

# Concentración de nitratos en pecíolos y rendimiento de los cultivares de papa Kennebec y Shepody en relación a la fertilización nitrogenada.

Saluzzo, J. A.

## RESUMEN

En cultivares de papa, la determinación del contenido de N en tejidos de la planta y en el suelo mejora la eficiencia de la fertilización con N, y permite lograr rendimientos y calidad óptimos. Este trabajo analiza el rendimiento y contenido de N en pecíolos de cultivares de papa en respuesta a la fertilización nitrogenada en el SE de la provincia de Buenos Aires (Argentina) para el ciclo 1995/96. Se emplearon tres dosis de N (0, 120 y 240 kg ha<sup>-1</sup>) y dos cultivares (Kennebec y Shepody). La relación peso seco hoja: tallo y concentración de N en hojas fueron diferentes entre los cultivares. La respuesta del rendimiento total y de tubérculos >0,284 kg fue diferente entre dosis de N y entre cultivares. Los rendimientos máximos se alcanzaron con la dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup>, y se lograron cuando entre inicio de tuberización e inicio crecimiento lineal del tubérculo hubo N-NO<sub>3</sub> entre 10 y 15 mg kg<sup>-1</sup> en el suelo; estos valores estuvieron asociados a 15.000 y 18.000 mg kg<sup>-1</sup> en los pecíolos para Kennebec y Shepody, respectivamente. Las concentraciones de N-NO<sub>3</sub> en pecíolos y en el suelo pueden ser utilizadas para ajustar las recomendaciones de fertilización nitrogenada de estos cultivares empleadas en la región.

**Palabras clave:** tamaño de tubérculos, nitratos en el suelo, materia seca de tubérculos, contenido de N.

Saluzzo, J.A. Petiole nitrate concentration and yield of Kennebec and Shepody potatoes as related to N fertilization. Agriscientia XVIII: 21-26

## SUMMARY

N content determination in soil and plant to potato cultivars improve efficiency of N use and, optimum yield and tuber quality may be achieved. This work analyses yield and N-NO<sub>3</sub> petiole concentration of potato cultivars in response to N fertilization in the south-east of Buenos Aires Province (Argentina) in 1995/96 growing season. Treatments combined three N doses (0, 120 and 240 kg ha<sup>-1</sup>) and two cultivars (Kennebec and Shepody). Leave: stem dry weight relation and N con-

centration of leaves were different between cultivars. Total tuber yield and >0.284 kg tuber response were different between N doses and cultivars. Maximum yield were reached by 120 kg ha<sup>-1</sup> N doses when from the beginning of tuber formation to the lineal tuber growth period soil NO<sub>3</sub>-N ranged between 10 and 15 mg kg<sup>-1</sup>; these levels were associated to 15,000 and 18,000 mg kg<sup>-1</sup> into petioles for Kennebec and Shepody, respectively. Soil and petiole NO<sub>3</sub>-N concentrations can be used to adjust N fertilization recommendations to these cultivars employed in the region.

**Key words** tuber size, soil nitrate, dry matter content, N content.

Saluzzo, J. A. *Cátedra de Horticultura. Departamento de Ciencias Aplicadas. Universidad Nacional de La Rioja, Sede Universitaria Chilecito. 9 de Julio 22, 5360 Chilecito. La Rioja. E-mail: saluzzoi@yahoo.com*

## INTRODUCCIÓN

Aplicaciones de fertilizantes nitrogenados entre 60 y 120 kg ha<sup>-1</sup> de N permitieron alcanzar rendimientos comerciales máximos en experiencias efectuadas con distintos cultivares de papa en el sudeste bonaerense (Saluzzo *et al.*, 1994; Saluzzo *et al.*, 1999). La amplitud de las dosis empleadas responde a las características del genotipo y época de plantación, y al N disponible al momento de la plantación y cantidad de N mineralizado durante el ciclo de cultivo.

A fin de ajustar la aplicación de N, se recomienda a nivel regional realizar análisis de suelo, previo a la plantación, y de pecíolo al inicio de la tuberización (Echeverría y Saluzzo, 1996). El análisis de suelo ha sido utilizado durante mucho tiempo para determinar los requerimientos nutritivos del cultivo. A causa de las dificultades de interpretación del análisis de suelo, éste puede ser complementado con el análisis de tejidos de la planta, lo que permitiría integrar todos los factores que afectan la absorción de nutrientes (Robert & Chang, 1988; MacKay *et al.*, 1989).

Existen evidencias de que los aportes de N entre plantación e inicio de la tuberización no deterioran el rendimiento y la calidad de la producción, teniendo de escasa a nula incidencia la modalidad de aplicación de la totalidad de la dosis, ya sea a plantación o fraccionada (Saluzzo *et al.*, 1994; Joern &

Vitosh, 1995). La determinación del nivel nutritivo del cultivo de papa entre el momento de la plantación y el inicio del estado de crecimiento lineal del tubérculo evita el riesgo de la contaminación de las napas freáticas por aplicar fertilizantes en exceso (Tyler *et al.*, 1983). Además, el empleo de altas dosis de N afecta la calidad del tubérculo no sólo en el tamaño sino también en la concentración de la materia seca (Westerman *et al.*, 1988; Porter & Sisson, 1993).

A fin de obtener rendimiento y calidad de tubérculos óptimos, la determinación del contenido de N tanto en la planta como en el suelo durante el período inicial del crecimiento del tubérculo posibilitará evaluar con mayor precisión el estado nutricional del cultivo y decidir sobre la factibilidad de realizar aplicaciones correctivas de N.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta a la fertilización nitrogenada en diferentes cultivares de papa por medio del contenido de N en pecíolo, y el rendimiento y calidad de tubérculos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Campo Experimental de la E.E.A. INTA Balcarce (37°45' S y 58°18' O) en un suelo Argiudol típico, franco, illítico, térmico y con más de un metro de profundidad efectiva. Las con-

**Tabla 1:** Registros mensuales de temperaturas (T) medias, precipitaciones (PP) y aplicaciones de riego (R). Balcarce (Bs.As.), ciclo 1995-96.

Meses	T máxima (°C)	T mínima (°C)	PP (mm)	R (mm)
Octubre	19,2	7,5	94,3	-
Noviembre	22,9	10,9	171,5	18
Diciembre	27,4	12,1	47,9	85
Enero	27,4	13,9	94,7	85
Febrero	25,9	12,5	83,5	30
Marzo	25,9	13,5	49,8	-

diciones climáticas y las aplicaciones de riego adicional se presentan en la Tabla 1.

La preparación del suelo y las labores se hicieron de acuerdo a las modalidades de la zona. El lote provenía de un barbecho semicubierto de dos años, previo a los cuales se había sembrado trigo. El análisis de suelo a 0,40 m de profundidad indicó un contenido de: 4,5% de materia orgánica, 17,3 mg kg<sup>-1</sup> de suelo de nitratos y 16 mg kg<sup>-1</sup> de suelo de P disponible. La semilla de papa certificada y originaria de la región se mantuvo en cámara a  $\approx 2$  °C hasta 10 días previo a la plantación. Los tubérculos se cortaron en trozos de  $\approx 50$  g y fueron plantados mecánicamente. La distancia entre surcos fue de 0,80 m logrando una densidad de 55.550 cortes ha<sup>-1</sup>. Al momento de la plantación (11/10/96) se aplicó P a razón de 92 kg ha<sup>-1</sup>(0-46-0). Se emplearon herbicidas de preemergencia y durante el desarrollo del cultivo se hicieron aplicaciones periódicas de herbicidas selectivos y de fungicidas para el control de enfermedades. El riego se aplicó para mantener el nivel de agua disponible por encima del 70 %.

Se empleó un diseño en bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones y 6 tratamientos. Se combinaron 2 cultivares de papa: Kennebec y Shepody, y 3 niveles de N: 0, 120 y 240 kg ha<sup>-1</sup>. Se utilizó urea (46-0-0) como fuente nitrogenada, la que se aplicó al momento de emergencia (03/11/1995) al costado de la línea de plantas y se incorporó con escardillo. La unidad experimental fue una parcela de 4 bordos de 7 m de largo, y las determinaciones se realizaron en los dos centrales dejando 1 m de bordura en cada extremo.

Entre los 40 días desde la plantación (ddp) y los 78 ddp, por tratamiento y repetición, se tomaron muestras periódicas de 50 pecíolos según método empleado por Roberts & Cheng (1988), y de suelo hasta 0,40 m de profundidad para determinar niveles de N-NO<sub>3</sub> por el método colorimétrico del ácido fenol disulfónico. Shepody y Kennebec iniciaron el crecimiento del tubérculo entre los 47 y 52 ddp. A la madurez (inicio de amarillamiento de la parte aérea y senescencia), 17/01/96 en Shepody y 30/01/96 en Kennebec, se tomaron muestras de 3 plantas por tratamiento y repetición para determinar el contenido de N total. Las muestras se fraccionaron en hoja, tallo, tubérculo y raíz y se secaron en estufa a 80°C hasta peso seco constante. Posteriormente se molieron y se determinó el N reducido por el método de Kjeldhal.

La cosecha se efectuó el 30/01/96 para Shepody y el 14/02/96 para Kennebec en una superficie de 6,4 m<sup>2</sup>. Se pesó la muestra para determinar rendimiento total, y luego se hizo la distribución del nú-

mero y peso de tubérculos en función del tamaño (diámetro menor) <50 mm y peso >0,284 kg. Para determinar contenido de materia seca, de una muestra de 4-5 kg de tubérculos se tomó una submuestra de 1 kg. Los tubérculos se lavaron, se extrajeron 2 muestras de cada observación y se secaron en estufa a 105 °C durante 24 hs.

Los resultados se sometieron al análisis de la varianza con pruebas de F y de Tuckey ( $\alpha=0,05$ ); el análisis de correlación se hizo según coeficientes de Pearson (Steel y Torrie, 1985).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Contenido de N en planta

Al momento de madurez del cultivo, tanto el peso seco como el contenido de N de la parte aérea de la planta no presentaron diferencia entre cultivares (datos no mostrados). Sin embargo, la relación de peso seco hoja:tallo fue mayor en Shepody (3,25 vs 2,41 de Kennebec) ( $P<0,01$ ) y esta diferencia varietal estuvo asociada a una mayor concentración de N en la hoja (2,25 vs 1,96% de Kennebec) ( $P<0,01$ ).

Shepody tuvo menor contenido de N en los tubérculos, que fue resultado de una menor concentración del N (0,86 vs 1,06 % de Kennebec) ( $P\leq 0,01$ ) y menor rendimiento en peso seco (7904 vs 10.310 kg ha<sup>-1</sup> de Kennebec) ( $P\leq 0,01$ ).

En cuanto a la partición de la materia seca y del N en el follaje, el efecto de la fertilización nitrogenada fue mas notable en Kennebec que presentó incrementos crecientes hasta la dosis de 240 kg ha<sup>-1</sup> de N (Tabla 2). A su vez, Shepody retuvo mayor cantidad de N en la parte aérea siendo superior a la presentada en otros cultivares de maduración similar (Saluzzo *et al.*, 1999).

### Rendimiento y calidad

Hubo diferencias significativas entre dosis de N y entre cultivares en el rendimiento total, utilizable y de tubérculos con peso >0,284 kg (Tabla 3). El rendimiento total de los cultivares tuvo similar respuesta a la fertilización nitrogenada, y los rendimientos máximos se alcanzaron con la dosis de 120 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 3).

El incremento de la producción de tubérculos >0,284 kg entre las dosis de 0 y 120 kg ha<sup>-1</sup> fue mayor ( $P\leq 0,05$ ) para Shepody que para Kennebec. Sin dudas que la adición de N aumentó el tamaño del tubérculo, sin embargo el comportamiento y características del cultivar pueden inhibir el efecto del N

**Tabla 2:** Relación parte aérea y planta entera (g g<sup>-1</sup>) para N total acumulado y materia seca total para distintas dosis de aplicación de N y cultivares de papa.

DOSIS DE N (kg ha <sup>-1</sup> )	MATERIA SECA		N	
	Kennebec	Shepody	Kennebec	Shepody
0	0,200	0,246	0,324	0,452
120	0,252	0,308	0,349	0,513
240	0,323	0,305	0,419	0,524
D.M.S.(*) Cultivar	ns		0,059	
Dosis	0,062		ns	

(\*) Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey ( $\mu=0,05$ ). ns = no significativa

**Tabla3:** Contenido de materia seca y rendimiento total, utilizable (total menos tubérculos de  $\varnothing < 50$  mm) y tubérculos  $> 0,284$  kg para distintas dosis de N y cultivares de papa.

DOSIS DE N (kg ha <sup>-1</sup> )	CULTIVARES	RENDIMIENTO (kg ha <sup>-1</sup> )			
		Total	Utilizable	$> 0,284$ kg	Materia seca (%)
0	Kennebec	47.226	40.314	7.844	20,63
	Shepody	33.254	27.354	2.638	22,02
120	Kennebec	56.592	51.000	15.693	21,42
	Shepody	45.445	39.895	11.454	21,35
240	Kennebec	53.523	48.264	14.076	19,70
	Shepody	42.849	36.904	8.406	20,67
D.M.S. (*)	Cultivar	5.887	5.941	4.233	ns
	Dosis	8.759	8.840	6.299	ns

(\*) Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey ( $\mu=0,05$ ). ns = no significativa

como en el caso de Russet Burbank (Westermann & Klienkopf, 1985; Westermann *et al.*, 1988), o bien manifestarse el efecto a partir de un menor tamaño de tubérculos ( $> 0,230$  kg) como ocurrió en otra experiencia con Russet Burbank y Shepody (Porter & Sisson, 1993).

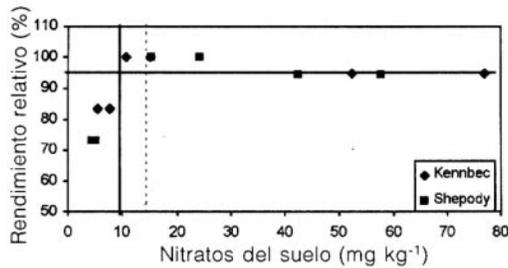
Por otra parte, la relación entre el N total y el máximo rendimiento de peso seco de tubérculo (dosis de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ) fue de  $14,4 (\pm 2,7)$  y  $17,7 (\pm 4,0)$  kg de N por tonelada de peso seco de tubérculo ( $\approx 5t$  de peso fresco) para Kennebec y Shepody, respectivamente. Estos valores son similares a los obtenidos para otros cultivares empleados en la región (Saluzzo *et al.*, 1999).

El contenido de materia seca de los tubérculos disminuyó con la aplicación de la dosis de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  ( $P \leq 0,06$ ), habiendo sido encontrados similares

resultados por otros autores (Timm *et al.*, 1983; Westermann *et al.*, 1988).

#### Contenido de N-NO<sub>3</sub> en peciolo y suelo

El contenido de N-NO<sub>3</sub> en el suelo se mantuvo en un rango de variación estrecho con la aplicación de la dosis de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  entre el inicio de la formación del tubérculo y el comienzo de la fase de crecimiento lineal (50 y 64 ddp). Por esto, se relacionó el contenido de nitratos de este período con el rendimiento total relativo (máximo para dosis  $120 \text{ kg ha}^{-1}$ ). En la Figura 1 se observa que contenidos de nitratos  $> 10 \text{ mg kg}^{-1}$  son necesarios para no afectar negativamente el rendimiento, aunque este valor fue un 50% mayor para el cultivar Shepody. La respuesta encontrada fue similar a la obtenida para Huinkul MAG cuyo máximo rendimiento se logró con  $10,4$

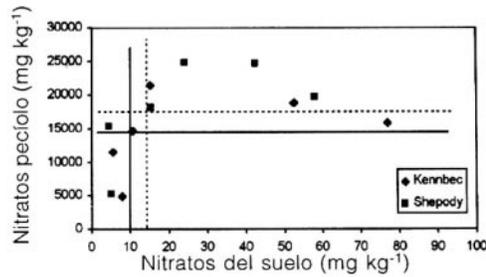


**Figura 1:** Relación entre el rendimiento relativo y el contenido de N-NO<sub>3</sub> en el suelo (0,40 m profundidad) entre los 50 y 64 días desde la plantación para cultivares de papa y 3 dosis de N. Los datos son la media de cuatro repeticiones.

mg kg<sup>-1</sup> de N-NO<sub>3</sub> a inicio del crecimiento del tubérculo (Saluzzo *et al.*, 1994). Sin embargo, en experiencia realizada con Russet Burbank en otra región, determinaron como suficiente niveles N-NO<sub>3</sub> del suelo entre 12 y 18 mg kg<sup>-1</sup> (0,46 m profundidad) al inicio del estado de crecimiento lineal del tubérculo (Westermann & Kleinkopf, 1985).

El contenido de N-NO<sub>3</sub> en peciolo fue modificado por la fertilización nitrogenada observándose un efecto importante entre los tratamientos con y sin aplicación de N (Tabla 4). A su vez, entre cultivares se mantuvo un mayor nivel de nitratos en Shepody durante todo el período de toma de muestras.

El contenido de N-NO<sub>3</sub> en peciolo tendió a disminuir con el crecimiento del cultivo, siendo más notable la disminución después de los 50 ddp para los tratamientos sin aplicación de N y 120 kg ha<sup>-1</sup> (Tabla 4). Considerando las muestras realizadas a 51 y 63 ddp, se encontró una relación significativa con igual momento de muestreo para el contenido de



**Figura 2:** Relación del contenido de N-NO<sub>3</sub> en peciolo y suelo (0,40 m de profundidad) entre los 50 y 64 días desde de plantación para cultivares de papa y 3 dosis de N. Los datos son la media de cuatro repeticiones, (r=0,30, n=48, P<0,05).

N-NO<sub>3</sub> en suelo (Figura 2). El valor correspondiente de nitrato en peciolo con relación al valor límite determinado para el suelo fue >15,000 y >18.000 mg kg<sup>-1</sup> para Kennebec y Shepody, respectivamente.

Si bien los valores encontrados para ambos cultivares están dentro del rango de variación de 5.300 y 31.700 mg kg<sup>-1</sup> considerado como suficiente (Walworth & Muniz, 1993), se podrían considerar levemente superiores al valor crítico de 15.000 mg kg<sup>-1</sup> definido para el inicio de la formación del tubérculo en cultivos realizados en esta región (Echeverría y Saluzzo, 1996). Además, el valor de Shepody para esta etapa del crecimiento está dentro del rango considerado como no limitante para el rendimiento (14.400 - 22.300 mg kg<sup>-1</sup>) encontrado por otros autores (Porter & Sisson, 1993).

**Consideraciones finales**

Sin dudas que definir los requerimientos de N en base a los análisis de suelo y de tejidos de plantas

**Tabla 4:** Contenido de N-NO<sub>3</sub> (mg kg<sup>-1</sup>) en peciolo de hojas para distintas dosis de N y cultivares de papa en distintos momentos del ciclo de crecimiento.

DOSIS DE N (kg ha <sup>-1</sup> )	CULTIVARES	DÍAS DESDE PLANTACIÓN				
		40	51	63	69	78
0	Kennebec	9.463	11.579	4.927	4.977	1.600
	Shepody	12.411	15.397	5.229	6.464	3.856
120	Kennebec	22.970	21.395	14.654	16.027	5.670
	Shepody	25.754	24.835	18.157	18.673	14.893
240	Kennebec	20.828	18.887	15.851	17.426	15.498
	Shepody	24.910	24.646	19.744	23.764	20.828
D.M.S. (*)	Cultivar	3.688	3.736	2.073	2.553	2.517
	Dosis	5.504	5.576	3.094	3.810	3.756

(\*) Diferencia mínima significativa, prueba de Tukey (μ=0,05).

considerando el estado de crecimiento del cultivo puede ser complicado por la presencia de otros factores (MacKay *et al.*, 1989), pero es factible que contribuya con un uso mas eficiente del N dentro de los límites impuestos por la sanidad, el clima y los cultivares (Westermann & Kleinkopf, 1985).

En síntesis, y según las condiciones en que se desarrolló esta experiencia, la determinación de niveles apropiados de N tanto en pecíolo como en el suelo hasta una profundidad de 0,40 m durante el periodo comprendido por el inicio de la tuberización y el crecimiento lineal del tubérculo, puede ser útil para mejorar las recomendaciones del manejo de la fertilización nitrogenada para los cultivares Kennebec y Shepody.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado por un convenio entre la Facultad de Cs. Agrarias (UNMDP) y la empresa McCain Argentina S.A. El autor agradece al Ing. E. Caccace y al Dr. M. Huarte por facilitarle la ejecución del trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Echeverría, H.E. y J.A. Saluzzo, 1996. Eficiencia en el uso de nutrientes en la producción de papa. *Fertilizar*, 3:10-13.
- Joern, B.C. and M.L. Vitosh, 1995. Influence of applied nitrogen on potato. Part I: yield, quality and nitrogen uptake. *American Potato Journal*, 72:51-63.
- MacKay, D.C..T. Entzand J.M. Carefoot, 1989. Factors affecting leaf nutrient concentrations of potatoes on irrigated brown and dark brown chernozemic soils. *Canadian Journal of Plant Science*, 69:591-600.
- Porter, G.A. and J.A. Sisson, 1993. Yield, market quality and petiole nitrate concentration of non-irrigated Russet Burbank and Shepody potatoes in response to sidedressed nitrogen. *American Potato Journal*, 70:101-16.
- Roberts, S. and H.H. Cheng, 1988. Estimation of critical nutrient range of petiole nitrate for sprinkler irrigated potatoes. *American Potato Journal*, 65:119-24.
- Saluzzo, J.A., H.E. Echeverría, F. Andrade, M. Huarte y G. García Jurado, 1994. Producción de materia seca y de tubérculos de papa (cv. Huinkul MAG) en respuesta a la fertilización nitrogenada en Balcarce (Argentina). *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 70:81-9.
- Saluzzo, J.A., H.E. Echeverría, F. Andrade and M. Huarte, 1999. Nitrogen nutrition of potato cultivars differing in maturity. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 183:157-65.
- Steel, R.G.D. y J.H. Torrie, 1985. *Biostatística: principios y procedimientos*. 2<sup>da</sup> Edic. McGraw-Hill. 622 pp.
- Timm, H., J.C. Bishop, K.B. Tyler, M. Zahar, V.H. Schweers and J.P. Guerard, 1983. Plant nutrient uptake and potato yield response to banded and broadcast nitrogen. *American Potato Journal*, 60:577-85.
- Tyler, K.B., F.E. Broadbent and J.C. Bishop, 1983. Efficiency of nitrogen uptake by potatoes. *American Potato Journal*, 60:261-69.
- Walworth, J.L. and J.E. Muniz, 1993. A compendium of tissue nutrient concentrations for field grown potatoes. *American Potato Journal*, 70:579-97.
- Westermann, D.T. and G.E. Kleinkopf, 1985. Nitrogen requirements of potatoes. *Agronomy Journal*, 70:616-21.
- Westermann, D.T., G.E. Kleinkopf and L.K. Porter, 1988. Nitrogen fertilizer efficiencies on potatoes. *American Potato Journal*, 65:377-86.