

Influencia de ciclos, fertilización nitrogenada y modalidades de cultivo en la incidencia de diversas fisiopatías y la acumulación de nitratos en cuatro cultivares de minilechuga (II)

J.F. Torres, J.B. Ndamakele, A. San Bautista, B. Pascual, M.S. Bono, S. López-Galarza, N. Pascual, J. Alagarda, J.V. Maroto (Departamento de Producción Vegetal. Universitat Politècnica de Valencia. ETSIAMN. Valencia. Spain. E-mail: jmaroto@prv.upv.es).

Durante dos campañas se realizaron tres ciclos en otoño, invierno y primavera con cuatro cvs de minilechuga: 'Cherry', 'Little Gem Nun 6715', 'Diamond' y 'Etna' que se agruparon en cuatro experimentos.

Los dos primeros (1.A. y 2.A.) se desarrollaron bajo invernadero y en ellos se varió adicionalmente la fertilización N con aportaciones directas de fertilizante N o soluciones nutritivas de distinta concentración N. En los otros dos experimentos (1.B. y 2.B.) se comparó además el cultivo bajo invernadero y aire libre.

En todos ellos se estudió factorialmente la influencia de la variación sobre la producción comercial, el peso medio, la incidencia de diversas fisiopatías: "tipburn", falta de acogollado y floración prematura así como la acumulación de nitratos en hojas.

Los menores índices de "tipburn", acogollado deficiente, y en general de floración prematura, se dieron en el ciclo invernal, en el cv 'Cherry' y en cultivo al aire libre.

Las mayores acumulaciones de nitratos se dieron en el ciclo primaveral con el cv 'Little Gem Nun 6715' y en cultivo bajo invernadero. Entre cvs se detectaron diferencias de distinto orden para la mayoría de los parámetros analizados. El exceso de fertilización nitrogenada, favoreció en general las tres fisiopatías analizadas y una mayor acumulación de nitratos en hojas.

Se constataron diversas interacciones e.s. entre factores simples, principalmente entre cv x ciclo.

La primera parte se publicó en el número 245, páginas 16-21.

PALABRAS CLAVE: ciclos: otoñal, invernal, primaveral; cvs: 'Cherry', 'Little Gem Nun 6715', 'Diamond' y 'Etna'; "tipburn", falta de acogollado, floración prematura, soluciones nutritivas, invernadero, aire libre.

Discusión y conclusiones

En la obtención de un mayor rendimiento comercial y peso medio se ha constatado una clara influencia del ciclo primaveral sobre todo respecto del ciclo otoñal (C1). Los menores valores de incidencia de "tipburn", de falta de acogollado y en general de incidencia de floración prematura, se dieron en el ciclo invernal (C2), que era precisamente sobre el que se producían los regímenes térmicos menos elevados, lo que estaría

de acuerdo con la mayor parte de la bibliografía comentada anteriormente (MAROTO, 1997, 2002; RYDER, 1999). Los mayores contenidos de nitratos se dieron en el ciclo primaveral (C3), lo que estaría en contra de lo que señalan algunos autores (VAN DER BOON *et al.*, 1990; GONNELLA *et al.*, 2002), en el sentido de que la mayor acumulación de nitratos debería producirse en los periodos menos iluminados, pero corroborando los resultados de otros investigadores (BEHR and WIEBE, 1992) en los que se establece que la acumulación de nitra-

tos presenta una correlación negativa con la tasa fotosintética y la acumulación de azúcares, que en la mayor parte de los cvs de lechuga disminuirían al aumentar la temperatura, 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). Por esta razón en condiciones de temperaturas excesivas, la actividad de la enzima nitrato-reductasa, responsable de la reducción del N nítrico a N orgánico, se

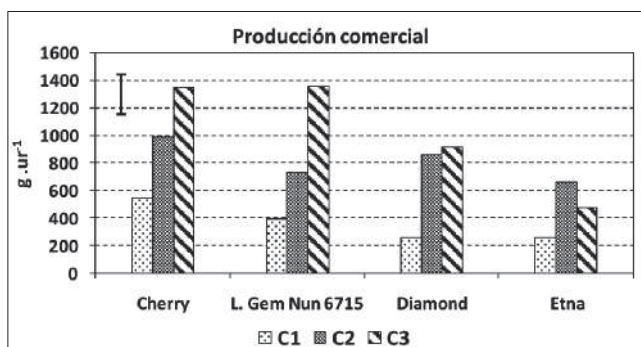


Figura 1. Interacción ciclo x cultivar.

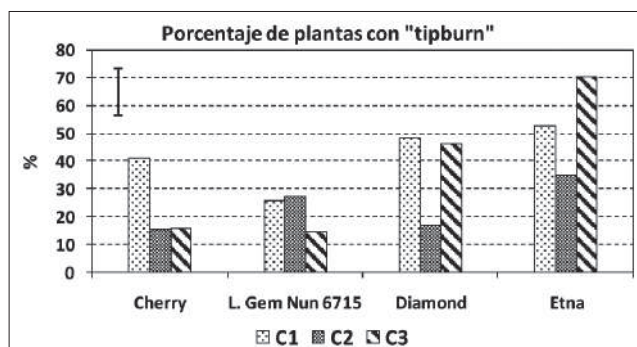


Figura 2. Interacción ciclo x cultivar.

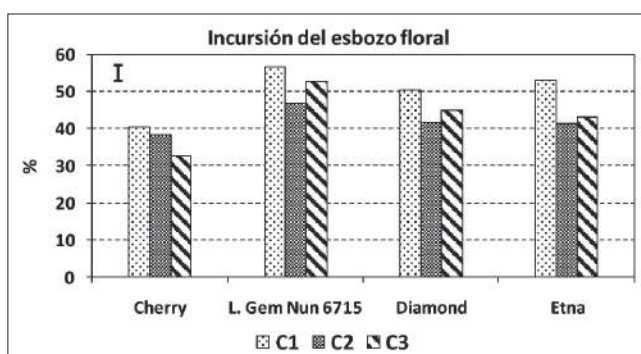


Figura 3. Interacción ciclo x cultivar.

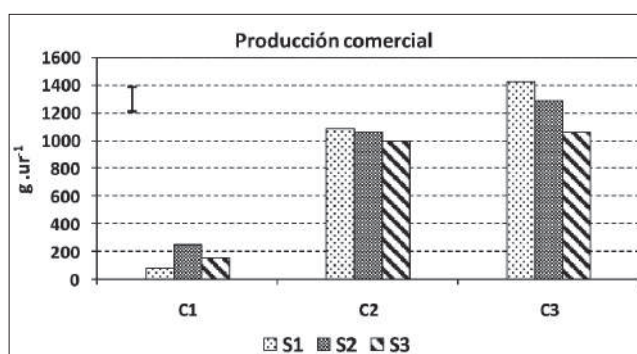


Figura 4. Interacción ciclo x solución nutritiva.

vería disminuida y en consecuencia podría hacer aumentar la concentración de nitratos.

El cv 'Cherry' manifestó los mejores resultados productivos, los menores porcentajes de "tipburn", de incidencia del esbozo floral y de falta de acogollado. El cv 'Little Gem Nun 6715' manifestó de manera clara una mayor proclividad a la falta de acogollado y a floración prematura, así como a una mayor tendencia a la acumulación de nitratos. El cv 'Etna' se manifestó como el más sensible al "tipburn". Estos resultados corroboran la gran importancia que los genotipos varietales de minilechuga tienen en la susceptibilidad a la mayor parte de las fisiopatías y a la propia acumulación de nitratos (FERRIOL *et al.*, 2009; TORRES *et al.*, 2009a). En relación con las interacciones estadísticamente significativas detectadas entre cvs x ciclos, que eran previsibles en alguna medida (MIGUEL *et al.*, 2000), las más reseñables desde una perspectiva global serían las siguientes:

- Los cultivares 'Diamond' y 'Etna' mostraron un peor comportamiento productivo en el ciclo primaveral (C3) que los demás cultivares, puesto que en dicho ciclo no dieron lugar

a un incremento de la producción comercial respecto al ciclo invernal (C2) (Figura 1).

- El cv 'Little Gem Nun 6715' se vio menos afectado por el "tipburn" que el resto de cultivares en los ciclos más cálidos (C1 y C3), sin encontrarse diferencias en el porcentaje de plantas afectadas por esta fisiopatía respecto al ciclo invernal (C2). En el caso del cultivar 'Cherry' este buen comportamiento sólo se detectó en el ciclo primaveral (C3) (Figura 2).
- El incremento de temperaturas no pareció afectar a las plantas del cv 'Cherry' en lo que respecta a la subida a flor prematura, en tanto que la incurción del esbozo floral en el ciclo otoñal (C1) no difirió de la obtenida en el ciclo invernal (C2) y la determinada para el ciclo primaveral (C3), incluso, fue inferior a las dos anteriores (Figura 3).

En lo referente a la fertilización nitrogenada, aun sin encontrar una respuesta siempre uniforme, los mejores resultados productivos se obtuvieron

con las dosis medias de N, lo que coincidiría con lo esperado (POMARES, 2000). También en términos generales los menores índices de las fisiopatías estudiadas ("tipburn", falta de acogollado y floración prematura) se dieron con las menores aportaciones de N, mientras que las mayores incidencias solían ir asociadas a las aplicaciones más elevadas, lo que a grandes rasgos coincide tanto con las fuentes generales citadas en la introducción de este trabajo (MAROTO, 1997; RYDER, 1999), como con lo obtenido en experimentos previos de nuestro grupo de trabajo (FERRIOL *et al.*, 2009; TORRES *et al.*, 2009b). La menor acumulación de nitratos en hojas siempre estuvo ligada con las menores aportaciones de N y la más elevada con la mayor dosis, lo que por otra parte resultaba esperable (GONNELLA *et al.*, 2002; RINCÓN, 2005) y coincidente con lo encontrado en trabajos previos (TORRES *et al.*, 2009b). En cualquier caso, tanto en cultivo bajo invernadero como al aire libre, con las aportaciones nitrogenadas utilizadas no se superaron, para los ciclos realizados, los valores máximos de nitratos que se indican para "Otras lechugas" en la CEE (DOUE, 2006), salvo en algún ciclo bajo invernadero del cv 'Little Gem Nun 6715'.

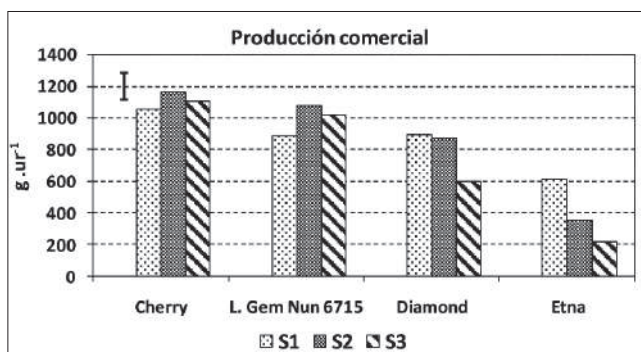


Figura 5. Interacción ciclo x solución nutritiva.

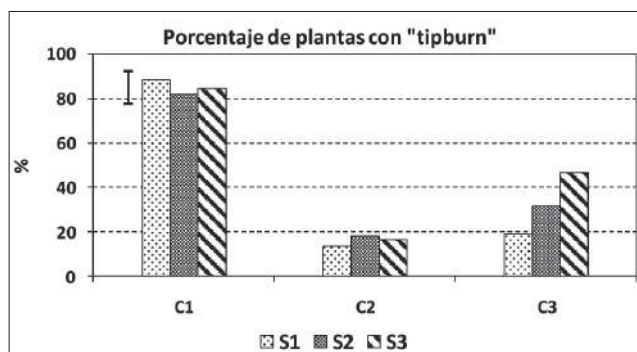


Figura 6. Interacción ciclo x solución nutritiva.

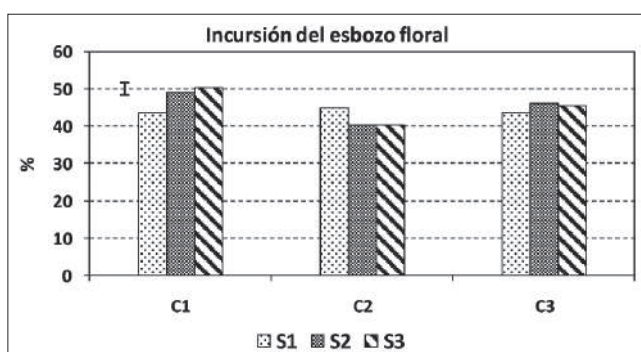


Figura 7. Interacción ciclo x solución nutritiva.

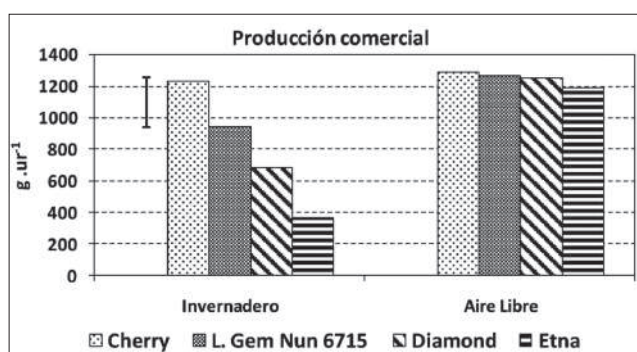


Figura 8. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

Entre las interacciones e.s. entre ciclos x aplicaciones de N ó cvs x dosis de N, merece reseñarse que en el ciclo primaveral (C3) se detectó que al aumentar la dosis de N, existió una merma de la producción comercial (Figura 4), relacionada con un incremento del porcentaje de plantas afectadas por "tipburn" (Figura 6). También pudo observarse que los distintos cultivares empleados presentaron una respuesta variable a la aplicación de las distintas soluciones nutritivas, así, el cv 'Cherry' no mostró diferencias en la producción comercial en función de las soluciones nutritivas, mientras que el cv 'Little Gem Nun 6715' alcanzó la mayor producción con las soluciones con un contenido más alto en nitrógeno (S2 y S3), mientras que en el caso del cv 'Etna', las soluciones que hacían una mayor aportación de este elemento (S2 y S3), disminuyeron la producción (Figura 5). Por último, en el ciclo otoñal (C1), se constató que las soluciones con una mayor concentración de nitrógeno (S2 y S3) indujeron una mayor subida a flor (Figura 7).

Respecto a la interpretación de las interacciones entre factores sobre la incidencia de las fisiopatías analizadas en lechugas, cabe reseñar, como se ha considerado en la introducción, que

todas ellas pueden estar influenciadas por agentes diversos tanto genotípicos como climáticos y de manejo agronómico que pueden o no acumularse y presentarse en muchas ocasiones de forma errática (MAROTO, 1997; RYDER, 1999).

Los parámetros productivos (rendimiento comercial y peso medio) presentaron resultados distintos como respuesta al cultivo en invernadero o al aire libre en las dos experiencias analizadas, pero cabe reseñar que en el experimento 2.A., el cultivo al aire libre se realizó sobre suelo convencional, mientras que en el experimento 2.B. la producción al aire libre se efectuó en contenedores rellenos con el sustrato comentado. A este respecto, podemos señalar que en experiencias previas, en que los experimentos al aire libre se hicieron sobre el suelo natural de la Huerta de Valencia, la producción comercial al aire libre siempre fue mayor que la producción bajo invernadero manejada en contenedores, sobre todo por haberse constatado un mayor peso medio de las piezas de lechugas, que crecían más lentamente y más prietas (FERRIOL, 2008). Por otra parte la incidencia de todas las fisiopatías analizadas y la acumulación de nitratos siempre fue superior bajo invernadero que al

aire libre. En estudios anteriores hemos obtenido resultados similares (FERRIOL, 2008; TORRES *et al.*, 2009a), lo que corroboraría en cierta medida lo que se prevé en la legislación de la CEE (DOUE, 2006), en el sentido de que los límites máximos de nitratos acumulados en cultivo bajo invernadero son superiores a los reglamentados para aire libre. Puede resultar curioso que en el experimento 2.B. la acumulación de nitratos al aire libre, en valores absolutos, fue menor que en el experimento 1.A, pero cabe reseñar, como se indicó anteriormente, que ambos experimentos se realizaron en condiciones diferentes, el experimento 2.A en suelo convencional y el 2.B. en contenedores, por lo cual podrían existir otros factores, responsables de este diferente grado de acumulación.

Entre las interacciones e.s. constatadas en los experimentos 2.A. y 2.B., destacamos las siguientes: el cv 'Cherry' no mostró diferencias en la producción comercial entre ambas modalidades de cultivo, observándose también que al aire libre, la producción comercial de los distintos cultivares no presentó diferencias e.s. (Figura 8), fundamentalmente, porque en esa modalidad de cultivo tampoco existieron diferencias entre culti-

**SUSTITUYE
COMPLETAMENTE EL
USO DE HORMONAS
SINTÉTICAS**



SB-12

Cuajado 100% natural

Un antes y un después

Lida presenta un revolucionario producto adecuado al exigente mercado capaz de sustituir las hormonas sintéticas usadas hasta ahora para un exitoso cuajado.



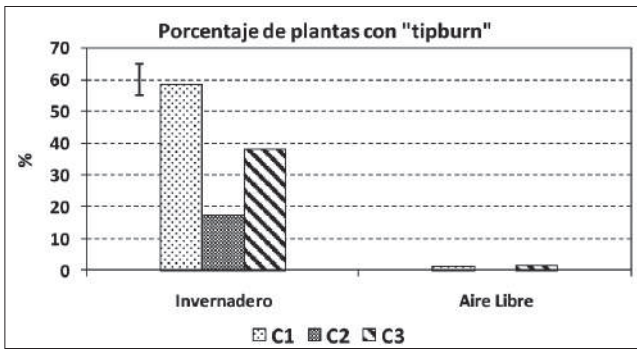


Figura 9. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

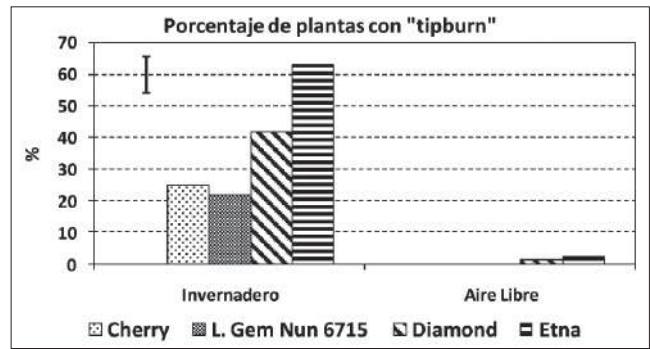


Figura 10. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

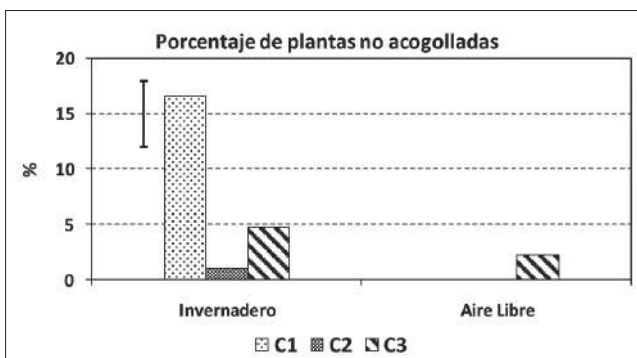


Figura 11. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

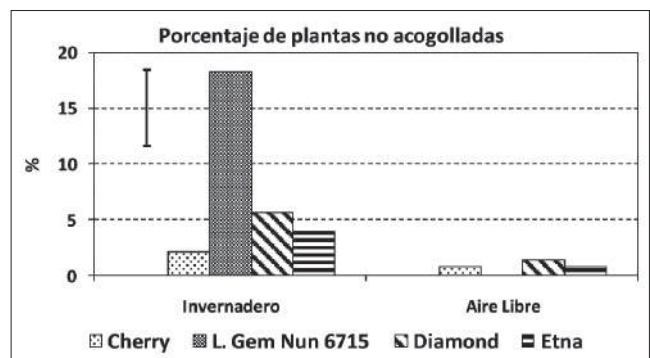


Figura 12. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

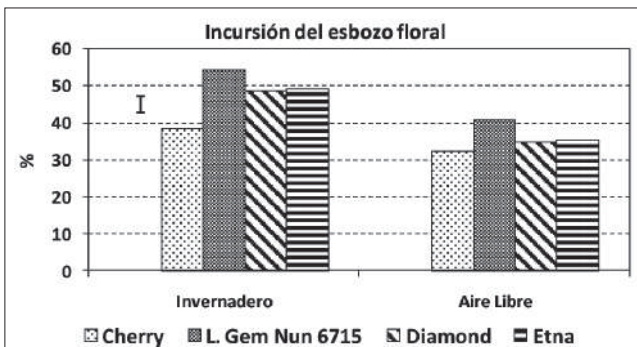


Figura 13. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

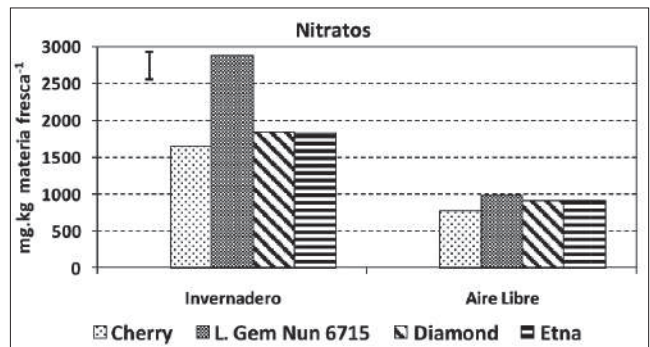


Figura 14. Interacción cultivar x modalidad de cultivo.

vares para el porcentaje de plantas afectadas por "tipburn" (Figura 10) y para el porcentaje de plantas no acogolladas (Figura 12). Al aire libre tampoco se encontraron diferencias e.s. entre ciclos para estos dos últimos parámetros (Figuras 9 y 11). En cultivo al aire libre también se constató que los cvs 'Diamond' y 'Etna' no difirieron en el porcentaje de incursión del esbozo floral respecto al cv 'Cherry' (Figura 13). Finalmente, al aire libre, no se encontraron diferencias en la acumulación de nitratos

entre los diferentes cultivares empleados (Figura 14). Como ha sido comentado anteriormente en la incidencia de la mayor parte de las fisiopatías pueden intervenir diversos factores que no siempre se manifiestan experimentalmente (MAROTO, 1997; RYDER, 1999). En el experimento 3, la menor acumulación de nitratos bajo invernadero se dio en el ciclo invernal (C2), mientras que al aire libre se originó en el ciclo primaveral, resultados que no serían coincidentes con lo señalado en algunos tra-

bajos (GONNELLA *et al.*, 2002), pero como se indicó anteriormente, serían similares a lo constatado en algunos trabajos de nuestro equipo (FERRIOL, 2008; TORRES *et al.*, 2009b) y poder ser explicados en el caso concreto del cultivo de la lechuga en que el nivel óptimo de su actividad fotosintética se establece para valores no demasiado elevados de la temperatura (BEHR and WIEBE, 1992).

BIBLIOGRAFÍA

- ASSEO-BICKERT A., 1983. *Evolution des nitrates dans les latives 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. Hort. Sci., 116(5):870-875.
- BEHR U. and WIEBE H.J., 1992. *Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars*. Scientia Hortic., 49: 175-179.
- BLOM-ZANDSTRA M. and EININK 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 T.L., ANDREWS F.S. and HALFACREE R.G., 1975. *Fundamentals of Horticulture*. McGrawHill Book Co. (4ª ed.) Nueva York-San Francisco.
- FERRIOL L.L., 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 L.L., 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. Anuario de Estadística. 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. Mundi-Prensa. Madrid.
- MAROTO J.V., 2002. *Horticultura Herbácea Especial 5ª Ed.* Ediciones Mundi-Prensa Madrid.
- MAROTO J.V., 2008. *La programación y los calendarios de productos hortícolas*. Actas de Horticultura, 50:1-8.
- MIGUEL A., BAIXAULI C., JIMÉNEZ J. y GARCÍA M.J., 2000. *"Material vegetal y calendarios de producción" en "La lechuga y la escarola"* (ed. J.V. Maroto, A. Miguel y C. Baixauli), pp: 46-70. Mundi Prensa- Fundación Rural Caja Valencia. Madrid. 2000
- POMARES F., 2000. *"Fertilización" en "La lechuga y la escarola"*, pp: 105-124. (J.V. Maroto, A. Miguel y C. Baixauli, dir. y coord.). Fundación Rural Caja Valencia. Mundi-Prensa. Madrid.
- RAMOS C., AGUT A. y LIDÓN A.L., 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., 1999. *Lettuce, endive and chicory*. CABI Publishing. Walingford- Oxon/New York.
- RYDER E.J. and WAYCOTT W., 1998. *Crispead lettuce resistant to tipburn: cultivars Tiber and eight breeding lines*. HortScience, 33(5):903-904.
- SUBRAMANYA R., VEST G. and HONMA S., 1980. *Inheritance of nitrate accumulation in lettuce*. HortScience, 15:525-526.
- SEO M.W., YANG D.S., STANLEY J.K., PYO L.G. and WOO P.K., 2009. *Sesquiterpene lactones and bitterness in Korea lettuce cultivars*. HortScience 44(2):246-249
- SIMMONE A., SIMMONE E., EITERMILLER R. and HARIS CH., 2002. *Bitterness and composition of lettuce varieties grown in the Southeastern United States*. HortTechnology, 12(4):721.723
- TIBBITS T.W., BENSINK J., KUIPER F. and HOBE J., 1985. *Association of latex pressure with tipburn injury of lettuce*. J. Am. Soc. Hort. Sci., 110:362-365.
- TORRES J.F., FERRIOL L.L., SOLÍS 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 L.L., 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, NH₄⁺ / NO₃⁻ ratio and temperature of the recirculating nutrient solution*. Journal of Horticultural Science, 65:309-321.
- WACQUANT B.K., 1982 *Les techniques culturales*. En "Laitues de serre" pp:45-74 ed. CTIFL. Paris.
- WAYCOTT W., 1995. *Photoperiodic response of genetically diverse lettuce accessions*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 120(3):460-467.
- WHITAKER, T.W., RYDER E.J., RUBATZKY V.E., VAIL P.V., 1974. *Lettuce Production in the United States*. Agriculture Handbook, 221. Agr. Res. Serv. Dep. Agric. Washington.
- WIEN H.C. (ed.), 1997. *The physiology of vegetable crops: Lettuce* pp: 479-509. CAB International. Oxon-New York.