

# EFFECTO DEL EXCESO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA SOBRE EL VALOR NUTRITIVO E INOCUIDAD EN ALGUNAS ESPECIES HORTÍCOLAS SUSCEPTIBLES

C. GILETTO<sup>1</sup>; E. ZAMUNER<sup>1</sup> y M. MELAJ<sup>2</sup>

Recibido: 26/11/99

Aceptado: 13/03/00

A continuación se presenta una revisión bibliográfica del efecto del exceso de nitrógeno aplicado como fertilizante sobre la calidad nutritiva de algunas especies hortícolas y sus consecuencias sanitarias sobre los seres humanos. Su finalidad es concientizar, tanto a los consumidores como a los productores, del efecto que puede tener sobre la salud humana un mal manejo de la fertilidad. Los productores hortícolas en su mayoría utilizan grandes dosis de fertilizantes para incrementar la productividad y muchas veces no tienen en cuenta sus consecuencias como por ejemplo: el impacto ambiental por contaminación de las napas freáticas y el efecto que tiene sobre aquellas hortalizas acumuladoras de nitrógeno que se pueden consumir frescas o hervidas. Por lo tanto, es de gran importancia que la investigación científica en la Argentina evalúe la relación existente entre la fertilización nitrogenada y su manejo sobre la contaminación y el grado de inocuidad de los productos cosechados. Este trabajo recopila la información existente en la zona de producción hortícola de Mar del Plata, responsable del abastecimiento de una gran parte del mercado interno, donde se han detectado excesos importantes de nitratos en los acuíferos.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El consumo de frutas y hortalizas ha aumentado en las últimas décadas debido principalmente a una tendencia hacia dietas más equilibradas, con una mayor participación de fibra dietaria, vitaminas y minerales (López Camelo y Tognetti, 1998). Es importante la calidad de los productos ofrecidos al consumidor y la misma puede ser definida como el «grado de excelencia o superioridad». La calidad puede dividirse, en interna y externa. La primera es aquella relacionada con aspectos menos perceptibles como: valor nutritivo, inocuidad o seguridad, sabor, textura y contenido de azúcares, aceites y proteínas. La calidad externa es aquella vinculada a características perfectamente visibles como: color, forma, uniformidad, grado de madurez, presencia de defectos, etc. (Kader y *et al.*, 1985; López Camelo y Tognetti, 1998).

Desde el punto de vista del valor nutritivo, las hortalizas tienen alto contenido de agua y bajo contenido de carbohidratos, proteínas y lípidos, los cuales están fuertemente condicionados por el ambiente. Previamente a la cosecha, la demanda de agua y nutrientes del órgano destinado al consumo, está satisfecha por la planta madre, pero una vez cosechado depende únicamente de sus propias reservas. El valor nutritivo de las hortalizas, puede verse modificado por el manipuleo post-cosecha. Por un lado, los cambios que ocurren después de la cosecha no pueden ser detenidos, pero sí ser demorados dentro de ciertos límites. Las principales tecnologías empleadas para reducir el deterioro postcosecha incluyen el control de: temperatura, humedad relativa, etileno y luz; y el empleo de atmósferas modificadas y controladas (Kader *et al.*, 1985). Por otra parte, los distintos métodos de procesado a los cuales son sometidos los productos alimenticios también pueden afectar su valor nutritivo. El Departamento de Ciencia de los Alimentos y Nutrición Humana de la Universidad de Illinois (1997), efectuó un estudio comparativo sobre un gran número de frutas y vegetales enlatados, congelados, cocidos y frescos. Los porcentajes de proteínas encontrados en

---

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias. Balcarce. UNMdP. Ruta 226, Km 73,5. CC 276 CP.7620. <sup>2</sup>Laboratorio de fertilidad de Suelos. Aplicaciones Tecnológicas y Agropecuarias. CNEA. Av del Libertador 8250. Capital Federal.

espinaca fueron de: 2,14% en enlatado, 2,95% en congelado, 3,00% en espinaca cocida y 2,87% en producto fresco.

Dentro de la calidad interna, la seguridad consiste en la ausencia de sustancias dañinas para la salud. Las especies hortícolas pueden causar toxicidad por elevadas concentraciones de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) en sus tejidos debido a un manejo irracional de la fertilización nitrogenada. El consumo de vegetales con altas concentraciones de nitratos es potencialmente peligroso para los seres humanos, porque al llegar al tracto digestivo por acción bacteriana o fúngica se reducen a nitrito (Lindner, 1995), el cual tiene efectos hepatotóxicos, mutagénicos y teratogénicos (Duncan y Hunt, 1986). También se ha determinado que los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) oxidan la hemoglobina a meta-hemoglobina causando daños por toxicidad a niños menores de un año (Siciliano *et al.* 1975; Lindner, 1995) y que producen la formación de N-nitrosamina cancerígena (Liu y Shelp, 1995). Este último compuesto es altamente dependiente del pH y en general su concentración es baja en seres humanos, pero se incrementa en condiciones de alto pH características de pacientes con gastritis crónica, úlceras y cáncer de estómago (Duncan y Hunt, 1986).

Los valores de nitratos en los tejidos vegetales considerados como tóxicos para los seres humanos son los mayores de 10.000  $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  expresado en materia seca (Cabado *et al.*, 1986) y de 2500 a 4500  $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  de peso de producto fresco en los países europeos, y si los alimentos procesados se destinan a los bebés, la espinaca por ejemplo, no debe contener más de 67  $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{kg}^{-1}$  de peso de producto fresco (Cutcliffe, 1972; López Camelo y Tognetti, 1998). En la Argentina, en la ciudad de Buenos Aires, Cabado *et al.*, (1987) encontraron en espinaca, concentraciones de nitratos que variaron desde 620 a 7600  $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de materia seca, según la época del año en que sembraban los distintos cultivares. Filippini *et al.*, (1998) realizaron un muestreo de lechugas en el mercado Cooperativo de Guaymallén en Mendoza y concluyeron que las concentraciones de nitratos no llegaban a los niveles tóxicos ya que variaron de 50 a 250  $\text{g NO}_3^- \cdot \text{g}^{-1}$  de peso de producto fresco.

No sólo es importante la concentración de nitratos y de nitritos en los productos vegetales que se consumen frescos sino también para aquellos que sufren algún procesado como el envasado en atmósferas modificadas, enlatado (Aworth *et al.*, 1980), congelado, deshidratado o cocinado. Por ejemplo, se ha encontrado que la presencia de nitratos en tomates enlatados puede causar contaminación por metales pesados y disminuir la vida útil de la lata (Farrow *et al.*, 1971). Los tratamientos tecnológicos, como el congelado producen una reducción en el contenido de nitratos y un incremento en el contenido de nitritos en brócoli (Lisiewska y Kmiecik, 1996); mientras que, el deshidratado no modificó la concentración de nitratos en espinaca (Salcedo *et al.*, 1999). El método de cocción también afecta la concentración de nitratos: Golaszewska *et al.*, (1995) encontraron que las papas hervidas perdían un 20% del mismo por efecto de elución y un 2% en las cocinadas en seco.

### ASPECTOS FISIOLÓGICOS

El abastecimiento de nitratos a las raíces vegetales es principalmente por flujo masal y la absorción es activa, necesitando para ello de la energía proveniente de los hidratos de carbono obtenidos de la fotosíntesis (Quinche, 1982; citado por Cabado *et al.*, 1986). Estos iones son transportados por el xilema a las hojas en cantidades variables dependiendo del flujo transpiratorio del agua (Barber, 1984); mientras que la concentración que se transporta por el floema es muy pequeña indicando una baja concentración de dichos aniones en raíces y tallos de reserva (Duncan *et al.*, 1986; Liu y Shelp, 1993).

Desde el punto de vista celular, los nitratos que llegan a la célula son distribuidos en dos pools: uno de ellos se ubica en citoplasma para la síntesis de aminoácidos y proteínas; y el otro en la vacuola como medio de almacenaje para el mantenimiento del potencial osmótico celular. Este último pool no es fácilmente disponible y se sugiere que una vez que el nitrato es transportado a la vacuola puede perder su control en la absorción de los extracelulares (Blom-Zandstra y Lampe, 1985) ya que la entrada no parece estar relacionada con la cantidad almacenada y sí con la actividad de la enzima nitrato reductasa (Martinoia y Wiemken, 1981). Normalmente cuando la concentración de nitratos es baja, el pool metabólico es mayor con respecto al pool de almacenamiento (Blom-Zandstra, 1989; Liu y Shelp, 1995). Por ejemplo, en

lechuga se encontró que en condiciones de deficiencia nitrogenada, la planta utilizó el nitrógeno almacenado en la vacuola para la síntesis de aminoácidos y almacenó compuestos orgánicos para mantener el potencial osmótico (Blom-Zandstra, 1989).

La acumulación de nitratos en raíces y parte aérea ocurre cuando la absorción de los mismos excede las necesidades metabólicas, y de aquí surge la necesidad de ajustar el suministro de este nutriente a los requerimientos del cultivo. Las familias más susceptibles a la acumulación son: las quenopodeáceas (espinaca y remolacha), gramíneas, crucíferas (rábano y col) y compuestas (lechuga). La concentración puede exceder el 2% de peso fresco (17-24% de peso seco) en condiciones fisiológicas extremas (Martinoia *et al.*, 1981). La espinaca, lechuga y acelga presentan mayores contenidos de nitratos que la zanahoria, remolacha azucarera, cebolla, puerro y granos de legumbres y cereales, entre otros (Duncan y Hunt, 1986). En el Cuadro N° 1 se consignan los rangos de deficiencia-suficiencia de  $N-NO_3^-$  para brócoli, lechuga y espinaca.

**Cuadro N° 1. Rangos de deficiencia-suficiencia de  $N-NO_3^-$**

Vegetal	Parte de la planta	Deficiente	Intermedio	Suficiente
		Mg $N-NO_3^- \cdot kg^{-1}$		
Brócoli	La mitad de la hoja envolvente	5000	7000	9000
Lechuga de cabeza	La mitad de la hoja envolvente	4000	6000	8000
Lechuga de hoja	La mitad de la hoja envolvente	3000	4500	6000
Espinaca	Pecíolo de la hoja madura joven	4000	6000	8000

Fuente: Geraldson y Tyler. 1990.

La acumulación de nitratos en los vegetales está condicionada por varios factores, entre ellos se encuentran: la cantidad y forma de aplicación de nitrógeno, la intensidad de luz, la temperatura, la disponibilidad de agua, el pH del suelo, el fotoperíodo, el genotipo y el manejo postcosecha. Durante el invierno los cultivos se caracterizan por presentar una mayor acumulación de nitratos en sus tejidos debida a la baja intensidad de luz, que afecta la actividad fotosintética, o a la baja temperatura que reduce la actividad metabólica celular (Blom-Zandstra, 1989; Dana *et al.*, 1986), condicionándose también la actividad de la enzima nitrato reductasa, en su función de reducir el nitrato a amonio (Blom-Zandstra y Lampe, 1985; Blom-Zandstra, 1989; Cabado *et al.*, 1986). Coincidiendo con estos resultados, Petersen y Stoltze, (1999) encontraron en lechuga menores contenidos de nitratos en verano que en invierno. Con respecto a las características del suelo, se encontró que a bajo pH del suelo predomina la absorción de nitratos mientras que a pH alto la de amonio (Bommelje, 1982; citado por Cabado *et al.*, 1986). Desde el punto de vista genético existen diferencias en la cantidad de nitratos acumulada, dependiendo del cultivar o variedad. En estudios realizados por Blom-Zandstra y Eenink (1986) en lechuga, concluyeron que las diferencias entre cultivares no eran debidas a la actividad de la enzima nitrato reductasa sino a la capacidad fotosintética. En lo referente al manejo postcosecha, Salcedo *et al.*, (1999) encontraron que cuanto mayor es el tiempo esperado entre la cosecha y la aplicación del tratamiento térmico, menor es la concentración de nitratos en espinaca. Esto podría ser debido a la acción de bacterias reductoras que lo transforman en nitrito.

#### ASPECTOS NUTRICIONALES

Existe una relación entre la tasa de fertilización, la utilización de nitrógeno por parte del cultivo y la cantidad de nitrógeno inorgánico residual, sobre el rendimiento del cultivo. El aumento de las dosis de fertilizantes nitrogenados incrementa el rendimiento de los cultivos y la concentración de nitratos en los tejidos. Zerbarth *et al.*, (1995) reportaron valores de fertilización nitrogenada en brócoli de 110 hasta 400 kg N. ha<sup>-1</sup> para obtener máximos rendimientos, en distintas zonas de Estados Unidos y de Inglaterra. Es

importante tener en cuenta el nivel de fertilización a aplicar porque altos niveles de nitrógeno pueden causar un excesivo aumento en el contenido de nitratos. En ensayos aplicando bajas dosis de fertilización de 40 kg y 120 kg N. ha<sup>-1</sup> (Lisiewska y Kmieciak, 1996) se produjo un incremento del rendimiento comercial de brócoli pero también una mayor concentración de nitratos en los tejidos vegetales. Resultados similares encontraron Rincon; Pellicer y Saenz, (1998) en lechuga fertilizada con dosis variables entre 25 y 200 kg N. ha<sup>-1</sup>. Duncan y Hunt. (1986) encontraron en hojas de espinaca que los valores de nitratos en la materia seca variaban en función a los niveles de fertilización utilizada, encontrando valores desde 1280 mg.kg<sup>-1</sup> en los tratamientos sin fertilizantes hasta 5540 mg. kg<sup>-1</sup> en los tratamientos de máxima fertilización.

La concentración de nitratos en los tejidos es afectada también por la fuente de nitrógeno utilizada para la fertilización (NO<sub>3</sub><sup>-</sup> o NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Liu y Shelp, (1993) en estudios realizados en brócoli, y fertilizados con dosis de 18 mM de N constituidas por relaciones variables nitratos : amonio (100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100), encontraron que la concentración de nitratos en hojas jóvenes y maduras fue mínima cuando la relación era de 100:0, aumentando con la disminución de la proporción de nitratos hasta que la relación NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en el fertilizante fue de 50:50 para mantenerse constante con el incremento de la cantidad de amonio. Posteriormente, estos mismos autores comprobaron que la sustitución de la fuente nitrogenada mantiene el rendimiento de tallos e inflorescencias (Liu y Shelp, 1995). A partir de los resultados obtenidos, el autor especula que esta estrategia podría ser particularmente importante para vegetales de hoja como lechuga, espinaca y repollo que son clasificados como acumuladores de nitratos (Maynard *et al.*, 1976).

Otra alternativa para disminuir la concentración de nitratos es sustituirlos por otras fuentes aniónicas como cloruros o sulfatos. En esta línea de trabajo se encuentran diferentes resultados. Algunos estudios observaron una disminución de la concentración de nitratos en lechuga (Blom-Zandstra y Lampe, 1983), en espinaca y en brócoli (Liu y Shelp, 1995). Experiencias realizadas por estos últimos autores en brócoli *Emperator* donde compararon la suplementación continua con nitrato hasta madurez comercial o hasta emergencia de la inflorescencia y luego realizaron una sustitución por sales de cloruros y sulfatos de sodio, potasio y amonio, manifestaron que: en los tratamientos que recibieron sales de cloruros y sulfatos, la concentración de nitrógeno total fue de 35-55% y la de nitratos en el xilema de un 37% más baja que en las plantas que recibieron una aplicación continua de nitratos. La concentración de amonio en el xilema de las plantas tratadas con sulfatos y cloruros de amonio fue de un 220-260% mayor que las plantas tratadas con dichas sales conteniendo otros cationes. Además el reemplazo de los nitratos por amonio redujo los contenidos de los primeros, en los brotes, sin reducir el rendimiento, mientras que el reemplazo por cloruros y sulfatos produjo la sustitución en la vacuola cumpliendo con igual función osmorreguladora. Esto manifiesta que la sustitución de nitratos puede ser un medio efectivo para reducir el contenido de este anión en brócoli. Por otra parte Wehrman y Hahndel (1985) encontraron que el contenido de nitrógeno en planta no varió con la sustitución por cloruros, sugiriendo que no hay competencia directa entre ambos nutrientes.

### SITUACIÓN DE LA ZONA HORTÍCOLA DE MAR DEL PLATA

El cinturón hortícola que tiene a Mar del Plata como epicentro abastece a unos dos millones de personas estables, además de la afluencia turística en los meses de verano, que provoca una duplicación de la demanda. Sus características climáticas y edáficas coadyuvan al logro de muy buenos rindes y excelente calidad de producto, especialmente en lo que se refiere a verduras de hoja (Trabucco, 1997). La industria local procesa una parte de la producción de acelga, choclo y espinaca, fundamentalmente para congelado y fábrica de pastas (Censo hortícola, 1993-1994). Esta característica de zona de alta producción hortícola sumada al hecho de que la superficie sembrada de lechuga, brócoli y espinaca (consideradas como especies acumuladoras de nitratos) alcanza las 2750 ha (Censo hortícola, 1993-1994) hacen conveniente determinar el contenido de nitratos en estos productos vegetales y establecer si los niveles son tóxicos.

El uso indiscriminado de agroquímicos solubles que dejan residuos en el agua genera cuestionamientos respecto a la calidad de la misma cuando es utilizada para riego. El contenido de nitratos límite en el agua para el consumo fijado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 10 mg de N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. L<sup>-1</sup> o 45 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. L<sup>-1</sup> (Costa *et al.*, 1996). En este sentido Costa *et al.*, (1996) detectaron serios problemas de contaminación de acuíferos en la zona hortícola de Mar del Plata. En algunos estudios no sistemáticos de

aguas de zonas urbanas en Azul, Tandil, Necochea, Mar del Plata y Balcarce se encuentran concentraciones que superan ampliamente el valor máximo establecido por la OMS. En el mismo trabajo ellos concluyen que el manejo realizado por la actividad agropecuaria determina la cantidad de nitratos encontrados en los acuíferos superficiales, donde la fertilización nitrogenada inorgánica o los abonos orgánicos junto con el uso del riego agravan la situación.

Los excesos de nitratos que se lavan a través del perfil del suelo lejos del sistema radicular se transforman en una fuente importante de contaminación de los acuíferos subterráneos. El tiempo que el nitrato tarda en llegar a los mismos puede variar de pocas semanas a años dependiendo de la cantidad agregada de fertilizante y del manejo del riego. En la zona hortícola intensiva de Mar del Plata se han encontrado, en muestreos realizados hasta 8 metros de profundidad, concentraciones que alcanzan valores de  $684 \text{ Kg N-NO}_3^- \cdot \text{ha}^{-1}$ , indicando que hay un proceso de contaminación en progreso; y en las zonas agrícolas bajo riego de Balcarce se han detectado pérdidas de N por lavado que varían de 5 al 50% del total ingresado al sistema (Costa *et al.*, 1996). Otras formas de contaminación por nitratos son los desechos humanos, pozos sépticos y deficiencias en el manejo de las aguas servidas de aquellos lugares cercanos a las ciudades. Los barrios periféricos de la ciudad de Mar del Plata son los más afectados por este tipo de contaminación, encontrándose concentraciones que varían de 20 a  $30 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{L}^{-1}$  (Martínez, 1995). Estas vías de contaminación afectan indirectamente la calidad de los productos hortícolas que llegan a manos del consumidor, quién muchas veces ignora las condiciones en las que se encuentra cuando lo está comprando. Los productos obtenidos en esas regiones contaminadas pueden llegar a tener problemas de excesos de nitratos en sus tejidos, siendo potencialmente peligroso su consumo.

#### BIBLIOGRAFÍA

- AWORTH, C. O.; J. R. HICKS; P. L. MIROTTI and C. V. LEE. 1980. Effects of plant, age and nitrogen fertilization on nitrate accumulation and postharvest nitrite accumulation in fresh spinach. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 18-20.
- BARBER, S. A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. A Mechanistic approach. John Wiley & Sons, New York.
- BLOM-ZANDSTRA, M. and J. LAMPE. 1983. The effect of chloride and sulphate on the nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. Plant Nutr.* 6: 611-628.
- BLOM-ZANDSTRA, M. and J. LAMPE. 1985. The role of nitrate in the osmoregulation of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *J. of Exp. Bot.* 36, 168: 1043-1052.
- BLOM-ZANDSTRA, M. and A. EENINK. 1986. Nitrate concentration and reduction in different genotypes of lettuce. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111 (6): 908-911.
- BLOM-ZANDSTRA, M. 1989. Nitrate accumulation in vegetables and its relationship to quality. *Ann. Appl. Biol.* 115: 553-561.
- CABADO, C. B.; A. FRASCHINA y A. CHIESA. 1986. Acumulación de nitratos en espinaca (*Spinaca oleracea* L.). 9na. Reunión Nacional y 2da. Latinoamericana de Horticultura. La Plata. Pág 46.
- Censo Hortícola en el partido de Gral. Pueyrredón (Prov. Buenos Aires). Campaña Agrícola 1993-1994. Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. INTA. Cooperativa de Horticultores.
- COSTA, J.L.; E. SUERO; F. BEDMAR; E. BOCANEGRA y D. MARTÍNEZ. 1996. Contaminación de acuíferos superficiales por lavado de nitratos. Seminario-Taller. Uso de plaguicidas y la afectación de los recursos naturales y de la calidad de vida. 13, 14 y 15 de noviembre de 1996.
- CUTCLIFFE, J. A. 1972. Effects of plant spacing and nitrogen on incidence of hollow stem in Broccoli. *Can. J. Plant Sci.* 52: 833-834.
- DANA, M. A.; A. FRASCHINA y A. CHIESA. 1986. Actividad de nitrato reductasa de espinaca (*Spinaca oleracea* L.). 9na. Reunión Nacional y 2da. Latinoamericana de Horticultura. La Plata. Pág 44.
- DUNCAN, J. G. and J. HUNT. 1986. Effect of Nitrogen fertilizer on the nitrate contents of field vegetables grown in Britain. *J. Sci. Food Agric.* 37: 373-383.

- FARROW, R. P.; J. H. JHONSON; W. A. GOULD and J. E. CHARBONNEAU. 1971. Detinning of canned tomatoes caused by accumulations of nitrate in the fruit. *J. Food Sci* 36: 341-345.
- FILIPPINI, M. F.; A. BERMEJILLO; C. SALCEDO; D. DORMHEIN y L. MASTRANTONIO. 1998. XXI Congreso Argentino de Horticultura. San Pedro. Buenos Aires. Argentina. Pág. 136.
- GERALDSON, C. M. and K. B. TYLER. 1990. Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Vegetable Crops. Capítulo 21. *Soil Testin and Plant Analysis*. 3rd de. SSSA. Madison, USA.
- GOLASZEWSKA, B.; B. TARGASSEWSKA and S. ZALEWSKI. 1995. Effect of storage and culinary process on nitrate and nitrite contamination of boiled potatoes. *Hygiene and nutrition in Foodservice and Catering*. 1 (2) 101-109.
- JACKSON, M. L. 1964. Análisis químico de suelos. Editorial Omega, S. A. Barcelona. 662 páginas
- KADER, A.; R. KASMIRE; G. MITCHEL; M. REID and J. THOMPSON. 1985. Postharvest Technology of horticultural crops. Cooperative Extension University of California Division of Agriculture and Natural resources. *Special publication* 3311. Pág. 192.
- LINDNER, E. 1995. Toxicología de los Alimentos. Segunda Edición. Ed. ACRIBIA. S. A. 262 pág.
- LISIEWSKA, Z. and W. KMIĘCIK. 1996. Effects of level of nitrogen fertilizer, processing conditions and period of storage of frozen broccoli and cauliflower on vitamin C retention. *Food Chemistry*, vol 57, No 2, Pág. 267-270.
- LIU, L.; and B. J. SHELP. 1993. Nitrogen partitioning in greenhouse-grown broccoli in response to varying  $\text{NH}_4^+:\text{NO}_3^-$  ratios. *Soil Sci. Plant Anal.* 24:45-60.
- LIU, L.; and B. J. SHELP. 1995. Mobilization of stored nitrate in broccoli (*Brassica oleracea* var. italica) Can. *J. Plant Sci* 75: 709-715.
- LÓPEZ CAMELO A. y J. TOGNETTI. 1998. Frutas y Hortalizas. Capítulo 5. Pág. 238-304. Calidad de Productos Agrícolas. Bases ecológicas, genéticas y de manejo agronómico. Unidad Integrada Balcarce. 315 páginas.
- MARTÍNEZ, D. E. 1995. Contaminación del agua subterránea por actividades agrícolas en el sudeste bonaerense. Informe diagnóstico. Centro de Geología de Costa y Cuaternario. UNMdElP. Mar del Plata.
- MARTINOIA, E.; U. HECK and A. WIEMKEN. 1981. Vacuoles as storage compartments for nitrate in barley leaves. *Nature*. Vol 289 pp. 292-294.
- MAYNARD, D. N.; A. V. BARKER; P. L. MONOTTI and N. H. PECK. 1976. Nitrate accumulation in vegetables. *Advances in Agronomy* 28, 71-118.
- PETERSEN, A. and S. STOLTZE. 1999. Nitrate and nitrite in vegetables on Danish market: content and intake. *Food additives and contaminants*. 16: 7, 291-299.
- QUINCHE, J. P. 1982. Fluctuations in the nitrate contents of vegetables during the day. *Reveu Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture*, 14 (2) 85-87.
- RINCON, L.; C. PELLICER and J. SAENZ. 1998. Effect of different nitrogen application rates on the yield and nitrates concentration of lettuces. *Agrochimica*. 42: 6, 304-312.
- SALCEDO, A.; M. F. FILIPINI; C. SALCEDO y L. ABORNOZ. 1999. Evaluación de la calidad intrínseca en las hortalizas de hoja: II. Contenido de nitratos en deshidratado de espinaca. XXII Congreso Argentino de Horticultura. San Miguel de Tucumán (CD).
- SBARAGLIA, M. 1988. Métodos de análisis de suelos, Programa: "Desarrollo de la fertilización en la Argentina" SAGyP. INTA. *Enichen Agricultura*. Milán, Italia.
- SICILIANO, J.; S. KRULICK; E. G. HEISLER y J. W. WHITE. 1975. Nitrate and nitrite content of some fresh and processed market vegetables. *J. Agric. Food Chem*. Vol. 23, 461.
- TRABUCCO, R. 1997. Panorama Actual del Cinturón Hortícola de mar del Plata. *Boletín Hortícola* de abril, pág. 32.
- University of Illinois Department of Food Science and Human Nutrition for the Steel Packaging Council. 1997. Nutrient conservation in canned, frozen and fresh foods.
- WEHRMAN Y HAHNDEL, 1985. Influence of chloride on yield and nitrate content of spinach. In Assessment of nitrogen fertilizer requirement.
- ZEBARTH, B. J.; P. A. BOWEN and M. A. TOIVONEN. 1995. Influence of nitrogen fertilization on broccoli yield, nitrogen accumulation and apparent fertilizer-nitrogen recovery. *Can. J. Plant Sci.* 75: 717-725.