

FERTILIZACION NITROGENADA DE CULTIVARES DE PAPA (*Solanum tuberosum*) EN EL SUDESTE BONAERENSE

CM GILETTO¹, HE ECHEVERRIA¹, V SADRAS²

¹Unidad Integrada (UIB) Fac de Ciencias Agrarias (UNMP) – EEA INTA Balcarce, Ruta 226 km 73,5 (7620) CC 276. Balcarce, Argentina. Email:hecheverr@balcarce.inta.gov.ar

²CSIRO Land & Water, Adelaide, Australia

Recibido 3 de abril de 2003, aceptado 25 de agosto de 2003

NITROGEN FERTILIZATION OF POTATO IN THE SOUTHERN PAMPAS

Nitrogen fertilization of potato can reduce tuber yield and quality in soils with high organic matter content. Three potato cultivars (Asterix, Kennebec and Spunta) were grown with four nitrogen fertilization rates: OOO = control; NOO = 80 kg N ha⁻¹ at planting; NNO (160 kg N ha⁻¹) = 80 kg N ha⁻¹ at planting + 80 kg N ha⁻¹ at tuber initiation; NNN (240 kg N ha⁻¹) = 80 kg N ha⁻¹ at planting + 80 kg N ha⁻¹ at tuber initiation + 80 kg N ha⁻¹ at tuber bulking. Shoot biomass, tubers fresh and dry matter (DM), and petiole N-NO₃⁻ concentration were quantified periodically during the growing season. Nitrogen fertilization during crop cycle did not increase yields of all cultivars (13, 9, 7 Mg DM ha⁻¹, respectively). Petiole N-NO₃⁻ concentration, up to 45 days after emergence (DAE), was located in the excess N-NO₃⁻ levels (average 20 to 25 g kg⁻¹) in the three cultivars. Tubers dry matter concentration diminished linearly with increasing N-NO₃⁻ concentration (R² = 0.54). Nitrogen fertilization at the end of the growing cycle diminished tuber growth rate, harvest index and gross margin. At harvest, the concentration of available soil nitrogen was significantly higher in plots with 240 kg N ha⁻¹. In this experience, nitrogen fertilization during crop cycle did not increase crop yields, decreasing farmer incomes.

Key words: nitrogen fertilization, potato, dry matter production, nitrate, petiole.

INTRODUCCION

Tanto el exceso como la deficiencia de nitrógeno afectan la duración del ciclo del cultivo de papa y en consecuencia el rendimiento de tubérculos. La elevada disponibilidad de nitrógeno puede prolongar el crecimiento vegetativo, retrasar el inicio de tuberización y reducir el rendimiento (Saluzzo *et al.* 1999) y el porcentaje de materia seca de los tubérculos (Ojala *et al.* 1990; Cieslik 1997). Se ha demostrado que en esta especie la eficiencia de uso del nitrógeno es baja (Rouke 1985; Porter Sisson 1991), por lo que el uso inapropiado del fertilizante nitrogenado puede producir problemas ambientales (Costa *et al.* 2000). El déficit de nitrógeno puede provocar una senescencia prematura de la parte aérea del cultivo debido a la retraslación del nitrógeno desde las hojas hacia los tubérculos (Kleinkopf *et al.* 1981).

La concentración de N-NO₃⁻ medido en base seca de pecíolo es el parámetro más utilizado para determinar el estado nutricional del cultivo (Walworth, Miniz 1993), debido a su estrecha relación con el rendimiento. La concentración del nutriente es máxima en inicio

de tuberización y disminuye, en función a la dosis de nitrógeno aplicado, a medida que avanza el ciclo del cultivo (Porter, Sisson 1991; Westcott 1993; Westermann 1993). El rango adecuado de referencia, propuesto por Vitosh y Silva (1996), varió de 17 a 22 y de 6 a 8 g N-NO₃⁻ kg⁻¹ para inicio de tuberización y llenado de tubérculos; respectivamente.

El Sudeste Bonaerense es una de las zonas productoras de papa más importante del país, estimándose un rendimiento potencial de 88 a 112 Mg ha⁻¹ de tubérculos frescos. Sin embargo, los mejores productores obtienen, con los cultivares de papa tradicionalmente utilizados (Spunta y Kennebec) rendimientos que no superan los 50 a 60 Mg ha⁻¹ (Caldiz, Gaspari 1997). La instalación en la última década de industrias procesadoras de papa, ha estimulado el uso de nuevos cultivares con la consiguiente demanda de información. Entre los cultivares introducidos, se destaca Asterix por su rendimiento y alta concentración de materia seca en los tubérculos.

Los suelos de esta región se caracterizan por ser Argiudoles con un porcentaje de

materia orgánica (MO) superior al 5 g 100 g⁻¹ y un pH levemente ácido que favorece la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes (Echeverría, Ferrari 1993). Para Balcarce se ha estimado que el nitrógeno mineralizado por estación de crecimiento varía en el rango de 100 a 200 kg ha⁻¹ (Echeverría, Bergonzi 1995). Por lo tanto, para suelos con elevado contenido de MO y provenientes de pastura, no sería necesario agregar nitrógeno durante el crecimiento del cultivo. Sin embargo, los productores de la zona normalmente aplican gran cantidad de fertilizante a la plantación (63 kg N + 70 kg P ha⁻¹) y al levantar el surco (70 kg N ha⁻¹) (Tosi 2002).

Se plantea como hipótesis que, para suelos del Sudeste Bonaerense con elevados porcentajes de MO (superior al 5 g 100 g⁻¹) y provenientes de pastura, la fertilización nitrogenada de cultivares de papa de distinto hábito de crecimiento, afecta negativamente el rendimiento y la calidad de los tubérculos. Se propusieron como objetivos: a- determinar la evolución de la acumulación de materia seca aérea y de tubérculos y de la concentración de N-NO₃⁻ en los pecíolos; b- establecer la asociación entre el porcentaje de materia seca y la concentración de N-NO₃⁻ en los tubérculos a la cosecha; c- evaluar económicamente la respuesta a la fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y METODOS

La experiencia se realizó en Balcarce (37° 45' S; 58° 18' W; 130 msnm) sobre un suelo Argiudol Típico sin limitaciones en su capacidad de uso. Se realizaron simultáneamente tres ensayos contiguos con un cultivar de papa cada uno: Kennebec, Spunta y Asterix. Los dos primeros son de ciclo semitardío de 110 a 120 días desde la plantación a la muerte del follaje. Asterix es tardío con un ciclo de 120 a 140 días. La plantación se realizó el 24 de octubre de 2000 y en ese momento se fertilizó con 22 kg N ha⁻¹ y con 45 Kg P ha⁻¹. Las características del suelo a la plantación fueron: 7 g 100 g⁻¹ de materia orgánica (MO), 29 mg kg⁻¹ de fósforo disponible y pH de 5,6.

Cada ensayo se realizó en un diseño en bloques completo aleatorizado con tres repeticiones. Los tratamientos correspondieron a tres dosis de nitrógeno (80-160-240 kg ha⁻¹) y a tres momentos de aplicación (plantación, inicio de tuberización y llenado de tubérculos). Los cuatro tratamientos fueron identificados como: OOO: testigo; NOO: 1 aplicación de 80 N kg ha⁻¹ a la plantación; NNO: 2

aplicaciones de 80 kg N ha⁻¹ en plantación e inicio de tuberización y NNN: 3 aplicaciones de 80 kg N ha⁻¹ en plantación, inicio de tuberización y llenado de tubérculos. Las unidades experimentales fueron de 56 m². La densidad de plantación fue de 50000 pl ha⁻¹. A partir del 11 de diciembre se comenzó a regar el cultivo con 27 mm con un intervalo de 7 a 10 días entre riegos. El control de enfermedades e insectos se llevó a cabo mediante pulverizaciones semanales. Se aplicó: 2 kg de DHITANE ha-1 (i.a.: Mancozeb), 150 cm³ de DECIS ha-1 (i.a.: Deltametrina A) y 90 g de ACTARA ha-1 (i.a.: Thiametoxan). El cultivo se mantuvo libre de malezas y se aplicó 200 g de FALCON WG 25% ha-1 (i. a.: Butroxitidim + coadyuvante) para el control de *Cynodon dactylon*.

Se realizaron cuatro muestreos de la parte aérea del cultivo a los 23, 38, 53 y 74 días después de la emergencia (DDE) para Kennebec y a los 16, 31, 45, 66 DDE para Spunta y Asterix. A partir del inicio de tuberización se tomaron muestras de tubérculos. En cada muestreo se tomaron 4 plantas al azar, se separaron en parte aérea y tubérculos y se determinó el contenido de materia seca de cada fracción. Se determinó la concentración de N-NO₃⁻ utilizando el método del ácido fenoldisulfónico a los 23, 38, 45 y 67 DDE para Kennebec y a los 24, 31, 45 y 73 DDE para Spunta y Asterix. Para ello, las muestras se secaron hasta peso constante. El N-NO₃⁻ se extrajo con K₂SO₄, una alícuota del extracto se trató con ácido fenoldisulfónico y se determinó la concentración por colorimetría. A la plantación y a la cosecha se determinó la disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

A la madurez del cultivo (Kennebec a los 120 DDE; Spunta y Asterix a los 134 DDE) se cosecharon los dos surcos centrales y se determinó el peso seco (PS) de los tubérculos. Se calculó el índice de cosecha (IC) como la relación entre el rendimiento en peso seco y la producción total de materia seca. Se determinó el porcentaje de materia seca de tubérculos (% MS) por gravimetría y la concentración de N-NO₃⁻ medido en jugo de tubérculos utilizando el colorímetro Nitrachek.

Los resultados obtenidos con los tres cultivares fueron analizados en un diseño combinado en bloques completo y aleatorizado con arreglo de tratamientos en parcela dividida con tres repeticiones. La parcela principal fue el cultivar y la subparcela el tratamiento de nitrógeno, se utilizó el Programa Statistical Analysis Systems (SAS) (SAS Institute 1985). Las medias de cada tratamiento fueron comparadas mediante la prueba de Duncan (p<0,05) cuando el ANOVA fue significativo. Se usó análisis de regresión para investigar la asociación entre el porcentaje de materia seca con la concentración de N-NO₃⁻ en jugo de tubérculos a la cosecha. Para determinar diferencias entre los cultivares en la tasa de crecimiento de los tubérculos

Tabla 1: Nitrógeno disponible (kg ha^{-1}) en el suelo (0-40 cm de profundidad) a la cosecha para los cultivares y las dosis de nitrógeno. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas, según la Prueba de Duncan ($p > 0,05$). OOO = testigo; NOO = 80 kg N ha^{-1} a la plantación; NNO (160 kg N ha^{-1}) = 80 kg N ha^{-1} a la plantación + 80 kg N ha^{-1} a inicio de tuberización y NNN (240 kg N ha^{-1}) = 80 kg N ha^{-1} a la plantación + 80 kg N ha^{-1} a inicio de tuberización + 80 kg N ha^{-1} al llenado de tubérculos.

Table 1: Topsoil (0-40 cm) available nitrogen (kg ha^{-1}) at harvest in cultivars and nitrogen rates. Duncan's test ($p > 0,05$) indicated no significant differences between cultivar. OOO = control; NOO = 80 kg N ha^{-1} at planting; NNO (160 kg N ha^{-1}) = 80 kg N ha^{-1} at planting + 80 kg N ha^{-1} at tuber initiation; NNN (240 kg N ha^{-1}) = 80 kg N ha^{-1} at planting + 80 kg N ha^{-1} at tuber initiation + 80 kg N ha^{-1} at tuber bulking.

	Nitrógeno disponible		
	0-20 cm	20-40 cm	Total
	 kg ha^{-1}		
Kennebec	23,6 b	11,6 b	36,8 b
Spunta	52,4 a	19,6 a	71,0 a
Asterix	29,1 ab	13,0 b	47,1 ab
OOO	22,7 c	11,5 a	34,2 c
NOO	26,0 bc	13,8 a	39,6 bc
NNO	36,6 b	15,3 a	51,9 b
NNN	54,8 a	21,2 a	80,9 a
CV (%)	31,5	56,6	32,6

se utilizó un modelo de regresión simple incorporando la variable Dummy (Berenson *et al.* 1983). Se evaluó económicamente la repuesta a la fertilización nitrogenada a partir del precio de nitrógeno (USD kg N^{-1}) y de la papa ($\text{USD kg PS tubérculo}^{-1}$). Los precios medios anuales de papa ($\text{\$ kg peso fresco}^{-1}$) que se utilizaron correspondieron al período 1991-2001 (Mosciaro 2002). Los mismos expresados en $\text{\$ kg peso fresco}^{-1}$ se transformaron a $\text{\$ kg peso seco}^{-1}$ utilizando un porcentaje de materia seca promedio de 18,2. Se utilizó una cotización de 2,92 pesos por dólar para indicar a los valores en dólares norteamericanos (USD) para Agosto de 2003.

RESULTADOS Y DISCUSION

La disponibilidad de nitrógeno a la plantación fue de 85, 82 y 92 kg N ha^{-1} en el suelo donde se realizó el ensayo con Kennebec, Spunta y Asterix, respectivamente. A la cosecha, el sector del lote donde se ubicó el ensayo con Spunta presentó significativamente mayor disponibilidad de nitrógeno. Independientemente del cultivar, las parcelas que recibieron 240 kg N ha^{-1} presentaron significativamente mayor disponibilidad de nitrógeno, acumulándose el 68% en los primeros 20 cm del suelo (Tabla 1).

La acumulación de materia seca aérea

se asoció con el largo del ciclo del cultivar, pero no con el nitrógeno agregado como fertilizante. Hasta el tercer muestreo (53 DDE), Asterix de ciclo más largo, fue el que presentó significativamente mayor acumulación ($2,7 \text{ Mg ha}^{-1}$) mientras que Kennebec y Spunta la menor ($1,9$ y $2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente) (Tabla 2). En el cuarto muestreo (66 DDE), para los tres cultivares, la acumulación fue similar determinándose un valor promedio de $6,1 \text{ Mg ha}^{-1}$.

La acumulación de materia seca de los tubérculos tampoco fue afectada por la dosis de nitrógeno y hasta 67 DDE fue similar para los tres cultivares (5 Mg ha^{-1}) (Figura 1). La curva de distribución de la acumulación de materia seca de los tubérculos y las diferencias determinadas en la tasa de crecimiento dependió del cultivar (Figura 1). La etapa de crecimiento lineal comenzó aproximadamente a partir de los 40 DDE, siendo Kennebec y Asterix los que presentaron significativamente mayor tasa de crecimiento ($0,12 \text{ Mg d}^{-1}$) con respecto a Spunta ($0,06 \text{ Mg d}^{-1}$).

El rendimiento de tubérculos a la cosecha varió con el largo del ciclo del cultivo y no fue afectado por la dosis de nitrógeno apli-

Tabla 2: Evolución de la producción de materia seca aérea (Mg ha^{-1}) para Kennebec, Spunta y Asterix. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre los cultivares para un mismo muestreo, según la Prueba de Duncan ($p > 0,05$). Primer muestreo: 23 DDE para Kennebec y 16 DDE para Spunta y Asterix; segundo muestreo: 38 DDE para Kennebec y 31 DDE para Spunta y Asterix; tercer muestreo: 53 DDE para Kennebec y 45 DDE para Spunta y Asterix; cuarto muestreo: 74 DDE para Kennebec y 66 DDE para Spunta y Asterix. Notación de tratamientos, ver Tabla 1.

Table 2: Evolution of aerial dry matter production (Mg ha^{-1}) for Kennebec, Spunta and Asterix. Duncan's test ($p > 0,05$) the letters show that there are no significant differences between cultivars for the same sampling. First sampling: 23 DDE for Kennebec and 16 DDE for Spunta and Asterix; second sampling: 38 DDE for Kennebec and 31 DDE for Spunta and Asterix; third sampling: 53 DDE for Kennebec and 45 DDE for Spunta and Asterix; fourth sampling: 74 DDE for Kennebec and 66 DDE for Spunta and Asterix. Treatments as in Table 1.

Acumulación de materia seca aérea				
	Primer muestreo	Segundo muestreo	Tercer muestreo	Cuarto muestreo
	 Mg ha^{-1}			
Kennebec	0,53 b	1,17 c	1,86 b	5,89 a
Spunta	0,49 b	1,61 b	2,50 a	5,62 a
Asterix	1,17 a	3,04 a	2,67 a	7,01 a
CV (%)	9,1	14,4	22,4	27,6

cado. Asterix, tuvo el mayor ($p < 0,05$) rendimiento ($12,9 \text{ Mg PS ha}^{-1}$), Spunta presentó el menor ($7,1 \text{ Mg PS ha}^{-1}$) y Kennebec se ubicó en posición intermedia ($9,4 \text{ Mg PS ha}^{-1}$). El menor rendimiento determinado en Spunta, se debería a la reducida tasa de crecimiento de los

tubérculos desarrollada al final del ciclo (Figura 1). En los tres cultivares, el nitrógeno agregado en el llenado de tubérculos provocó una disminución en el rendimiento y más aún en el IC (Tabla 3). Esto se debería a una menor tasa de movilización de materia seca desde los ta-

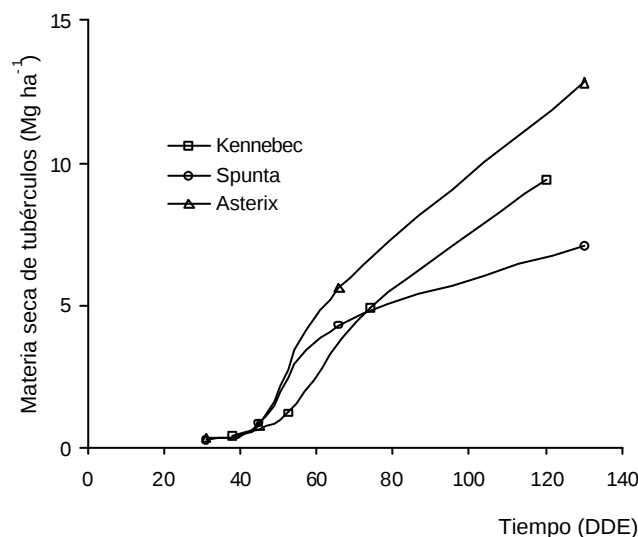


Figura 1: Evolución de la producción de materia seca de tubérculo (Mg ha^{-1}) para Kennebec, Spunta y Asterix. Días después de la emergencia = DDE.

Figure 1: Evolution of tubers dry matter production (Mg ha^{-1}) for Kennebec, Spunta and Asterix. Days after emergence = DAE

Tabla 3: Rendimiento promedio en peso seco de tubérculos (Mg ha^{-1}) e índice de cosecha (%) para Kennebec, Spunta y Asterix. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos para un mismo cultivar. Notación de los tratamientos ver Tabla 1.

Table 3: Average dry weight yield in tubers (Mg ha^{-1}) and harvest index (%) for Kennebec, Spunta and Asterix. No significant differences between treatments were determined for the same cultivar. Treatments as in Table 1.

Rendimiento de tubérculos				
	OOO	NOO	NNO	NNN
	Mg ha^{-1}			
Kennebec	9,6	9,1	10,0	8,9
Spunta	7,6	6,9	7,3	6,6
Asterix	13,4	14,3	13,0	11,0
Promedio	10,2	9,6	10,1	8,9

Índice de cosecha				
	OOO	NOO	NNO	NNN
	%			
Kennebec	62	63	62	59
Spunta	56	55	61	51
Asterix	70	72	65	60
Promedio	63	63	63	57

llos hacia los tubérculos (Saluzzo *et al.* 1999) o a una restricción en el número o tamaño de los destinos.

El porcentaje de materia seca es un indicador de calidad industrial que depende

del cultivar y las condiciones de crecimiento. En nuestro país, el mínimo que exige la industria es de 18% (Caldiz, Gaspari 1997). Kennebec y Asterix presentaron los porcentajes más elevados y Spunta los más bajos (Figura 2). El

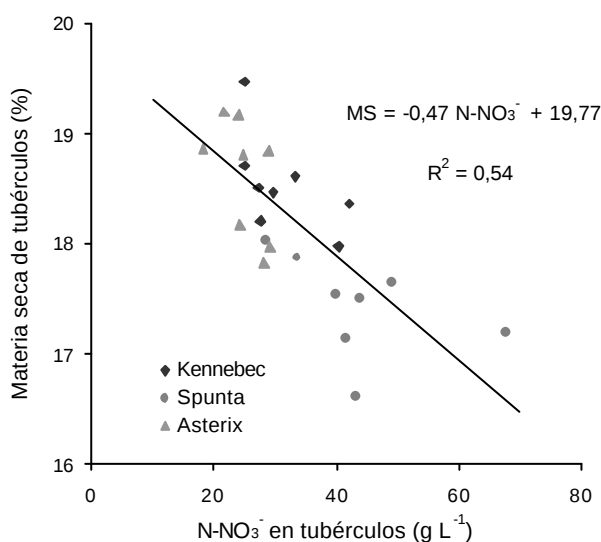


Figura 2: Relación entre el porcentaje de materia seca (%MS) y la concentración de nitrato (g L^{-1}) de los tubérculos para Kennebec, Spunta y Asterix.

Figure 2: Relationship between dry matter percentage (%DM) and tuber nitrate concentration (g L^{-1}) for Kennebec, Spunta and Asterix.

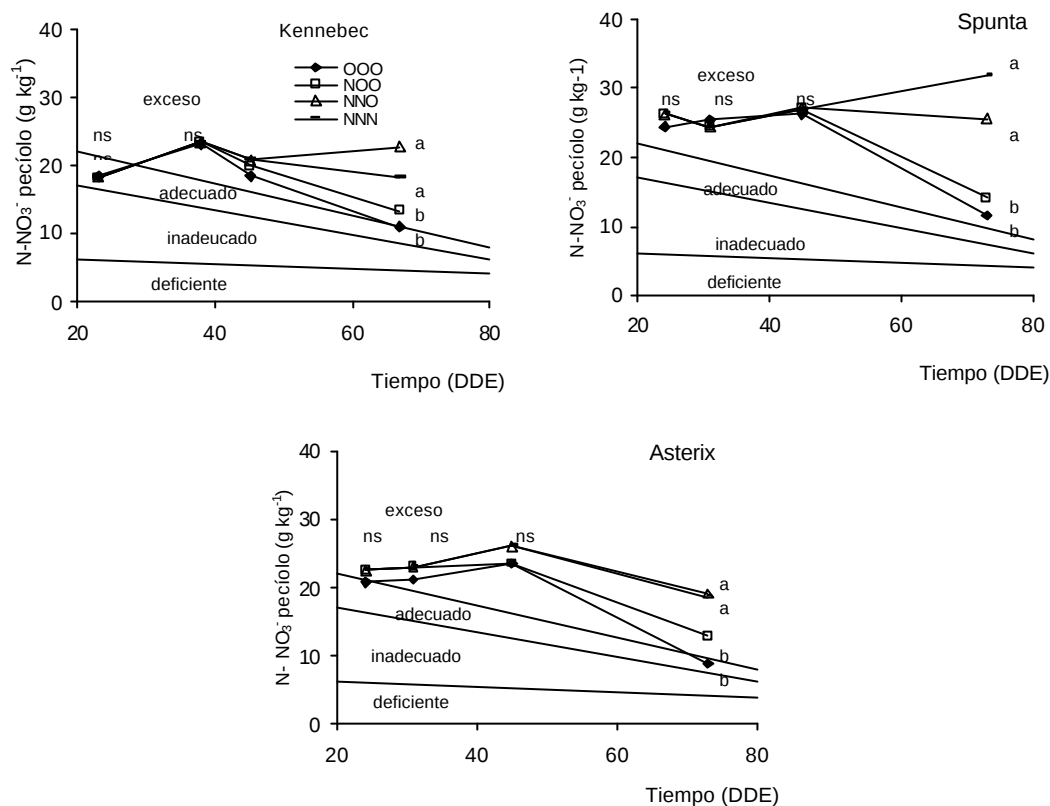


Figura 3: Evolución de la concentración de N-NO_3^- en peciolo en Kennebec, Spunta y Asterix. Las rectas separan rangos de referencias nutricionales según Vitosh y Silva (1996). Las letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre los tratamientos para un mismo cultivar: Kennebec a los 67 DDE; Spunta y Asterix a los 73 DDE. ns: no hay diferencias significativas entre los tratamientos para un mismo cultivar: Kennebec a los 23, 38 y 45 DDE; Spunta y Asterix a los 24, 31 y 45 DDE, según test de Duncan ($p > 0,05$). Notación para tratamientos, ver Tabla 1.

Figure 3: Evolution of N-NO_3^- concentration in petiole in Kennebec, Spunta and Asterix. Straight lines set apart nutritional reference ranges following Vitosh y Silva (1996). Duncan's test ($p > 0,05$) indicated no significant differences between treatments for the same cultivar, Kennebec to 67 DAE; Spunta and Asterix to 73 DAE. ns: Duncan's test ($p > 0,05$) indicated no significant differences between treatments for the same cultivar: Kennebec to 23, 38 and 45 DAE; Spunta and Asterix to 24, 31 and 45 DAE. Days after emergence = DAE. Treatments as in Table 1.

porcentaje de materia seca de los tubérculos disminuyó linealmente con la concentración de N-NO_3^- en los mismos ($R^2 = 0,54$). Estos resultados coinciden con los de Ojala *et al.* (1990) quienes determinaron que al aumentar la cantidad de nitrógeno se produce una disminución en la calidad de los tubérculos. Esto es debido a que al disminuir el porcentaje de materia seca, aumenta la concentración de nitrato almacenado en vacuola y aumenta la concentración de compuestos proteícos que desmerecen las propiedades organolépticas de la papa (Cieslik 1997).

La concentración de N-NO_3^- en los peciolos fue máxima en inicio de tuberización y disminuyó hasta el momento de maduración del cultivo (Figura 3). Este comportamiento es similar al descrito por Porter y Sisson (1991), Westermann (1993) y Wescott (1993). La concentración del nutriente se ubicó en el rango de exceso de nitrógeno (Vitosh, Silva 1996) en casi todos los muestreos de los tres cultivares pero es de resaltar que Spunta fue el que presentó significativamente la mayor concentración del nutriente. Independientemente del cultivar, en los tres primeros muestreos, la con-

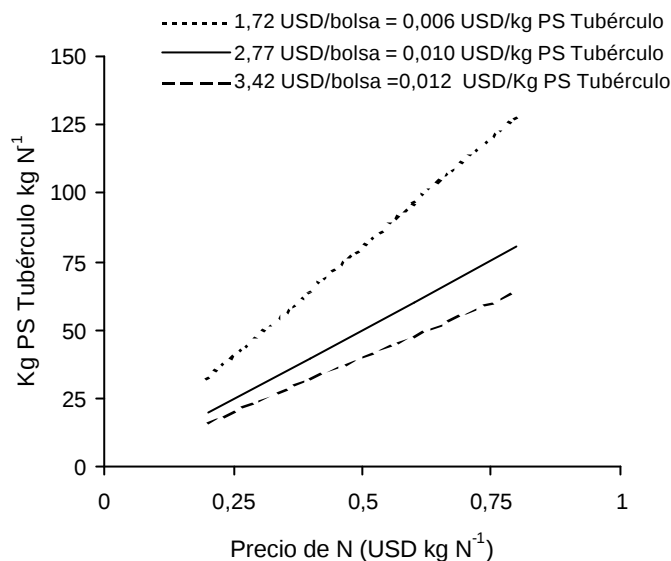


Figura 4: Respuesta de la producción de tubérculo a la aplicación de nitrógeno ($\text{kg PS tubérculo kg N}^{-1}$) en función de los precios variables de nitrógeno (USD kg N^{-1}) y de papa ($\text{kg PS tubérculo}^{-1}$).

Figure 4: Response of tubers production to nitrogen application ($\text{kg DM tuber kg N}^{-1}$) in accordance with nitrogen (USD kg N^{-1}) and potato (kg DM tuber^{-1}) prices changes.

concentración de N-NO_3^- varió entre 20 y 25 g kg^{-1} y no se determinaron diferencias significativas entre los tratamientos. Mientras que en el último muestreo, los tratamientos que recibieron 160 y 240 kg N ha^{-1} presentaron la mayor concentración y se diferenciaron significativamente del testigo y del tratamiento que recibió 80 kg N ha^{-1} . Esto último demuestra que al final del ciclo, cuando el nitrógeno es retranslocado desde la parte aérea hacia los tubérculos, el método detectó diferencias entre los tratamientos.

La Figura 4 muestra la relación entre el precio del nitrógeno (USD kg N^{-1}) y la respuesta a la fertilización ($\text{kg PS tubérculo kg N}^{-1}$) a valores variables de precios de papa ($\text{USD kg PS tubérculo}^{-1}$). Se tomó como referencia valores para la bolsa de papa máximo, medios y mínimos de 1991 a 2001 (Mosciaro 2002) dichos valores fueron de 5, 8 y 10 \$ bolsa^{-1} equivalentes a 1,72, 2,77 y 3,42 USD bolsa^{-1} , respectivamente. Para un precio del fertilizante determinado se necesita igualar el valor de $\text{kg de PS de tubérculo kg de N}^{-1}$. Considerando valores actuales de precios de fertilizante de 0,5 USD kg N^{-1} y 8 \$ bolsa^{-1} (2,77 USD bolsa^{-1} o 0,010 $\text{USD kg PS tubérculo}^{-1}$), se requiere un mínimo de 50 kg PS tubérculo por $\text{kg de nitrógeno aplicado}$ para cubrir el costo de

fertilización. La respuesta a la fertilización, obtenida como promedio de los tres cultivares, fue de 126, 63 y 37 $\text{Kg PS tubérculo kg N}^{-1}$ al aplicar 80, 160 y 240 kg N ha^{-1} . Por lo tanto, a dosis bajas o intermedias se obtuvieron resultados económicos positivos mientras que a la dosis de 240 kg de N ha^{-1} no se cubrió el costo del fertilizante. Estos resultados indican la baja eficiencia que tuvo el sistema productivo al aplicar elevadas dosis de nitrógeno.

Los cultivares de papa manifestaron diferencias significativas en las tasas de acumulación de materia seca y en el rendimiento de los tubérculos. Por el contrario, la aplicación de fertilizante nitrogenado durante el ciclo del cultivo produjo una tendencia a disminuir el rendimiento de tubérculos. Más aún, el agregado tardío de nitrógeno, afectó negativamente el porcentaje de materia seca de los mismos y provocó una disminución en el ingreso del productor. La falta de respuesta a la fertilización nitrogenada determinada en esta experiencia, probablemente sea debida a la elevada disponibilidad de nitrógeno a la plantación y a la capacidad de mineralización de la fracción orgánica del suelo (Echeverría, Bergonzi, 1995). Los suelos del Sudeste Bonaerense destinados al cultivo de papa, son similares en sus características al descrito en

este trabajo, por lo tanto, no sería necesario el agregado de las elevadas dosis de fertilizante que generalmente el productor de la zona agrega el cultivo. Evaluar la disponibilidad de nitrógeno a la plantación, efectuar estimaciones del nitrógeno mineralizado durante el ciclo del cultivo y monitorear los contenidos de nitratos en los pecíolos, contribuirían a realizar un manejo mas racional de la fertilización nitrogenada del cultivo de papa.

REFERENCIAS

- Berenson M L, Levigne D M, Goldztein M. 1983. Intermediate statistical methods and application.
- Caldiz D O, Gaspari F J. 1997. Análisis de los factores determinantes del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum*) con especial referencia a la situación Argentina. Rev. Fac. Agr. La Plata. 102: 203-229.
- Cieslik E. 1997. Effect of the levels of nitrates and nitrites on the nutritional and sensory quality of potato tubers. Hygiene and Nutrition in Foodservice and Catering. 1: 225-230.
- Costa J L, Suero E, Bedman F, Bocanegra E, Martínez D. 2000. Contaminación de acuíferos superficiales con nitratos. Efecto de las distintas prácticas agrícolas. Taller Internacional sobre Contaminación de suelos y aguas por agroquímicos. XVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. (CD).
- Echeverría H E, Ferrari J. 1993. Relevamiento de algunas características de los suelos agrícolas del sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Boletín Técnico 112. Est. Exp. Agrop. INTA Balcarce. 18 pp.
- Echeverría H E, Bergonzi R. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. Boletín Técnico 135. Est. Exp. Agrop. INTA Balcarce. 15 pp.
- Kleinkopf G E, Westermann D T, Dwelle R B. 1981. Dry matter production and nitrogen utilization by six potato cultivars. Agron. J. 73: 799-802.
- Mosciaro M. 2002. Caracterización de la Producción y Comercialización de Papa en Argentina. En: www.elsitioagricola.com. 9 pp.
- Ojala J C, Stark O J C, Kleinkopf G E. 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. Am. Potato J. 67:29-43.
- Porter G A, Sisson J A. 1991. Petiole nitrate content of main grown Russet Burbank and Shepody potatoes in response to varying nitrogen rate. Am. Potato J. 68: 493-505.
- Rouke R V. 1985. Soil solution levels of nitrate in a potato-buckwheat rotation. Am. Potato J. 62:1-8.
- Saluzzo A, Echeverría H, Andrade F H, Huarte M. 1999. Nitrogen nutrition of potato cultivars differing in maturity. J. Agron. Crop Sci. 183:157 – 165.
- SAS Institute Inc. 1985. User's guide. Statistics version 5 edition. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.
- Tosi, J C. 2002. Analizando el impacto de la devaluación en el cultivo de papa en el Sudeste de Buenos Aires. En: www.inta.gov.ar/crbsass/balcarce/propapa/actpap/2/devaluacion.htm. 3 pp.
- Vitosh M L, Silva G H. 1996. Potato petiole sampling procedure for sap nitrate testing. Michigan State University Extension Home page. Vegetable CAT home page. 3pp.
- Walworth J L, Miniz J E. 1993. A compendium of tissue nutrient concentrations for field-grown potatoes. Am. Potato J. 70: 579-597.
- Wescott M. 1993. Petiole sap analysis. A quick tissue test for nitrogen in potatoes. Fertilizer Facts: June, nº 5. Jeff Jacobsen (Ed). En: [www./landresources.montana.edu/FertilizerFacts](http://landresources.montana.edu/FertilizerFacts).
- Westermann D T. 1993. Fertility Management. En Randall C. Rowe (ed.) potato Health Management 9:77-86. APS Press. St Paul, Minnesota, USA.