

EFEECTO DE LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA, ORGÁNICA Y COMBINADA SOBRE EL RENDIMIENTO DE LA PAPA VARIEDAD GRANOLA

EFFECT OF THE FERTILIZATION CHEMICAL, ORGANIC AND COMBINED ON THE YIELD OF VARIETY GRANOLA

Karen Arias* y Olga Arnaude de Chacón*

* Profesores. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Departamento de Agronomía. Decanato de Docencia y Decanato de Investigación, respectivamente. Estado Táchira. Venezuela. E-mail: kariass@unet.edu.ve, oarana@unet.edu.ve

RESUMEN

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., demanda un alto uso de insumos agrícolas entre los que destacan los fertilizantes químicos (FQ) y enmiendas orgánicas (EO), las cuales alcanzan en muchos casos un alto porcentaje en los costos de producción, por lo que se hace necesario buscar estrategias de manejo que disminuya el valor de la fertilización. En la Aldea Pernía, municipio Vargas del estado Táchira, se condujo un experimento en papa, variedad Granola a 1 900 m.s.n.m., precipitación promedio de 900 mm, temperatura entre 12 y 17°C, zona de vida (B-h-p) según Holdridge, suelo Fa, Orthends, donde se evaluaron dos manejos de fertilización, cinco tipos de FQ: Testigo con cero aplicación; NPK; NPK + Mg; NPK + Mg+B y NPK+B a tres niveles de fertilización orgánica (FO): 0; 5 y 10 t.ha⁻¹ de gallinaza (abono orgánico; AO) con tres repeticiones. Se determinó el efecto de la FQ, EO y combinada sobre el rendimiento de esta variedad. Los resultados indican que el mayor se obtuvo en el tratamiento NPK+Mg (38,39 t.ha⁻¹) seguido del NPK+B (36 t.ha⁻¹) con el nivel 5 t.ha⁻¹ de la AO (P≤0,01). No hubo diferencias significativas (P≤0,01) al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ (34,77 y 36,10 t.ha⁻¹, respectivamente). Sin embargo, este nivel de 0 t.ha⁻¹ es menor 22,55 t.ha⁻¹. El mejor resultado se encontró cuando se aplica el FQ y la EO al momento de la siembra.

Palabras Clave: *Solanum tuberosum* L.; gallinaza; fertilización química.

SUMMARY

In Venezuela, the production of potato, *Solanum tuberosum* L., normally requires the applications of great amount of mineral fertilizers (OF), and organic amendments (OA) which represent an important part of the production costs of this crop. So it is necessary to develop strategies to decrease its use. We carried out an experiment in the town of Pernia, Vargas county in Tachira State, to evaluate the response of potato (variety Granola) to the application of 5 treatment of chemical fertilization (testwithout fertilizer; NPK, NPK+Mg; NPK+Mg+B and NPK+B) and 3 levels of organic fertilization (0, 5 and 10 t.ha⁻¹ of chicken manure), with 3 repetitions for each combination. The experimental site is located at 1 900 masl, with a mean annual precipitation of 900 mm, and air temperature between 12 and 17 °C. The soil is classified as Orthends. The results showed that the greatest yield was found with the application of NPK+Mg (38.39 t.ha⁻¹), followed by the treatment of NPK+B (35.90 t.ha⁻¹) and 5 t.ha⁻¹ of chicken manure (P≤0,01). The split of the organic and mineral fertilizer doses does not improve the yield of potato, when compared against the application of the whole dose of fertilizer at the sowing time. Also, there were not significant differences in the potato yield when it was fertilized with five and 10 t of chicken manure (34.77 y 36.10 t.ha⁻¹, respectively), however at the level of 0 t.ha⁻¹ of chicken manure the yield is smaller 22.55 t.ha⁻¹. When placing the chemical fertilizer and the organic amendment were splitted, yield not different from the whole dose application at the time of seedtime.

Key Words: *Solanum tuberosum* L.; chicken manure; chemical fertilization.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa, *Solanum tuberosum* L., se ubica entre los cinco cultivos más importantes en el ámbito mundial, después del trigo, el arroz y el maíz (Hooker, 1986; y Ross, 1986). La producción mundial alcanzó 323 millones de toneladas en el 2005, siendo China el primer productor, seguido por la Federación Rusa, India, Ucrania, Estados Unidos y Alemania (FAO, 2008).

Venezuela ocupa el octavo lugar por producción total de papa y el noveno por su valor económico. En el estado Táchira, municipio Vargas, ocupa la segunda posición después del municipio Jáuregui. La productividad promedio en el estado, oscila entre 6 a 14 t.ha⁻¹ en comparación con rendimientos de 10 a 70 t.ha⁻¹, reportados en otros países. Los suelos de la región andina donde se desarrolla la producción de papa, se caracterizan por tener una baja fertilidad natural, la cual no satisface los requerimientos que se traduzcan en altos rendimientos (Solórzano, 2001).

De allí, que la fertilización o abonamiento de este cultivo constituye un factor vital de manejo, orientado a obtener una adecuada nutrición como fundamento para alcanzar la máxima producción por unidad de superficie.

Las altas producciones por unidad de superficie en el cultivo de papa implican altas extracciones de nutrientes; las cuales dependen de varios factores, tales como las exigencias de la variedad, régimen de humedad, temperatura, producción y manejo del cultivo (Comerma y Paredes, 1978; Solórzano, 2001).

En cuanto a los requerimientos en elementos menores (Alvarado y López, 1976), para una producción de 40 t.ha⁻¹, indican una extracción de 40 g de Mn, 60 g de B, 40 g de Cu y 6 g de Zn, en términos de hectárea cultivada. Yorinori (2003) señala que en campo la acumulación de nitrógeno, este cultivo alcanza niveles entre 180,58 a 287,25 mg.planta⁻¹ en hojas y 2 933,54 mg.planta⁻¹ en tubérculos.

Así mismo, Añez y Pereyra (1974) estudiaron el efecto de la fertilización orgánica (FO) en el cultivo de papa y concluyeron que en las dosis de abono orgánico (AO; gallinaza), las que tuvieron mejores rendimientos fueron de 20 m³.ha⁻¹ cuando dicha FO se acompañó de una buena fertilización química (FQ) a 500 kg.ha⁻¹, con fosfato de amonio y urea en la relación 2:1 y que la aplicación de materia orgánica (MO) sola, aún en altas

dosis, no son suficientes para la obtención de altos rendimientos. Por su parte, Brito *et al.* (1977) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de la misma, al combinar dos dosis de cal: cal 0 y 1,5 t.ha⁻¹, tres de AO de bovino: 0, 6 y 12 t.ha⁻¹ y cuatro niveles de fósforo: 0, 75, 150 y 225 kg.P.ha⁻¹, al realizar aplicaciones de nitrógeno y potasio fijas e iguales a 100 kg.ha⁻¹ de cada uno.

Igualmente, Grandet y Lora (1978) señalan que la demanda de fósforo en el cultivo de la papa se incrementa a partir de los 30 d, pero debido a procesos de fijación, al fraccionar el fósforo se puede conseguir una mayor eficiencia. Por otra parte, Herrera y Herrera (2000) sostienen que la aplicación de nitrógeno por encima de 200 y 180 kg.ha⁻¹ no aumentan los rendimientos en suelos ferralíticos de la región Ciego de Ávila en la Habana, Cuba.

Al respecto, Ramírez *et al.* (2004) sostienen que la fertilización nitrogenada a las dosis 100 y 150 kg.ha⁻¹ de N produce mayor tuberización y rendimiento general en el cultivo. Así mismo, Acuña *et al.* (2001) encontraron incremento en el rendimiento de dos variedades (Tollocan y Mexiquense) cuando aplicaron cal a 0,2 y 4 t.ha⁻¹ combinada con superfosfato de calcio simple o triple a 0, 200 y 400 kg.ha⁻¹ P₂O₅ en un suelo Andosol de la Sierra Veracruzana.

Del mismo modo, Lora (1978) afirma que al aumentar la aplicación de la AO por encima de 10 t.ha⁻¹ disminuyen los rendimientos en la variedad de papa Capiro R-12. Según Buchanan (1993), indica que al utilizar compost de pollinaza se produce un incremento, observándose un efecto residual. Ensayos realizados en Antioquia revelan que la AO seca y bien pulverizada aplicada sola o mezclada con FQ (N,P,K) la producción dio excelentes resultados (Munevar y Wollum 1983; Muñoz, 1985).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la FQ, FO y combinada sobre el rendimiento de la papa variedad Granola en la Aldea Pernía, municipio Vargas del estado Táchira.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en una finca del Caserío Cuchilla de Guayana de la Aldea Pernía, ubicada al Noreste del municipio Vargas, aproximadamente 8 km del Cobre a

1 900 m.s.n.m., limita por el norte con la Aldea San Agustín, por el sur la Aldea Cerro Duque, al este el municipio Sucre y el oeste la Aldea Angostura. Precipitación promedio 900 mm, distribuidos en cuatro meses secos (enero, febrero, marzo, y agosto) y siete meses húmedos (abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre). La temperatura del área oscila entre 12 y 17°C. Según la clasificación de Holdridge (B h-P) bosque húmedo premontano. Suelos de textura media a gruesa poco profundos, pH 6,2, textura franco arenosa. Orthends, Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR, 1986).

El ensayo se llevó a cabo bajo un diseño de experimento factorial de 2x3x5, en un arreglo de parcelas subdivididas con dos formas de manejo de la parcela principal, tres niveles de MO y cinco de FQ como tratamientos en las subparcelas con tres repeticiones.

Los tratamientos fueron: **a.** Parcela principal: dos métodos de aplicación de la fertilización. Fertilización aplicada a toda a la siembra (ATS): sin fraccionar y fertilización aplicada de forma fraccionada (AFF), es decir, la mitad a la siembra y la otra mitad al aporque. **b.** Subparcelas: tres niveles de MO: 0 t.ha⁻¹, 5 t.ha⁻¹, 10 t.ha⁻¹ de la AO. **c.** Subparcelas: FQ. 0, NPK, NPK+Mg, NPK+B y NPK+Mg+B. Todo ello produce un total de 2x3x5x3 = 90 parcelas, cada una comprendió un área de 14 m² (5 m de largo x 2,80 m de ancho y dentro de éstas, cuatro hilos separados a 0,70 m cada uno).

Se cosecharon los dos hilos centrales dejando los externos como bordura y 0,50 m de cada lado, para lograr un largo efectivo de hilos centrales de 4 m. La AO se aplicó manualmente dirigida al fondo del surco, comprobándose que es la misma utilizada y comprada por el productor de la zona. El análisis de la AO se presenta en el Cuadro 1. El aporque se realizó al mes y medio de la siembra, momento que se aprovechó para hacer la AFF. El riego utilizado fue por aspersión. Al final del ciclo de crecimiento se cosecharon los dos hilos centrales, realizados en las 90 parcelas del ensayo, posteriormente se determinó el peso fresco de los tubérculos, permitiéndose obtener los rendimientos para cada tratamiento.

Los datos obtenidos se sometieron a estudios estadísticos, realizando análisis de varianza y prueba de Comparación de Medias LSD (método de la Mínima Diferencia Significativa), entre los diferentes tratamientos a través del programa SAS versión 8.0.

CUADRO 1. Análisis de la gallinaza.

Elemento	%
N total	2,66
P	1,60
K	2,79
Ca	8,50
Mg	8,90
S	0,61
B	0,50

Fuente: Laboratorio INIA-Aragua. 2002

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fertilidad del suelo

Es práctica común dentro del proceso de producción de la papa, en la zona de la Aldea Pernía, que los productores apliquen enmienda orgánica (EO), estiércol de pollo y de gallina sin realizar previamente análisis de suelo. Por lo general, tienden a hacer aplicaciones de fórmulas completas en una relación de un saco de abono de 50 kg por un saco de semilla de 60 kg, en otros casos emplean un saco de fórmula completa por dos de semilla. Sumado a esto, se aplica fertilizantes químicos (FQ) sin una verdadera conciencia de la contribución de los aportes de los estiércoles y su interacción con los FQ (Arias, 2002).

En el presente estudio el análisis químico del suelo (Cuadro 2) indica que el mismo es rico en los elementos P y K, medio en N, pobre en los elementos Mg, B y alto en Ca, de acuerdo a los valores señalados por Solórzano (2001) en el Cuadro 3. Basados en estos resultados, el ensayo se utilizó una fórmula completa para simular lo que el productor de la zona realiza, tomando en consideración los valores reflejados en el análisis de suelo.

En este ensayo se utilizó 500 kg.ha⁻¹ de la fórmula completa 12-12-17/2, aún cuando Solórzano (2001) recomienda en términos generales 1 000 kg.ha⁻¹ para el cultivo de la papa en la zona andina. De igual modo, se considera que aproximadamente para el establecimiento de 1 ha⁻¹ se siembran 35 sacos de semilla y el productor aplica 1 750 kg.ha⁻¹ de fertilizante, cuando la relación es de un saco de abono químico (AQ) por uno de semilla.

CUADRO 2. Resumen análisis químico del suelo antes de la siembra.

N %	Pmg kg ⁻¹	Kmg kg ⁻¹	Camg kg ⁻¹	Mg mg.kg ⁻¹	Bmg mg.kg ⁻¹
0,287	291	1 030	9,18	0,35	<0,2

Fuente: Laboratorio de Suelos de EDAFOFINCA C.A. 2001.
Laboratorio Colombiano COLINAGRO 2000.

Abono aplicado todo a la siembra (ATS)

El rendimiento de la papa variedad Granola, en función de la aplicación de materia orgánica (MO) a tres niveles (0; 5 y 10 t.ha⁻¹), muestra un valor menor cuando la gallinaza (AO; abono orgánico) está al nivel de 0 t.ha⁻¹ (Figura 1), la cual se distingue ($P \leq 0,01$) de las dosis de 5 y 10 t.ha⁻¹, reflejando el efecto benéfico de relativo a éstas. Sin embargo, en los tratamientos 5 y 10 t.ha⁻¹ no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$), lo que parece indicar que la producción responde de igual forma a 5 ó 10 t.ha⁻¹.

Los rendimientos del cultivo con los tratamientos NPK y MO con 5 y 10 t.ha⁻¹ (Figura 2) se presentan similares a 34,76 y 35,65 t.ha⁻¹, sin desigualdades aparentes. Mientras que NPK + 0 t.ha⁻¹ muestran el menor rendimiento con 32,40 t.ha⁻¹.

Los resultados que muestra la Figura 3 refleja que los mejores rendimientos (38 y 36 t.ha⁻¹) se presentan con los tratamientos NPK+Mg con 5 y 10 t ha⁻¹ de la AO, respectivamente. A pesar de que no hubo desigualdad ($P \leq 0,01$) cuando se aplicó 5 y 10 t.ha⁻¹, teniendo diferencias entre los tratamientos mencionados. NPK+Mg, 0 t.ha⁻¹, sugieren que la ausencia de la MO disminuye significativamente el rendimiento de la papa variedad Granola, además, los NPK+Mg son altamente satisfactorios.

En el tratamiento NPK+B y MO a tres niveles, los resultados sobre el rendimiento de esta variedad (29,83 t.ha⁻¹) muestran el menor valor para NPK+B a 0 t.ha⁻¹ de la AO (Figura 4). Por otra parte, señala que los mejores rendimientos (35,30 y 36,61 t.ha⁻¹) se presentan en los tratamientos NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($P \leq 0,01$) cuando se aplicaron NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹. Igualmente, en estos tratamientos y el NPK+B 0 t.ha⁻¹ sí hubo resultados significativos ($P \leq 0,01$).

La Figura 5, indica que el menor rendimiento (27,87 t.ha⁻¹) se presentó al aplicar 10 t.ha⁻¹ de AO con NPK+Mg+B, a diferencia del tratamiento donde se obtuvo el mayor valor con 5 t.ha⁻¹ (31,77 t.ha⁻¹). Mostrándose que no existió desacuerdo ($P \leq 0,01$) entre NPK+Mg+B, 0 t.ha⁻¹ y NPK+Mg+B 10 t.ha⁻¹.

CUADRO 3. Bases para la interpretación de análisis de suelos con fines de fertilidad.

Concepto	M. Bajo	Bajo	Medio	Alto	M. Alto
N %	< 0,05	0,05-0,2	0,2-0,3	0,3-0,8	> 0,8
P (olsen) mg.kg ⁻¹	< 3	3-12	12-18	18-30	> 30
K meq.100g ⁻¹	< 62	62-125	125-375	375-757	> 757
Ca meq.100g ⁻¹	< 0,28	0,28-1,66	1,66-6,99	6,91-13,45	> 13,54
Mg meq.100g ⁻¹	< 0,12	0,12-0,36	0,36-2,92	2,92-5,84	> 5,84
B mg.kg ⁻¹	< 0,1	0,2-0,41	-----	> 0,4	-----

Fuente: Solórzano (2001)

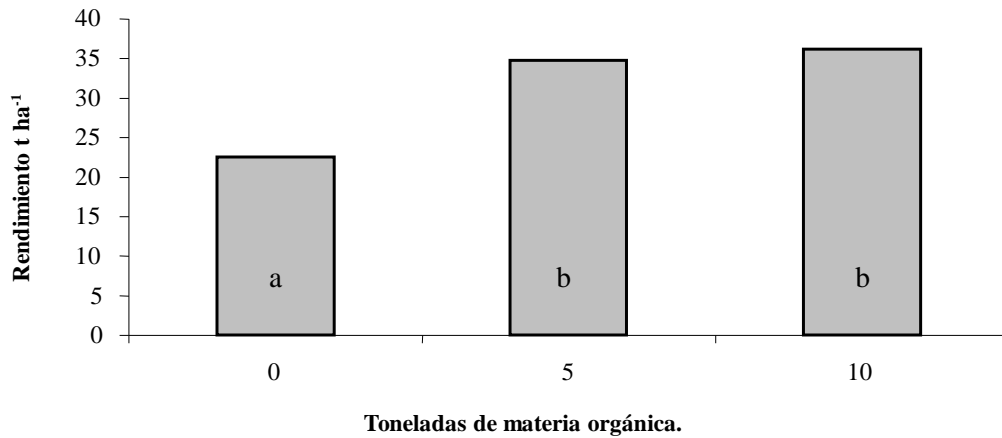


FIGURA 1. Efecto de la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren al 1%, según la prueba de Duncan.

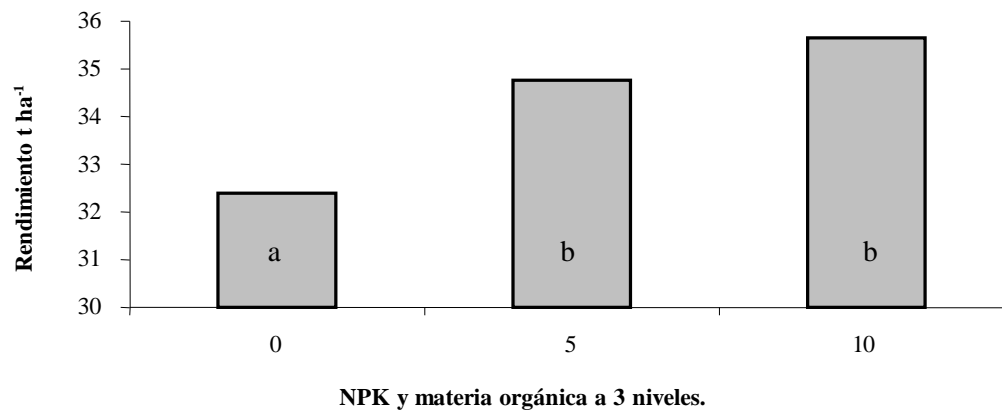


FIGURA 2. Efecto del NPK y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1%, según la prueba de Duncan.

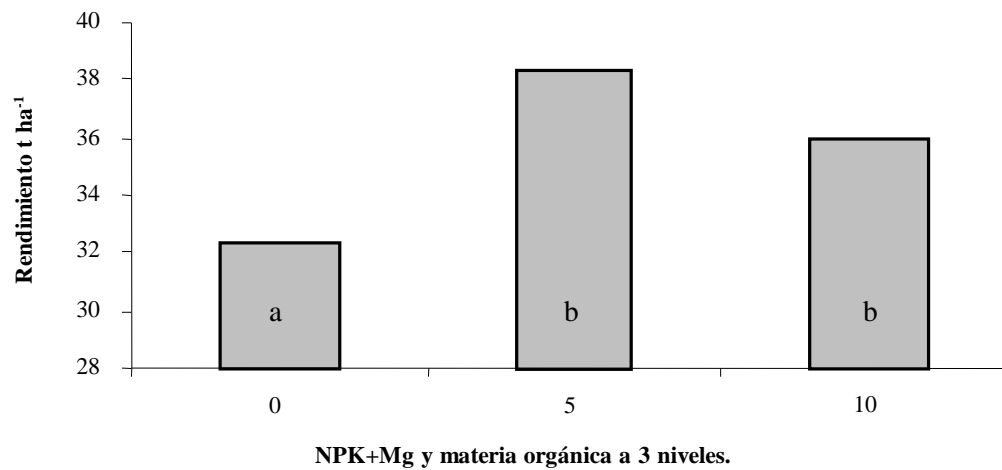


FIGURA 3. Efecto de NPK+ Mg y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

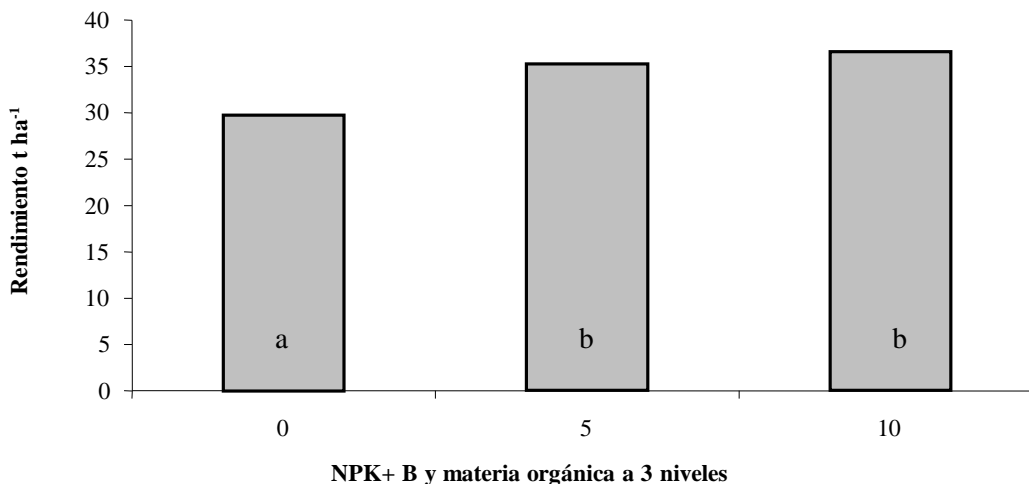


FIGURA 4. Efecto de NPK+ B y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

La mayor dosis de EO junto con FQ expresa los menores rendimientos al estar relacionado con lo señalado por Delgado *et al.* (2004a), que las prácticas de manejo como la fertilización nitrogenada afectan la absorción de otros nutrimentos, tomando ésto en consideración, las bondades que ofrece la AO en N y otros elementos, también, del aporte con el FQ es posible que se esté creando un problema de exceso de nitrógeno en detrimento del cultivo.

Al respecto, Maier *et al.* (2000) reportan que la asimilación del ión Mg^{+2} se ve afectada por excesivo NH^{+4} y

cantidades altas de P obstaculizan la absorción. Igualmente, Hooker (1986) expresa que el exceso de nitrógeno produce incrementos de follaje, en detrimento de la formación de tubérculos en el cultivo de la papa.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el manejo del abono aplicado a toda la siembra (ATS), se puede concluir que las plantas de esta variedad disminuye su rendimiento cuando no se utiliza la AO. En cuanto a la aplicación de 5 y 10 t.ha⁻¹ de la AO, se incrementó presentando disparidad con respecto al tratamiento sin la AO.

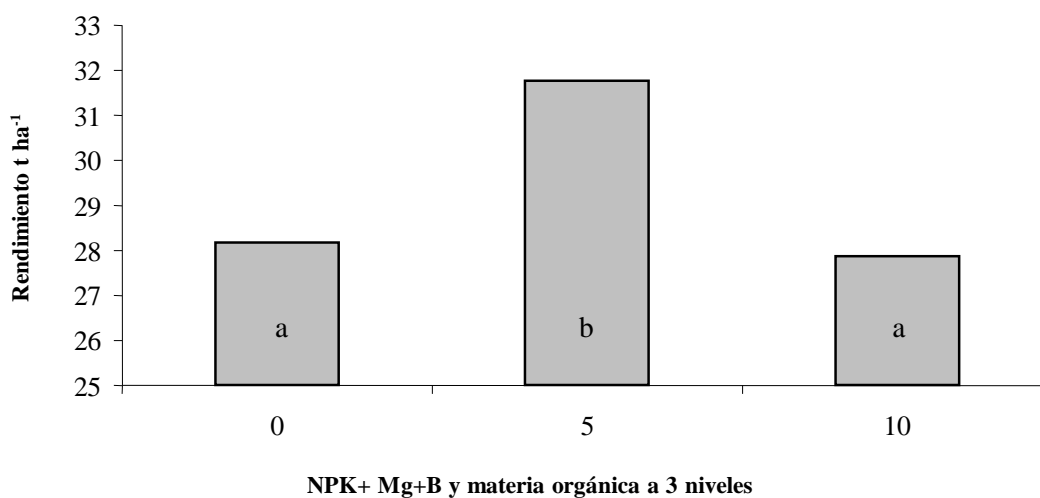


FIGURA 5. Efecto de NPK+ Mg+B y la materia orgánica a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

De este modo, al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ los efectos fueron muy parecidos (no hubo diferencias significativas). Las consecuencias corroboran lo señalado por Buchanan (1993), Munevar y Wollum (1983), Muñoz (1985), que al usar compost de pollinaza crece la producción.

Abono aplicado de forma fraccionada (AFF)

En la Figura 6 se observa que el rendimiento disminuyó al nivel más bajo de la AO. Las dosis de 5 y 10 t.ha⁻¹ mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$) respecto al tratamiento testigo (0 t.ha⁻¹). No obstante, para 5 y 10 t.ha⁻¹ no hubo disparidad ($P \leq 0,01$), lo cual, sugieren que la papa responde de igual forma, así se aplique 5 ó 10 t.ha⁻¹. Además, al fraccionar la aplicación de la AO no influyó en el incremento del rendimiento de la variedad Granola.

La Figura 7 representa el efecto del NPK junto con la MO a tres niveles sobre el rendimiento de la variedad, observándose que el menor valor (29,55 t.ha⁻¹) se obtuvo cuando se aplicó NPK con 0 t.ha⁻¹ y los mejores (40,29 y 32,69 t.ha⁻¹) con los tratamientos NPK 5 t.ha⁻¹ y NPK 10 t.ha⁻¹ de la AO, respectivamente, en donde hubo datos significativos.

Los resultados generados en la Figura 8 señalan un menor rendimiento (28,54 t.ha⁻¹) al aplicar NPK+Mg, con 0 t.ha⁻¹ de la AO. De la misma manera, se observó mayor beneficio con los tratamientos NPK+Mg con 5 y 10 t.ha⁻¹, respectivamente, sin presentar diferencias

($P \leq 0,01$) cuando se aplicó 5 y 10 t.ha⁻¹, mostrándose desiguales entre estos tratamientos y 0 t.ha⁻¹ con NPK+Mg, lo cual indica que la ausencia de la MO disminuye considerablemente su rendimiento. Además, los tratamientos NPK+Mg son altamente satisfactorios cuando en el programa de fertilización mineral se incluye Mg. Esto concuerda con García y Viveros (1994), quienes encontraron efectos positivos a la adición de magnesio en el cultivo de la papa.

El efecto NPK+B a tres niveles de la MO sobre esta variedad muestra que los mejores rendimientos se presentan al aplicar NPK+B con 5 y 10 t.ha⁻¹ de AO, respectivamente (Figura 9). Así mismo, no hubo diferencias ($P \leq 0,01$) cuando se aplicó NPK+B 5 y NPK+B 10 t.ha⁻¹, mientras que entre éstos y el tratamiento NPK+B con 0 t.ha⁻¹ de AO hubo resultados significativos ($P \leq 0,01$), presentándose un menor rendimiento con los tratamientos NPK+B, 0 t.ha⁻¹ de AO.

La Figura 10, señala el efecto de la aplicación del NPK+Mg+B a tres niveles de la MO, advirtiendo el menor rendimiento (29,25 t.ha⁻¹) en los tratamientos NPK+Mg+B, 0 t.ha⁻¹ y el mejor beneficio (34,77 t.ha⁻¹) con NPK+Mg+B, 5 t.ha⁻¹ de la AO.

En general, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre las dos formas de manejo, los resultados agronómicos indican que al aplicar simultáneamente AQ y la EO, ATS se produce rendimientos superiores a los obtenidos con AFF.

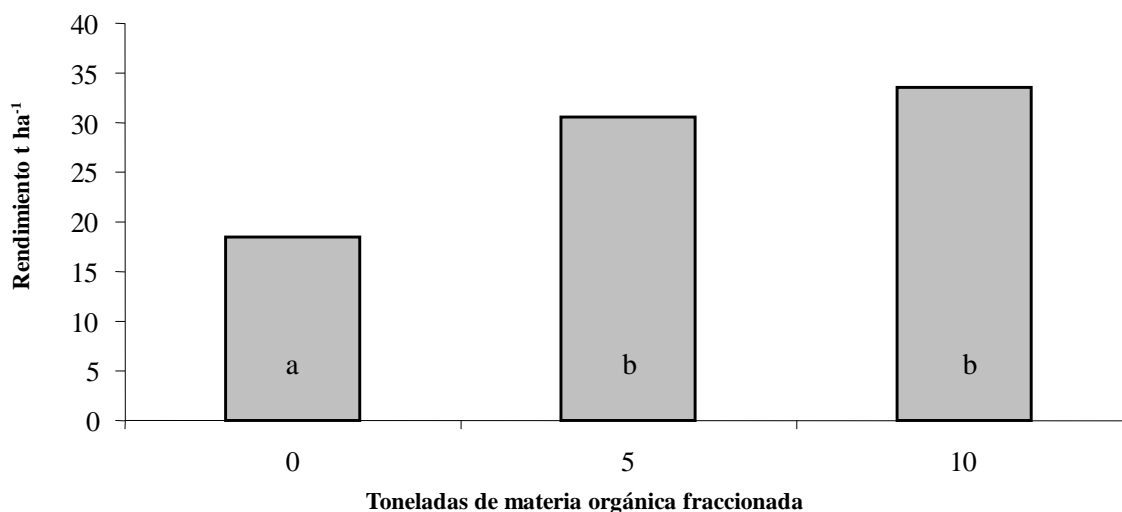


FIGURA 6. Efecto de la materia orgánica aplicada de forma fraccionada, a tres niveles sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

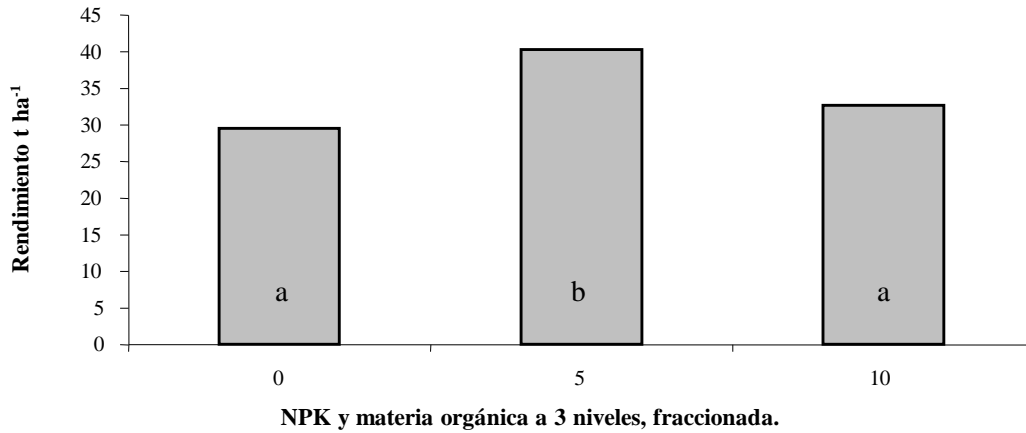


FIGURA 7. Efecto de NPK y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

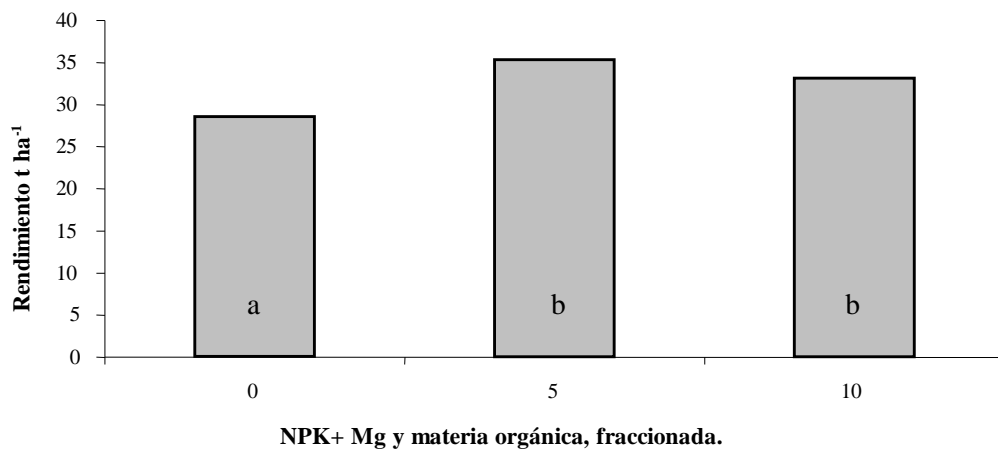


FIGURA 8. Efecto de NPK+Mg y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

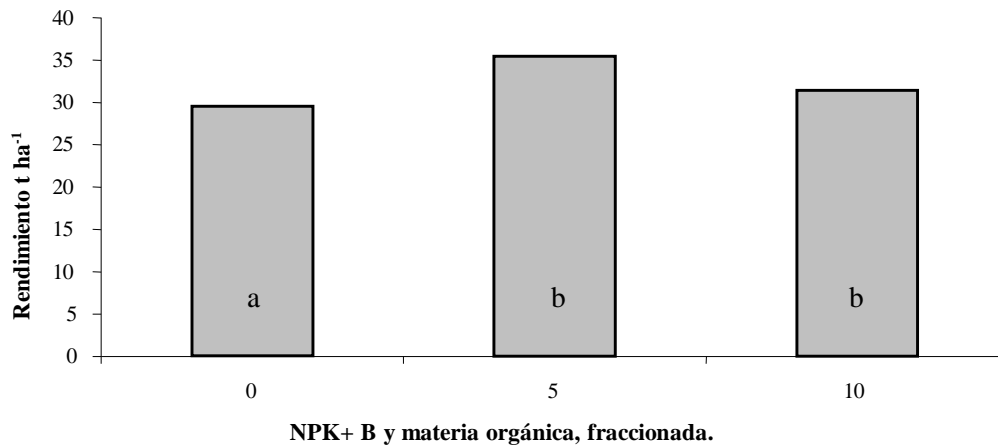


FIGURA 9. Efecto de NPK+B y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

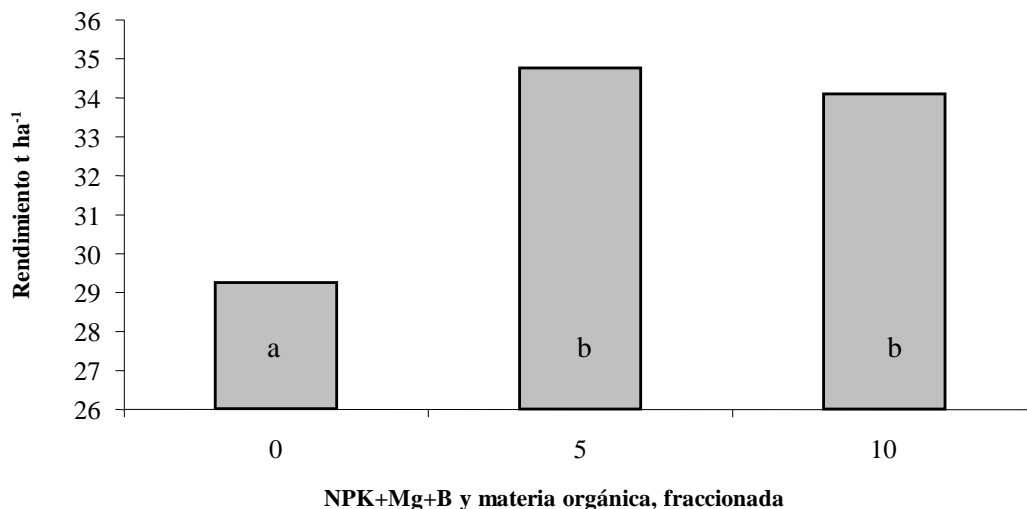


FIGURA 10. Efecto de NPK+Mg+B y la materia orgánica aplicados en forma fraccionada, sobre el rendimiento de la papa. Letras iguales no difieren estadísticamente al 1% según la prueba de Duncan.

Lo reportado concuerda con Giletto *et al.* (2003) quienes encontraron que la aplicación de fertilizante y el agregado tardío de nitrógeno durante el ciclo del cultivo produjo disminución en el rendimiento de los tubérculos de los cultivares Kennebec, Spunta y Asterix.

Por otra parte, Delgado *et al.* (2004b), descubrieron que la aplicación de toda la dosis de N a la siembra, mejora la utilización del N en el cultivo de maíz, aunque estos investigadores señalan que la producción y utilización del N puede ser afectada por el tipo y época de aplicación del fertilizante nitrogenado, el cultivo, condiciones climáticas y propiedades físico-químicas de los suelos.

CONCLUSIONES

- Se concluye que al aplicar el AQ y la EO, ATS, se obtienen resultados superiores, que al aplicar el AQ y la EO de forma fraccionada.
- Se obtienen resultados similares al aplicar 5 y 10 t.ha⁻¹ con rendimientos superiores respecto a cuando no se aplica la AO.
- Los rendimientos fueron mayores cuando se aplicó NPK+Mg seguido del tratamiento NPK+B más 5 t.ha⁻¹ de la AO.
- En el cultivo bajo las condiciones agroecológicas donde se realizó el estudio, responde de manera eficiente a la aplicación de magnesio.

- El suelo sobre el cual se estableció el ensayo de fertilización en papa, es un suelo rico en elementos minerales, por lo tanto, bajo estas condiciones específicas de suelo, aplicando únicamente EO a 5 t.ha⁻¹ y fertilizante nitrogenado, el cultivo responde de forma positiva en cuanto a rendimientos.

BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, J., R. Morgado, R. Escobar y A. Gardezi. 2003. Encalado y fertilización fosfatada en el cultivo de papa en un Andosol de la Sierra Veracruzana. *TERRA Latinoamericana*. 21(3):417-426.
- Alvarado, L. y J. López. 1976. Densidades de población y dosis de fertilización en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Revista Comalfi*. Colombia. 3(1-2):10-25.
- Añez, R. y J. Pereyra. 1974. Investigaciones Agrícolas. Aplicación de estiércol en papa (*Solanum tuberosum* L.). Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Mérida. Venezuela. 15 p.
- Arias, K. 2002. Evaluación de la fertilización química, orgánica y combinada sobre el rendimiento de la papa *Solanum tuberosum* L. var. Granola en la Aldea Pernía, municipio Vargas. Tesis de maestría. San Cristóbal, Ven. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Estado Táchira. 91 p.

- Brito, J., J. Alvarado y A. Norero. 1977. Fertilización de la papa (*Solanum tuberosum* L.). En suelo de la estación experimental de Mucuchies. *Agronomía Trop.* 27(2):207-223.
- Buchanan, M. 1993. Study examines efficient use of compost, cultivar Santa Cruz 11:9-11.
- Comerma, J. y R. Paredes. 1978. Principales limitaciones y potencial de las tierras en Venezuela. *Agronomía Trop.* 28(2):71-85.
- Delgado, R., M. Núñez y L. Velásquez. 2004a. Acumulación de materia seca, absorción de nitrógeno, fósforo y potasio por el en diferentes condiciones de manejo de la fertilización nitrogenada. *Agronomía Trop.* 54(4):371-389.
- Delgado, R., L. Velásquez y E. C. de Bisbal. 2004b. Época de aplicación y tipo de fertilizante nitrogenado sobre el patrón de acumulación de materia seca y nitrógeno del maíz en un Ultisol y un Mollisol de Venezuela. *Agronomía Trop.* 54(4):461-479.
- García, B. y M. Viveros. 1994. Disponibilidad de elementos menores en suelos del departamento de Nariño. *Revista de ciencias agrícolas* 12(1):32-45.
- Giletto, C., H. Echeverría y V. Sadras. 2003. Fertilización nitrogenada de cultivares de papa (*Solanum tuberosum*) en el sudeste Bonaerense. *Ciencia del suelo* 21(2):44-51.
- Grandet, G. y R. Lora. 1978. Acumulación de materia seca y de varios nutrientes en tres variedades de papa, cultivadas en la serie mosquera del centro experimental. Tibaitatá. ICA. Bogotá. 98-103 pp.
- Herrera, A. y C. Herrera. 2000. La Fertilización de la Papa en suelos ferralíticos rojos de la Región de Ciego de Ávila. La Habana Cuba. **In:** Memorias XIX Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa ALAP la Habana. Cuba. URL:<[http://www.inisav.cu/fitosanidad/2005/9\(4\)05.pdf](http://www.inisav.cu/fitosanidad/2005/9(4)05.pdf) [Consulta 10 de abril del 2010].
- Lora, S. 1978. Respuesta de los cultivos de clima frío a la aplicación con micro elementos. *Suelos Ecuatoriales (Colombia)*. 9(2):183-191.
- Maier, N. 1986. Potassium nutrition of irrigated potatoes in South Australia: II. Effect on chemical composition and the prediction of tuber yield response by plant analysis. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26:727-736.
- Munevar, M. y A. Wollum. 1983. Factores físicos, químicos y biológicos que influyen en la mineralización de la materia orgánica en Andisoles. *Revista suelos ecuatoriales* 13(1):57-72.
- Muñoz, R. 1985. Fertilización y manejo de los suelos cultivados con papa en Antioquia. Instituto Colombiano Agropecuario. El cultivo de la papa. Medellín. 77-101 pp.
- Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2005. Base de Datos Estadísticos: Agricultura. [en línea] dirección. URL:<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor> [consulta: 10 de abril del 2010]
- Ramírez, O., A. Cabrera y J. Corbera. 2004. Fertilización nitrogenada de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en la Provincia de Holguín. Dosis óptima de nitrógeno. 25(2):75-80.
- Ross, H. 1986. Potato Breeding-Problems and Perspectives: Advances in plant Breeding, supplement to *Journal of Plant Breeding*. Parey, Berlin and Hamburg. 132 p.
- Solórzano, P. R. 2001. Manual para la fertilización de cultivos en Venezuela. Agroisleña C.A.
- Yorinori, G. 2003. Curva de crecimiento e acúmulo de nutrientes pela culturada batata cv. "Atlantic". Tesis ESALQ, Universidad de Sao Paulo. Brasil. 66 p.