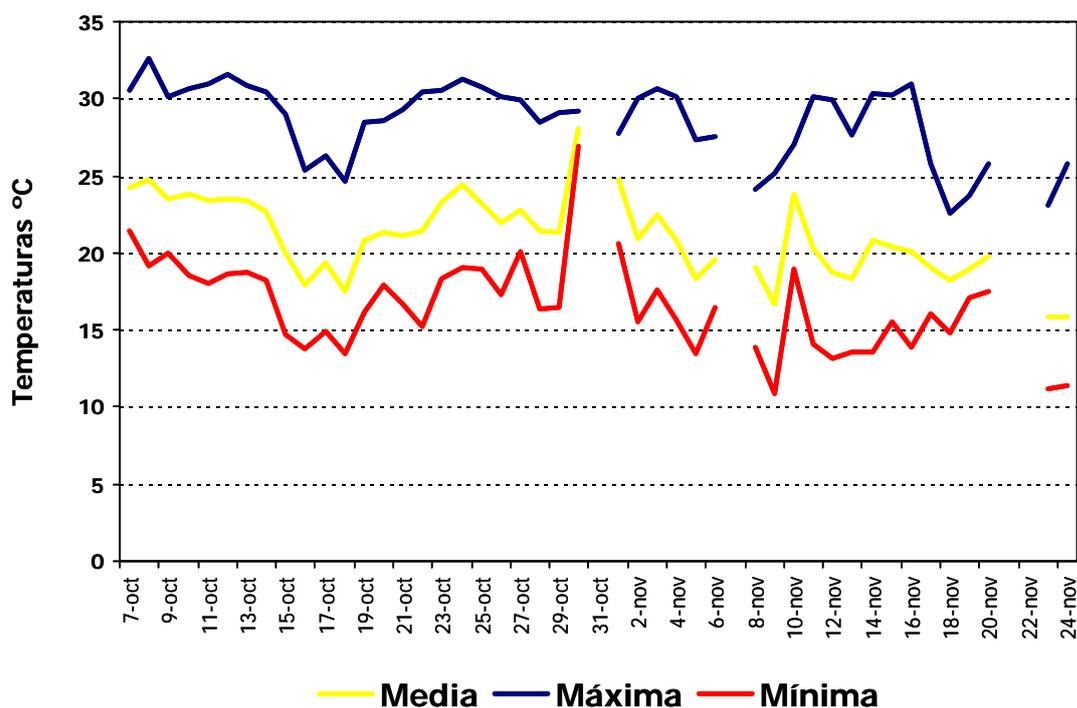
ANEJOS

Gráfico A.1. Temperatura registrada en el invernadero. Ciclo 1.

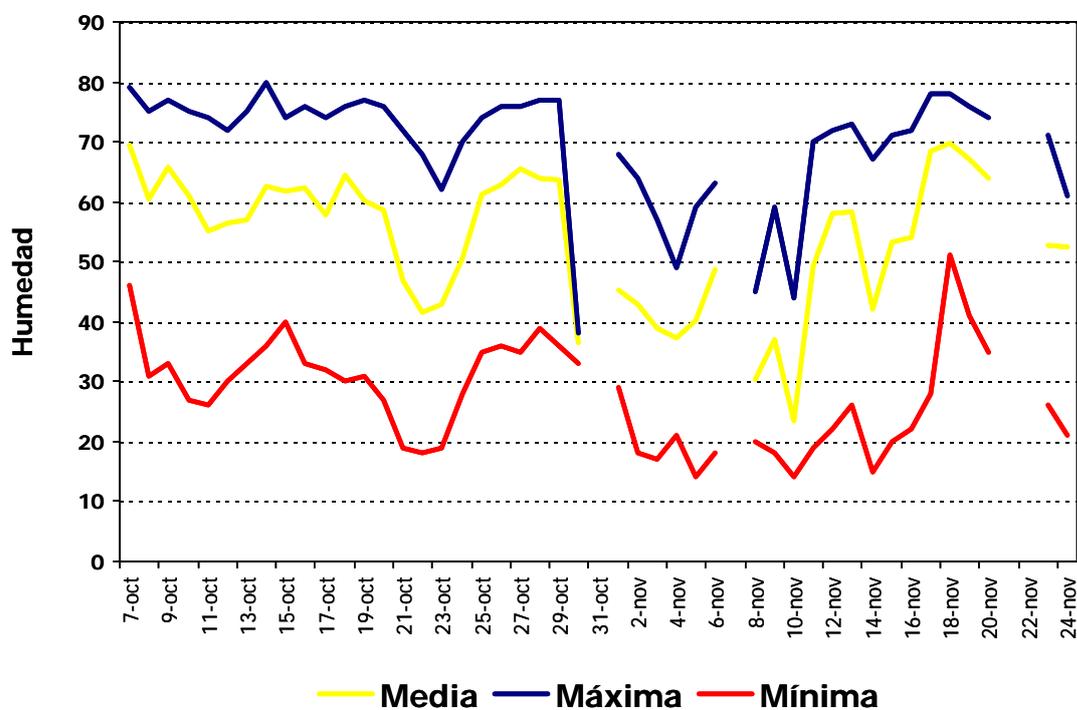


Gráfico A.2. Humedad registrada en el invernadero. Ciclo 1.

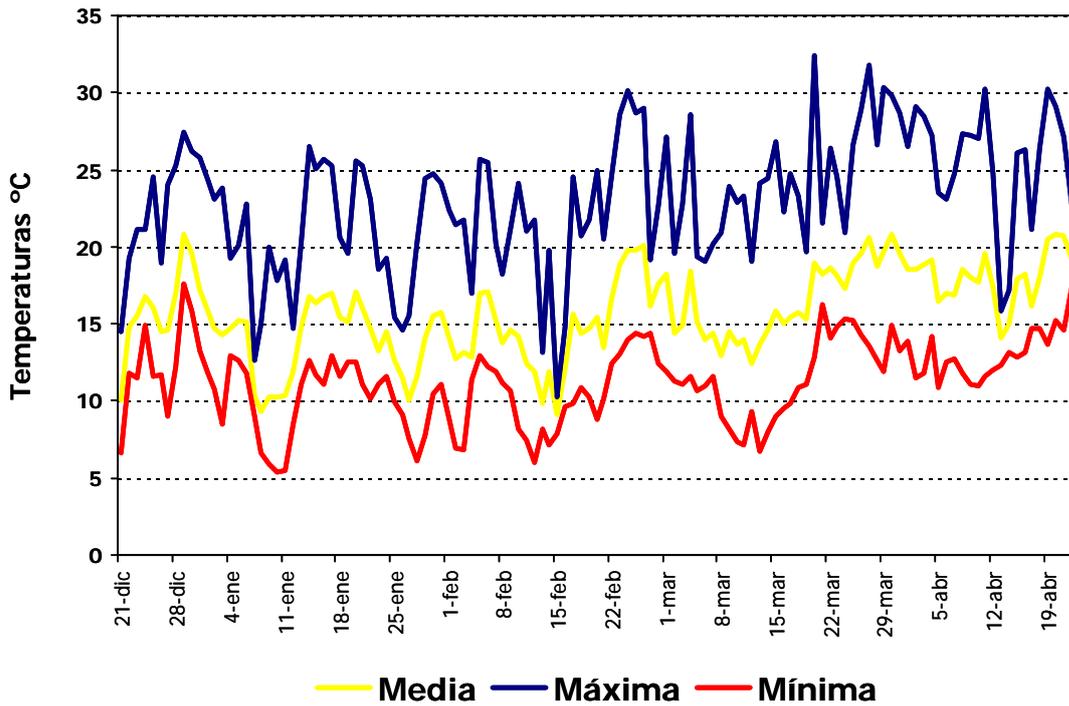


Gráfico A.3. Temperatura registrada en el invernadero. Ciclo 2.

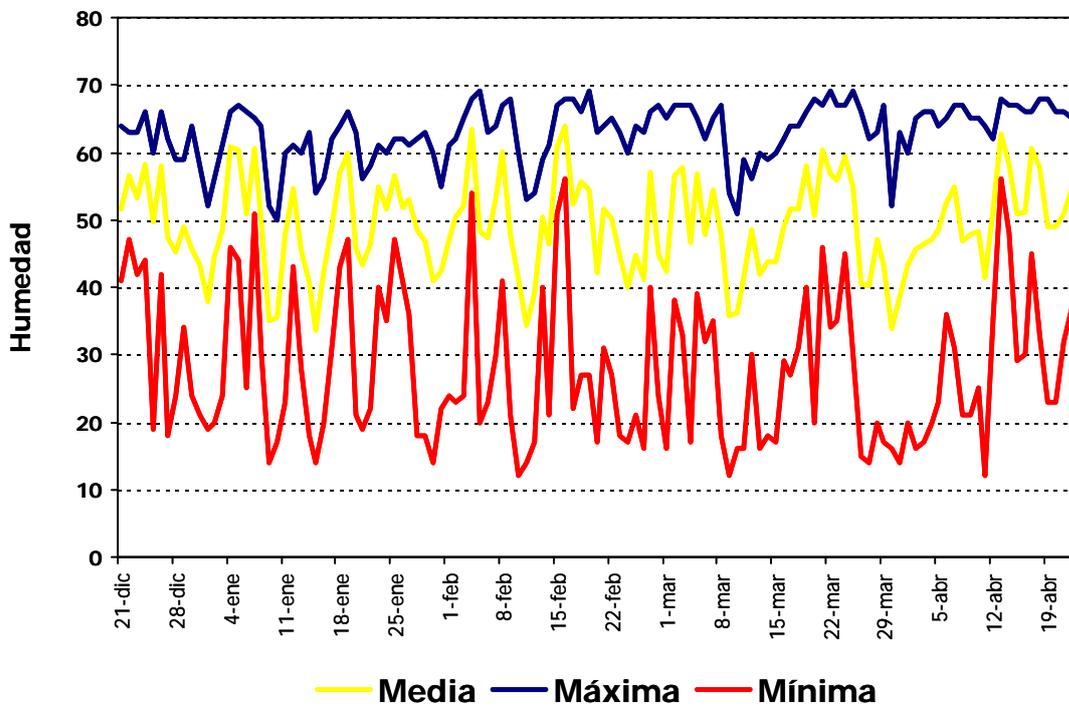


Gráfico A.4. Humedad registrada en el invernadero. Ciclo 2.

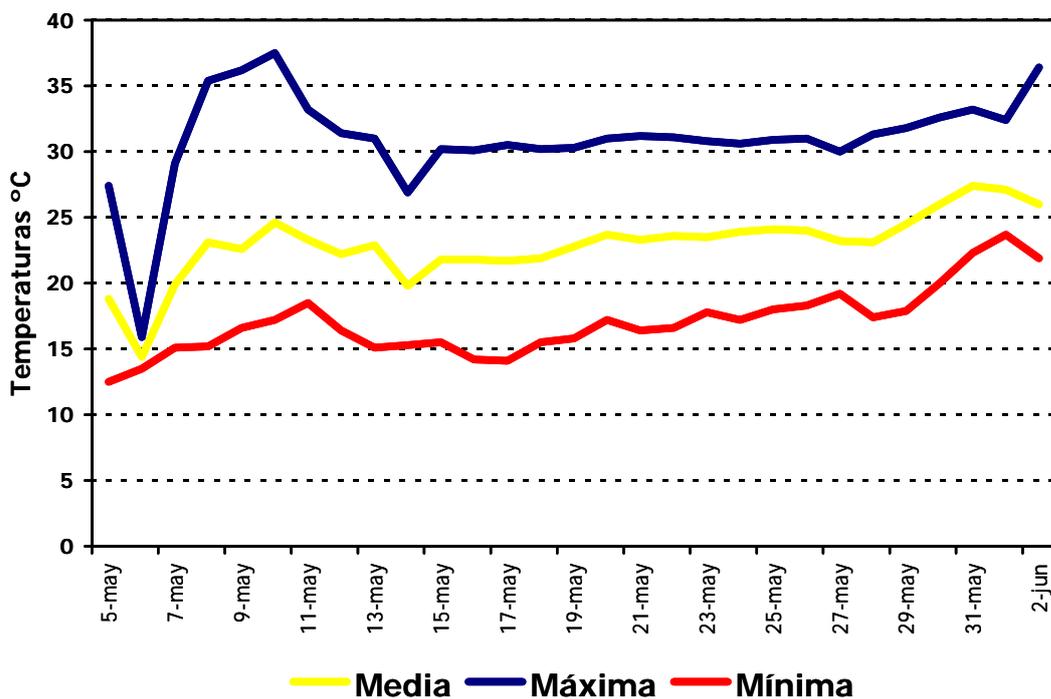


Gráfico A.5. Temperatura registrada en el invernadero. Ciclo 3.

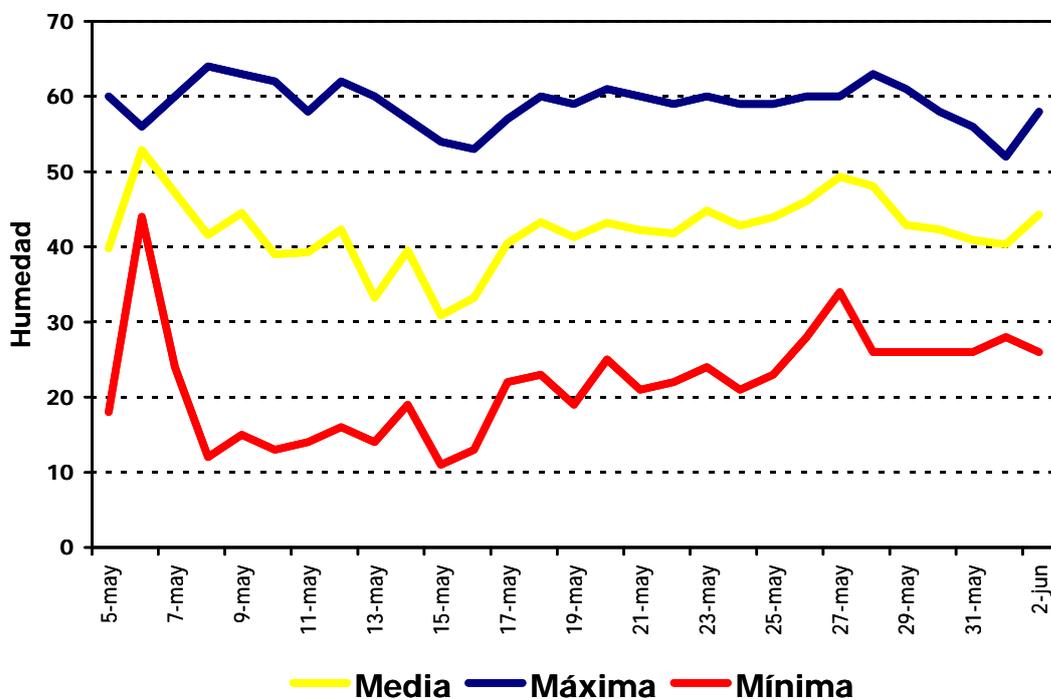


Gráfico A.6. Humedad registrada en el invernadero. Ciclo 3.

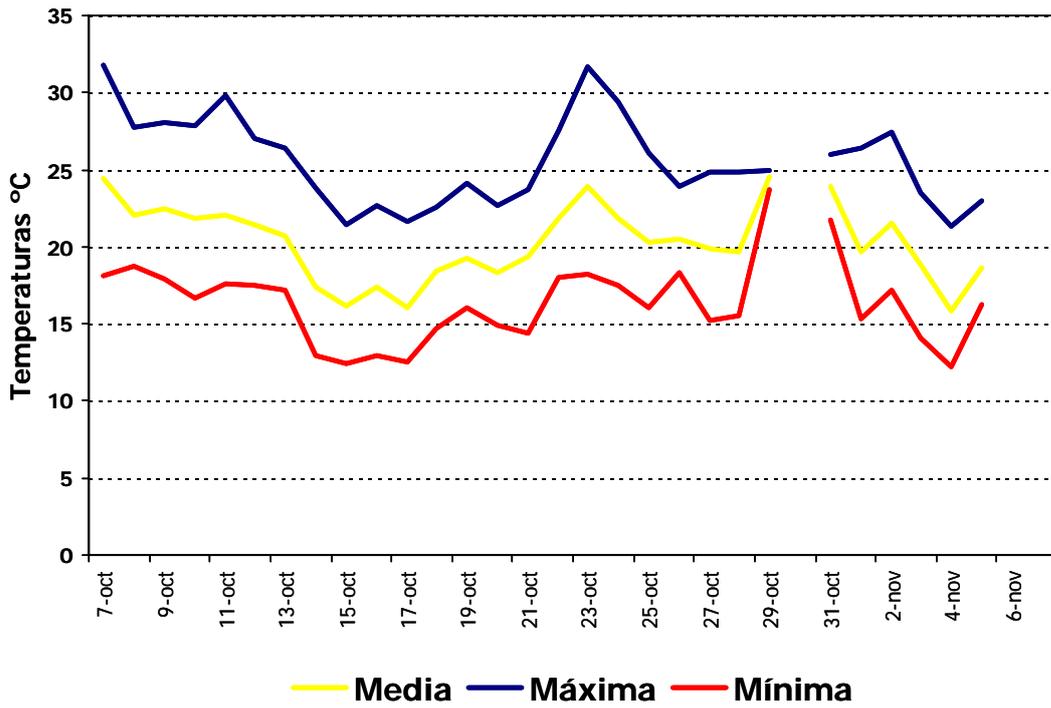


Gráfico A.7. Temperatura registrada al aire libre. Ciclo 1.

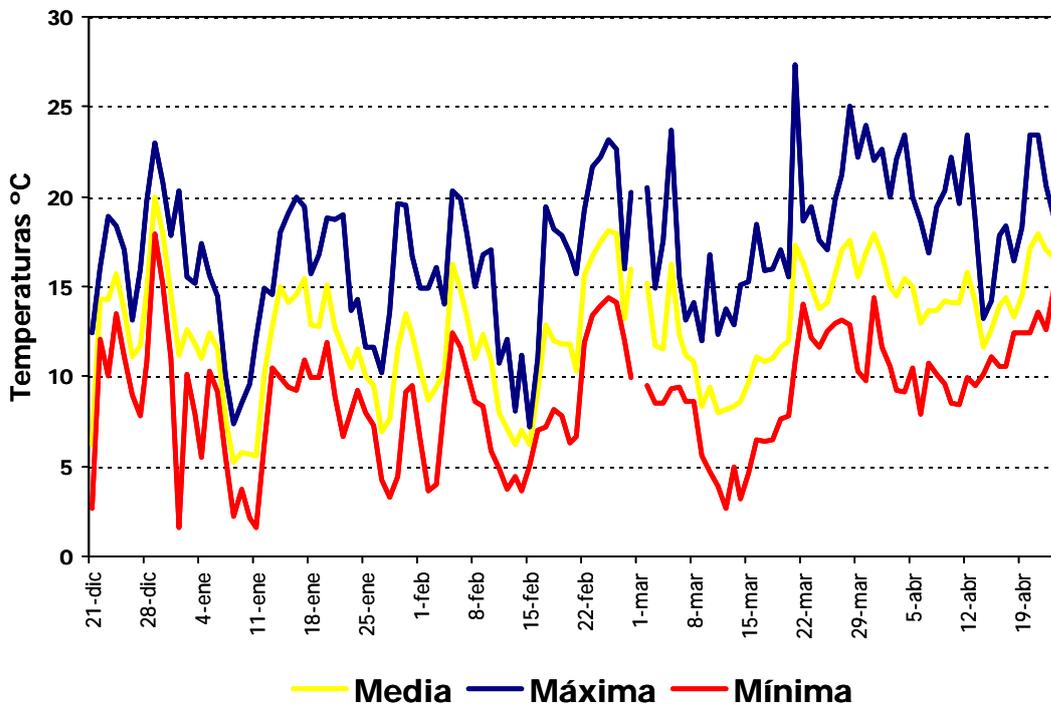


Gráfico A.8. Temperatura registrada al aire libre. Ciclo 2.

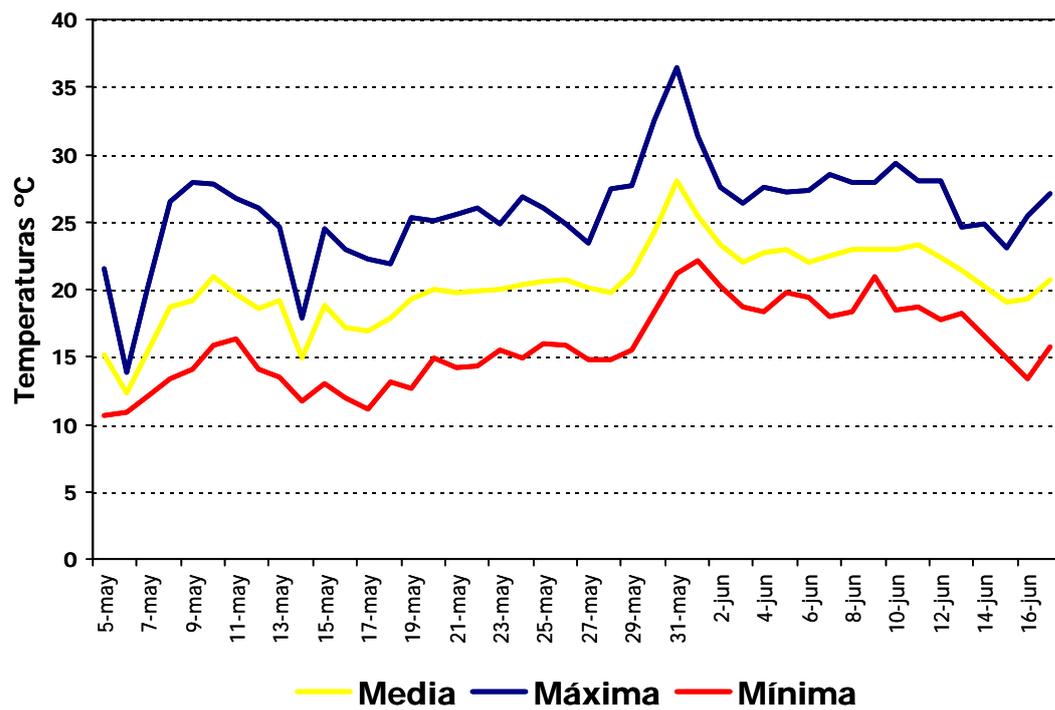


Gráfico A.9. Temperatura registrada al aire libre. Ciclo 3.

ANEJO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Experimento en invernadero



Fotografía 2. Experimento al aire libre



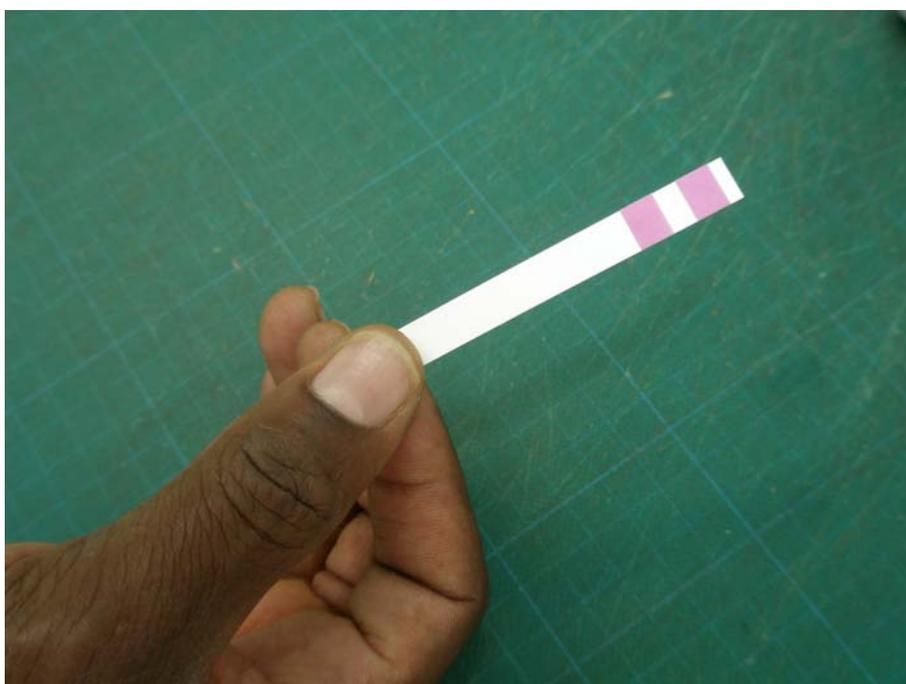
Fotografía 3. Planta afectada por “tipburn” interno y externo



Fotografía 4. Planta deformada en bifurcación y subida a flor prematura



Fotografía 5. Medida de la inserción del esbozo floral en la altura del cogollo



Fotografía 6. Tira soporte del reactivo para la medición de nitratos por reflectometría



Fotografía 7. Reflectómetro para la medición de nitratos