

RESPUESTA DE LA PAPA A LA APLICACIÓN FRACCIONADA DE NITRÓGENO Y POTASIO

POTATO RESPONSE
TO SPLIT NITROGEN AND
POTASSIUM APPLICATION

Añez, Bruno y Espinoza, Willmer.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.)
Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Universidad de Los Andes, Apdo 77 (La Hechicera)
Mérida, Código Postal 5101, Venezuela 2005
bruno@ula.ve , wilmerespinozab@hotmail.com

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto que sobre el rendimiento de tubérculos de la papa (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) tiene la aplicación fraccionada de nitrógeno y potasio. Se probaron cinco tratamientos: una sola aplicación de (150 Kg de N + 300 Kg de K₂O). ha⁻¹ al plantar, 2/3 NK a la plantación y 1/3 NK 30 DDP con al aporque, 1/3 NK al plantar y 2/3 NK 30 DDP con al aporque, 10 t. ha⁻¹ de estiércol de gallina 30 DDP con el aporque y un testigo sin fertilización. Se usó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones en un suelo Humic Dystrudepts franco-arcillo-arenoso de la estación experimental Santa Rosa, Mérida, Venezuela. Los rendimientos de tubérculos de papa en Kg. m⁻² fueron superiores con los tratamientos que suministraron el NK fraccionado. El suministro sólo de 10 t.ha⁻¹ de estiércol de gallina 30 DDP con el aporque produjo rendimientos estadísticamente similares a los del mejor tratamiento con NK fraccionado. Para variedades, suelos y condiciones climáticas como las del estudio, se recomienda aplicar e incorporar 10 t.ha⁻¹ de estiércol bien curado, un mes antes de plantar la papa y fertilizar con: (50 Kg de N + 100 Kg de K₂O). ha⁻¹, al momento de la plantación y (100 kg de N + 200 Kg de K₂O). ha⁻¹, 25 a 30 DDP con el aporque.

Palabras claves: **Solanum tuberosum**, aplicación fraccionada de NK, rendimiento de tubérculos

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of split nitrogen and potassium application on potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Granola) tuber yield. Five treatments: a single application at planting of (150 Kg of N + 300 Kg of K₂O). ha⁻¹, 2/3 NK at planting and 1/3 NK 30 DAP with the earthing up, 1/3 NK at planting and 2/3 NK 30 DAP with the earthing up, a single application of 10 t.ha⁻¹ of poultry manure 30 DAP with the earthing up and one control without fertilization were tested in a randomized complete blocks design with five replications at Santa Rosa Expt. Stn., Merida, Venezuela on a Humic Dystrudepts clay-sandy-loam soil. The potato tuber yields in Kg.m⁻² were higher with partitioning of applied nitrogen and potassium. A single application of 10 t.ha⁻¹ of poultry manure 30 DAP with the earthing up produced statistically similar yields than those of the better split NK treatment. For the variety, climate and soil conditions as of the study, we suggest apply and incorporate into soil 10 t.ha⁻¹ of poultry manure one month before plantation and fertilize with (50 Kg of N + 100 Kg of K₂O). ha⁻¹ at planting time and (100 Kg of N + 200 Kg of K₂O). ha⁻¹, 25 to 30 DAP with the earthing up.

KEY WORDS: **Solanum tuberosum**, split NK application, tuber yields.

INTRODUCCIÓN

Uno de los fundamentos de la Agronomía es que las plantas tienen requerimientos nutricionales y de agua distintos en sus diferentes etapas de crecimiento. El productor debe tener presente este principio, para adecuar el suministro de fertilizantes y de agua a las necesidades de cada estadio de crecimiento de la especie que cultiva; esto, permite usar racionalmente los fertilizantes y producir un triple beneficio. Primero, disminuye los costos en fertilizantes por no usar más que las cantidades necesarias, segundo, impide que los excedentes, sobre todo de nitrógeno, puedan afectar la calidad del agua del suelo, mediante la percolación de nitratos y la calidad del aire, por emisión de óxido nitroso, y tercero, incrementa el rendimiento económico del cultivo. En síntesis, se obtendrían mayores ingresos netos sin contaminar las áreas de producción agrícola.

Ojala et al. (1990), basados en el crecimiento del dosel, del tubérculo y en la absorción de nutrientes, señalaron que en la planta de papa, se pueden distinguir cuatro estadios de crecimiento, a saber: i. Vegetativo, ii. Inicio de los tubérculos, iii. Llenado de los tubérculos y iv. Maduración.

- i. El estadio vegetativo empieza después de la plantación, cuando los ojos de los tubérculos «semillas», rompen la dormancia y producen los brotes, tiene una duración de 15 a 30 días y finaliza antes del inicio de la formación de los tubérculos. El requerimiento de nitrógeno durante esta etapa es aproximadamente 15% de la absorción total de N, una deficiencia del elemento, durante lapsos cortos de este período, probablemente no cause reducciones mayores en el rendimiento y calidad de los tubérculos. Una excesiva absorción, por el contrario, prolongará este estadio y retardará el inicio de los tubérculos.
- ii. El inicio de los tubérculos se manifiesta como un abultamiento en el extremo de los estolones, pero sin un agrandamiento apreciable. Este estadio tiene una duración que oscila entre 10 a 14 días, la tasa de absorción de N aumenta ligeramente y su absorción es de alrededor del 30% del total. Una carencia de N en esta etapa, reduce el área foliar y el desarrollo del dosel, pero puede estimular una iniciación más temprana de los tubérculos. Excesiva disponibilidad de N estimula el crecimiento del dosel y puede demorar el inicio de los tubérculos hasta por 10 días.
- iii. El llenado de los tubérculos se caracteriza por una tasa de crecimiento constante en el tamaño y peso de los tubérculos. El crecimiento del dosel y de las raíces continúa, pero el aumento de materia seca total de la planta, se debe

principalmente al crecimiento de los tubérculos. Este estadio tiene una duración de 60 a 120 días o más dependiendo del ciclo vegetativo del cultivar y de la presencia de patógenos. La papa tiene un alto requerimiento de N durante esta etapa, absorbiendo entre 58 y 71% del total requerido. El suministro excesivo de N durante este período puede promover crecimiento vegetativo tardío y demorar la maduración de los tubérculos.

- iv. La maduración empieza con la senescencia del dosel. Las hojas más viejas gradualmente se tornan cloróticas y después necróticas, más tarde se extiende a las hojas nuevas a través de los tallos y eventualmente todo el dosel se necrosa. La tasa de crecimiento de los tubérculos es menor que en la etapa de llenado. Los aumentos de materia seca de los tubérculos provienen principalmente de la traslocación de fotoasimilados desde la parte aérea y de las raíces de la planta. La maduración ideal, se obtiene cuando el porcentaje de materia seca de los tubérculos, alcanza su máximo, el contenido de azúcares reductoras es mínimo y el desarrollo del peridermo se ha completado sobre los tubérculos.

Estudios con nitrógeno marcado isotópicamente han señalado que, la eficiencia de la absorción de N por la planta de papa, puede ser aumentada fraccionando sus aplicaciones. El N suministrado en bandas, puede ser absorbido más eficientemente que el aplicado preplantación. No obstante, cierta cantidad al plantar o a la emergencia, será necesaria para estimular la iniciación de los tubérculos, habida cuenta que, las aplicaciones demoradas hasta después del inicio de los tubérculos, generalmente, disminuyen los rendimientos. La época del fraccionamiento del N es decisiva. Así, aplicaciones tardías en el ciclo de crecimiento pueden permanecer en la parte aérea de la planta; mientras que, los suministros más tempranos en el ciclo, son generalmente transportados hacia los tubérculos. Fuertes aplicaciones durante la fase intermedia del ciclo, pueden inducir también el crecimiento de tubérculos secundarios y reducir sustancialmente el porcentaje de tubérculos comerciales (Joern y Vitosh, 1995).

Westermann et al. (1988), indicaron que una aplicación exitosa de fertilizante nitrogenado en papa, amerita que se conozca su eficiencia, en relación con las necesidades en los diferentes estadios de crecimiento del cultivo. Todas las aplicaciones de N aumentaron los rendimientos de tubérculos por encima del control. La eficiencia de recuperación del N fue de 60% en las aplicaciones antes de la plantación y entre 60 y 80% en las aplicaciones durante el crecimiento de los tubérculos.

Osaki et al. (1993), determinaron que, la eficiencia parcial de producción de papa en relación con el nitrógeno absorbido (EPP-N), disminuyó rápidamente después de la floración. El N aplicado continuamente después de la floración no produjo aumentos en el número ni en el peso del tubérculo primario. El N suministrado en bandas en la superficie del suelo después de la floración, afectó adversamente el rendimiento de tubérculos, particularmente, cuando la aplicación se acercó a la cosecha. Esto se debió a que el número de tubérculos fue casi constante y su peso individual disminuyó. En contraste, cuando el N fue suministrado antes de la floración, el número de tubérculos disminuyó, su peso individual aumentó y el rendimiento no fue afectado. Los autores concluyeron que, eventualmente, el suministro de N durante el crecimiento del tubérculo no afectó o ejerció un efecto negativo sobre el rendimiento de tubérculos porque la tasa fotosintética no aumentó con la aplicación de nitrógeno. Millard y Robinson (1990), determinaron que cuando el N fue aplicado al plantar, antes de la emergencia de las plantas, hubo pérdidas de NO_3 del suelo, reduciendo la eficiencia en el uso del fertilizante. La aplicación de N al inicio de la formación de los tubérculos retardó y redujo la acumulación de N en el dosel, al comparársele con las plantas que recibieron todo su N al momento de la plantación. Las aspersiones foliares de úrea incrementaron ligeramente el rendimiento de tubérculos y su contenido de N al ser comparadas con una sola aplicación al plantar. La proporción del N del fertilizante recobrada en el cultivo, fue poco afectada por las dosis de N suministradas; pero una mayor proporción fue recobrada del N aplicado foliarmente que del aplicado al plantar. Se sugiere que aplicaciones tardías de N mediante aspersiones foliares pueden ser beneficiosas en cultivares de largos ciclos vegetativos al aumentar los rendimientos de tubérculos y reducir las pérdidas de N hacia el ambiente. Van der Zaag (1975), reportó que las plantas de papa asimilan N durante todo su ciclo vegetativo; sin embargo, la absorción se intensifica durante su crecimiento vigoroso, lo cual ocurre 50 a 80 días después de la plantación y las plantas han alcanzado de 15 a 20 cm de altura.

En estudios de campo, empleando diferentes dosis y tiempos de aplicación de fertilizantes nitrogenados en papa, Evanylo (1989), encontró que, aplicaciones de 0 a 112 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$, al momento del primer cultivo (treinta días después de la plantación -30 DDP-), en combinación factorial con dosis también de 0-112 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$, afectaron los rendimientos en la forma siguiente: con el N aplicado 30 DDP a razón de 56 Kg. ha^{-1} , los incrementó, y el N suministrado a media floración, los aumentó solamente, cuando no se había aplicado nitrógeno previamente, y concluyó que, se pueden esperar incrementos de rendimiento con aplicaciones al inicio de la tuberización, cuando las plantas presenten niveles foliares críticos de 58 mg de N total/g y de 51 mg de N total/g a media floración. Valores en base a peso seco. No recomienda fraccionar las aplicaciones de nitrógeno. Los resultados

obtenidos por Sahota et al. (1983), sugieren que la aplicación de estiércol es indispensable para la producción óptima de papa en la planicie central de Khasi Hills, India. La respuesta al N aumentó con la aplicación de estiércol, cuando el cultivo pasaba por la etapa de inicio de los tubérculos, estadio crítico para la humedad y la suplencia de nutrientes.

Waddel et al. (1999), reportaron que, la fertilización comunmente usada en la producción de papa, incluye fuentes amoniacales y/o nítricas. Una opción de manejo para aumentar el uso eficiente del N, es fraccionar las aplicaciones en su ciclo de crecimiento. Recientemente, las aplicaciones fraccionadas han sido habituales en la producción de papa y aplicaciones después del aporque, han aumentado los rendimientos y limitado parcialmente el lavado del N más allá de la zona de las raíces. Una fuente que puede ser adecuada para el suministro de nitrógeno, es el estiércol de pavo (*Meleagris gallopavo*), el cual, libera el N, parte rápidamente (mineral) y parte lentamente (orgánico). Este abono en dosis de 31,4 y 20,8 t. ha⁻¹, en base húmeda (250 y 217 Kg. de N. ha⁻¹), produjo rendimientos de papa similares a aquellos tratamientos fertilizados con úrea (224 Kg de N. ha⁻¹).

Alrededor de los 75 días después de la plantación, las plantas de papa asimilan avidamente el potasio, disminuyendo sensiblemente la absorción después de alcanzado su máximo follaje. Así que, en un plazo relativamente breve, las plantas deben disponer de una fuerte cantidad de K (Vander Zaag, 1975). A pesar de este señalamiento, no se hace énfasis en la literatura en relación a las bondades del fraccionamiento del K sobre el rendimiento de la papa. Parece plenamente demostrado un mejoramiento significativo en la eficiencia de la fertilización nitrogenada cuando se fraccionan sus aplicaciones de acuerdo con los requerimientos en las diferentes etapas de crecimiento y producción del cultivo, cosa no muy clara, cuando se trata del potasio. Tal situación nos motivó a emprender el presente estudio con los siguientes objetivos: 1. Evaluar el efecto que sobre la producción y calidad de los tubérculos tiene el suministro fraccionado del N y el K., 2. Determinar las cantidades de N y K que al ser aplicadas al plantar y al reabonar durante el fraccionamiento, producen los mejores rendimientos de tubérculos con la variedad usada y bajo las condiciones del estudio, y, 3. Valorar si la aplicación fraccionada sólo del estiércol permite el logro de cosechas rentables en papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo fue realizado en la estación experimental del I.I.A.P.-U.L.A., en Santa Rosa, (08° 35' 30" N, 71° 08' 30" W), Mérida, Venezuela. Altitud 1920 msnm, con precipitación y temperatura promedios anuales de 1982 mm y 18°C, respectivamente. El suelo fue clasificado según Peña Guillén (2004), como Humic Dystrudepts, las características principales, determinadas de muestras compuestas del horizonte superficial (0,0-0,2 m de profundidad) se señalan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de suelo del sitio del estudio.

Clase Textural	PH 1:2	C.O. %	N. total %	C/N	P. Olsen mg.Kg ⁻¹	K.Aprov. mg.Kg ⁻¹	Mg. Aprov. mg.Kg ⁻¹	Ca. Aprov. mg.Kg ⁻¹
FAa	5,4	3,94	0,23	17	28	120	35	505

Se usó el diseño experimental de bloques al azar con 5 repeticiones y los tratamientos siguientes:

1. Suministrar (150 Kg de N + 300 Kg de K₂O). ha⁻¹ al momento de la plantación.
2. Suministrar (100 Kg. de N + 200 Kg de K₂O). ha⁻¹ al plantar y reabonar con (50 Kg de N + 100 Kg de K₂O). ha⁻¹, 30 días después de la plantación con el aporque.
3. Suministrar (50 Kg de N + 100 Kg de K₂O). ha⁻¹ al plantar y reabonar con (100 Kg de N + 200 Kg de K₂O). ha⁻¹, 30 días después de la plantación con el aporque.
4. Suministrar 10 t. ha⁻¹ de estiércol, 30 días después de la plantación con el aporque.
5. Testigo sin fertilización.

Se hizo una aplicación de estiércol de gallina (gallinaza-fertipollo-), a toda el área del ensayo, a razón de 10 t.ha⁻¹, el cual fue esparcido al voleo e incorporado al suelo un mes antes de la plantación. El estudio fue conducido sin suministro de fósforo. La papa se estableció el 26-01-2004 en parcelas individuales de 6,72 m² por tratamiento, donde se plantaron 3 hileras de 2,8 m de largo cada una.

La cosecha se efectuó el 29-04-2004, 94 días después de la plantación, sobre una superficie de 1,28 m² (1,6 m de la hilera central de cada tratamiento).

En el estudio se usó una población de 31.250 plantas.ha⁻¹ (0,80 m entre las hileras y 0,40 m entre plantas dentro de las hileras), de la variedad «Granola», descrita por Von Dcursen (1997), como una planta de mediano a alto tamaño, tallo bastante grueso, suficientemente extendido de color morado pálido, hojas grandes de color verde claro, folíolos primarios bastante grandes y estrechos con nervaduras superficiales, floración abundante, inflorescencias pequeñas, flores de color rojo-violeta intenso. Follaje de desarrollo algo lento al principio, pero más tarde se recupera y cubre bien el terreno, la maduración es semi-tardía, alto rendimiento de tubérculos, de mediano contenido de materia seca. Los tubérculos son de forma oval-redondeada, piel amarilla, bastante áspera, carne amarilla con ojos bastante profundos, buena calidad culinaria, carne firme y de color puro después de la cocción. Los brotes son pequeños de color morado-rojizo intenso, poco pilosos, yema terminal bastante grande y abierta de color rojo-violeta intenso, brotillos poco numerosos, yemas laterales de mediano tamaño. La variedad es poco susceptible a *Phytophthora* de la hoja y medianamente susceptible a la del tubérculo, muy poco susceptible a los virus A y Y^h y resistente al nemátodo dorado.

La preparación y surcado del suelo se hizo con tractor, las parcelas se terminaron de acondicionar con escardilla. Las fuentes de fertilizantes fueron: abono orgánico(fertipollo) cuya composición determinada en el laboratorio de suelos y química agrícola del I.I.A.P., fue pH 8,4, carbón orgánico 20.2 %, relación C/N 9,62, P soluble 410, K soluble 4945, Mg soluble 2050 y Ca soluble 2145, los cinco últimos elementos en mg.Kg⁻¹ y abono químico; urea con 46% de N y sulfato de potasio con 50% de K₂O, los cuales se aplicaron en los surcos, se cubrieron con tierra antes de colocar los tubérculos «semillas», al momento de la plantación y alrededor de las plantas para el reabono, durante las labores del aporque.

De la cosecha, se registraron los datos de rendimientos totales y comerciales de tubérculos en Kg.m⁻², los cuales se analizaron estadísticamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consistentes con las recomendaciones de Añez y Espinoza (2003) , en cuanto a realizar los estudios de papa, en las localidades donde se explota comercialmente el cultivo y con los cultivares que mejor se hayan adaptado a sus condiciones ecológicas. Así como con, no usar ni más ni menos insumos, especialmente, fertilizantes, que aquéllos requeridos por el cultivar para proteger la rentabilidad de la actividad y en resguardo del ambiente. Conocida la bondad del fraccionamiento de algunos elementos nutritivos (N) y en este caso específico,

además, las cantidades de N y K más adecuadas para la obtención de buenos rendimientos de la variedad «Granola», bajo las condiciones suelo - ambientales de Santa Rosa. Los resultados parecen indicar que el uso apropiado de conocimientos previos, pueden conducir al éxito las labores de investigación. Los rendimientos totales y comerciales de papa en Kg.m² fueron influidos significativamente por los tratamientos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de variancia del rendimiento promedio en Kg.m² de tubérculos comerciales (-C->85g) y totales (T) de papa, bajo diferentes niveles de fraccionamiento de N y K.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados		F. Calculadas	
		C	T	C	T
Repeticiones	4	2,2350	2,6959	11,213**	3,00 NS
Tratamientos	4	4,3252	5,6589	4,7384*	6,2989**
Error	16	3,6507	3,5931	-	-
Total	24	10,2094	11,9479	-	-

?c=2,5956 Kg.m⁻²; ?t=3,2472 Kg.m⁻²; NS= No significativa; *Significativa (P<0,05); **Altamente significativa (P<0,01); CVc= 18,4%; CVt=14,59%.

Entre las cuestiones fundamentales dilucidadas mediante el estudio destacan las siguientes:

1. Tiempo de fraccionamiento de NK en relación con el ciclo vegetativo del cultivar de papa empleado, bajo las condiciones del estudio. Durante los 94 días del ciclo plantación-cosecha, de la variedad «Granola», las lluvias en Santa Rosa fueron casi nulas en los meses de enero, febrero y marzo, con una precipitación de 242,6 mm en abril; de manera tal que, los requerimientos hídricos del cultivo fueron satisfechos mediante riego por aspersión, sobre todo, en los primeros 65 días de su ciclo. Las temperaturas medias mensuales fueron; 15,68; 16,99; 18,00 y 18,19°C para los meses de enero, febrero, marzo y abril, respectivamente. Si se calcula la duración de cada estadio de crecimiento de acuerdo con lo señalado por Ojala et al. (1990), se obtienen alrededor de 27 días después de la plantación para la etapa del inicio de los tubérculos, tiempo bastante aproximado a los 30 DDP, usados en el estudio para el fraccionamiento de los nutrimentos.
2. Fraccionamiento de NK Vs una sola aplicación con la plantación. En el Cuadro 3, se aprecia la ventaja de los tratamientos con NK fraccionados, resultados que concuerdan con los obtenidos por Joern y Vitosh, 1995; Van der Zaag, 1975 y Waddell et al.1999. Por precisión se debe aclarar que en los

rendimientos de tubérculos totales, dos de los tratamientos fraccionados fueron significativamente superiores y el tercero fue más alto pero sin mostrar diferencias significativas con aquel proveniente de una sola aplicación al momento de plantar la papa, en los rendimientos de tubérculos comerciales, sólo uno fue significativamente superior y los otros dos tratamientos fraccionados aunque superiores no fueron significativamente más altos. Se nota además que en los rendimientos totales y comerciales de tubérculos los tratamientos con aplicación de fertilizantes al momento de plantar fueron estadísticamente iguales a los del testigo sin fertilización.

3. Eficiencia del fraccionamiento: relación entre las cantidades de N y K al plantar y al reabonar con el fraccionamiento. Los rendimientos tanto de tubérculos totales como comerciales del tratamiento N° 3, NK Fraccionado 1/3 al plantar y 2/3, 30 DDP con el aporque, mostraron diferencias altamente significativas con el tratamiento N° 2, 2/3 al plantar y 1/3 con el aporque (Cuadro 3), resultados que están en sintonía con los de Joern y Vitosh (1995), quienes señalaron que cierta cantidad de N aplicada con la plantación, estimula la iniciación de los tubérculos y los 2/3 restantes, probablemente, aseguraron un buen desarrollo y crecimiento de los mismos. Con el suministro de 2/3 al plantar la eficiencia disminuye al parecer por pérdidas de NO³ del suelo (Millard y Robinson, 1990).
4. Aplicación sólo de estiércol con el aporque. El tratamiento N° 4, suministro de 10 t.ha⁻¹ de estiércol 30 DDP con el aporque, produjo rendimientos de tubérculos totales y comerciales sin diferencias significativas con el tratamiento más sobresaliente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores medios de rendimientos de tubérculos comerciales (C) y totales (T) de papa en Kg.m², bajo diferentes niveles de fraccionamiento de N y K.

Tratamientos	Rendimientos	
	C	T
3	3,288 a	3,876 a
4	2,804 ab	3,640 a
2	2,514 b	3,282 ab
1	2,186 b	2,826 bc
5	2,186 b	2,612 c
?	2,5956	3,2472
E.E. Media (Sx)	0,2136	0,2119

Las medias en la misma columna seguidas por la misma letra, no son significativamente diferentes al nivel del 5%, de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, dentro de los límites y condiciones del estudio, se puede concluir lo siguiente:

1. La respuesta de rendimientos de tubérculos comerciales y totales fue superior con los tratamientos que suministraron el NK fraccionado.
2. Los rendimientos de tubérculos con las aplicaciones de todo el NK al plantar, fueron estadísticamente iguales al testigo sin fertilizar.
3. El tratamiento fraccionado más eficiente fue aquél que suministró 1/3 de NK al plantar y 2/3, 30 DDP con el aporque.
4. El suministro sólo de 10 t.ha⁻¹ de estiércol 30 DDP con el aporque produjo rendimientos de tubérculos comerciales y totales estadísticamente iguales a los del mejor tratamiento fraccionado.

RECOMENDACIONES

1. Para los Andes se sugiere aplicar e incorporar al suelo 10 t.ha⁻¹ de estiércol bien curado, un mes antes de la plantación de la papa.
2. Con variedades de ciclo vegetativo como el de la Granola (<130 días), y en suelos con niveles de fósforo como los del estudio (> 28 mg.Kg⁻¹), se recomienda fertilizar con (150 Kg de N + 300 Kg de K₂O).ha⁻¹, en forma fraccionada: (50 Kg de N + 100 Kg de K₂O).ha⁻¹ al plantar y (100 Kg de N + 200 Kg de K₂O).ha⁻¹, 25 a 30 (preferiblemente 27) DDP, con el aporque.

BIBLIOGRAFÍA

- AÑEZ, B., y W. Espinoza. 2004. Producción de papa en respuesta a la fertilización química y orgánica. *Agricultura Andina*, 9 (Extraordinario): 42-64.
- EVANYLO, G.K. 1989. Rate and timing of nitrogen fertilizer for white potatoes in Virginia. *American Potato Journal*, 66: 461-470.

- JOERN, B.C., and M.L. Vitosh. 1995. Influence of applied nitrogen on potato. Part II. Recovery and partitioning of applied nitrogen. *American Potato Journal*, 72: 73-83.
- MILLARD, P., and D. Robinson. 1990. Effect of the timing and rate of nitrogen fertilization on the growth and of fertilizer nitrogen withing the potato (*Solanum tuberosum* L.) crop. *Fertilizer Research*, 21: 133-140.
- OJALA, J.C., J.C. Stark, and G.E. Kleinkopf. 1990. Influence of irrigation and nitrogen management on potato yield and quality. *American Potato Journal*, 67: 29-43.
- OSAKI; M., T. Nakamura, and T. Tadano. 1993. Production efficiency of nitrogen absorbed by potato plant at various growth stages. *Soil Science. Plant Nutrition*, 39 (4): 583-593.
- PEÑA GUILLEN, C. 2004. Clasificación de los suelos de la estación experimental Santa Rosa, del I.I.A.P.-U.L.A. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (I.I.A.P.)-U.L.A., Mérida, Venezuela. Mimeografiado. 4p.
- SAHOTA, T.S., R.C. Sharma, and S.S. Lal. 1983. Effect of farmyard manure on N and P needs of potato grown on an acid soil of Shillong. *Indian Journal of Agricultural*, 54 (6): 485-490.
- VAN DER ZAAG, D.E. 1975. La patata y su cultivo en los Países Bajos. Publicación N° S-108, Segunda Edición. Instituto Holandés de Consulta sobre patata. Apartado 1737, 2505 CH., y Ministerio de Agricultura y Pesca.
- VON DCURSEN, I. 1997. Catálogo holandés de variedades de patata 1997. La Haya-Wageningen, Netherlands. P. 146-147.
- WADDELL, J.T., S.C. Gupta, J.F. Moncrief, C.J. Rosen, and D.D. Steele. 1999. Irrigation and nitrogen management effects on potato yield, tuber quality, and nitrogen Uptake. *Agronomy Journal*, 91 (6): 991-997.
- WESTERMANN, D.T., G.E. Kleinkopf, and L.K. Porter. 1988. *American Potato Journal*, 65: 377-386.