

(S8-P111)

FACTORES DE PRECOSECHA QUE AFECTAN LA CALIDAD POSTCOSECHA EN LECHUGA (*Lactuca sativa* L.)

ANGEL CHIESA e IGNACIO MAYORGA

Cátedra de Horticultura, Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, (C1417DSE), Buenos Aires, Argentina. e-mail: achiesa@agro.uba.ar

Palabras clave: nitratos - ácido ascórbico - mínimamente procesadas - hortalizas de hoja

RESUMEN

El desarrollo de nuevos enfoques que aseguren la calidad de las hortalizas depende de una mejor comprensión de su fisiología y bioquímica, así como de la influencia del ambiente y la tecnología de producción. El objetivo de este estudio fue determinar la incidencia de la dosis de fertilizante en un cultivo de lechuga a campo sobre la calidad del producto de acuerdo a la época de producción y el material genético empleado. Los ensayos se realizaron en otoño-invierno y primavera con lechuga mantecosa (cv. Dagan) y de hojas sueltas (cv. Brisa) empleando un manejo de cultivo convencional. Los tratamientos fueron: lombricompost (24 t ha⁻¹), 75 y 150 kg N ha⁻¹ aplicado como urea. A cosecha fueron seleccionadas las hojas externas e internas, lavadas en soluciones clorinadas, pesadas, envasadas en bolsas de poliolefina y almacenadas a 1°C durante siete días. Los muestreos se tomaron a cosecha y cada dos días durante el almacenamiento para medir las concentraciones de nitratos y ácido ascórbico. La fertilización nitrogenada incrementó la acumulación de nitratos, especialmente en el cultivo otoño-invernal independientemente del genotipo. En general, las hojas externas presentaron una menor concentración de nitratos que las hojas internas. Los nitratos disminuyeron al final del almacenamiento. Los niveles de ácido ascórbico a cosecha fueron en general mayores en otoño para Brisa, en cambio en primavera Dagan tuvo mayores niveles en hojas externas con fertilización. El aumento de los niveles de fertilización en primavera tendió a disminuir el ácido ascórbico a cosecha en Brisa. En el otoño este cultivar tuvo más ácido ascórbico con 150 kg N ha⁻¹. Por otro lado, Dagan tendió a mayores niveles de ácido ascórbico con mayor nivel de fertilización en ambas épocas, particularmente en hojas internas. Al final del almacenamiento el ácido ascórbico en Brisa no tuvo una tendencia definida, mientras que en Dagan aumentó.

PREHARVEST FACTORS AFFECTING POSHARVEST QUALITY IN LETTUCE (*Lactuca sativa* L.)

Keywords: nitrate - ascorbic acid - ready to use - leafy vegetables

ABSTRACT

The development of new approaches to assure the quality of vegetables depends on a better understanding of the physiology and biochemistry, and also the influence of the environment and the production technology. The objective of this study was to determine the incidence of the fertilizer dose on a field grown lettuce crop over the quality of the product in relation to the season production and the genetic material used. The experiments were carried on fall-winter and spring with butterhead lettuce (cv. Dagan) and leafy lettuce (cv. Brisa)

using a conventional system of production. Treatment were vermicompost (24 t ha^{-1}), 75 y 150 kg N ha^{-1} applied as urea. At harvest internal and external leaves were selected, washed in chlorine solutions, weighted, packed in polyolefin bags and stored at 1°C during seven days. Samples were taken at harvest and each two days during the storage to measure nitrate and ascorbic acid concentrations. The N fertilization increased nitrate accumulation, especially in the fall-winter crop independently of the genotype. In general, the external leaves showed lower nitrate concentrations than internal leaves. Nitrate decreased at the end of the storage. Ascorbic acid levels at harvest were in general higher for Brisa during fall-winter, but in spring Daguán had higher levels in external leaves with fertilization. Higher levels of N fertilization in spring made ascorbic acid concentrations in Brisa tend to decrease. This cultivar in fall-winter had more ascorbic acid with 150 Kg N ha^{-1} . On the other hand, Daguán tended to higher levels of ascorbic acid with higher levels of fertilization in both seasons of growth, especially in internal leaves. At the end of the storage ascorbic acid of Brisa had no a defined trend while Daguán increased.

INTRODUCCIÓN

La calidad comprende la totalidad de los rasgos y características de un producto que guarda relación con la capacidad de satisfacer una necesidad determinada. Es una combinación de las características, atributos y propiedades que le dan valor en la alimentación humana (Kader, 2002). La calidad de los productos hortícolas puede ser estudiada en función de cuatro componentes intrínsecos: higiénico sanitaria, nutricional, tecnológica y organoléptica (Gaviola, 1996).

Las hortalizas de hoja comprenden un grupo de especies de muy diverso origen, cuyo consumo aporta a la dieta fundamentalmente minerales y vitaminas. Es la especie aprovechable por sus hojas más importante a nivel mundial. Además contiene numerosas vitaminas y elementos minerales, y por su bajo aporte calórico es indispensable en cualquier régimen dietético (Maroto, 2000). En Argentina se calcula que la superficie plantada con esta especie es de aproximadamente 40 mil ha y los ingresos al Mercado Central de Buenos Aires son estables en el tiempo y rondan las 42 mil toneladas anuales. El consumo aparente es de unos 19 kg por habitante y año para los tipos criollas y de 1,7 kg habitante y año para las de cabeza (CMCBA, 2005).

La producción de lechuga se realiza sobre una gran variedad de suelos, pero las mejores calidades se logran en aquellos de consistencia media, naturalmente fértiles, con alto contenido de materia orgánica, buen drenaje y adecuada capacidad de retención de agua. La lechuga es una especie que tolera poco la acidez, adaptándose en cambio a suelos alcalinos y siendo moderadamente sensible a la salinidad (Mallar, 1978).

El nitrógeno es uno de los principales macronutrientes requeridos por el cultivo, y de los más comprometidos en su balance y disponibilidad en los suelos utilizados en forma intensiva. La acumulación de nitrógeno en la biomasa aérea vegetativa puede presentar valores tan elevados como del 4% de la materia seca bajo la forma de nitrógeno nítrico (Maynard *et al.*, 1976). Parte de los nitratos ingeridos por el hombre pueden ser convertidos a nitritos causando metahemoglobinia y nitrosaminas carcinogénicas (Craddock, 1983). La lechuga se encuentra entre las hortalizas con mayor capacidad de acumulación de nitratos (Maynard *et al.*, 1976) y tal fenómeno es ampliamente regulado por factores ambientales y culturales (Blom-Zandstra y Lampe, 1985; Reinink, 1993; Dapigny *et al.*, 1997; Tittonell *et al.*, 2003; Chiesa, 2003). Un ejemplo son los cultivos otoño-invernales que tienen mayor concentración de nitratos en sus tejidos que cultivos transplantados en primavera-verano. Ello debido a la exposición de los primeros a fotoperíodos cada vez más cortos y a una menor

intensidad lumínica. La causa de tal comportamiento sería la menor actividad de la nitrato reductasa (Lacerota *et al.*, 1997; McCall y Willumsen, 1999).

A medida que aumenta la disponibilidad de nitrógeno, su acumulación por el cultivo se incrementa, esto conduce a una mayor tasa de crecimiento relativo del mismo y a una disminución proporcional de la materia seca (Dapigny *et al.*, 1997). Estos antecedentes, unidos a una amplia gama de experiencias que avalan la respuesta favorable de la lechuga a la fertilización nitrogenada (Gianquinto *et al.*, 1992; Leja *et al.*, 1994; 1995; Rozek *et al.*, 1994 a,b; 1995 a,b; Custic *et al.*, 1994; Michalovic, 1994; Sorensen *et al.*, 1994; Sady *et al.*, 1995; De Grazia *et al.*, 1998, Tittonel *et al.*, 2003), llevan a considerar la posibilidad de implementar un plan básico de fertilización con fuentes minerales de composición química conocida y de rápida asimilación, considerando el corto ciclo de este cultivo. Las recomendaciones sobre dosis de aplicación en diferentes trabajos suelen ser específicas para las condiciones de cada experiencia. A modo de ejemplo, Sorensen *et al.*, (1994), trabajando con una serie de dosis de aplicación de 50 a 200 kg N ha⁻¹, hallaron el rendimiento óptimo con 150 kg N ha⁻¹, aunque con pequeñas diferencias con respecto a 100 y 200 kg N ha⁻¹.

Una práctica muy frecuentemente utilizada en cultivos intensivos como los hortalizas es la fertilización con sustancias orgánicas de origen animal y vegetal. Uno variante es la aplicación de compost previamente fermentado y digerido por lombrices, principalmente del género *Eisenia*. La disponibilidad de nitrógeno en este tipo de compuestos es significativamente más baja que la de las fertilizaciones minerales más comúnmente recomendadas, por lo que las variables relacionadas con el crecimiento son comparativamente menores. Otra cuestión es el cambio en la composición química de las plantas obtenidas con este tipo de manejo agronómico versus las fertilizaciones químicas minerales usuales. La concentración de nitratos, por ejemplo, es menor con el uso de lombricompost (Ricci *et al.*, 1995), el porcentaje de fibra y sólidos solubles es mayor, el porcentaje de cenizas es menor y la preferencia de los consumidores por las lechugas provenientes de cultivos manejados en forma orgánica es marcadamente mayor debido a su turgencia, brillo, aspecto general y color (Vignoni *et al.*, 2003).

Por otra parte, el concepto de calidad en hortalizas está dejando de ser concebido sólo en relación con el aspecto externo del producto. Aspectos tales como el nivel de pesticidas y fertilizantes empleados durante su producción y, consecuentemente, el valor nutritivo y el contenido de sustancias nocivas para la salud en los órganos comestibles, se consideran factores cualitativos de importancia. El contenido de nitratos en hojas de lechuga es un aspecto importante de su calidad, tanto en relación con la salud del consumidor (Craddock, 1983) como a su comportamiento postcosecha (Leja *et al.*, 1994; Drews *et al.*, 1995; Poulsen *et al.*, 1995; Tittonell *et al.*, 2000a). De hecho, la dosis media diaria admisible para el consumo humano, corporal según la Organización Mundial de la Salud, es 5 mg kg⁻¹ de peso. En países con legislación sobre los residuos de nitratos admitidos para diversas hortalizas, el nivel máximo más frecuente para lechuga es 4000 ppm (Sanz de Galdano *et al.*, 1991) y Alemania y Suiza establecen límites de 3500 ppm (Dunand, 1990).

El contenido de nitratos y azúcares reductores se encuentran correlacionados negativamente (Drews *et al.*, 1995). Poulsen *et al.*, (1995) encontraron un aumento del contenido de nitratos en plantas fertilizadas con dosis de 50-100 Kg. N ha⁻¹, luego de una semana de almacenamiento en cámara a 1°C, mientras que los niveles de glucosa, fructosa y ácido ascórbico disminuyeron con el incremento de la dosis de fertilizante nitrogenado. Este fenómeno puede estar relacionado con el mantenimiento del potencial osmótico en la planta. Cuando la actividad fotosintética disminuye y por ende la concentración de azúcares en los tejidos, la presencia nitratos compensaría esa disminución del potencial. También se sabe que la concentración de nitratos es mayor en hojas externas que internas (Maynard *et al.*, 1976; Slipka *et al.*, 2000).

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de campo

Los ensayos se realizaron en el campo experimental de la cátedra de Horticultura de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (34 ° 45' S; 60° 31' W). Los cultivos se llevaron a cabo a principios de otoño y comienzos de primavera de 2005, con cultivares de los tipos comerciales de lechuga (*Lactuca sativa* L.) de hojas sueltas, cv. "Brisa" y tipo mantecoso, cv. "Daguan". Se utilizaron plantines producidos en invernadero comercial sobre bandejas plásticas y fueron transplantados al estado de dos hojas verdaderas totalmente expandidas a los 35 días desde la siembra. Se dispusieron en canchales de 1,1 m de ancho, con una altura de 0,25 – 0,30 m, y una densidad de 16 plantas m⁻² (0,25 m x 0,25 m) para ambos tipos de lechugas. El ensayo se condujo de manera similar a un cultivo comercial.

Se evaluaron los siguientes niveles de fertilización N1 (0 kg. N ha⁻¹), V (24 t. lombricompostado ha⁻¹) aplicado en el hoyo de plantación, N2 (75 kg. N ha⁻¹) y N3 (150 kg. N ha⁻¹) en forma de urea aplicado cuando el cultivo cubrió el 60 % del suelo. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con parcelas divididas y cuatro repeticiones.

Condiciones postcosecha

De cada tratamiento se tomaron 3 plantas, se eliminaron las hojas externas con daños mecánicos, decoloración, amarillamiento y quemado del borde de la hoja u otros síntomas de enfermedades. Se separaron las hojas externas de las internas, desinfectadas en soluciones clorinadas de 100 ppm, lavadas, centrifugadas a 2800 rpm durante 15 segundos, pesadas (90 g bolsa⁻¹), envasadas en bolsas de poliolefina PD-961EZ y almacenadas a 1°C y 95 % HR durante siete días. Las bolsas se colocaron al azar dentro de la cámara. Se realizaron tres repeticiones de cada tratamiento, siguiendo los lineamientos generales de ensayos repetidos en el tiempo según una estructura anidada. La unidad experimental fue la bolsa de lechuga procesada.

La determinación de nitratos se realizó con la técnica colorimétrica de Cataldo *et al.* (1975) y con lecturas a $\lambda=520$ nm en un espectrofotómetro Agilent 8453. El contenido de Ácido ascórbico se determinó utilizando un HPLC en fase reversa, Hewlett Packard HPLC Series 1100, USA. El mismo posee degasificador, bomba cuaternaria, autosampler y detector de onda múltiple. Se utilizó una columna Eclipse XDB-C18, 4.6 mm ID x 250 mm.

Condiciones de corrida: Fase móvil: Fosfato Diácido de Potasio (PO₄H₂K) 0.2 M, pH 2.40. Long. De onda de lectura: 254 nm. Flujo: 1.5 mL/min. Volumen de Inyección: 5 μ L.

La técnica para determinar ácido ascórbico fue una combinación de las utilizadas por Vicente, *et al.* (2005) y Kvesitade, *et al.* (2000) ajustada por los técnicos de la Cátedra de Bioquímica, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Análisis estadístico

El análisis de las variables en estudio se realizó mediante un análisis de varianza según un esquema de experimentos repetidos en el tiempo, y las comparaciones posteriores de medias de tratamientos según la prueba de Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido medio de nitratos de todos los tratamientos en otoño fue de 716,42 ppm. Daguan tuvo un contenido de nitratos significativamente mayor (Figura 1). Este resultado concuerda con Siomos *et al.* (2002) quienes comprobaron que las lechugas de cabeza tenían mayores contenidos de nitratos que las lechugas de hojas. El mismo autor no encontró

diferencias significativas entre hojas internas y externas en lechugas de hoja pero si en lechugas de cabeza donde las hojas externas presentaron las mayores concentraciones.

A medida que se incrementó la dosis de nitrógeno aportado con los fertilizantes (V, N₂ y N₃) las concentraciones de nitratos observadas fueron significativamente mayores. Otros autores ya señalaron la importancia de las dosis de fertilización en la acumulación de nitratos (Maynard et al., 1976; Corre y T. Breimer, 1979). Por otro lado, los menores niveles de radiación interceptada determinan una menor cantidad de energía disponible para la reducción de los nitratos y su incorporación a moléculas orgánicas, promoviéndose su acumulación (Burns *et al.* 2002). No se observaron diferencias significativas entre los dos tipos de hoja (externa e interna) pero se verificó una disminución significativa en los niveles de nitratos entre inicio y final del almacenamiento. Siomos et al. (2002b) no encontraron diferencias significativas en el contenido de nitratos hasta con 15 días de almacenamiento a 1 °C para diferentes tipos de lechuga.

Durante el otoño el valor medio de ácido ascórbico para todos los tratamientos fue de 15,79 ppm. Las cultivares se diferenciaron significativamente, siendo Brisa la que tuvo mayor contenido de ácido ascórbico (Figura 2). Tanto la fertilización con vermicompuesto como con urea incrementaron los niveles de ácido ascórbico, especialmente la mayor dosis (N₃). Estos resultados son opuestos a los hallados en espinaca por Mozafar (1996). También existieron diferencias significativas entre tipos de hojas. Las hojas externas presentaron mayores contenidos de ácido ascórbico, contrariamente a lo hallado por Mun y Lee (2002) que encontraron mayor concentración de ácido ascórbico en hojas internas de lechuga. Al final del almacenamiento se observaron valores significativamente mayores respecto del inicio. Estos resultados se contraponen a los hallados por Moccia et al. (2000) que trabajando con lechugas mínimamente procesadas hallaron que el contenido de ácido ascórbico disminuía independientemente del genotipo y del tipo de película empleada, y Heimdal et al. (1995) quienes encontraron el mismo patrón durante el almacenamiento. Lee y Kader (2000) atribuyen el aumento de ácido ascórbico total en espinaca a una acumulación de D-hidroascórbico.

El contenido medio de nitratos de todos los tratamientos en primavera fue de 383,63 ppm. Dagan presentó un contenido significativamente mayor que Brisa (Figura 3). Esto difiere con los valores encontrados por Escobar et al. (2002) en los que la lechuga de tipo mantecosa siempre presentó valores de nitratos menores a otros tipos comerciales. La mayor dosis de fertilización determinó un mayor contenido de nitratos que los demás tratamientos evaluados, entre los cuales no se observaron diferencias significativas. Las hojas internas presentaron un contenido significativamente mayor de nitratos que las externas, en oposición a los resultados obtenidos por Maynard et al. (1976). Al final del almacenamiento se observó una reducción significativa del contenido de nitratos.

Durante la primavera el valor medio de ácido ascórbico para todos los tratamientos fue 10,59 ppm. Las cultivares se diferenciaron significativamente, siendo Dagan la que tuvo mayor contenido de ácido ascórbico (Figura 4). La fertilización química estuvo relacionada con menores contenidos de ácido ascórbico independientemente de la dosis. Sin embargo, la fertilización con vermicompuesto fue significativamente mayor que el testigo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Premuzic et al. (2004) en los que lechugas de tipo mantecosa fertilizadas con lombricompost presentaron mayores niveles de ácido ascórbico. No existieron diferencias significativas entre tipos de hojas. El contenido de ácido ascórbico aumentó significativamente durante el almacenamiento, contrariamente a lo hallado con resultados obtenidos por otros investigadores (Moccia et al. 2000; Lee y Kader. 2000.; Heimdal et al. 1995).

Se correlacionaron con los niveles de ácido ascórbico con los de nitratos (Tabla 1). En otoño se obtuvo tanto para Dagan como para Brisa, una baja correlación positiva (R₂: 21,64

% y 14,58 %, respectivamente). Esto no concuerda con los resultados hallados por Lee y Kader (2000) que determinaron que bajas intensidades lumínicas disminuyen los niveles de ácido ascórbico y aumentan los de nitratos. En primavera la correlación fue negativa y los valores hallados fueron mayores (R_2 : 24,65 % y 0 %). Esto indica que en general la relación inversa que existe entre el contenido de nitratos y los niveles de ácido ascórbico no tuvo una tendencia clara, contrariamente a los resultados obtenidos por Mozafar (1996). Similar resultado obtuvo Mun y Lee (2002) que al aumentar la concentración de nitratos en la solución nutritiva de un cultivo de lechuga, observaron que aumentaba el contenido de nitratos y que el de ácido ascórbico tenía un comportamiento inverso.

Para ambas estaciones, no se superaron los umbrales máximos establecidos por la Unión Europea para nitratos en lechugas cultivadas a campo. Los niveles de nitratos fueron más altos en el cultivo de otoño como también los valores de ácido ascórbico. En invierno, los contenidos de nitratos son en general mayores debido, en parte, a la reducción en la radiación. El sombreado de las hojas a medida que el área foliar se incrementa incidiría en la capacidad de reducir los nitratos e incorporarlo a formas orgánicas. Esto podría ser uno de los motivos por los que en Daguán en las dos épocas de plantación presentó mayores niveles de nitratos en las hojas internas. Estas se encuentran dentro de una cabeza cerrada y están sujetas a una menor exposición a la radiación. Brisa tiene una estructura diferente de su área foliar. Las hojas internas se hayan expuestas al sol y los niveles de nitratos en ellas no mostraron la misma tendencia que en Daguán en el otoño, donde las hojas externas presentaron mayor nivel de nitratos que las internas, exceptuando el testigo. En primavera, el comportamiento fue el inverso y esto podría estar relacionado con el aumento de la temperatura y la contribución de los nitratos al mantenimiento del potencial osmótico. De esta forma la absorción de agua por parte de la planta no se vería interrumpida y las hojas internas no verían limitadas en su división y crecimiento celular.

CONCLUSIONES

Los contenidos de nitratos y ácido ascórbico mostraron diferentes comportamientos sobre todo en relación a la época de cultivo, la cual modificó el orden en que estas variables podían ordenarse según los niveles y tipos de fertilización aplicados. En este trabajo se observó que la correlación inversa entre nitratos y ácido ascórbico que otros autores han encontrado fue muy baja y sólo se dio en primavera. Una evaluación de un mayor número de cultivares sería conveniente para una mejor interpretación de la relación que existe entre ambas variables. Al final del almacenamiento el ácido ascórbico tuvo un comportamiento distinto según el cultivar. Existen muchos trabajos sobre la influencia de diferentes tipos de procesamiento, condiciones de almacenamiento y duraciones del mismo en relación al contenido de nitratos y ácido ascórbico y son líneas de investigación en las que es necesario continuar profundizando.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de este trabajo a través de los subsidios UBACYT G-025 y BID 1728/OC-AR-PICT 11193. A la Lic. Adela A. Fraschina, Lic. Gustavo Trinchero y Verónica Feuring de la Cátedra de Bioquímica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires que colaboraron con las determinaciones que se exponen en este trabajo, y a la Dra. María Flavia Filippini por su invaluable aporte en relación a la determinación de nitratos.

BIBLIOGRAFÍA

- Blom Zandstra, M. y Lampe, J. E. M. 1985. The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown at different light intensities. *Exp. Bot.* 36: 1043-1052.
- Burns, I. G.; Lee, A.; Escobar Gutierrez, A. J. y Papadopoulos, A. P. 2004. Nitrate accumulation in protected lettuce. *Acta-Horticulturae* (633): 271-278.
- Cataldo *et al.*, 1975. "Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid". *Commun Soil Science and Plant Analysis*. 6(1), 71-80
- Chiesa, A. 2003. Factors determining lettuce (*Lactuca sativa* L.) postharvest quality. *Acta Horticulturae* 2(604): 519-524
- Corporación del Mercado Central de Buenos Aires (CMCBA), 2005. Boletín de Calidad n° 6. Inspección de Frutas y Hortalizas. file:///G:/site2001/htm/red_alerta/boletin/boletin6-05/indice0605pdf.htm.
- Corre, W. J. y Breimer, T. 1979. Nitrate and Nitrite in Vegetables. Center for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Netherlands.
- Craddock, V.M. 1983. Nitrosamines and human cancer: proof of an association. *Nature* 306:638.
- Custic, M.; Poljak, M.; Cosic, T.; Babik, I. y Rumpel J. 1994. Nitrate content in leafy vegetables as related to nitrogen fertilization in Croatia. Seventh international symposium on timing field production of vegetables. *Acta Horticulturae*, 371:407-412.
- Dapigny, L.; Fleury, A. y Robin, P. 1997. Relation entre la vitesse relative de croissance et la teneur en azote chez la laitue (*Lactuca sativa* L). Effects du rayonnement et de la température. *Agronomie*, 17: 35-41.
- De Grazia, J., Tittonell, P.A. y Chiesa, A. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada y la densidad en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Acumulación de materia seca y rendimiento en plantas comercializables. *Actas del XXI Congreso Argentino de Horticultura*. San Pedro, Buenos Aires, Argentina. p. 131.
- Drews, M.; Schonhof, I. y Krumbein, A. 1995. Influence of growth season on the content of nitrate, vitamin C, β -carotene, and sugar of head lettuce under greenhouse conditions. *Gartenbauwissenschaft* 60:180-187.
- Dunand, E. 1990. Comment reduire les nitrates dans les laitues sous abris. p.31 En: *Rencontres interprofessionnelles salades*. Châteaurenard, 4 octobre. Ed. L'Agriculteur Provençal, Aix en Provence, France, 33 p.
- Escobar Gutierrez, A. J.; Burns, I. G.; Lee, A.; Edmondson, R. N. 2002. Screening lettuce cultivars for low nitrate content during summer and winter production. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 77(2): 232-237.
- Gaviola, S. 1996. Factores de manejo que inciden sobre la calidad de las hortalizas. *Avances en horticultura* 1:4-18.
- Gianquinto, G.P.; Boring, M. y Scaife, A. 1992. Nitrate content in vegetable crops as affected by soil characteristics, rate and type of fertilization. *Proceedings, Second Congress of the European Society for Agronomy, Warwick University*, 256-257.
- Heimdal, H.; Khun, B. F.; Poll, L. y Larsen L. M. 1995. Biochemical changes and sensory quality of shedded and MA-Package iceberg lettuce. *Journal of Food Science*, Vol 60(6):1265-1276.
- Kader, A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3rd Edition. Publication 3311. University of California, USA, 514 p.
- Kvesitade, Kalandiya, Papunidza y Vanidze. 2000 Identification and Quantification of Ascorbic Acid in Kiwi Fruit by HPLC. *Applied Biochemistry and Microbiology*, Vol 37, N°2, 2001.

- Lacerota, G.; Montemurro, F.; Capotorti, G. y Palazzo, D. 1997. Influenza dei fattori ambientali e della disponibilita di azoto sulla concentrazione di nitrati nelle lattuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista di Agronomia*. 31(1): 72-77.
- Lee, S. K. y Kader, A. A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest and Biology and Technology*. 20:207-220.
- Leja, M.; Rozek, S. y Myczkowski, J. 1994. The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. III. Phenolic metabolism. *Folia Horticulturae*, 6(1):63-72.
- Leja, M.; Rozek, S.; Myczkowski, J. y Sady, W. 1995. The effect of fertilization with nitrate and urea forms of nitrogen on quality and storage ability of lettuce grown in a foil tunnel. III. Phenolic metabolism. *Folia Horticulturae*, 7:117-126
- McCall, D. y Willumsen, J. 1999. Effects of nitrogen availability and supplementary light on the nitrate content of soil-grown lettuce. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 74(4): 458-463. INTECH. Chascomus. Buenos Aires. Argentina.
- Mallar, A. 1978. La lechuga. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. p. 1,2, 7, 8. 61 pág.
- Maroto, J. V. 2000. *Horticultura Herbácea Especial*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España. p. 220-221. 566 pág.
- Maynard, D.N.; Barker, A.; Minotti, P. y Peck, N. 1976. Nitrate accumulation in vegetable. *Advances in Agronomy*. 28: 71-117.
- Michalajc, Z. 1994. The effect of differentiated nitrogen and potassium fertilization on the horticultural substrate reaction in the glasshouse vegetables growing. *Zeszyty Problemowe Postepow Nauk Rolniczych*, 413: 213-219.
- Moccia, S.; Frezza, D. y Chiesa, A. 2000. Ascorbic acid and mineral content of minimal processing lettuce. *Actas: Improving Postharvest Technologies of Fruits, Vegetables and Ornamentals*. Murcia. España.
- Mozafar, A. 1996. Decreasing the nitrate and increasing the vitamin C contents in spinach by a nitrogen deprivation method. *Plant Foods for Human Nutrition*. 49:155-162.
- Mun, B.H. y Lee, B.Y. 2002. Fluctuations of nitrate and ascorbic acid in leaf lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in hydroponics as affected by concentrations of nutrient solution. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*; 43(4): 425-428
- Poulsen, N., Johansen, A.S. & Sorensen, J.N. 1995. Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. IV: Quality changes during storage. *Plant Foods for Human Nutrition* 47:157-162.
- Premuzic, Z.; Vilella, F.; Garate, A. y Bonilla, I. 2004. Light supply and nitrogen fertilization for the production and quality of butterhead lettuce. *Acta-Horticulturae*. 2004; (659(2)): 671-678.
- Reinink, K. 1993. Relationship between effects of seasonal change on nitrate and dry matter content in lettuce. *Scientia Horticulturae* 53: 35-44.
- Ricci, M. dos S.F.; Casali, V. W. D.; Cardoso, A. A. y Ruiz, H.A. 1995. Nutrient contents in two lettuce cultivars fertilized with organic compost. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 30 (8): 1035-1039.
- Rozek, S.; Leja, M.; Myczkowski, J. y Mareczek, A. 1994. The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. I. Content of certain nutritive compounds. *Folia Horticulturae*, 6(1): 41-51.
- Rozek, S.; W. Sady; M. Leja y J. Myczkowski. 1994b. The effect of fertilization with different forms of nitrogen on greenhouse lettuce quality and its changes during storage. II. Nitrate and nitrite content. *Folia Horticulturae*, 6 (1): 53-62.
- Rozek, S.; M. Leja; J. Myczkowski y A. Mareczek. 1995. The effect of fertilization with nitrate and urea forms of nitrogen on quality and storage ability of lettuce grown in a

- foil tunnel. I. Content of certain nutritive compounds. *Folia Horticulturae*, 7(1): 91-105.
- Rozek, S.; Sady, W.; Leja, M. y Myczkowski, J. 1995b. The effect of fertilization with nitrate and urea forms of nitrogen on quality and storage ability of lettuce grown in a foil tunnel. II. Nitrate and nitrite content, activity of nitrate and nitrite reductase. *Folia Horticulturae*, 7(1):107-116.
- Sady, W.; Rozek, S.; Myczkowski, J.; Adams, P.; Hidding, A.; Kipp, J.; Sonneveld, C. y Kreij, C. 1995. Effect of different forms of nitrogen on the quality of lettuce yield. International symposium on growing media & plant nutrition in horticulturae, *Acta Horticulturae*, 401:409-416.
- Sanz de Galdano, J., Uribarri, A. y Sadaba, S. 1991. El cultivo de la lechuga. *Agrícola Vergel*, 10 (120): 760-763.
- Siomos, A. S.; Papadopoulou, P. P.; Dogras, C. C.; Vasiliadis, E.; Dosas, A. y Georgiou, N. 2002. Lettuce composition as affected by genotype and leaf position. *Acta Horticulturae*. 2002; (579): 635-639.
- Siomos, A. S.; Papadopoulou, P.P.; Dogras, C. C. y Niklis, N. D. 2002b. Quality of romaine and leaf lettuce at harvest and during storage. *Acta Horticulturae*. 2002; (579): 641-646.
- Slipka, J.; Pribylova, P. & Kolarova, S. 2000. The accumulation of nitrates in different parts of lettuce (*Lactuca sativa*). Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in Ceske Budejovice. Series for Crop Sciences. Czech Republic 17(2): 111-120. & 17(1):15-23.
- Sorensen, J.; Johansen, A. y Poulsen, N. 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.
- Tittonell, P.A., De Grazia, J. & Chiesa, A. 2000a. Effect of N fertilization and plant population during growth on lettuce (*Lactuca sativa* L.) postharvest quality. *Acta Horticulturae*, 2 (553):67-68.
- Tittonell, P.A., De Grazia, J. y Chiesa, A. 2003. Nitrate and dry matter content in a leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivar as affected by N fertilization and plant population. *Agricultura Tropica et Subtropica* 36:82-87
- Vicente, Martinez, Chaves, Civello. 2005. Effect of heat treatment on strawberry fruit damage and oxidative metabolism during storage. *Postharvest Biology and Techology* 40 (2006) 116-122.
- Vignoni, L.; Herrera, M.; Mirábile, M.; Granval, N.; Tapia, O.; Ventrera, N.; Gimenez, A. & Guinle, V. 2003. Estudio comparativo de conservación y evaluación sensorial entre lechuga (*Lactuca sativa*) var. Gallega orgánica y convencional. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, Argentina.
- Wills, R.; Mc Glasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals. 4 th. Edition. CAB Internacional Adelaida. South Australia. 262 p.

FIGURAS Y TABLAS

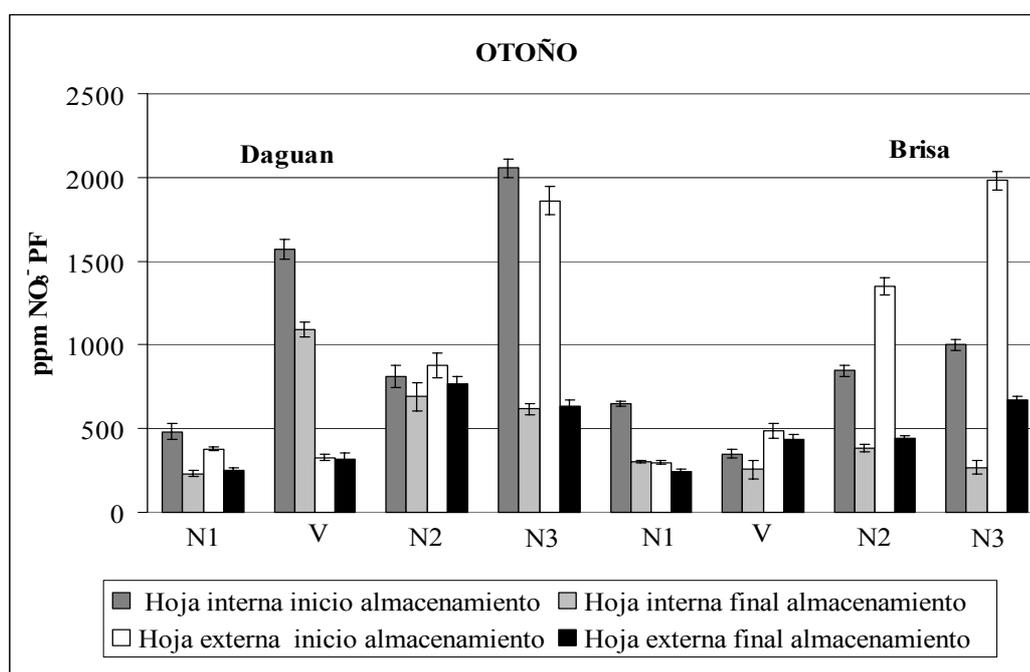


Figura 1. Concentración de nitratos en hojas internas y externas en lechuga mantecosa cv. “Daguan” y lechuga de hoja cv. “Brisa” cultivada a campo en otoño de acuerdo a los tratamientos de fertilización: N₁ (0 kg N. ha⁻¹), N₂ (75 kg N. ha⁻¹), N₃ (150 kg N. ha⁻¹) y V (24 t vermicompost ha⁻¹).

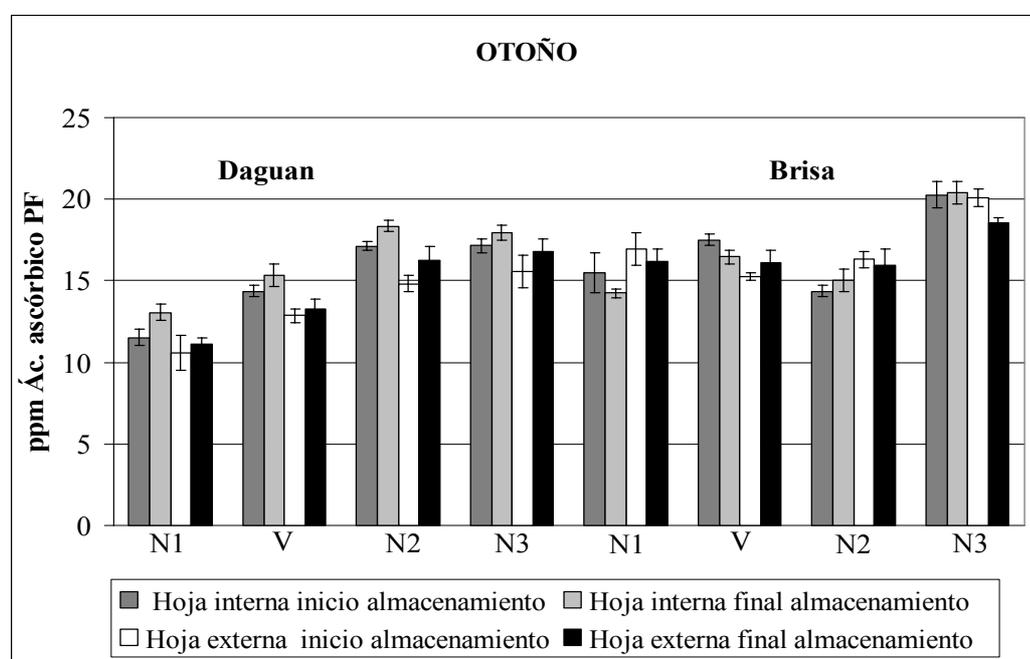


Figura 2. Concentración de ácido ascórbico en hojas internas y externas en lechuga de mantecosa cv. “Daguan” y de hoja cv. “Brisa” cultivadas a campo en otoño de acuerdo a los tratamientos de fertilización: N₁ (0 kg N. ha⁻¹), N₂ (75 kg N. ha⁻¹), N₃ (150 kg N. ha⁻¹) y V (24 t vermicompost ha⁻¹).

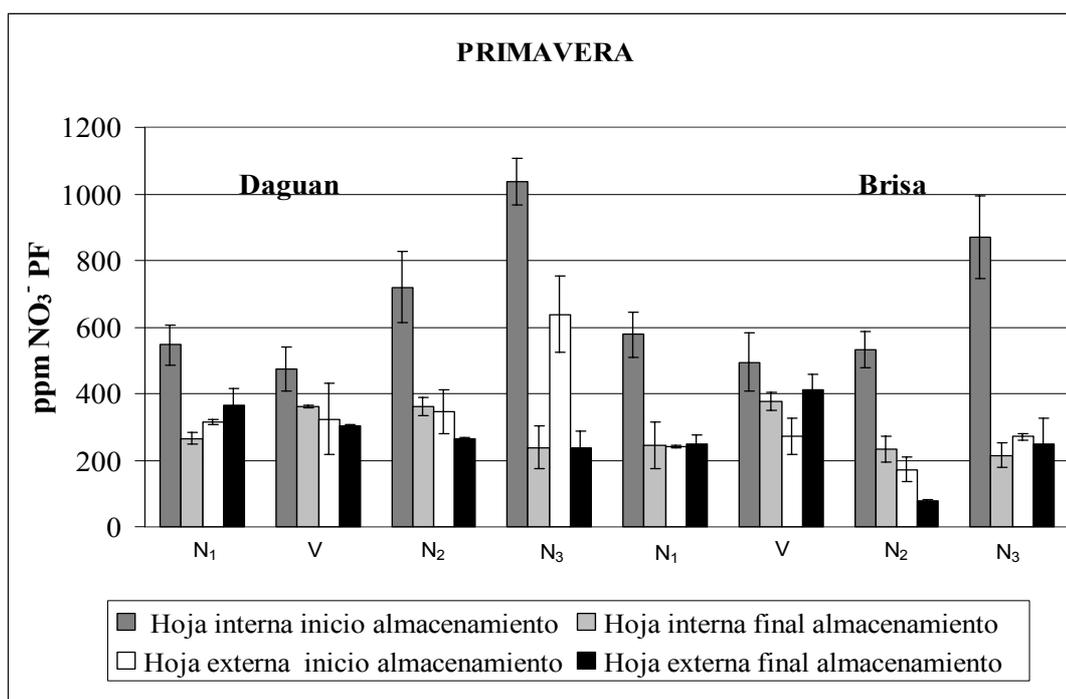


Figura 3. Concentración de nitratos en hojas internas y externas en lechuga mantecosa cv. “Daguan” y lechuga de hoja cv. “Brisa” cultivada a campo en primavera de acuerdo a los tratamientos de fertilización: N₁ (0 kg N. ha⁻¹), N₂ (75 kg N. ha⁻¹), N₃ (150 kg N. ha⁻¹) y V (24 t vermicompost ha⁻¹).

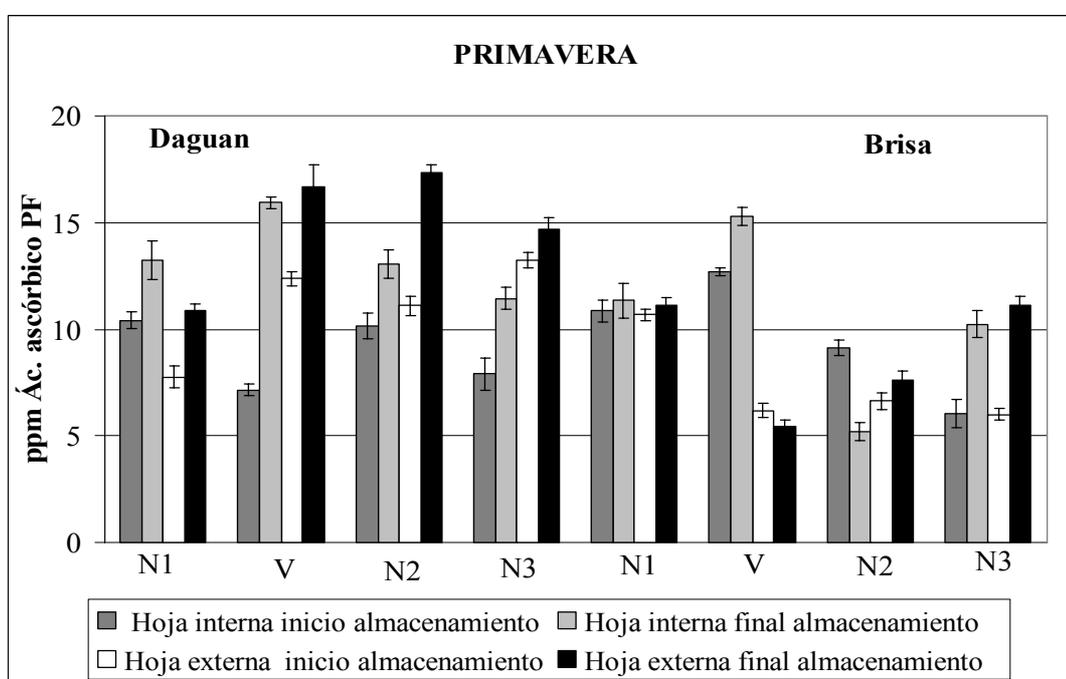


Figura 4. Concentración de ácido ascórbico en hojas internas y externas en lechuga de mantecosa cv. “Daguan” y de hoja cv. “Brisa” cultivadas a campo en primavera de acuerdo a los tratamientos de fertilización: N₁ (0 kg N. ha⁻¹), N₂ (75 kg N. ha⁻¹), N₃ (150 kg N. ha⁻¹) y V (24 t vermicompost ha⁻¹).

Tabla 1. Concentración de nitratos y ácido ascórbico (en ppm) de hojas internas y externas durante el almacenamiento de dos cultivares de lechuga crecidas en dos épocas del año y con distintos tratamientos de fertilización nitrogenada.

		OTOÑO				PRIMAVERA			
		Nitratos		A. Ascórbico		Nitratos		A. Ascórbico	
		Media	MDS	Media	MDS	Media	MDS	Media	MDS
Cultivar	Brisa	622,93b*	43,225	16,82a	0,2186	342,6b	42,437	9,09b	0,1719
	Daguan	809,9a		14,76b		424,66a		12,08a	
Momento de almacenamiento	Inicio	957,68a	43,225	15,64b	0,2186	489,15a	42,437	9,26b	0,1719
	Final	475,15b		15,94a		278,11b		11,91a	
Hoja	Interna	725,6a	43,225	16,16a	0,2186	471,64a	42,437	10,62a	0,1719
	Externa	707,23a		15,42b		295,62b		10,55a	
Dosis	N₁	354,96d	80,713	13,648d	0,4082	350,46b	79,241	10,78b	0,321
	V	603,45c		15,143c		376,98b		11,465a	
	N₂	771,19b		16,031b		337,98b		10,022c	
	N₃	1136,06a		18,345a		469,1a		10,078c	

Valores seguidos por la misma letra en cada columna no difieren significativamente entre sí (MDS 5%)