

Evaluación de la calidad de lechuga (*Lactuca sativa* L.) respecto a su contenido de nitratos y materia seca

Assessing the quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) for nitrate and dry matter contents

Sánchez, T.M. ¹

Fecha de presentación: 08/10/2009

Fecha de aceptación: 15/09/2010

RESUMEN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una hortaliza de consumo mundial y su producción ha ido en aumento. El contenido de nitratos en hojas es un aspecto importante de su calidad, íntimamente relacionada con la salud del consumidor. Con el objetivo de evaluar la calidad de lechuga, producida bajo cubierta, en cuanto a su contenido de materia seca y nitratos de manera de establecer si existían diferencias entre horarios y fechas de cosecha. Para con posterioridad compararlos si se encontraban dentro de los límites establecidos por la Legislación de la Comisión Europea. El trabajo se realizó entre Diciembre de 2005 y Diciembre de 2006, en un establecimiento ubicado en Toay, Provincia de La Pampa. Los resultados se analizaron mediante ANOVA con arreglo factorial de los datos. Para la comparación de las medias de los tratamientos se utilizó el test de Tukey ($p \leq 0,05$). La unidad experimental fue de 400 m², donde se extrajeron 8 plantas de lechuga representativas del cultivo, a las 9 y 17 h, en forma bi-mensual. A cada planta se le determinó peso fresco, peso seco y contenido de nitratos. Los resultados obtenidos del análisis de materia seca muestran diferencias altamente significativas entre horas y fechas, mientras que para el contenido de nitratos se encontraron diferencias significativas solo entre fechas. Todas las muestras analizadas se encuentran por debajo de los límites establecidos por la Legislación de la Comisión Europea.

Palabras clave: lechuga, nitratos, materia seca, Legislación de la Comisión Europea

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a vegetable of global consumption and his production has been increasing. The nitrate content in leaves is an important aspect of his quality, closely related to consumer health. In order to assess the quality of lettuce produced under cover, in terms of dry matter and nitrate contents in order to establish whether there were differences between times and dates harvest. To compare them, if they were within the limits established by the legislation of the European Commission. The work was conducted between December 2005 and December 2006, in an establishment located in Toay, Province of La Pampa. The results were analyzed using ANOVA by arrangement factorial of the information. For comparison of treatment means Tukey test ($p \leq 0.05$) was used. The experimental unit was 400 m², which extracted 8 lettuce plants representative of the crop, at 9 and 17 h, in a bi-monthly. Fresh weight, dry weight and nitrate content of each plant were determined. The results of the analysis of dry matter showed highly significant differences between times and dates, while for nitrate only significant differences between

¹Prof. Adj. de la Cátedra de Química III. Fac. de Agr. UNLPam. e-mail: sanchez@agro.unlpam.edu.ar

dates. All samples are below the limits established by the legislation of the European Commission.

Keywords: lettuce, nitrate, dry matter, European Commission Legislation

INTRODUCCIÓN

La producción, comercialización y consumo de frutas y hortalizas en el mundo son cada vez mayores y representan un soporte muy significativo para economías agrícolas y para mejoramiento de la salud de los consumidores de todo el mundo.

La Prov. de La Pampa, ubicada en el centro del país, es considerada un área marginal para producción de hortalizas, lo cual limita la producción de cultivos intensivos a campo. A pesar de ello, en la última década ha comenzado a incrementar la superficie de cultivo bajo cubierta (SAGPyA e INDEC, 2002).

El concepto de calidad en hortalizas está dejando de ser concebido sólo en relación con el aspecto externo del producto. El nivel de pesticidas y fertilizantes empleados durante su producción, el valor nutritivo y el contenido de sustancias nocivas para la salud en los órganos comestibles, se consideran factores cualitativos de importancia de calidad e inocuidad alimentaria.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una verdura de consumo mundial y su producción ha ido en aumento y en nuestro país, es la hortaliza más consumida en ensaladas, según informes del Mercado Central Argentino.

El contenido de nitratos en hojas es un aspecto importante de su calidad, íntimamente relacionada con la salud del consumidor (Cradock, 1983).

El contenido de nitratos aceptable en la ingesta diaria corresponde a 3,65 mg/kg de peso vivo (Ministry of Agriculture, Food and Fisheries, 1999). Es decir, la ingesta de nitratos diaria de una persona con un peso corporal de 70 kg no debería superar los 259 mg. Las hortalizas, en particular, de hoja (lechuga, acelga y espinaca) acumulan contenidos de nitratos mayores a otros tipos de alimentos (Hill, 1990). Cuando la absorción de nitrato excede a la asimilación,

los iones nitratos se pueden acumular en las vacuolas de las células (Granstedt & Huffaker, 1982).

Asimismo, la acumulación de este ion en las hojas se incrementa cuando la planta es cultivada en condiciones restrictivas de luz (Blom-Zandstra, 1989). Así, la planta utilizaría más carbohidratos e iones nitratos como regulador osmótico (Streingröver *et al.*, 1993). Por lo anterior, la Comisión Europea ha legislado indicando los contenidos máximos de nitratos permitidos para lechuga cultivada en invernadero y al aire libre en diferentes épocas del año (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002) (Tabla 1).

Las principales fuentes de ingestión de nitratos (NO_3^-) son: las hortalizas, el agua y las carnes curadas. Las hortalizas, son un componente importante de la dieta, éstas representan el 72-94 % del nitrato ingerido (Dich, *et al.*, 1996). Los NO_3^- son relativamente poco tóxicos por sí solos, pero aproximadamente el 5 % del nitrato ingerido, se puede convertir en nitritos (NO_2^-), en la saliva y el tracto gastrointestinal (Pannala *et al.*, 2003) y principalmente en el estómago (Socaciu & Stanila, 2007).

El efecto más conocido de los NO_2^- , es la capacidad que tienen de reaccionar con la hemoglobina, generando productos oxidativos y metahemoglobina, ésta deteriora la entrega de oxígeno y produce problemas respiratorios principalmente en infantes (Mensinga *et al.*, 2003). También, los NO_2^- ingeridos como tal o provenientes de la reducción de NO_3^- , en el estómago se convierten en ácido nitroso (HNO_2) y diferentes óxidos (NO_x), éstos pueden reaccionar con aminos secundarias, terciarias y amidas, provenientes de otros alimentos, como quesos, pescado y carnes formando N nitrosocompuestos (nitrosaminas) de formación endógena (Santamaría, 2006). Se ha demostrado en más de cuarenta especies animales que los N nitrosocompuestos son cancerígenos (Mensinga *et al.*,

2003). La formación endógena de dichos compuestos ha sido comprobado en estudios realizados en humanos (van Maanen *et al.*, 1998; Vermeer *et al.*, 1998; Santamaría, 2006).

De acuerdo a la OMS y la legislación de la Comunidad Económica Europea (CE) N° 563/2002 (FSIS 74/05), obtener plantas de lechuga con tenores adecuados de nitratos, es una cuestión de calidad y seguridad alimentaria e inocuidad.

Tabla 1. Contenidos máximos de nitrato en lechuga regulados por la Comisión Europea (CE) N° 563/2002 ⁽¹⁾

Tipo de cultivo	Período de cosecha ⁽²⁾	mg NO ₃ /kg ⁽³⁾
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.)	Cosechadas entre 1 octubre y 31 de marzo	
	. Lechugas cultivadas en invernadero	4500
	. Lechugas cultivadas al aire libre	4000
	Cosechadas entre 1 abril y 30 de septiembre	
Lechuga tipo "Iceberg"	. Lechugas cultivadas en invernadero	3500
	. Lechugas cultivadas al aire libre	2500
	. Lechugas cultivadas en invernadero	2500
	. Lechugas cultivadas al aire libre	2000

(1) *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, 2002.

(2) Hemisferio norte.

(3) *Peso fresco*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El establecimiento se encuentra ubicado entre las calles Jujuy y Catamarca, (GPS: S 36° 40,127', W 64° 21,993') de la ciudad de Toay, Provincia de La Pampa.

La superficie cultivada total en Diciembre de 2005, eran 2000 m² cubiertos, de los cuales 500 m², se dedicaban a lechuga crespa durante todo el año.

El análisis de suelo realizado al comienzo del trabajo arrojó los siguientes resultados: humedad equivalente: 12,2 %; materia orgánica: 1,9 %; fósforo: 178 ppm; Nitrógeno total: 0,142 %; pH en pasta: 7,10. El estiércol utilizado contenía 1,72 % de N total, determinado por método de Kjeldahl (Volonteri & Jonas, 1981).

La calidad de agua de riego, según normas Riverside fue clasificada como: C₂ S₁. Siendo C₂: agua de salinidad media y S₁: agua

Los objetivos del presente trabajo fueron:

1) relevar el contenido de nitratos y materia seca en lechuga producida bajo cubierta, para evaluar si se encuentran dentro de los estándares establecidos en la legislación de la Comunidad Económica Europea.

2) evaluar si existen diferencias del contenido de nitratos y materia seca comparando épocas y horarios de corte.

con bajo contenido de sodio, pH: 7,10.

Durante el primer año del cultivo el productor agregaba 3 kg/m² de estiércol de gallina o cama de pollo, en la segunda cosecha no se incorporaba ningún tipo de abono y a la tercera cosecha se fertilizaba con fosfato diamónico (0,02 kg/m²) incorporado, luego rotaba con otras hortalizas.

Las muestras se tomaron en forma bimensual, desde Diciembre de 2005 hasta Diciembre de 2006, sobre 400 m² de cultivo, tomándose al azar 8 plantas tal cual el productor las entregaba al mercado. Dichas muestras se tomaron a las 9 y 17 h, se colocaron en bolsas de polietileno rotuladas y se llevaron inmediatamente al Laboratorio de Química de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

Se les determinó el peso fresco a cada planta e inmediatamente se las colocó sobre bandeja de cartón, en estufa con circulación de

aire a 60°C, hasta peso constante, para la determinación del porcentaje de materia seca.

Cada planta fue molida, con molinillo tipo Wiley hasta que pasara por malla de 40 mesh. Guardándose en bolsas de polietileno para la determinación de nitratos.

La determinación de nitratos se realizó por método de Cataldo (Cataldo *et al.*, 1975).

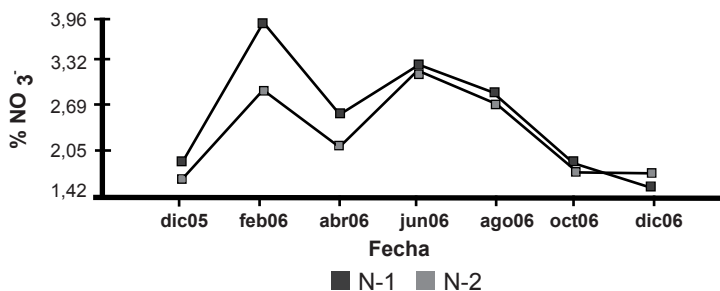
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de nitratos

De los resultados obtenidos se observan diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para el porcentaje de nitratos expresados en base

seca (b.s) entre las fechas de cosecha. En cuanto a los horarios de cosecha no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), como así tampoco en la interacción entre fechas de cosecha y horas.

En la Figura 1 se presentan los valores correspondientes al % de NO_3^- (b.s), éstos oscilaron entre 1,64 y 3,39 %, siendo inferiores a los encontrados en lechuga tipo romana y tipo iceberg por Muramoto (1999), el autor informa 3,22 y 3,92 % NO_3^- (b.s) para lechuga tipo romana con manejo convencional y orgánico respectivamente, mientras que para tipo iceberg determinó valores máximos de 2,96 % NO_3^- (b.s.) con manejo convencional y 2,95 con manejo orgánico (Muramoto, 1999).



N-1 = % NO_3^- horario mañana. N-2 = % NO_3^- horario tarde

Figura 1. Porcentaje de nitratos (b.s)

Al realizar el test de comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) para los valores promedios de las 16 observaciones de cada una de las fechas de cosecha, se observan que los valores con menor % de NO_3^- se obtuvieron en

dic-06 y dic-05 mientras que en los meses de feb-06, y jun-06 se obtuvieron los mayores, observándose diferencias estadísticamente significativas entre estos dos grupos (Tabla 2).

Tabla 2. Valores medios y diferencias de medias del % de nitratos

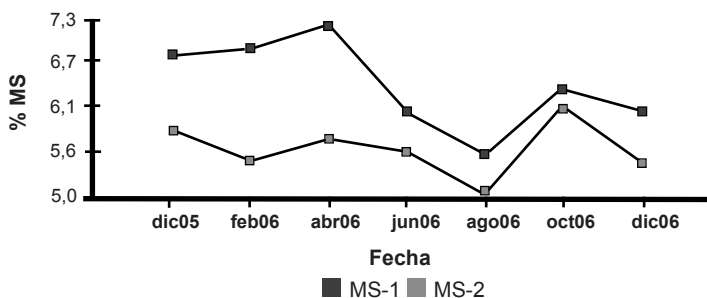
Fecha	Medias	n			
dic-06	1,64	16	A		
dic-05	1,77	16	A		
oct-06	1,82	16	A		
abr-06	2,32	16	A	B	
ago-06	2,79	16		B	C
jun-06	3,21	16			C
feb-06	3,39	16			C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Porcentaje de materia

Para la variable % de materia seca (MS) (Figura 2), se encontraron diferencias altamente

significativas ($p < 0,01$) entre horas y fechas y no se encontró diferencias significativas en la interacción entre ambos factores.



MS-1 = % MS horario mañana. MS-2 = % MS horario tarde.

Figura 2. Porcentaje de materia seca

Tabla 3. Valores medios y diferencias de medias del porcentaje de materia seca

Fecha	Medias	n		
ago-06	5,33	16	A	
dic-06	5,81	16	A	B
jun-06	5,88	16	A	B
feb-06	6,21	16		B
oct-06	6,3	16		B
dic-05	6,36	16		B
abr-06	6,49	16		B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Los valores obtenidos (Tabla 3), son inferiores a los informados por Muramoto (1999) que reporta contenidos de 6,6 % en lechuga de hoja en invierno y superiores a los reportados Turazi *et al.*, (2006), que fluctuaron entre 4,25 y 5,25% y Defilipis *et al.*, (2006) cuyos tenores oscilaron entre 4,48 y 4,78 % de MS.

En cuanto a la hora de cosecha fue en promedio superior el horario de tarde, cuyo valor fue de 5,60 % de MS, mientras que para la mañana fue de 4,86 %, probablemente debido al estrés hídrico que se produce en horarios vespertinos, principalmente en los meses más cálidos (Defilipis, *et al.*, 2006). Una incipiente situación de estrés hídrico explicaría la acumu-

lación diferencial de biomasa seca, considerando que esta situación cambiaría la actividad de fuentes y destinos, al permitir una acumulación de fotoasimilados para luego ser repartidos (Lomis & Connor, 2002).

Contenido de nitratos expresados en mg / kg fresco

Para la variable NO_3^- expresados en mg/kg fresco, se encontró diferencias altamente significativas entre fechas ($p < 0,01$), no se encontraron diferencias significativas entre horas ni en la interacción entre ambos factores.(Figura 3).

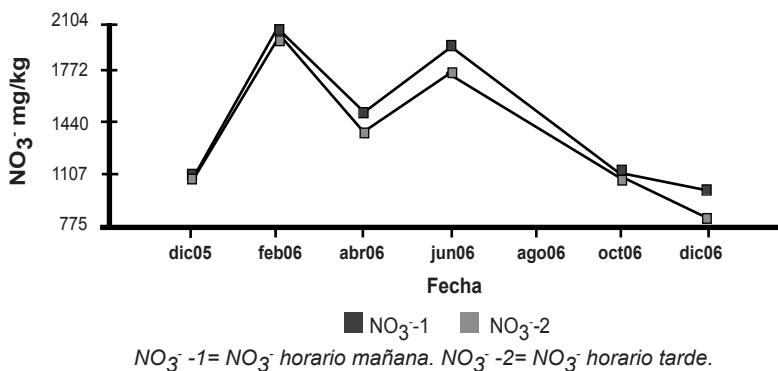


Figura 3. Contenido de nitratos expresados en mg/kg fresco

En la Tabla 4 se presentan los valores medios y pruebas de diferencias de medias.

Los rangos entre los contenidos máximos y mínimos son similares a los informados por Muramoto (1999), investigados en lechugas compradas en supermercados de California, que variaron entre 960 mg/kg en lechuga de hoja y 1900 mg/kg para lechuga romana.

El incremento de NO₃⁻ producido en febrero de 2006, fue probablemente debido al estrés térmico y salino del suelo, ocurrido por

las altas temperaturas que pudieron haber afectado la actividad de la nitrato reductasa (Chow *et al.*, 1990; Maynard *et al.*, 1976).

Los valores obtenidos en el presente estudio son inferiores a los encontrados en un monitoreo realizado en Reino Unido, durante los años 2000, 2001 y 2002, cuyos tenores máximos para verano del 2000 fueron de 4600 mg/kg fresco y en invierno valores máximos de 4700 mg/kg fresco, mientras que en el invierno de 2002, se obtuvo un valor máximo de 5045 mg/kg fresco (FSIS 63/04).

Tabla 4. Valores medios y diferencias de medias del contenido de nitratos mg/kg fresco

Fecha	Medias	n				
dic-06	928,94	16	A			
dic-05	1111,63	15	A	B		
oct-06	1136	16	A	B		
abr-06	1463,31	16		B	C	
ago-06	1483,56	16		B	C	
jun-06	1867,69	16			C	D
feb-06	2026,5	16				D

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias altamente significativas en el porcentaje de materia seca

entre horas de cosecha y fechas.

Para los tenores de nitratos se encontraron diferencias altamente significativas entre fechas. No se encontraron diferencias entre los horarios de cosecha para ninguna de las dos ex-

presiones

Bajo las condiciones de manejo realizadas en el establecimiento y aplicando riegos con agua de buena calidad, se obtiene un producto de excelente calidad en cuanto a contenido de nitratos.

Los tenores de nitratos obtenidos, se encuentran debajo de los límites establecidos por la Legislación de la Comisión Europea (EC) N° 563/2002, lo que indicaría que serían inocuos para la salud del consumidor.

BIBLIOGRAFÍA

- Blom-Zandstra, M. & A. Eenick, 1986. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. of American Society of Horticulture Science* 111: 908-911.
- Cataldo, D.A., M. Haaron, L. Schrader & V.L.Young.1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. S. Sci. and plant analysis*. 6: 71-80.
- Craddock, V.M. 1983. Nitrosamines and human cancer: proof of an association. *Nature* 306:638.
- Chow, W.S., M.C. Ball & J.M. Anderson. 1990. Growth and photosynthetic responses of spinach to salinity: implications of K⁺ nutrition for salt tolerance". *Aust. J. Plant Physiol.*, pp. 563-578.
- Defilipis, C., S. Pariani, A. Jiménez & A. Bouzo. 2006. Respuesta al riego en lechuga (*Lactuca sativa* L.) cultivada en invernadero. III jornadas de actualización en Riego y fertirriego. INTA Mendoza. www.inta.gov.ar/Mendoza/Jornadas/Trabajospresentados.
- Diario oficial de las comunidades europeas. 2002. Reglamento (CE) N° 563/ 2002.Revisado *en*: http://europa.eu.int/eurllex/pri/es/oj/dat/2002/l_086/l_08620020403es00050006.pdf .
- Dich, J., R. Jivinen, P. Knekt & P. Penttil. (1996). Dietary intakes of nitrate, nitrite and NDMA in the Finish Mobile Clinick Health Examination Survey. *Food Addit Contam* 15: 541-552.
- FSIS 63/04 September 2004. UK monitoring programme for nitrate in lettuce and spinach 2000-2002. Revisado *en*: www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/nitrates.pdf.
- FSIS 74/05. Food Survey Information Sheet. 2004. "UK monitoring programme for nitrate in lettuce and spinach". *en*: www.food.gov.uk/science/surveillance.
- Granstedt, R. & R.C. Huffaker. 1982. Identification of the leaf vacuole as major nitrate storage pool. *Plant Physiology* 79: 410-413.
- Hill, M. J. 1990. Nitrates and nitrites from food and water in relation to human disease. *En*: Ellis Wood (ed.) *Food Science and Technology*. London, pp. 163-193.
- Loomis, R.S. & D.J. Connor. 2002. Crop ecology, productivity and management in agricultural systems. Cambridge University Press, New York, USA. 591p.
- Maynard, D., A. Baker, P. Minotti & N. Peck. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Adv. Agron.* 28:71-118.
- Mensinga, T., G. Speijers & J. Meulenbelt. 2003. Health implication of exposure to environmental nitrogenous compounds. *Toxicol Review* 22:41-51.
- Ministry of Agriculture, Food & Fisheries, MAFF. 1999. Nitrate in lettuce and spinach. *Food Surveillance information sheet* 177. 11p.
- Muramoto, J. 1999. Comparison of nitrate content in leafy vegetables from organic and conventional farms in California. Revised version. Center for Agroecology and Sustainable Food System. University of California. Santa Cruz. Santa Cruz, CA 95064. 64 p.

- Pannala, A.S., A.R. Mani, J.P. Spencer, V. Skinner, K.R. Bruckdorfer, K.P. Moore & C.A Rice – Evans. 2003. The effect on dietary nitrate on salivary, plasma, and urinary nitrate metabolism in humans. *Free Rad. Biol. Med.* 34: 576-584.
- SAGPyA e INDEC 2002. Superficie implantada a campo o bajo cubierta por especie, según Provincia. Total del país.
- Santamaría P. 2006. Review. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. *J. Sci. Food Agric.* 86: 10-17.
- Socaciu, C. & A. Stanila, 2007. In *Case Studies in Food Safety and Environmental Health*. Pag. 11-19-. Disponible en <http://www.springerlink.com/Content/g4hk266n488g5605>.
- Steingröver, E., W. Steenhuizen & J. Van der Boon. 1993. Effect of low light intensities at night on nitrate accumulation in lettuce grown on a recirculating nutrient solution. *Neth. J. Agric. Sci.* 41, pp. 13-21.
- Turazi, C., A. Junqueira, S. Oliveiras & L. Borgo. 2006. Acúmulo de nitrato em alface em funcao da abudacao, horário de colheita e tempo de armazenamento. *Hoerticultura brasileira* 24:65 -70.
- van Maanen, J. M., M. F. Danielle, M. Pachen, J. W. Dallingaand & J. C. Kleinjans. 1998. Formation of nitrosamines during consumption of Nitrate and amine-rich food, and the influence of the use of mouthwashes. *Cancer detection and prevention* 22:204 – 212.
- Vermeer, I. T., D. M. Pachen, J. W. Dallinga, J. C. Kleinjans & J. M. van Maanen. 1998. Volatile N – nitrosamine formation after intake of nitrate at the ADI level in combination with amine- rich diet. *Environment Health Perspect.*: 106:459-463.
- Volonteri, H. & O. Jonas. 1981. La determinación del N en materiales biológicos. *Bol. Centro Pampeano de Estudios en Cs. Naturales y Agrónomicas.* 2:23-30.