

# Requerimiento de nitrógeno para alcanzar máximo rendimiento y calidad en variedades industriales de papa \*

## Nitrogen requirement to achieve maximum yield and quality in processing potato varieties

Claudia Marcela Giletto <sup>1</sup>  
Jorge Rattín <sup>1</sup>

Hernán Eduardo Echeverría <sup>1</sup>  
Daniel Osmar Caldiz <sup>2</sup>

*Originales: Recepción: 30/04/2010 - Aceptación: 07/02/2011*

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar el requerimiento de nitrógeno (N) para alcanzar máximos rendimientos sin afectar la calidad de los tubérculos en las variedades de papa para industria Innovator (INN) y Gem Russet (GR). El trabajo se llevó a cabo durante dos campañas agrícolas bajo cuatro dosis de nitrógeno (N), en un diseño de bloques completos y aleatorizados con tres repeticiones. A la cosecha se determinó el rendimiento, la materia seca (MS), la cantidad de N acumulado y la concentración de nitrato en los tubérculos. En general, la fertilización nitrogenada incrementó el rendimiento, la cantidad de N acumulado y la concentración de nitrato, en tanto que disminuyó la concentración de MS en los tubérculos. La variedad INN presentó una mayor respuesta a la fertilización y requirió mayor cantidad de N que GR para alcanzar el máximo rendimiento. La necesidad de N para maximizar el rendimiento fue de 280 y 245 kg ha<sup>-1</sup> para INN y GR, respectivamente. En GR la cantidad de N acumulado y la MS en los tubérculos variaron más por efecto

### SUMMARY

The objective of this research was to determine the nitrogen (N) requirement to achieve maximum yields without affecting potato tuber quality in two processing potato varieties, Innovator (INN) and Gem Russet (GR). The experiment was conducted during two seasons under four N rates in a randomized complete block design with three replications. After harvest, tuber yield, tuber dry matter (DM), amount of accumulated N and nitrate concentration were assessed. Overall, N fertilization increased tuber yield, N accumulation and nitrate concentration, whereas tuber DM decreased. The INN variety had a more positive response to N rate than GR, and required a higher N rate to achieve maximum yields. The N requirement to maximize yield was 280 and 245 kg ha<sup>-1</sup> for INN and GR, respectively. Tuber N accumulation and tuber DM had more variation in GR than in INN because of the effect of water availability. In turn, INN tubers accumulated a higher nitrate concentration than GR ones, which indicates that each variety has a different capacity to reduce tuber nitrate content. In summary, fertilization strategies for these varieties should consider their differential behaviour regarding yield and

\* Trabajo financiado parcialmente por McCain Argentina S. A., por el proyecto AGR 319/10 de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMDP y el AERN 295561 del INTA.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Estación Experimental Agropecuaria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Balcarce. Ruta 226 km 73,5. C. C. 276. Provincia de Buenos Aires. Argentina. B7620EMA. cmgiletto@balcarce.inta.gov.ar

<sup>2</sup> División Agronomía, McCain Argentina S. A. Ruta 226 km. 61,5. Balcarce. Provincia de Buenos Aires. Argentina. B7620EMA.

de la disponibilidad hídrica que en INN. Por su parte, INN acumuló mayor cantidad de nitrato en los tubérculos que GR, lo cual indica que las variedades expresaron diferencias en la capacidad de reducir el nitrato acumulado en los mismos. En síntesis, las estrategias de fertilización en estas variedades deben considerar que el agregado de N por encima de la dosis requerida para obtener el máximo rendimiento, disminuye la materia seca y aumenta el nivel de nitrato. En estas condiciones se afectaría más la calidad de los tubérculos en INN que en GR.

quality, because higher N doses than required to achieve maximum yields reduce tuber DM and increase tuber nitrate concentration. Under these conditions, tuber quality would be more affected in INN than it would in GR.

#### Palabras clave

rendimiento • calidad de tubérculos • papa para industria

#### Keywords

yield • tuber quality • processing potato varieties

## INTRODUCCIÓN

La fertilización nitrogenada en papa es necesaria por los elevados requerimientos del cultivo y por la labilidad del nitrógeno en el suelo. La deficiencia de N afecta el crecimiento de la parte aérea y los tubérculos y favorece la senescencia anticipada del follaje. Por otra parte, el exceso de N retrasa el inicio de la tuberización y reduce el índice de cosecha, el rendimiento y la calidad de los tubérculos (4, 10, 13).

La fertilización nitrogenada generalmente tiene un efecto negativo sobre los parámetros de calidad en los tubérculos, disminuyendo el porcentaje de MS (2) y aumentando la cantidad de nitrato (2, 15, 24). El porcentaje de MS depende de la variedad, de los factores de ambiente y del manejo del cultivo (4, 24).

Las variedades poseen distintos niveles de N en planta y responden de manera diferencial a la fertilización (12), llegando a acumular desde 120 a 250 kg N ha<sup>-1</sup> en función de la dosis de N (19). Entre las variedades de uso industrial que se cultivan en la Argentina se destacan Innovator (INN) y Gem Russet (GR). La primera es de ciclo más corto (120 días), elevado potencial de rendimiento y los tubérculos son de tamaño uniforme y de mediano contenido de materia seca (MS) (3). La variedad GR es de ciclo más largo (130 días), acumula mayores niveles de MS en los tubérculos que INN y no tiene tendencia a acumular azúcares reductores (16).

El contenido de MS es un importante atributo de calidad en el procesamiento, pues determina la absorción de aceite y la textura del producto terminado. En general, en las variedades de ciclo corto, el nivel de MS es menor que las de ciclo largo (2, 21), por lo tanto, se plantea que en INN la MS disminuiría más que en GR ante un exceso de N.

La concentración de nitrato permite explicar parte de la calidad de los tubérculos, debido a que está inversamente relacionada con la MS (13, 18, 22) y las propiedades organolépticas (7). La concentración de nitrato máxima permisible es de 350 mg kg<sup>-1</sup>

de tubérculos frescos, según la norma de la CE 194-97, mientras que para la industria en Francia, la concentración máxima de nitrato no debe superar los 200 mg kg<sup>-1</sup> de tubérculos frescos (1, 24).

Belanger *et al.* (2) concluyeron que las variedades Shepody y Russet Burbank tuvieron diferencias en la concentración de nitrato en los tubérculos, pero ninguna de ellas alcanzó los umbrales mencionados.

En Argentina no existen reportes que muestren si la concentración de nitrato en los tubérculos, en las variedades más utilizadas para consumo e industria, se ubica dentro de estos umbrales. Es por ello que se propone como hipótesis que las variedades de papa responden de manera diferente en rendimiento y calidad de tubérculos al agregado de N.

Para poner a prueba las mismas se plantea como objetivo determinar en las variedades INN y GR el requerimiento de N para alcanzar los máximos rendimientos sin afectar negativamente la calidad de los tubérculos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se llevaron a cabo durante las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06 en el campo experimental de McCain Argentina, ubicado en Balcarce (37°45' S; 58°18' W, 130 m s.n.m.) provincia de Buenos Aires, Argentina. Los suelos pertenecen al subgrupo Argiudol típico (23) serie Mar del Plata sin limitaciones en su capacidad de uso.

La tabla 1 resume algunas de las características del suelo al momento de la plantación. El N liberado por mineralización, estimado a partir del N anaeróbico (11), fue de 148 y 151 kg ha<sup>-1</sup> para la campaña 2004/05 y 2005/06, respectivamente.

**Tabla 1.** Características del suelo al momento de la plantación para las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06.

**Table 1.** Some soil characteristics previous to plantation for growing seasons 2004/05 and 2005/06.

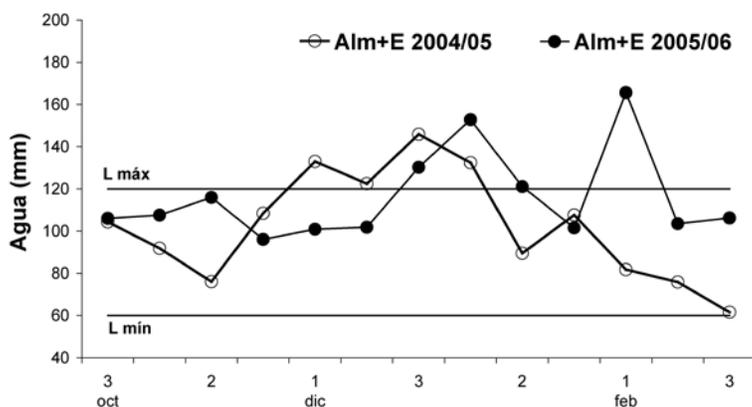
Campaña	pH	MO (%)	P (mg kg <sup>-1</sup> ) (0-20 cm)	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (kg ha <sup>-1</sup> ) (0-40 cm)
2004/05	6,1 ± 0,1	4,6 ± 0,3	17,6 ± 1,2	28,1 ± 1,1
2005/06	6,2 ± 0,1	5,2 ± 0,1	19,3 ± 3,0	12,9 ± 3,3

La plantación se realizó con una plantadora de dos surcos a una distancia de 0,85 m entre surco a una densidad promedio de cinco cortes m lineal<sup>-1</sup>. Las fechas de plantación fueron el 04/10/04 y el 20/10/05, respectivamente. Para asegurar que el fósforo (P) no limitara el crecimiento del cultivo, al momento de la plantación se adicionaron 250 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simple de calcio (grado eq. 0-20-0).

La preparación del suelo previo a la plantación se realizó con rastra de disco, cincel y vibrocultivador, y posteriormente, antes de que el cultivo alcanzara el 100% de cobertura, se levantó el surco con un conformador de camellones. El control de plagas y enfermedades se efectuó mediante aplicaciones de productos específicos y el control de malezas se llevó a cabo mediante métodos químicos y mecánicos.

Para asegurar el suministro hídrico se regó con un equipo de avance frontal Reinke Electrogator II (Reinke Deshler-Nebraska USA), a partir del 27/11/04 y el 07/12/05 y se extendió hasta el final del ciclo de cultivo, respectivamente. La cantidad de agua y la frecuencia del riego fueron diseñadas teniendo en cuenta el contenido de humedad del suelo.

La figura 1 muestra la cantidad de agua almacenada más el exceso de la misma en el perfil del suelo a lo largo del ciclo del cultivo en ambas campañas, calculada a partir de la metodología propuesta por Della Maggiora *et al.* (8). En el 2005/06 el exceso de agua fue mayor que en 2004/05 y se registró hacia el final del ciclo de cultivo.



L máx: máxima cantidad de agua que el suelo puede retener, una vez que drenó el agua gravitacional (capacidad de campo); L mín: contenido de agua del suelo al cual las plantas se marchitan y no recuperan su turgencia (punto de marchites permanente); 1 = 1-10 días, 2 = 11-20 días y 3 = 21-30/31 días.

L max: maximum amount of water that the soil can hold once drained gravitational water (field capacity); L min: which plants are frustrated and not recovered its turgor soil water content (point of marchites permanent); 1 = 1-10 days, 2 = 11-20 days and 3 = 21-30/31 days.

**Figura 1.** Cantidad de agua almacenada más el exceso de la misma en el perfil del suelo (Alm+E) a lo largo del ciclo del cultivo en el 2004/05 y 2005/06, según lo propuesto por Della Maggiora *et al.* (8).

**Figure 1.** Amount of water stored more the excess in the soil (Alm+E) of growing seasons in 2004/05 and 2005/06, calculated from the methodology proposed by Della Maggiora *et al.* (8)

El ensayo se llevó a cabo en un diseño en bloques completos y aleatorizados con tres repeticiones y cuatro tratamientos de fertilización con N (tabla 2), en parcelas de doce surcos a 0,85 m por 14 m de largo. En cada campaña, el N disponible a la plantación fue diferente, por lo cual la dosis de N en cada tratamiento se ajustó de manera tal que la disponibilidad total de N fuera similar entre campañas. La combinación de dosis y momento de fertilización permitió contar con un amplio rango de disponibilidad de N a lo largo del ciclo del cultivo. La fertilización al escardillo correspondió con la etapa de crecimiento vegetativo del cultivo (antes que el canopeo alcanzara el 100% de cobertura). La fuente de N fue urea granulada  $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$ . Se evaluaron las variedades Innovator (INN) de ciclo intermedio (120 días) y Gem Russet (GR) de ciclo largo (130 días).

**Tabla 2.** Momento y dosis de aplicación de N para cada tratamiento y campaña agrícola (2004/05 y 2005/06).

**Table 2.** N rates and its application moment for each treatment and growing seasons (2004/05 and 2005/06).

Campaña		Dosis de N ( $\text{kg ha}^{-1}$ )			
		N0	N1	N2	N3
2004/05	Pre-plantación	-	-	-	-
	Plantación (04/10/04)	0	31	63	126
	Escardillo (26/11/04)	0	31	63	126
	Total	0	62	126	252
2005/06	Pre-plantación (30/09/05)	0	0	0	47
	Plantación (18/10/05)	23	42	79	93
	Escardillo (29/11/05)	0	42	79	150
	Total	23	84	158	290

A la madurez del cultivo (01/03/05 y 13/03/06) se cosecharon, en forma manual, 2 m de los cinco surcos centrales de cada unidad experimental y se realizaron estimaciones del rendimiento. En ambas campañas agrícolas, la cosecha se inició cuando las plantas de cada unidad experimental de las dos variedades se encontraban en total senescencia.

Se seleccionaron al azar 5 kg de tubérculos de cada muestra y se determinó el porcentaje de materia seca (MS) por el método gravimétrico. Posteriormente, en los tubérculos se midió la concentración de nitrato ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en jugo con el colorímetro Nitracheck y la concentración de N reducido por el método de Kjeldhal (17). Se transformó la concentración de nitrato en jugo a nitrato en peso fresco de tubérculos (PF,  $\text{mg kg PF}^{-1}$ ) corrigiendo los primeros por el contenido de humedad de los tubérculos. Se calculó el rendimiento relativo (RR) como la relación entre el rendimiento de cada tratamiento y el mayor rendimiento promedio determinado.

Se utilizó el método de Cate y Nelson (6) para determinar el mínimo N requerido para obtener el máximo RR. Para ello fue necesario definir la reducción en RR y el umbral crítico aceptable de N disponible (inicial + agregado). Se definió que la cantidad de N disponible era deficiente cuando el N disponible generaba un RR inferior al 95% (9).

En función de lo mencionado quedaron definidos cuatro posibles cuadrantes: 1) RR superior al 95% y N disponible por debajo del umbral crítico; 2) RR mayor al 95% y N disponible por encima del umbral crítico; 3) RR menor al 95% y N disponible por debajo del umbral crítico y 4) RR menor al 95% y N disponible superior al umbral crítico. Se correlacionó la cantidad de N disponible (inicial + agregado) con la MS, la cantidad de N y la concentración de nitrato en tubérculos.

Los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el programa Statistical Analysis Systems (SAS) (20) y las medias de cada tratamiento fueron comparadas mediante la prueba de comparación de medias LSD ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las dos variedades el rendimiento no se modificó ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de la campaña y fue similar a los obtenidos por los productores de avanzada en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires (4). La producción de tubérculos aumentó con la dosis de N, siendo INN la que tuvo mayor respuesta al agregado de N (tabla 3).

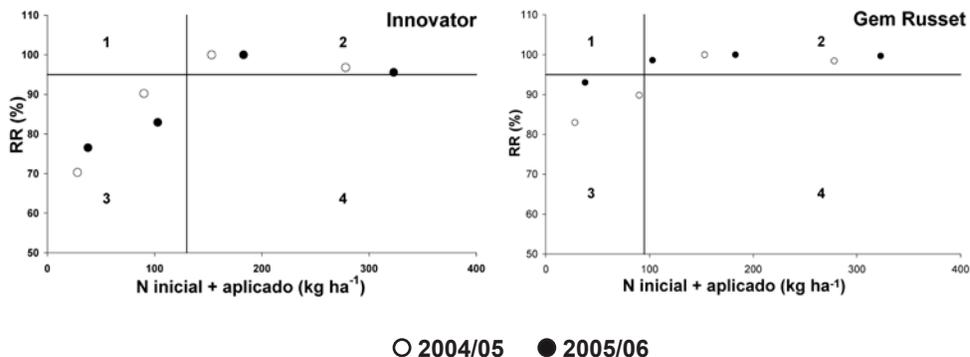
**Tabla 3.** Rendimiento en peso fresco de tubérculos (Mg PF ha<sup>-1</sup>) para cada tratamiento y variedad en las campañas 2004/05 y 2005/06.

**Table 3.** Yields fresh weight of tubers (Mg FW ha<sup>-1</sup>) for each treatment and variety in the 2004/05 and 2005-06 growing seasons.

Campaña		Rendimiento de tubérculos (mg PF ha <sup>-1</sup> )	
		Innovator	Gem Russet
2004/05	N0	43,4 b	51,4 b
	N1	55,7 a	55,6 ab
	N2	61,7 a	62,0 a
	N3	59,7 a	61,0 a
	R <sup>2</sup>	0,79	0,52
	CV	7,96	8,67
	DMS	8,24	9,39
2005/06	N0	49,6 c	57,6 a
	N1	53,7 bc	61,1 a
	N2	64,8 a	62,0 a
	N3	61,9 ab	61,8 a
	R <sup>2</sup>	0,65	0,17
	CV	9,49	7,71
	DMS	10,28	8,80

CV: coeficiente de variación; DMS: diferencias mínimas significativas  
CV: coefficient of variation; DMS: significance minimum differences

Resultados similares fueron determinados por Giletto *et al.* (14). Los máximos rendimientos ( $RR \geq 95\%$ ) -Dow y Roberts (9)-, fueron obtenidos con 130 y 95 kg ha<sup>-1</sup> de N inicial + aplicado en INN y GR, respectivamente (figura 2), demostrando que la primera variedad tuvo mayor requerimiento de N que la segunda.



La línea vertical indica el umbral crítico de N disponible de 130 y 95 kg ha<sup>-1</sup> para Innovator y Gem Russet, respectivamente; la línea horizontal señala el 95% del máximo rendimiento; 1 y 4 = cuadrantes positivos; 2 y 3 = cuadrantes negativos.

The vertical line indicates the critical threshold of available N of 130 and 95 kg ha<sup>-1</sup> for Innovator and Gem Russet, respectively; the horizontal line indicates 95% of the maximum yields; 1 and 4 = positive quadrants; 2 and 3 = negative quadrants.

**Figura 2.** Relación entre el rendimiento relativo (RR) (%) y el nitrógeno disponible en el suelo (N inicial + aplicado) (kg ha<sup>-1</sup>) para Innovator y Gem Russet en las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06.

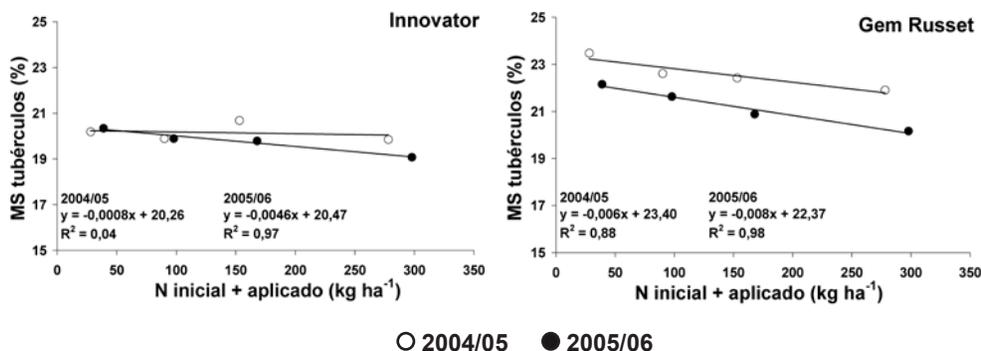
**Figure 2.** Relationship between the relative yields (RY) (%) and available nitrogen soil (initial N + applied) (kg ha<sup>-1</sup>) to Innovator and Gem Russet in growing seasons 2004/05 and 2005/06.

Teniendo en cuenta el mínimo N en el suelo (N inicial + aplicado) para alcanzar los máximos rendimientos más el que se mineraliza durante el ciclo del cultivo, la necesidad de N variaría de 280 a 245 kg ha<sup>-1</sup> para INN y GR, respectivamente. Estos valores se ubicaron dentro del rango de N determinado en GR por Love *et al.* (16), quienes reportaron, en el sudeste de Idaho, niveles de N de 224-280 kg N ha<sup>-1</sup> para alcanzar los máximos rendimientos.

En el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Saluzzo *et al.* (19) concluyeron que la cantidad de N acumulado por el cultivo puede variar entre 120 y 250 kg ha<sup>-1</sup>, en función de la variedad, del N aportado por la mineralización de la materia orgánica del suelo y del N aportado por los fertilizantes.

Posteriormente, Giletto *et al.* (14) determinaron que las variedades de papa para industria presentaron diferencias en la máxima cantidad acumulada de N, alcanzando valores de 166-232 kg N ha<sup>-1</sup>.

La MS varió ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de la campaña sólo en GR, determinándose los menores valores en el 2005/06. Probablemente, la diferencia en la cantidad de agua aportada entre las campañas, especialmente hacia el final del ciclo del cultivo (figura 1, pág. 88), condicionó la MS. En ambas variedades, la MS disminuyó significativamente con la dosis de nitrógeno (figura 3), pero los valores fueron superiores al umbral de recibo de 18% establecido por la industria (5).



**Figura 3.** Relación entre la materia seca en los tubérculos (MS) y el N inicial + aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en Innovator (INN) y Gem Russet (RG) en las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06.

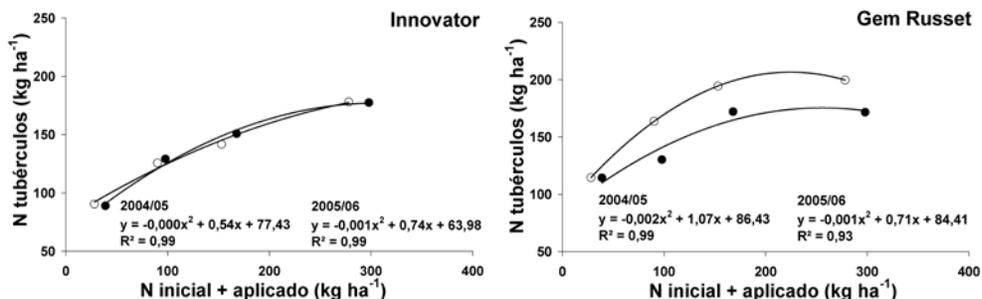
**Figure 3.** Relationship between tubers dry matter (DM) and initial + applied N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in Innovator (INN) and Gem Russet (RG) in growing seasons 2004/05 and 2005/06.

Similar respuesta a la fertilización nitrogenada fue reportada en el porcentaje de MS en los tubérculos por Suárez *et al.* (22) y en el peso específico por Zebarth *et al.* (24). La disminución de la MS con el incremento de N fue mayor en GR que en INN. Sin embargo, en la primera variedad los valores de MS fueron superiores a los de la segunda. Estos resultados coinciden con los determinados por Storey y Davies (21) y Belanger *et al.* (2), quienes concluyeron que las variedades de ciclo largo generalmente presentaron mayor peso específico, y en consecuencia mayor MS, que las de ciclo corto. Además, Love *et al.* (16) reportaron que GR se destaca por tener tubérculos con elevado contenido de MS y bajo en azúcares.

La cantidad de N acumulado en los tubérculos varió ( $p \leq 0,05$ ) por efecto de la campaña sólo en GR, alcanzándose con la máxima dosis de N 229,6 y 206,2  $\text{kg N ha}^{-1}$  en el 2004/05 y 2005/06, respectivamente. En INN el N acumulado en los tubérculos aumentó con la dosis de N en ambas campañas, obteniéndose con la dosis más elevada de N 185  $\text{kg N ha}^{-1}$ . Al comparar las variedades, GR fue la que acumuló mayor cantidad de N ( $p \leq 0,05$ ), particularmente a dosis intermedias de N (figura 4, pág. 93).

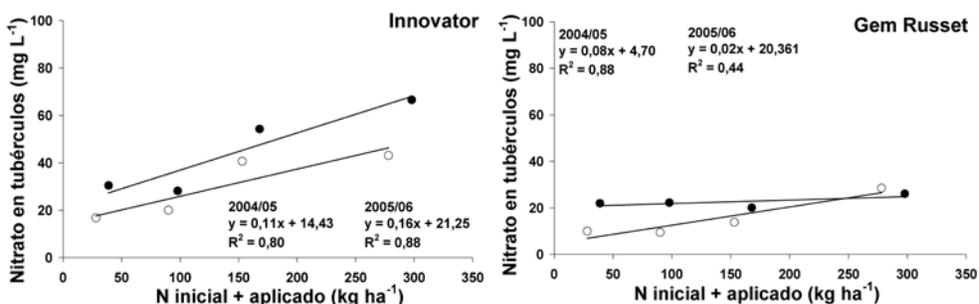
En ambas variedades, la concentración de nitrato en los tubérculos fue menor ( $p \leq 0,05$ ) en el 2004/05 que en el 2005/06. La fertilización nitrogenada incrementó la concentración de nitrato (figura 5, pág. 93), coincidiendo con los resultados obtenidos

por Belanger *et al.* (2) y Zebarth *et al.* (24). Al comparar las variedades, INN acumuló mayor cantidad de nitrato que GR ( $p \leq 0,05$ ), especialmente a elevadas dosis de N. Esto estaría indicando que las variedades expresaron diferencias en la capacidad de reducir el nitrato acumulado en los tubérculos.



**Figura 4.** Relación entre el N acumulado en los tubérculos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) y el N inicial + aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en Innovator (INN) y Gem Russet (GR) en las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06.

**Figure 4.** Relationship between tuber N accumulated ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) and initial + applied N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in Innovator (INN) and Gem Russet (RG) in growing seasons 2004/05 and 2005/06.



**Figura 5.** Relación entre la concentración de nitrato en los tubérculos ( $\text{mg L}^{-1}$ ) en función al N inicial + aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en Innovator (INN) y Gem Russet (GR) en las campañas agrícolas 2004/05 y 2005/06.

**Figure 5.** Relationship between tubers nitrate concentration ( $\text{mg L}^{-1}$ ) and initial + applied N ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) in Innovator (INN) and Gem Russet (RG) in growing seasons 2004/05 and 2005/06.

Teniendo en cuenta que para la industria la máxima concentración de nitrato no debe superar los  $200 \text{ mg kg PF}^{-1}$  (24), en ambas variedades los valores de nitrato fueron inferiores a este umbral, excepto N3 de INN en la campaña 2005/06 (tabla 4, pág. 94). Estos resultados sugieren que ante dosis elevadas de N, los tubérculos en INN podrían acumular nitrato que alcance valores cercanos al máximo nivel permitido por la Comunidad Europea (1).

**Tabla 4.** Concentración de nitrato en peso fresco de tubérculos ( $\text{mg kg PF}^{-1}$ ) para cada tratamiento y variedad en las campañas 2004/05 y 2005/06.

**Table 4.** Concentration of nitrates in fresh weight of tubers ( $\text{mg kg FW}^{-1}$ ) for each treatment and variety in the 2004/05 and 2005-06 growing seasons.

Campaña		Nitrato en los tubérculos ( $\text{mg kg PF}^{-1}$ )	
		Innovator	Gem Russet
2004/05	N0	59,3 b	34,0 b
	N1	71,1 b	32,5 b
	N2	143,3 a	47,5 ab
	N3	152,9 a	98,4 a
	R <sup>2</sup>	0,71	0,52
	CV	30,6	59,6
		DMS	61,4
2005/06	N0	118,9 c	71,0 c
	N1	91,9 c	81,1 bc
	N2	192,5 bc	89,8 ab
	N3	238,3 a	92,0 a
	R <sup>2</sup>	0,95	0,76
	CV	9,8	6,9
		DMS	29,5

CV: coeficiente de variación; DMS: diferencias mínimas significativas  
CV: coefficient of variation; DMS: significance minimum differences

## CONCLUSIONES

La fertilización nitrogenada, en general, incrementó el rendimiento, la cantidad de N acumulado y la concentración de nitrato y disminuyó la MS en los tubérculos. La variedad INN tuvo mayor respuesta a la fertilización y necesitó mayor cantidad de N para lograr el máximo rendimiento que GR. La cantidad de N disponible durante el ciclo del cultivo no debe superar a 280 y 245  $\text{kg N ha}^{-1}$  para INN y GR, respectivamente. El agregado de N por encima de lo recomendado afectaría más la calidad de los tubérculos en INN que en GR, debido a que los primeros tuvieron menor MS y acumularon mayor cantidad de nitrato.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Anonymous. 1997. Commission regulation (EC) n° 194/97 of 31 January 1997 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Official Journal of the European Communities. (L31): 41-43.
2. Belanger, G.; Walsh, J. R.; Richards, J. E.; Milburn, P. H.; Ziardi, N. 2002. Nitrogen fertilization and irrigation affects tuber characteristics of two potato cultivars. Amer. J. of Potato Res.79: 269-279.
3. Caldiz, D. O. 2004. Características y manejo de la variedad Innovator. Del campo a la Fábrica, 4(4): 3-6.

4. \_\_\_\_\_. 2007. Producción, cosecha y almacenamiento de papa en la Argentina. McCain Argentina S. A., Balcarce - BASF Argentina S. A., Capital Federal. Argentina. 226 p.
5. \_\_\_\_\_.; 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.
6. Cate, R. B.; Nelson, L. A. 1965. A rapid method for correlation of soil test analysis with plant response data. Tech. Bull. 1. Int. Soil Testing Ser. N. C. State Univ., Raleigh.
7. 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.
8. Della Maggiora, A. I.; Echarte, L.; Suero, E. E.; Irigoyen, A. I. 1998. Disminución del rendimiento en los cultivos de maíz, girasol, soja y trigo en la localidad de Balcarce. Actas X Congreso Brasileiro de Meteorología y VIII Congreso de la Federación Latinoamericana e Ibérica de Sociedades de Meteorología. Editadas en CD: 5 p.
9. Dow, A. I.; Roberts, S. 1982. Proposed, critical nutrients ranges for crops diagnosis. Agron. J. 74: 402-404.
10. Echeverría, H. E. 2005. Papa. En: Fertilidad de suelos y fertilización de cultivos. Ediciones INTA. p. 365-378.
11. \_\_\_\_\_.; Bergonzi, R. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. Boletín Técnico 135. EEA INTA Balcarce. 15 p.
12. Giaquinto, G.; Bona, S. 2000. Plant nitrogen status. The significance of trenes in concentration of total nitrogen and nitrogenous compounds. In: Haverkort, A. J.; Mackerron, D.; K. L. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands (Eds). Management of nitrogen and water in potato production. p. 35-54.
13. Giletto, C. M.; Echeverría, H. E.; Sadras, V. 2003. Fertilización nitrogenada de cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) en el sudeste bonaerense. Ciencia del suelo. 21: 44-51.
14. \_\_\_\_\_.; Rattín, J. E.; Echeverría, H. E.; Caldiz, D. O. 2007. Eficiencia de uso del nitrógeno en variedades de papa para industria cultivadas en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Ciencia del Suelo. 25(1): 43-51.
15. Lin, S.; Sattelmancher, B.; Kutzmutz, E.; Mühling K. H.; Dittert, K. 2005 Influence of nitrogen nutrition on tuber quality of potato with special reference to the pathway of nitrate transport into tubers. J. of Plant Nutrition. 27(2): 341-350.
16. Love, S. L.; Novy, R.; Corsini, D. L.; Pavék, J. L.; Mosley, A. R.; Thornton, R. E.; James, S. R.; Hane, D. C. 2002. Gem Russet: A long Russet potato variety with excellent fresh market and french fry processing quality. Amer. J. of Potato Res, 79: 25-31.
17. Nelson, D.W.; Sommers, L. E.. 1973. Determination of total nitrogen in plant material. Agron J. 65: 109-112.
18. Ojala, J. C.; Stark, J. C.; Kleinkopf, G. E. 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. Am. Potato J., 67: 29-43.
19. Saluzzo, A.; Echeverría, H. E.; Andrade, F. H.; Huarte, M. 1999. Nitrogen nutrition of potato cultivars differing in maturity. J. Agronomy & Crop Science, 183: 157-165.
20. Stastical Analysis Systems (SAS). Institute Inc. 1988. SAS/STAT User's guide. Statistics version. 6.03 ed. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
21. Storey, R. M. J.; Davies, H. V. 1992. Tuber quality. In: Harris, P. The potato crop. The scientific basis for improvement. Chapman & Hall, London. p. 507-569.
22. Suárez, L.; Giletto, C. M.; Rattín, J. E.; Echeverría, H. E.; Caldiz, D. O. 2006. Efecto del nitrógeno sobre el rendimiento y la calidad de tubérculos en papa para industria. Informaciones Agronómicas del Cono Sur N° 32. p. 19-21.
23. USDA, Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 1999. 2<sup>nd</sup> Edition. 871 p.
24. Zebarth, B. J.; Leclerc, Y.; Moreau, G.; Botha, E. 2004. Rate and timing of nitrogen fertilization of Russet Burbank potato: yield and processing quality. Can. J. Plant. Sci. 84: 855-863.

## Agradecimientos

A Efraín Battistoni de Work People S. A., a Alejandro Orofino de McCain Argentina S. A. y al personal del laboratorio de la Estación Experimental INTA de Balcarce por la colaboración brindada para realizar este trabajo.