

# FERTILIZACIÓN NITROGENADA DE LA PAPA (*Solanum tuberosum* L.) EN LA PROVINCIA DE HOLGUÍN. DOSIS ÓPTIMA DE NITRÓGENO

O. Ramírez, A. Cabrera<sup>✉</sup> y J. Corbera

**ABSTRACT.** At present, more than 1300 ha potatoes are usually planted on a noncarbonated Loose Brown soil in Holguín where fertilization does not consider the edaphoclimatic characteristics of the locality. To manage this essential requirement, two experiments were carried out over 1996-1997 and 1997-1998 with N doses between 50 and 200 kg.ha<sup>-1</sup>. Plant height kept a positive linear relationship with applied N doses and plant growth was similar in both seasons studied, achieving the highest bulking, tuber weight, dry weight and yields with doses of 100 and 150 kg.ha<sup>-1</sup> N, whereas potato N extraction was higher as the applied N dose increased. The optimal dose was 110 kg.ha<sup>-1</sup>, so that 45 % was reduced when compared to production dose. The highest starch content was obtained with 50 kg.ha<sup>-1</sup> N and the greatest available N recovery coefficient in the medium was recorded with 100 kg.ha<sup>-1</sup> N, which is very close to the optimal dose.

**Key words:** potatoes, *Solanum tuberosum*, nitrogen fertilizers, application rates

**RESUMEN.** En la actualidad, en la provincia de Holguín se plantan más de 1 300 ha de papa, generalmente sobre suelo Pardo Mullido sin carbonatos y la fertilización se lleva a cabo sin tomar en consideración las particularidades edafoclimáticas de la localidad. Para conocer este requisito indispensable, se desarrollaron dos experimentos con dosis de N entre 50 y 200 kg.ha<sup>-1</sup>, en los años 1996-1997 y 1997-1998. La altura de las plantas guardó una relación lineal positiva con las dosis de N aplicadas y el crecimiento de las plantas resultó similar en las dos campañas estudiadas, alcanzándose la mayor tuberización, mayor masa de los tubérculos, mayor rendimiento de masa seca y los mayores rendimientos con las dosis de 100 y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, mientras que la extracción de nitrógeno realizada por la papa se incrementó en la medida en que aumentó la dosis de nitrógeno que se aplicó. La dosis óptima de N resultó ser 110 kg.ha<sup>-1</sup>, lográndose disminuir 45 % con respecto a la utilizada en la producción. El mayor contenido de almidón en los tubérculos se obtuvo con 50 kg.ha<sup>-1</sup> de N. Con la dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, la más cercana a la dosis óptima, se logró el mayor coeficiente de aprovechamiento del nitrógeno disponible en el medio.

**Palabras clave:** papa, *Solanum tuberosum*, abonos nitrogenados, dosis de aplicación

## INTRODUCCIÓN

En Cuba se plantan 15 200 ha de papa anualmente, obteniéndose entre 16 y 21 t.ha<sup>-1</sup> como rendimientos promedio (1, 2). Entre los diversos factores que influyen en el rendimiento, la aplicación de N, P y K ocupa un lugar cime-ro, requiriéndose un consumo cercano a las 23 200 t.año<sup>-1</sup> de fertilizantes minerales (2).

En particular, el N favorece el desarrollo foliar, lográndose con ello aumentar la superficie de fotosíntesis, lo que conlleva a la producción de almidón, incide directamente en la translocación del almidón desde las hojas hacia los tubérculos (3, 4), influye en el rendimiento, la altura de la planta, el número de tubérculos por

unidad de área, el porcentaje de proteínas y materia seca. Su deficiencia proporciona plantas de color verde claro, con poco follaje, hojas erectas, maduración rápida y bajos rendimientos (5). En cantidades excesivas, disminuye el contenido de aminoácidos esenciales y almidón (6), la planta adquiere poca resistencia ante el ataque de plagas y enfermedades y la madurez se retarda (7).

En la provincia de Holguín, aunque la producción de papa se ha llevado a cabo durante más de 20 años, no es hasta el segundo lustro de la década de 1990 que cobra auge este cultivo. Actualmente se plantan más de 1 300 ha, generalmente sobre suelo Pardo Mullido sin carbonatos, obteniéndose entre 15 y 18 t.ha<sup>-1</sup> como rendimientos promedio, utilizándose como normas de fertilización las recomendadas para todo el país, sin tomar en consideración las particularidades edafoclimáticas de la provincia.

Basado en todo lo expuesto se realizó este trabajo, con el propósito de definir la dosis de N requerida para la papa en las condiciones de suelo Pardo Mullido sin carbonatos de la provincia de Holguín.

Ms.C. O. Ramírez, Investigador de la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín (ETIAH), La Jíquima; Dr.C. A. Cabrera, Investigador Titular y Ms.C. J. Corbera, Investigador Agregado del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700.

✉ nani@inca.edu.cu

## MATERIALES Y MÉTODOS

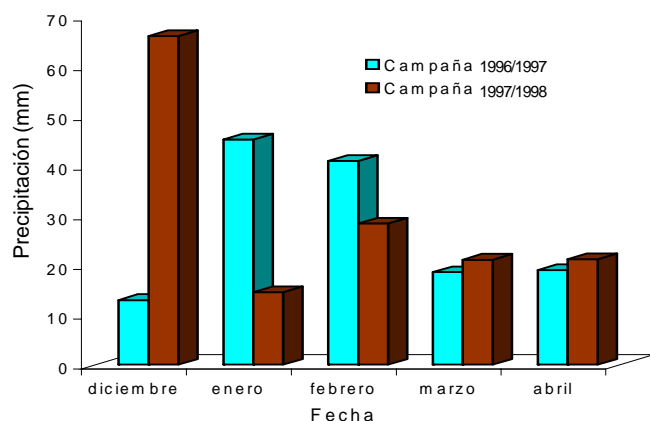
El trabajo experimental se desarrolló durante las campañas 1996/1997 y 1997/1998, realizándose la plantación el 15 de diciembre y las cosechas el 10 y el 9 de abril respectivamente, en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín (ETIAH), ubicada en La Jíquima, a los 20° 56' de latitud norte y 76° 20' de longitud oeste, sobre un suelo que se corresponde con un Pardo Mullido sin carbonatos (8), correlacionado con un Typic Haplustoll (9) y con un Cambisol Húmico eútrico de la *World Reference Base* (10). Algunas propiedades que caracterizan la fertilidad del horizonte húmico del suelo se presentan en la Tabla I.

**Tabla I. Propiedades del suelo Pardo Mullido sin carbonatos en la Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias de Holguín. Horizonte A<sub>cul</sub>, 0-18 cm**

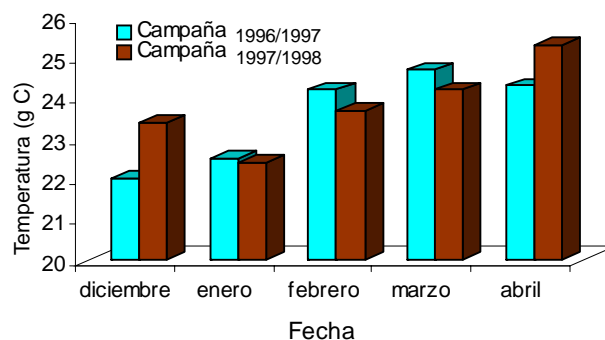
Propiedad	Unidad de medida	Valor	Método
pH	unidades	7.01	Potenciométrico
Materia orgánica	(%)	2.70	Walkley and Black
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> asimilable	mg. 100g <sup>-1</sup>	5.08	Solución extractiva de H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> a 0.1 N y determinación colorimétrica con el desarrollo del color azul del molibdeno
K <sup>+</sup> intercambiable	cmol.kg <sup>-1</sup>	0.63	Extracción con NH <sub>4</sub> OA <sub>c</sub> 1 N pH 7.0; el K <sup>+</sup> se determinó por fotometría de llama, el Ca <sup>2+</sup> y Mg <sup>2+</sup> por complexometría
Ca <sup>2+</sup> intercambiable		27.20	
Mg <sup>2+</sup> intercambiable		7.40	

Los análisis se realizaron como se describe en el Manual de Técnicas del INCA (11).

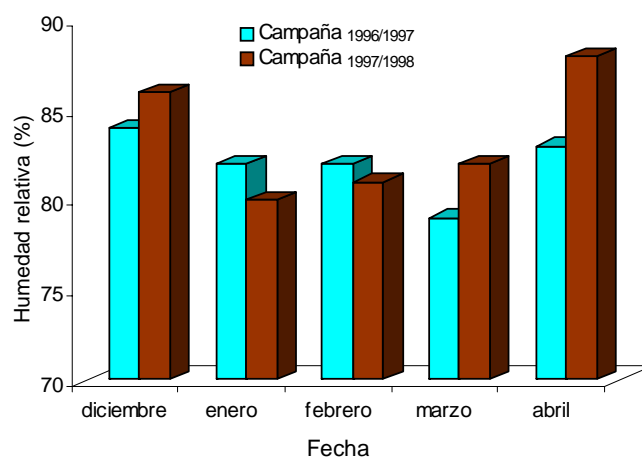
Las condiciones climáticas durante el desarrollo de las investigaciones, según los datos de la Estación Meteorológica de La Jíquima, se caracterizaron por escasas precipitaciones, temperaturas medias superiores a 22°C y humedad relativa generalmente superior al 80 % (Figuras 1, 2 y 3).



**Figura 1. Precipitaciones ocurridas durante el ciclo vegetativo de la papa (variedad Desirée) creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín**



**Figura 2. Temperaturas medias ocurridas durante el ciclo vegetativo de la papa (variedad Desirée) creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín**



**Figura 3. Humedad relativa prevaleciente durante el ciclo vegetativo de la papa (variedad Desirée) creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín**

Los tratamientos ensayados fueron:

Tratamientos	Dosis de N (kg. ha <sup>-1</sup> )
T1	0
T2	50
T3	100
T4	150
T5	200

Fondo fijo: 120 kg. ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O respectivamente

La fertilización se realizó en el fondo del surco en el momento de la plantación, aplicándose sólo 50 % del N; el resto fue aplicado a los 25 días después de la plantación (ddp). Los portadores utilizados para la fertilización fueron urea (46 % de N), superfosfato simple (19.5 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y KCl (60 % de K<sub>2</sub>O).

Se utilizó un diseño de Bloques al Azar con cuatro réplicas. Las dimensiones de las parcelas experimentales fueron de 12 m de largo por 5.40 m de ancho, para un área total de 64.80 m<sup>2</sup>, conformadas por seis surcos, de los cuales cuatro se consideraron para el área de cálculo, equivalente a 39.60 m<sup>2</sup>. La siembra se efectuó de for-

ma mecanizada con semillas de la variedad Desirée nacional y se empleó un marco de plantación de 0.90 m x 0.30 m.

El riego y demás actividades de manejo del cultivo se realizaron según las normas técnicas establecidas (12).

Las evaluaciones y los cálculos realizados en cada experimento consistieron en:

**Altura de las plantas (cm).** Diez plantas por parcela fueron medidas 90 días posteriores a la brotación. Para ello se empleó regla graduada en centímetros y se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta.

**Masa fresca y seca de las plantas (g).** A los 110 días después de la plantación, se tomaron 10 plantas por parcela y se les determinó la masa fresca de la biomasa aérea y de los tubérculos. Posteriormente, cada órgano se secó en estufa a 70°C hasta la masa constante y se determinó el porcentaje de materia seca.

**Contenido de nutrientes (%).** Las muestras secas se molieron y, luego de digeridas según el método de Kjeldahl, se determinaron los contenidos de N por el método colorimétrico del reactivo de Nessler; P con el método colorimétrico del azul de molibdeno y K por fotometría de llama, según se describe en el Manual de Técnicas del INCA (11).

**Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ).** Se contaron los tubérculos de las plantas comprendidas en el área de cálculo y se determinó el número promedio de tubérculos por planta; estos fueron pesados y se calcularon la masa promedio de los tubérculos por planta ( $kg \cdot planta^{-1}$ ) y el rendimiento agrícola ( $t \cdot ha^{-1}$ ).

**Extracción de nutrientes ( $kg \cdot ha^{-1}$ ).** Se calculó según la fórmula:

$$E (kg \cdot ha^{-1}) = MS (\%) \times R (t \cdot ha^{-1}) \times Nut (\%) \times 10^{-1} \dots\dots\dots (1)$$

donde para cada órgano:

MS es el porcentaje de masa seca

R es el rendimiento

Nut es el porcentaje del nutriente evaluado.

**Coefficiente de aprovechamiento (%).** El coeficiente de aprovechamiento (%) del N se calculó empleando el método de las diferencias:

$$CA (\%) = \frac{N_{abs_f} - N_{abs_t}}{Dosis N} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

donde:

$N_{abs_f}$  =  $kg \cdot ha^{-1}$  del N absorbido en los tratamientos fertilizados

$N_{abs_t}$  =  $kg \cdot ha^{-1}$  del N absorbido en tratamiento sin fertilizar

Dosis N = Dosis aplicada del N ( $kg \cdot ha^{-1}$ )

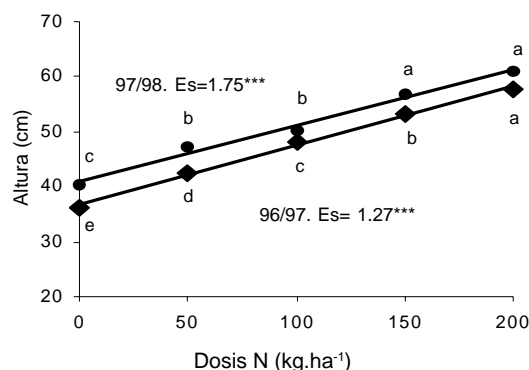
**Porcentaje de almidón (%).** Determinado en los tubérculos según técnica descrita (13).

Los resultados se sometieron al análisis de varianza en correspondencia con el diseño experimental utilizado y cuando se encontraron diferencias entre medias, se compararon con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad, utilizando el paquete STATISTICA versión 6.5 para Windows.

La dosis óptima de N se determinó a partir de un modelo rectilíneo discontinuo (14).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aplicaciones de dosis crecientes de N incrementaron significativamente la altura de las plantas y con todas, se superó al tratamiento donde no se aplicó el nutriente (Figura 4), reflejándose una relación lineal positiva entre ambos.



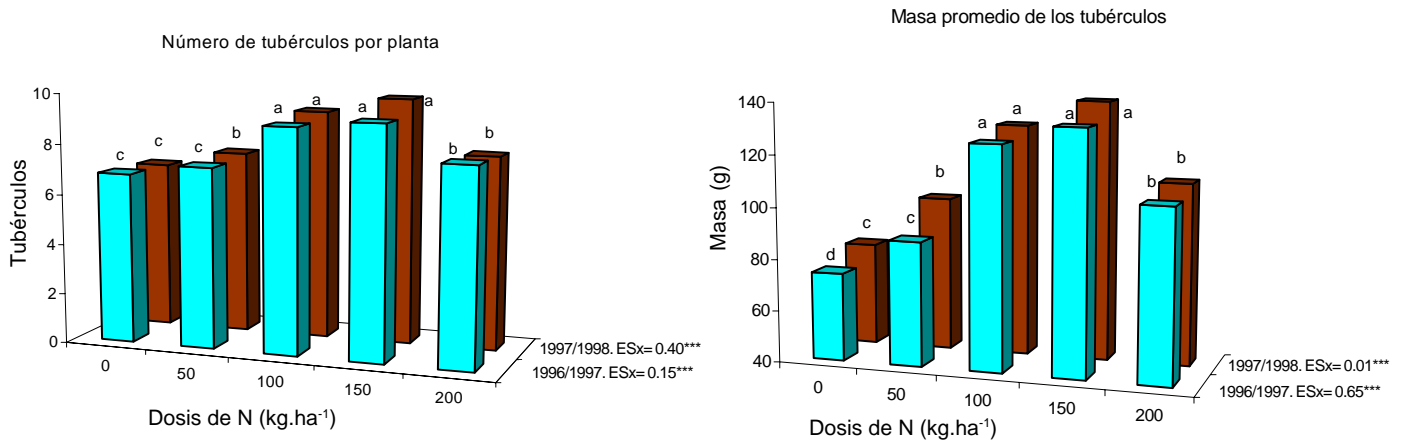
**Figura 4. Influencia del N sobre la altura de las plantas de papa (variedad Desirée), creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín. Docimación válida para cada campaña**

La semejanza entre las curvas permite interpretar que en ambas campañas, el crecimiento de la planta resultó similar, a pesar de las diferencias manifiestas de las condiciones climáticas imperantes (Figuras 1, 2 y 3), lo que sugiere que el crecimiento en estas condiciones estuvo determinado por un efecto genotípico.

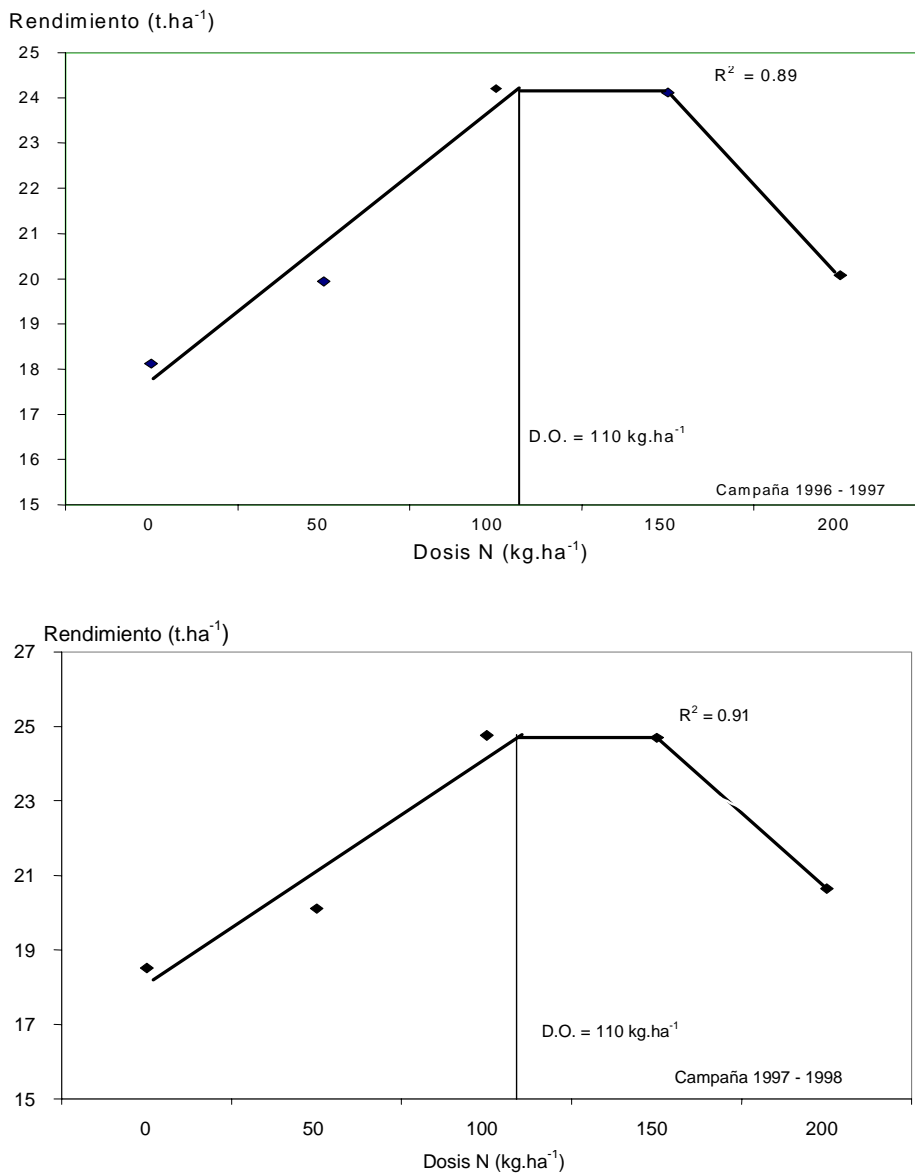
En la Figura 5 se observa que la aplicación de N influyó en los componentes del rendimiento, provocando que se superara al tratamiento donde no se aplicó el nutriente. Los mayores valores se obtuvieron con las aplicaciones de 100 y 150  $kg \cdot ha^{-1}$  de N, sin diferencias significativas entre ellas.

El N es uno de los principales factores que incide en los rendimientos de la papa y se considera que la clave para aumentar el tamaño de los tubérculos, sin sacrificar su calidad, está en la aplicación adecuada de la fertilización nitrogenada.

En total correspondencia con el número de tubérculos por planta y la masa promedio por tubérculo, la fertilización nitrogenada incrementó los rendimientos en relación con el testigo, oscilando entre 1.6 y 6.18  $t \cdot ha^{-1}$  (Figura 6), en forma proporcional con el aumento de la dosis del fertilizante nitrogenado hasta la aplicación de 100 y 150  $kg \cdot ha^{-1}$  de N. Resulta destacable el hecho de que el comportamiento general reflejado fue similar en ambas campañas, indicativo de que la dosis óptima de N que se requiere para las condiciones estudiadas, está entre 100 y 150  $kg \cdot ha^{-1}$  de N. Con dosis mayores, tanto el número de tubérculos por planta, la masa promedio por tubérculo como el rendimiento disminuyeron, aunque siempre fueron mayores que los logrados con el tratamiento testigo, lo que sugiere que algún otro nutriente se convirtió en limitante, o que el potencial productivo de la papa en las condiciones de estudio está en un entorno de 25  $t \cdot ha^{-1}$ .



**Figura 5. Efecto de las dosis de N sobre componentes del rendimiento de la papa (variedad Desirée), creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín. Docimación válida para cada campaña**



**Figura 6. Dosis óptima de N para la papa (variedad Desirée), creciendo en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín**

La dosis óptima de N determinada en las dos campañas para obtener el máximo rendimiento fue 110 kg.ha<sup>-1</sup> (Figura 6), con la que, para las condiciones de suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín, constituye una disminución de 45 % en relación con la dosis recomendada y aplicada al cultivo (200 kg.ha<sup>-1</sup>) en condiciones de producción.

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por otros autores en diferentes condiciones edafoclimáticas de Cuba, quienes encontraron que las dosis fluctuaron entre 60 y 160 kg. ha<sup>-1</sup> de N para diferentes suelos (15), mientras que para suelos Fersialíticos de la provincia de Las Tunas, la dosis óptima resultó ser 120 kg.ha<sup>-1</sup> de N (16).

En la Tabla II se observa el efecto que tuvo la fertilización nitrogenada sobre la producción de masa seca.

**Tabla II. Rendimiento de masa seca de la papa (variedad Desirée) al momento de cosechar en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín**

Dosis de N (kg.ha <sup>-1</sup> )	Campaña 1996/1997			Campaña 1997/1998		
	Aérea	Tubérculo	Masa seca (t. ha <sup>-1</sup> ) Total	Aérea	Tubérculo	Total
0	2.18d	5.40d	7.58d	2.28d	5.52c	7.80c
50	2.60b	6.18c	8.78c	2.77c	6.17b	8.94b
100	3.65a	9.70b	13.85b	3.73a	10.15a	13.88a
150	3.75a	10.45a	14.20a	3.83a	10.56a	14.39a
200	2.39c	6.48c	8.87c	2.47c	6.52b	8.99b
Esx	0.53***	0.65***	0.72***	0.23***	0.98***	0.91***
CV (%)	2.25	3.18	3.98	3.70	5.20	4.68

La fertilización nitrogenada incrementó el rendimiento de la masa seca del cultivo. Los mayores rendimientos se alcanzaron con las dosis de 100 y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N, disminuyendo con la aplicación de la dosis máxima empleada (200 kg.ha<sup>-1</sup>), de forma similar a lo discutido anteriormente. Se puso de manifiesto lo importante que resulta para el cultivo de la papa que se mantenga un adecuado nivel de fertilización nitrogenada, de modo que se logre un balance satisfactorio en la producción de masa seca.

Las extracciones de N realizadas por la biomasa aérea, los tubérculos y total, evaluadas en el momento de la cosecha (Tablas III y IV), se incrementaron con el aumento de las dosis de N.

**Tabla III. Extracciones y aprovechamiento del N realizados por la papa (variedad Desirée) en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín. Campaña 1996/1997**

Dosis de N (kg.ha <sup>-1</sup> )	Extracciones de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			Coeficiente de aprovechamiento (%)
	Aérea	Tubérculo	Total	
0	12.89c	39.23d	52.12d	-
50	13.80b	53.11c	66.91c	29.58
100	14.78b	78.47b	93.25b	41.13
150	16.18a	77.28b	93.46b	27.56
200	16.25a	93.61a	109.86a	28.87
Esx	0.16***	0.63***	0.63***	-
CV %	4.18	4.93	4.93	-

**Tabla IV. Extracciones y aprovechamiento del N realizados por la papa (variedad Desirée) en un suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín. Campaña 1997/1998**

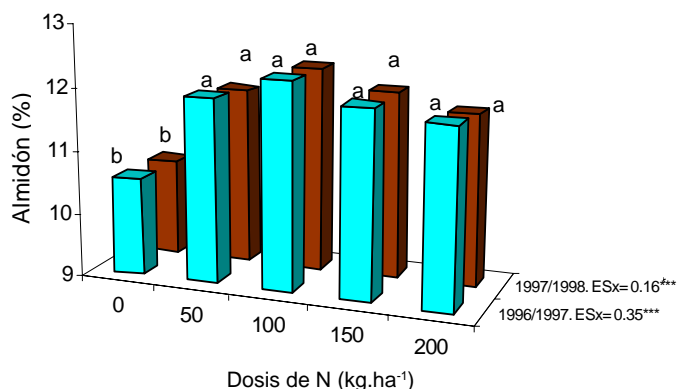
Dosis de N (kg.ha <sup>-1</sup> )	Extracciones de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			Coeficiente de aprovechamiento (%)
	Aérea	Tubérculo	Total	
0	13.12c	62c	75.12d	-
50	14.16b	78.30b	92.46c	34.68
100	15.98a	96.18b	112.16b	37.04
150	14.70b	92.9b	107.6b	21.65
200	14.50b	113.32a	127.82a	26.35
Esx	0.04***	0.78***	0.98***	-
CV %	3.12	3.12	4.05	-

La respuesta de la planta, en cuanto a las extracciones de N con el incremento de sus niveles, pudo estar dada por el bajo contenido de materia orgánica de este suelo y, por consiguiente, el bajo suministro de este nutriente. Con la dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N se logró un coeficiente de aprovechamiento superior al alcanzado con las restantes dosis.

Estos resultados indican que el cultivo absorbió N en proporción directa a las cantidades que se les suministró. Para satisfacer las necesidades de este elemento, fue suficiente con la aplicación de la dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup>, obteniéndose como respuesta un mayor rendimiento y un aprovechamiento más eficiente del fertilizante.

Los valores de extracción del N se corresponden con los obtenidos por algunos investigadores (17), mientras que los coeficientes de aprovechamiento de este nutriente superan, están cercanos o por debajo de los encontrados por otros (18, 19). Estos resultados podrían estar dados, entre otras causas, por las diferencias en las condiciones edafoclimáticas en que se han desarrollado los diferentes experimentos, por un efecto varietal y por la interacción entre ambos.

Con la mayor dosis (200 kg.ha<sup>-1</sup>), la planta invirtió en crecimiento y el contenido de agua en su composición se hizo mayor, lo que originó menores rendimientos de masa seca, menor tuberización y menor rendimiento de tubérculos, ocurriendo lo contrario con la dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N. El N influyó positivamente en el contenido de almidón de los tubérculos (Figura 7).



**Figura 7. Efecto de las dosis de N en el contenido de almidón de los tubérculos**

Los tratamientos fertilizados con N superaron significativamente al tratamiento en el cual no se aplicó este nutriente; sin embargo, no se observaron diferencias significativas cuando se incrementaron las dosis desde 50 hasta 200 kg.ha<sup>-1</sup>. Se conoce que este nutriente es decisivo en todas las reacciones biológicas y que está involucrado en la mayoría de las reacciones bioquímicas que ocurren en la planta (20), por lo que los resultados sugieren pensar que para este indicador de la calidad del tubérculo, existió dependencia genotípica.

Estos resultados coinciden con los de otros investigadores (2, 21), quienes también encontraron diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos a los que se les aplicó N, no ocurriendo igual entre estos últimos.

## CONCLUSIONES

- \* La altura de la planta guarda una relación lineal positiva con las aplicaciones de dosis crecientes de nitrógeno
- \* Las dosis de 100 y 150 kg.ha<sup>-1</sup> de N proporcionan mayor tuberización, masa de los tubérculos, rendimiento de masa seca y rendimiento en general
- \* La dosis óptima de N para la papa cultivada en suelo Pardo Mullido sin carbonatos de Holguín es 110 kg.ha<sup>-1</sup>, con la que se disminuye 45 % en relación con la aplicada en condiciones de producción
- \* Con la dosis de 100 kg.ha<sup>-1</sup> de N, la más cercana a la dosis óptima, se logra el mayor coeficiente de aprovechamiento del nitrógeno
- \* La extracción de nitrógeno por la papa se incrementa en la medida en que aumenta la dosis de nitrógeno que se aplica
- \* La dosis de nitrógeno requerida para alcanzar el mayor contenido de almidón en los tubérculos, es menor que la requerida para obtener el rendimiento máximo.

## REFERENCIAS

1. Moré, O. La papa como cultivo: genética y mejoramiento. La Habana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 1996. 35 p.
2. Deroncelé, R. /et al./ La fertilización mineral de la papa en Cuba. Situación actual y perspectivas. Documento impreso de la Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 1999, 15 p.
3. Dede, O. Effect of different forms and rates of nitrogen fertilizers on some agronomic and technologic characters of potato (*Solanum tuberosum* L.) in var. (Ercis) ecological conditions. Var (Turkey). Yuzuncu. Yil University. 1997, 90 p.
4. Gómez, O. Conceptos básicos de fertilidad de suelos e interpretación de análisis. [En línea] [Consultado 12 de octubre 2001] disponible en: <http://www.infoagro.go/tecnología/papalanalisis-papa.htm>, 1999.
5. Williams. C. M. J. y Maier N. A. Determination of the nitrogen status of irrigated potato crops. Publications Scientific Papers, 2001.
6. Maria, R. /et. al./ Prospects for the future. Nutrient nitrogen fertilization under furrow irrigation. Efficiency of fertilizer placement. *Izmir Turkey*, 2000, p. 216-223.
7. Allen, E. J. Efficient use of nitrogen and water. Technical Review for the Potato Marketing Board. Cambridge University Farm, June, 2000. 198 p.
8. Cuba. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. MINAGRI, 1999. 64 p.
9. Soil Survey Staff. Soil Taxonomy. USDA, 1999. 890 p.
10. Driessen, P.; Deckers, J.A.; Spaargaren, O.C. y Nachtergaele, F. O. Lecture notes on the major soils of the world. World Soil Resources Reports 94, FAO, Rome, 2001. 334 p.
11. Paneque, V. M.; Calderón, A.; Calaña, J. M.; Caruncho, M.; Hernández, Y. y Borges, Y. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cuba. 2001. 96 p.
12. MINAGRI. Instructivo técnico para las viandas. La Habana: CIDA, 1990. 56 p.
13. Ordóñez, C. R. /et al./ III. Composición química de diferentes variedades. *Boletín Hortícola de ASAHO*, 1985, vol. 4, no. 8, p. 51-60.
14. Cate, R. B. y Nelson, L. A. A simple statistical procedure for partitioning soil test correlation data into two classes. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1971, vol. 35, p. 658-660.
15. Deroncelé, R. /et al./ Respuesta de la papa al N, P y K en diferentes condiciones edafoclimáticas en Cuba. En: XVI Reunión Latinoamericana de la Papa. Compendios ALAP' 93. (16:1993:Santo Domingo).
16. Guerra, A. /et. al./ Nutrición mineral de la papa en un suelo Fersialítico. I. Respuesta al N. *Cienc. Tec. Agric. Suelos y Agroquímica*, 1990, vol. 2, no. 13, p. 37-42.
17. Guerra, A. /et al./ Efecto de la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio sobre la extracción de nutrientes por la cosecha de la papa (*Solanum tuberosum*) var. Desirée. *Cienc. Téc. Agric. Suelos Agroquímica*, 1999, vol. 3, no. 1, p. 49-56.
18. Guerra, A. Determinación del aprovechamiento de los nutrientes. D. G. S. F. MINAGRI, 1975.
19. Paneque, V. Tablas de interpretación de análisis de suelos. Documento impreso de la Maestría de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), 2000, 15 p.
20. Corley, R. H. Balanced nutrition for high yield. The role of nitrogen and integrated nutrient factor. PPI/PSU.Krabi, Thailand, 2000, p. 61-95.
21. Vitosh, M. C. Phosphorus recommendations. [En línea] [Consultado 29 de marzo 2001] disponible en: <http://www.msue.edu/imp/modif./06109704.htm>, 2001.

Recibido: 19 de julio de 2002

Aceptado: 22 de septiembre de 2003