

INCIDENCIA DE LA SUPLEMENTACIÓN LUMÍNICA Y EL USO DE UNA ENMIENDA DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)

Z. PREMUZIC¹ y F. VILELLA²

Recibido: 05/11/01

Aceptado: 14/04/02

RESUMEN

Buscando mejorar producción y calidad (bajo nivel de nitratos en hojas) en lechuga de invernadero, fueron aplicados dos tratamientos de fertilización nitrogenada: 1- orgánico (compost bioestabilizado) y 2- inorgánico (74% nitrato de calcio- 6% de nitrato de amonio-20% urea) y comparados con un 3- testigo sin fertilizar. Las plantas fueron colocadas en dos sectores uno con 24 horas de luz suplementaria y otro sin luz suplementaria. A cosecha fueron determinados peso fresco y nitratos en hojas y en el medio. Los cultivos suplementados con luz artificial, presentaron mayor rendimiento y precocidad, así como una disminución en contenido de nitratos respecto del mismo tratamiento sin suplementación lumínica. El compost bioestabilizado mostró el mejor rendimiento y el tratamiento inorgánico, sin suplementación de luz la mayor concentración de nitratos. Respecto al medio cultivo postcosecha, la fertilización con compost constituyó la mejor opción: rendimiento y calidad asociada con un menor contenido de nitratos en el ambiente.

Palabras clave. Compost, *Lactuca sativa*, nitratos, suplementación lumínica.

THE INCIDENCE OF LIGHT SUPPLY AND OF AN AMENDMENT OF LOW ENVIRONMENTAL IMPACT ON THE PRODUCTION AND THE QUALITY OF LETTUCE (*Lactuca sativa*)

SUMMARY

Lettuce was greenhouse grown during autumn-winter, to improve yield and quality (low nitrates content) Two Nitrogen fertilisation treatments, one organic (biostabilised compost) and one mineral (74% Ca (NO₃)₂ + 6 %NH₄NO₃ + 20% urea) and a control (without fertilisation) were applied. Each treatment received two different light conditions: 24hour light supply and no artificial light supply. Fresh weight, and nitrates in leaves and substrates were determined. Plants grown with light supply produced larger yields and shortened time to harvest and presented a lower content of nitrates regarding to the same fertilisation treatment without light supply. Biostabilised compost presented the best yield and mineral fertilisation without light supply the largest content of nitrates. Fertilisation with compost became the best option: yield and quality associated with a lower content of nitrates in the environment.

Key words. Compost, *Lactuca sativa*, nitrates, light supply

INTRODUCCIÓN

Cuando los vegetales de hojas se desarrollan en un ambiente con mucha disponibilidad de nitratos, la absorción por el vegetal excede a la reducción a amonio y pueden acumularse en las hojas, (Reinink,

1991). La lechuga (*Lactuca sativa*), es una especie que presenta una mayor habilidad para acumular nitratos que otras hortalizas (Richardson y Hardgrave, 1992), por lo cual un factor determinante de su calidad lo constituye un bajo nivel en

¹Cátedra de Química Analítica; ²Cátedra de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina Av. San Martín 4453 (1417). premuzic@mail.agro.uba.ar

sus hojas. Una fertilización nitrogenada está asociada con un buen rendimiento en la producción de lechuga, (Fontes *et al.*, 1997), pero a su vez elevadas dosis de fertilizantes nitrogenados aumentan la disponibilidad de los nitratos, influyendo directamente en su acumulación (Dellacecca y Patruno, 1990). El cultivo en un ambiente controlado, con suplementación de luz artificial, conjuntamente a una fertilización nitrogenada, incrementa el rendimiento y disminuye la acumulación de nitratos, (Sharon *et al.*, 1983). Así mismo, el cultivo con distintos tipos de compost presenta rendimientos semejantes a las fertilizaciones químicas pero acompañado de un menor contenido de nitratos (Ricci *et al.*, 1995).

El objetivo del ensayo fue evaluar el efecto combinado de la luz y la fertilización (química y orgánica) sobre el rendimiento y la concentración de nitratos en la planta y el sustrato postcosecha en lechuga cultivada en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una variedad de lechuga, "Mantecosa", del tipo laxo no formador de cabeza, de semillera la Germinadora, fue sembrada, a principios de otoño, sobre una mezcla germinadora y transplantada con cuatro hojas a macetas de polietileno 14 cm de diámetro. Las macetas fueron colocadas dentro de un invernadero de vidrio y policarbonato sin calefaccionar, durante el otoño-invierno. Se aplicaron 3 tratamientos de fertilización nitrogenada: 1- tratamiento orgánico con compost bioestabilizado (acción de microorganismos termófilos sobre cama de ave y chinchilla), 2- tratamiento mineral con 74% de N como nitrato de calcio -6% de N como nitrato de amonio- 20% de N como urea 3- testigo suelo sin fertilizar. Las propiedades del suelo y del compost se encuentran detalladas en el Cuadro N° 1.

Se llenaron 14 macetas por tratamiento y colocaron dentro de dos sectores del invernadero uno con 24 horas de luz artificial suplementaria con una intensidad de 120W.m⁻² (tubos de fotosíntesis) y otro sin luz artificial suplementaria. La fertilización nitrogenada aportó una dosis de 100 kg/ha de nitrógeno total. (Sorensen *et al.*, 1994; Arce *et al.*, 1996). En el tratamiento inorgánico fueron aplicadas dos dosis, aportando cada una de 50 kg/ha de nitrógeno total: a los 12 y a los 20 días posteriores al trasplante; mientras que en el tratamiento orgánico fue aplicada una dosis, al trasplante. Los parámetros evaluados fueron: el peso fresco de plantas de tamaño comercial y los contenidos de nitratos (Catado, 1975) y en los medios de desarrollo pos cosecha (ácido sulfanílico alfa-naftil amina). Los resultados fueron so-

metidos a un ANOVA y en caso de diferencias significativas ($p \leq 0.05$) mediante la comparación de medias (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La precocidad en los cultivos suplementados con luz artificial fue mayor, presentando un acortamiento de su ciclo a cosecha de 15 días (Cuadro N° 2), coincidentemente a lo observado por Sharon *et al.*, (1983).

El rendimiento en los tratamientos fertilizados y suplementados con luz artificial, fue significativamente mayor que el del tratamiento testigo suplementado con luz (Figura 1), superándolo el compost bioestabilizado en un 40% y el tratamiento con fertilización con urea en un 27%. Los tratamientos sin suplementación de luz no presentaron diferencias significativas entre ellos, independientemente del tipo de fertilización. El tamaño de las plantas, limitado probablemente por el tamaño de los contenedores, fue semejante al de la misma variedad cultivada en contenedores en San Pedro (Ulle, 2000).

El contenido de nitratos en las hojas de lechuga presentó diferencias significativas entre tratamientos, presentándose dos grupos: los tratamientos

Cuadro N° 1. Propiedades químicas del suelo y del compost bioestabilizado.

Sustrato	Suelo	Compost Bioestabilizado
PH (1:2.5 en H ₂ O)	6,70	6,30
E.C (S.m ⁻¹)	0,32	1,48
Materia orgánica (%) Wakley-Black	9,60	16,93
Nitrógeno total (%) Kjeldahl	0,44	1,50
Nitratos (ppm) (colorimetría)	265	185
C/N	10,00	11,28
P extractable (ppm) Kurtz-Bray K (%)	34,50	315
Fotometría dellama Ca (%)	0,078	0,078
Absorción atómica Mg (%)	0,31	0,26
Absorción atómica	0,048	0,036

Cuadro N° 2. Fechas de cosecha y porcentaje de plantas cosechadas en cada fecha.

Fechas de cosecha	Tratamientos con luz artificial			Tratamientos sin luz artificial		
	Bioestestab.	20% urea	Testigo	Bioestestab.	20%urea	Testigo
19/6	----	25 %	9%		-----	
25/6	----	17 %	---			
2/7	33 %	8 %	27 %			
17/7	67 %	50 %	64 %			
18/ 7				36 %	-----	42 %
4/8				45 %	30 %	8 %
6/8				---	30 %	15 %
22/8				19 %	40 %	15 %

con fertilización mineral presentaron, conjuntamente con el bioestabilizado sin suplementación de luz, el grupo con el mayor contenido de nitratos. El tratamiento orgánico con suplementación de luz, presentó los menores niveles, coincidentemente con Ricci *et al.*, (1995) y se diferenció significativamente de su homólogo sin suplementación de luz. Los valores observados fueron semejantes a los presentados por Arce *et al.*, (1996) y Magnani y Oggiano, (1997). La suplementación con luz significó para cada tra-

tamiento una disminución en su contenido de nitratos respecto del mismo sin suplementación de luz (Drews y Schonhof, 1996), aunque dicha disminución sólo fue significativa en el tratamiento con compost bioestabilizado.

El contenido de nitratos en el medio de cultivo luego de la cosecha mostró una tendencia semejante al contenido en hojas: con tres grupos con diferencias significativas entre sí. Los tratamientos fertilizados inorgánicamente con el mayor conte-

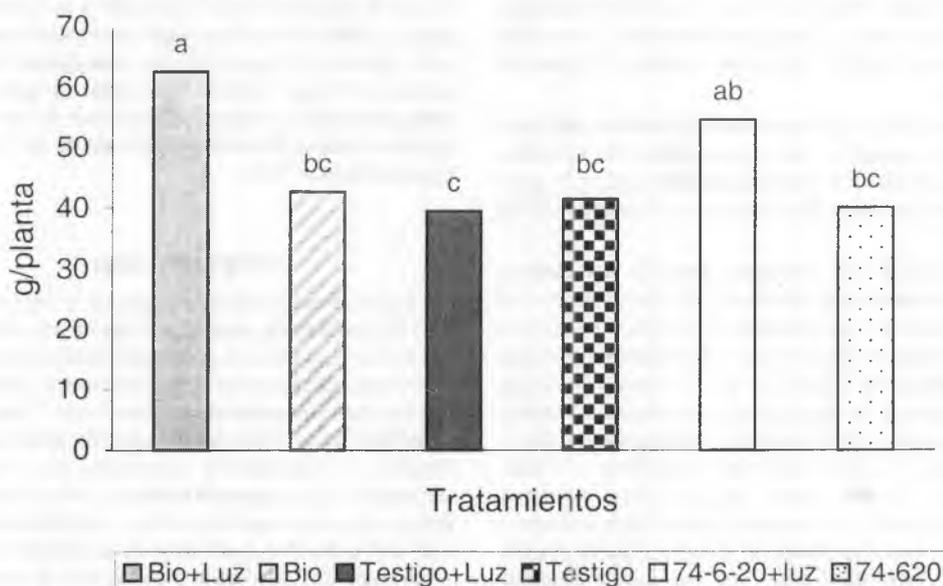


Figura 1. Rendimiento : peso fresco g/ planta . Los resultados representan las medias de 10 repeticiones por tratamiento. Cada barra representa la media de 10 repeticiones por tratamiento; barras con letras homólogas no presentan diferencias significativas entre sí (LSD p 0, 05)

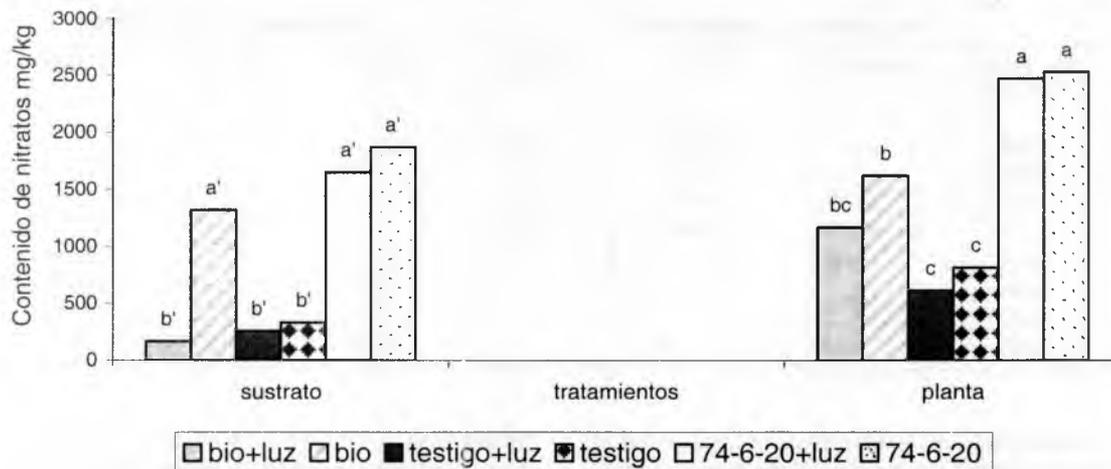


Figura 2: Contenido de nitratos mg/kg de peso fresco. Los resultados representan las medias de 10 repeticiones por tratamiento. Cada barra representa la media de 10 repeticiones por tratamiento; barras con letras homólogas no presentan diferencias significativas entre sí (LSD p 0, 05)

nido, seguidos por el compost bioestabilizado sin luz suplementaria, no mostrándose diferencias significativas entre el compost bioestabilizado con luz suplementaria y los tratamientos testigos sin fertilizar.

La tendencia del contenido de nitratos del sustrato post cosecha y en hojas confirma la relación existente entre la disponibilidad del medio y la acumulación en hojas (Dellacecca y Patruno, 1990) (Figura 2).

La luz artificial mejoró el peso de las plantas en los tratamientos fertilizados, observándose el efecto contrario en el testigo, donde hubo una interacción entre los factores luz y fertilización aunque no significativa. El contenido de nitratos en hojas, sólo confirmó la existencia de una estrecha correlación negativa entre el aumento de la actividad fotosintética y el contenido de nitratos (Behr y Wiebe 1992), en la producción orgánica con compost bioestabilizado. El contenido de nitratos de la producción con el fertilizante mineral, fue el mayor junto al bioestabilizado sin luz suplementaria. Probablemente debido a una menor disponibilidad

de los nitratos en el suelo, ya que el nitrógeno en el compost mayormente está ligado a la materia orgánica y debe mineralizarse para volverse disponible a las plantas. Ninguna de las concentraciones de nitratos en hojas superó los límites de permisión, para cultivos de lechuga de invierno: 3.500 mg/kg de peso fresco, (Gazzetta Ufficiale de la Comunità Europea, 1992).

CONCLUSIONES

La luz constituyó una importante herramienta para la producción, ya que produjo un acortamiento del ciclo y un aumento de rendimiento para todos los tratamientos con fertilización respecto del mismo tratamiento sin suplementación de luz. Respecto a la fertilización, el compost presentó la mejor opción: mejores rendimientos asociados a un menor contenido de nitratos en lechuga y en el medio de desarrollo de esta post cosecha, constituyendo una alternativa positiva para la disminución del impacto ambiental del nitrógeno nítrico en el ambiente, (Minotti *et al.*, 1994).

BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, A; A. VALLEJO; L.M. LÓPEZ VALDIVIA and P. HOYOS. 1996. Influence of the type of nitrogenous fertilizer on nitrate-N levels in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L. cv. Rubia hortelana). *Agricultura-Mediterranea*, 126 (2): 186-193.
- BEHR, U. and H. WIEBE. 1992. Relation between photosynthesis and nitrate content of lettuce cultivars. *Scientia Horticulturae*. 49: 175-179.
- CATALDO, D.; M. HAROON; L. SCHRADER and V. YOUNG. 1975. Rapid Colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Com. Soil Sci. Plant Anal.*, 6 (1): 71-80
- DELLACECCA, V. and A. PATRUNO. 1990. Effetti di dosi crescenti di azoto sulla produzione e sull contenuto in nitrati della lattuga a Cappuccio (*Lactuca sativa* var capitata) *Riv. di Agron.*, 24 (2/3): 167-173
- DREWS-, M. and I. SCHONHOF. 1996 Light Deficiency leads to higher nitrate concentrations in head lettuce growing head weight vitamin C content in lettuce *Taspo- Gartenmagazin*, 5 (4) : 42.
- FONTES, P.C.R.; P.R.G. PEREIRA and R.M. CONDE. 1997. Critical chlorophyll, total nitrogen, and nitrate-nitrogen in leaves associated to maximum lettuce yield. *Journal-of-Plant-Nutrition*,. 20(9): 1061-1068.
- GAZZETTA UFFICIALE DELL'ALIMENTAZIONE UMANA. 1992. 26ª serie Commissione Lussemburgo ISBN, 92-826-3465
- GUNES, A.; E. POST; E. KIRBY and M. AKTAS. 1994. Influence of partial replacement of nitrate, by amino acid nitrogen or urea in the nutrient medium on nitrate Accumulation in NFT grown Winter lettuce. *Journal of Plant Nutrition*, 17 (11) : 1929- 1938.
- MAGNANI, G and N. OGGIANO. 1997. Reducing the level of nitrates in hydroponic lettuce. *Colture-Protette*. 26 (1): 57-61.
- MINOTTI, P.L.; HALSETH, D.E. and SIECZKA, J.B. 1994. Field Chlorophyll measurements to asses the N status of potato varieties. *Hort Science* 29 (12): 1497- 1500.
- REININK, K. 1991. Genotype – Environmental Interaction for nitrate concentration in lettuce. *Plant Breeding*. 107: 39-49.
- RICCI, M.S.F. DOS; V.W.D. CASALI; A.A. CARDOSO and H.A. RUIZ. 1995. Nutrient contents in two lettuce cultivars fertilized with organic compost. *Pesquisa-Agropecuaria-Brasileira*, 30 (8): 1035-1039.
- RICHARDSON, S.J. and M. HARDGRAVE. 1992. Effect of temperature, carbon dioxide enrichment, nitrogen form and rate of nitrogen fertiliser on the yield and nitrate content of two varieties of glasshouse lettuce. *Journal of Science Food Agriculture*, 59 : 345-349.
- SEITZ, P. 1986. La problemática dei nitrati in orticoltura. *Colture Protette*, 10 : 17-24.
- SHARON, L.; M.C. KNIGHT and A. MITCHEL. 1983. Enhancement of Lettuce Yield by Manipulation of light and Nitrogen Nutrition. *J. Amer Soc. Hor. Sci.* 108 (5): 750-754.
- SORENSEN J.N; A.S. JOHANSEN and N. POULSEN. 1994. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce: 1. Marketable and nutritional quality as affected by nitrogen supply, cultivar and plant age. *Plant Foods for Human Nutrition*, 46: (1): 1-11
- ULLE, J. 2000. Lechuga calidad y cantidad. *Rev. Super Campo*-6: 59-61.