

EVALUACIÓN DE FUENTES Y NIVELES DE AZUFRE EN PAPA CRIOLLA

Solanum tuberosum Grupo *phureja* EN PUPIALES, NARIÑO¹

EVALUATION OF SULPHUR SOURCE AND LEVELS IN DOMESTIC POTATOES *Solanum tuberosum* Group *phureja* FROM PUPIALES, NARIÑO

Jesús David Taco Andrade.², Hector Hernando Narváez², Alberto Unigarro S.³

RESUMEN

En un suelo Andic humitropept localizado en la vereda Piacún del municipio de Pupiales, Nariño, se evaluó la respuesta en rendimiento en papa criolla *Solanum tuberosum* Grupo *phureja* variedad “yema de huevo”, a la aplicación de kieserita (20% S y 25 % MgO), sulfato de amonio (21% NH₄ y 24 % S) y sulfato de magnesio y potasio (22 % S, 18% MgO y 22 % K₂O) en dosis de 40, 80 y 120 kg.ha⁻¹ de azufre, como complemento a la fertilización con 13-26-6 (800 kg.ha⁻¹) además, se incluyó un testigo absoluto (sin fertilización) y la fertilización con 13-26-6 y 13-26-10-3- 3 en dosis de 800 kg.ha⁻¹, sin adición de azufre. El diseño estadístico fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, para 12 tratamientos. Se evaluó el rendimiento por tamaño de los tubérculos. Para rendimiento del tamaño extra, la fertilización con kieserita en dosis de 120 kg.ha⁻¹ de azufre, permitió obtener rendimientos estadísticamente superiores al testigo absoluto. Para el rendimiento de tamaño primera, la fertilización química presentó diferencias estadísticas respecto al testigo absoluto. No hubo efecto en el rendimiento de tamaño segunda por las fuentes de azufre y fertilización con N-P-K. Para el rendimiento de tamaño tercera, el testigo absoluto presentó un efecto significativo en relación a los otros tratamientos considerados.

Palabras clave: Kieserita, sulfato de amonio, sulfato de magnesio y potasio, andic humitropept, papa criolla, papa (tubérculo)-cultivo-Municipio de Pupiales Nariño

¹ Trabajo de Grado presentado como requisito parcial como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo, 2009.

² Estudiante de Ingeniería Agronómica. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. E-mail: tacoandrade@gmail.com nato@udenar.edu.co

³ Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto. Colombia. E-mail: unilab@udenar.edu.co

ABSTRACT

in a soil Andic Humitropept located in the area Piacun Pupiales municipality, Nariño, was evaluated in potato yield response criola *Solanum tuberosum* group *phureja* variety “Yeme egg”, the application of kieserite (20% S and 25% MgO), ammonium sulfate (21% and NH₄ y 24% S), magnesium sulfate and potassium (22% S, 18 MgO and 22% K₂O) at doses of 40, 80 and 120 Kg.ha⁻¹ of sulfur, in addition to fertilization with 13-26-6 (800 Kg.ha⁻¹) also included a control is absolute (without fertilization) and fertilization with 13-26-6 and 13-26-10-3-3 at doses of 800 Kg.ha⁻¹, without addition of sulfur. The design was a randomized complete block with four replicates for twenty two treatments. Yield was evaluated by size of tubers. For extra yield size, fertilization kieserite dosage of 120 Kg.ha⁻¹ of sulfur, statically higher yields allowed to witness all. Size for yield first, the chemical fertilization present statistical differences compared with the control all. The was no effect on the yield of second by the source size of sulfur and N-P-K. Fertilizer. Size for the yield of third, the absolute control present significant effect in relation to other treatments considered.

Key words: Kieserite, ammonium, sulfate, magnesium, sulfate and potassium, andic hunitropept, potato criola, tubers potato cultivate Pupiales municipality, Nariño,

INTRODUCCION

La papa conocida como “papa criolla” en Colombia, en la actualidad ha sido reclasificada como *Solanum tuberosum* Grupo Phureja (Huaman y Spooner, 2002). Este cultivar representa aproximadamente entre el 7% y 10% de la papa producida anualmente en Colombia y ocupa alrededor de 12000 hectáreas, que se cultivan principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Antioquia y Nariño (Martínez, 2006). Este grupo

taxonómico tiene su principal centro de diversidad al sur de Colombia, en el departamento de Nariño presenta una excelente aceptación por parte del consumidor nacional en razón de sus características culinarias (sabor, color, harinosidad, entre otros) (Ñustes, 2001). El contenido de proteínas está entre un 6 y 8% muy superior al de *Solanum tuberosum* que es solo del 2-3% (Carrasco y Pineda, 1993).

La papa criolla en el departamento de Nariño, se cultiva en pequeñas extensiones, es muy precoz, tiene un ciclo de vida de 120 días. Los rendimientos oscilan entre 15 – 18 ton ha⁻¹. No tiene período de reposo. Tiene poca resistencia al manipuleo (Alvarado, 1992; García y Pantoja, 1998; Moreno, 2000). Se cultiva entre los 2000 y los 3000 msnm, siendo óptimas para su cultivo la altura comprendida entre los 2300 y 2800 msnm, un rango de temperatura promedio entre 10 °C y 20 °C. Requiere además, una precipitación promedio de 900 mm de lluvia al año; sin embargo, el cultivo se desarrolla bien con precipitaciones superiores (Benavides 1999). El mejor suelo para su cultivo es aquel que presenta una textura franca, con buen drenaje, pH entre 5,2 y 5,9 y buenos niveles de materia orgánica (Arévalo, 1997; Mosquera, 2003).

Los primeros trabajos de investigación sobre la disponibilidad de azufre en suelos de Colombia realizados por Domínguez y Rodríguez (1971) y por Ayala, Guerrero y Gamboa (1973), en suelos de los altiplanos andinos de Nariño, planteaban, desde entonces, que una proporción de las áreas estudiadas mostraba un potencial significativo a la deficiencia de éste elemento en los suelos.

Debido a que el azufre que hace parte de muchos fertilizantes, bien sea compuestos o simples, o como ingrediente activo de muchos fungicidas o acaricidas, siendo aplicado de esta manera indirectamente al cultivo; la mayoría de veces se le resta importancia a este elemento dentro de los programas de fertilización. Sin embargo, se debe considerar que el azufre es un elemento esencial y como tal cumple funciones importantes dentro de la fisiología y bioquímica de las plantas (Guerrero, 1991).

El hecho de que el azufre esté involucrado como esencial en la síntesis de clorofila, sugiere el papel primordial que puede tener este elemento sobre los componentes de productividad de tubérculos en el cultivo de la papa, así como de tallos, hojas, raíces, granos y aceites en otros cultivos (Guerrero, 1998).

En lo que concierne a la calidad de la cosecha se ha establecido que el suministro adecuado de azufre a los cultivos, resulta en efectos favorables relacionados con: aumento de la cantidad y calidad proteínica en alimentos derivados de hortalizas, granos, tubérculos y raíces; limitante de los efectos adversos generados por la sequía y el frío en los cultivos (Pasricha y Fox, 1993).

Según Barrera (1995), el azufre es requerido para las siguientes funciones fisiológicas en los cultivos: síntesis de tres aminoácidos esenciales que contienen azufre: cistina, cisteína y metionina; formación de la clorofila; activación de ciertas enzimas proteolíticas; síntesis de algunas vitaminas (biotina, tiamina), glutatión y coenzima A; formación de glucósidos, componentes esenciales de aceites; formación de ciertas uniones disulfídicas tales como el sulfidrilo (grupo SH), que además de generar turgencia en los aceites también imparten resistencia a la sequía y al frío; formación de ferredoxina y de proteínas que contienen hierro que actúan como transportadores de electrones en el proceso fotosintético, y que tienen que ver con la fijación simbiótica de nitrógeno y activación de la sulfurilaza-ATP.

La mayoría de las investigaciones que se han realizado en papa, están centradas a mejorar características como el rendimiento, calidad, resistencia a plagas y enfermedades de las variedades más representativas comercialmente como son: Parda pastusa, Parda suprema, Capiro R 12, Roja ICA Nariño. En cuanto a la fertilización de la papa criolla, se han realizado pocos estudios que solo incluyen elementos mayores y no hay investigaciones sobre el efecto del elemento secundario azufre.

Del Hierro y Paz (2007), al evaluar la influencia de la aplicación de 0, 24, 48, 72 y 96 kg.ha⁻¹ de nitrógeno sobre el rendimiento y algunos aspectos de calidad en papa criolla (*Solanum phureja*), en cuatro localidades del departamento de Nariño: Corregimiento El Encano (Municipio de Pasto) y vereda Gualmatán; Corregimiento La Victoria (Municipio de Ipiales) y Municipio de Potosí. Se encontraron únicamente diferencias estadísticas significativas entre localidades para el rendimiento total y la categoría richie, pequeña, mediana y grande, no así para las dosis de fertilización y la interacción localidad por dosis de nitrógeno aplicada.

En dos localidades del municipio de Pasto: Obonuco y Jamondino, Becerra, Navia y Ñustes (2007), evaluaron el efecto de la aplicación edáfica de diferentes niveles de fósforo (0, 50, 100, 150 y 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅, fuente superfosfato triple) y potasio (50 y 100 kg.ha⁻¹ de K₂O, fuente KCl) sobre el rendimiento de tubérculos y la gravedad específica del cultivar Criolla Guaneña. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas en las variables evaluadas.

Lora, Montañez, Bernal y Gómez (2006), evaluaron la aplicación de Fe, Cu, Zn, B y Mo en papa criolla en un Pachic melanudands de Cundinamarca. Se aplicó 500 kg.ha⁻¹ de 13-26-6 y 5, 10 y 15 kg.ha⁻¹ de Fe (sulfato ferroso); 8, 16 y 24 kg.ha⁻¹ de Mn (sulfato manganeso); 8, 16 y 24 kg.ha⁻¹ de Cu (sulfato de cobre); 5, 10 y 15 kg.ha⁻¹ de Zn (sulfato de cinc); 0.8, 1.6 y 2.4 kg.ha⁻¹ de B (bórax) y 1, 2 y 3 kg.ha⁻¹ (molibdato de sodio). Los mayores rendimientos se obtuvieron con la aplicación de Cu, Mo, Zn y B, en dosis de 16-2-15-1.6 kg.ha⁻¹. Para tamaño extra y primera hubo efecto positivo a Mo, Zn y B. Para segunda hubo respuesta positiva a Cu, Mo, Zn y B. No hubo efecto de los tratamientos sobre la materia seca, proteína y densidad. Económicamente el mejor tratamiento fue: 1.6 kg.ha⁻¹ de B, seguido de la aplicación de 15 kg.ha⁻¹ de cinc.

En un Typic dystrodept del municipio de Jenesano (Boyacá), Lora y Caicedo (2006), evaluaron en la papa criolla variedad “yema de huevo” la aplicación de gallinaza, lombricompost y bovinaza aplicados en dosis de 1, 2, 3 y 4 ton.ha⁻¹ y 250, 500, 750 y

1000 kg.ha⁻¹ de abono 13-26-6. Para rendimiento total la mejor dosis fue 1000 kg.ha⁻¹ de 13-26-6 (25 ton.ha⁻¹), seguido de 3 ton.ha⁻¹ de gallinaza (20 ton.ha⁻¹). No hubo efecto en el rendimiento de los tamaños extra, segunda y tercera por las fuentes y dosis evaluadas.

Rozo (2006), evaluó el efecto de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar Criolla Colombia en dos localidades de Cundinamarca (Zipaquirá y Cogua). Encontró respuesta a la aplicación de fósforo en las variables: peso del tubérculo de categoría primera, segunda y total, ello debido a que el elemento en los suelos evaluados se encontraba en niveles bajos, sin embargo, el rendimiento no se incrementó con la aplicación de dosis superiores a 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. En esta investigación no se encontró respuesta a la aplicación de potasio, debido al alto contenido natural del elemento en los suelos estudiados.

En suelos derivados de ceniza volcánica de Boyacá (municipio de Saboya) y Cundinamarca (municipio de Subachoque), Durán y Peña (1997) evaluaron en papa criolla dos fuentes de potasio (KCl y K₂SO₄) en dosis desde 0 hasta 160 kg.ha⁻¹. Se encontró respuesta a la aplicación de hasta 40 kg.ha⁻¹ en el suelo de Saboya, el cual presentó un contenido medio del elemento.

Peña (1997), en las dos localidades anteriores evaluó en papa criolla el efecto de diferentes dosis de Gallinaza (0, 2 y 5 ton.ha⁻¹) y de fósforo (superfosfato triple - 46% P₂O₅) (0, 75, 150, 225 y 300 kg.ha⁻¹). En las dos localidades se encontró respuesta a la aplicación de abono orgánico, hasta 2 ton.ha⁻¹ y al fósforo.

Tamayo, Zapata e Hincapié (sf) en cuatro municipios de Antioquia (Rionegro, el Carmen de Viboral, la Unión y Santa Rosa de Osos) empleando el Clon 1 de papa criolla, evaluaron tres niveles de nitrógeno (50, 100 y 150 kg.ha⁻¹) y tres de fósforo (100, 200 y 300 kg.ha⁻¹) y una dosis constante de potasio (150 kg.ha⁻¹). Al momento de la siembra se aplicó gallinaza a razón de 3 ton.ha⁻¹. La mayor producción se obtuvo en el municipio de la Unión con 43,35 ton.ha⁻¹. La mayor producción de papa (9,07 ton.ha⁻¹) para exportación se obtuvo en

el municipio de Carmen de Viboral. La mayor producción de 22,57 ton.ha⁻¹ se obtuvo al aplicar 150 kg.ha⁻¹ de nitrógeno. Para la variable calidad de exportación, la máxima producción se obtuvo cuando se fertilizó con las máximas dosis de nitrógeno (150 kg.ha⁻¹) y fósforo (300 kg.ha⁻¹).

Estudios realizados en variedades comerciales como el de Chacón y Rosero (1998) en Parda pastusa en el municipio de Pupiales, Nariño, mostraron una respuesta positiva en cuanto a rendimiento con la aplicación de fuentes azufradas y cálcicas como: azufre elemental, sulfato de calcio y sulfato de amonio.

El objetivo de éste trabajo fue evaluar el rendimiento por tamaño en papa criolla *Solanum tuberosum* Grupo *phureja* variedad “yema de huevo”, a la aplicación de kieserita, sulfato de amonio y sulfato de magnesio y potasio en dosis de 0, 40, 80 y 120 kg.ha⁻¹ de azufre como complemento a la fertilización con 13-26-6 y la fertilización con 13-26-10-3-3, sin adición de azufre, en suelo del municipio de Pupiales, Nariño.

METODOLOGIA

Localización. La investigación se realizó en el municipio de Pupiales, vereda Piacún, a 3065 msnm, con una temperatura promedio de 10 °C, una humedad relativa de 75% y una precipitación pluvial anual de 960 mm. El análisis de suelo se presenta en la tabla 1. Químicamente son suelos de reacción fuertemente ácida en el horizonte superior, alta capacidad catiónica de cambio, baja saturación de bases, altos contenidos de carbono orgánico y mediano contenido de fósforo. Según el IGAC (1989), estos suelos se clasifican y se agrupan a nivel de subgrupo como Andic humitropept, caracterizados por ser muy profundos, bien drenados, y cuyo material parental está constituido por cenizas depositadas sobre arenas volcánicas. El clima es frío y húmedo y el edáfico ústico e isomésico. Según la clasificación de Holdridge pertenece al bosque seco montano bajo (bs-MB).

Tabla 1. Análisis químico de suelos

| Localidad | pH | <u>Bases Intercambiables</u> | | | | | | | | | | | textura | |
|-----------|-----|------------------------------|-------------------------|------|------|------|------|----|----|-----|-----|-----|---------|--------|
| | | M.O. | Ca | K | Mg | Al | S | P | Cu | Fe | Zn | Mn | | B |
| | | % | cmol(+)kg ⁻¹ | | | | ppm | | | | | | | |
| Piacún | 4,8 | 14,9 | 3,6 | 0,34 | 0,55 | 1,10 | 10,6 | 40 | 4 | 174 | 9,2 | 4,8 | 0,4 | Franca |

Fuente: Laboratorio de Suelos. Universidad de Nariño. Métodos de análisis: Al (acidez intercambiable): KCl 1 M. MO: Walkley – Black. P: Bray II. Ca, K, Mg: Extracción con acetato de amonio 1N pH 7. Cu, Fe, Mn, Zn: DTPA. B: Agua caliente.

Diseño experimental. Para evaluar la respuesta en rendimiento en papa criolla *Solanum tuberosum* Grupo *phureja* variedad “yema de huevo”, a la aplicación de tres fuentes y cuatro dosis de azufre, se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Se trazaron cuatro bloques de 660 m² (66 m x 10m), en los que se trazaron doce parcelas de 55 m² (5.5 m x 10 m). Como fuentes de azufre se aplicó kieserita (20% S y 25 % MgO), sulfato de amonio (21% NH₄ y 24 % S) y sulfato de magnesio y potasio (22 % S, 18% MgO y 22 % K₂O) en dosis de 0, 40, 80 y 120 kg.ha⁻¹ de azufre, como complemento a la fertilización con 13-26-6 (800 kg.ha⁻¹) además, se incluyó la fertilización con 13-26-6 y 13-26-10-3- en dosis de 800 kg.ha⁻¹, sin adición de azufre, para 12 tratamientos. El aporte de nutrientes con la fertilización propuesta, se presenta en la tabla 2. La fertilización se realizó al fondo del surco, al momento de la siembra.

Para la siembra se utilizó semilla del agricultor de tipo segunda (diámetro de 20 – 40 mm). Los tubérculos semilla se localizaron dos por sitio, cada 30 centímetros; la distancia entre surcos fue de 1,1 metros

Variables evaluadas. Para el rendimiento del cultivo, se evaluó los tres surcos centrales de cada unidad experimental, descartando las plantas de los extremos y se procedió a la clasificación de los tubérculos por tamaño: Extra: diámetro mayor a 6 cm; primera:

diámetro entre 4 y 6 cm; segunda: diámetro entre 2- 4 cm y tercera: diámetro menor a 2cm (Lora y Caicedo, 2006).

Se realizó un análisis de varianza para el rendimiento por tamaño de los tubérculos y para aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), se utilizó la prueba de comparación de promedios de Tukey.

Tabla 2. Aporte de nutrientes ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para la evaluación de azufre en papa criolla

| Fuente de S | Dosis de 13-26-6 | Dosis de S | Aporte de N | Aporte de P_2O_5 | Aporte de K_2O | Aporte de MgO |
|---|------------------|------------|-------------|----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Kieserita(20% S ;5% MgO) | 800 | 40 | 104 | 208 | 48 | 50 |
| | 800 | 80 | 104 | 208 | 48 | 100 |
| | 800 | 120 | 104 | 208 | 48 | 150 |
| Sulfato de magnesio y potasio (22% S 18% MgO y 22% K_2O) | 800 | 40 | 104 | 208 | 87,99 | 32,72 |
| | 800 | 80 | 104 | 208 | 127,99 | 65,44 |
| | 800 | 120 | 104 | 208 | 167,99 | 98,16 |
| Sulfato de amônio (21% NH_4 24% S) | 800 | 40 | 139 | 208 | 48 | 0 |
| | 800 | 80 | 174 | 208 | 48 | 0 |
| | 800 | 120 | 209 | 208 | 48 | 0 |
| 13-26-10-3-3 | 800 | 24 | 104 | 208 | 80 | 24 |
| 13-26-6 | 800 | 0 | 104 | 208 | 48 | 0 |

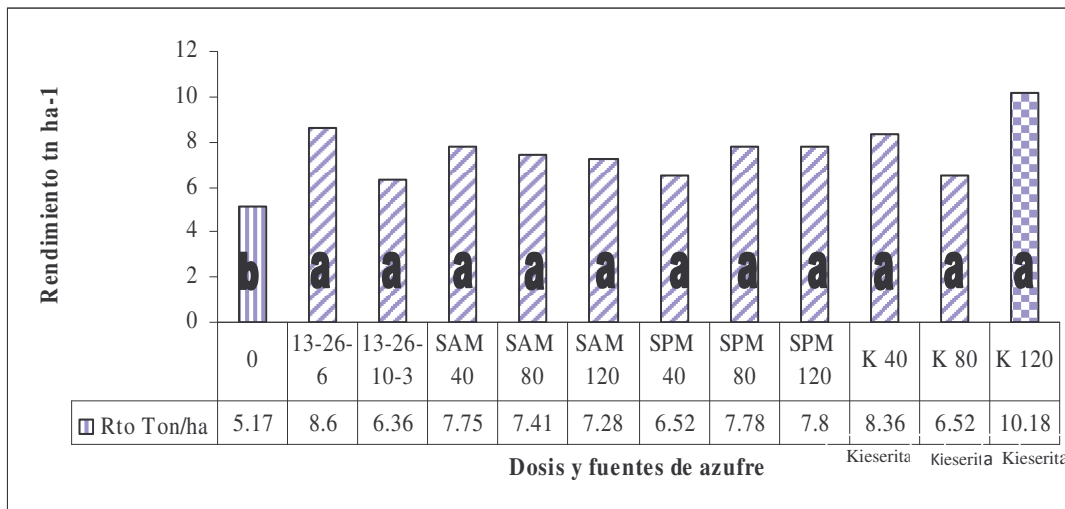
RESULTADOS Y DISCUSION

Para el rendimiento de tubérculos tamaño extra, al realizar el análisis de varianza (Tabla 3), se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). El rendimiento obtenido cuando se aplicó Kieserita en dosis de 120 kg.ha^{-1} (K-120) de azufre, con un rendimiento de $10,18 \text{ ton.ha}^{-1}$, presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), con el rendimiento obtenido cuando no se aplicó fertilización con $5,17 \text{ ton.ha}^{-1}$; al realizar las otras comparaciones no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Figura 1).

Tabla 3. Análisis de varianza para el rendimiento (ton.ha^{-1}) en papa criolla obtenido con la aplicación de fuentes y dosis de azufre en un suelo del municipio de Pupiales, Nariño

| CUADRADOS MEDIOS | | | | | |
|---------------------|-------------|--------|----------|---------|---------|
| | | Extra | Primera | Segunda | Tercera |
| FV | G.L. | | | | |
| BLOQUES | 3 | 8.55ns | 6.05ns | 1.33ns | 6.05ns |
| TRATAMIENTOS | 11 | 7.27** | 24.25 ** | 0.91ns | 24.25** |
| ERROR | 33 | 2.76 | 4.84 | 0.80 | 4.84 |
| TOTAL | 47 | | | | |
| C.V. | | 22,42 | 28,38 | | 23,58 |

** Altamente significativo. ns: No significativo



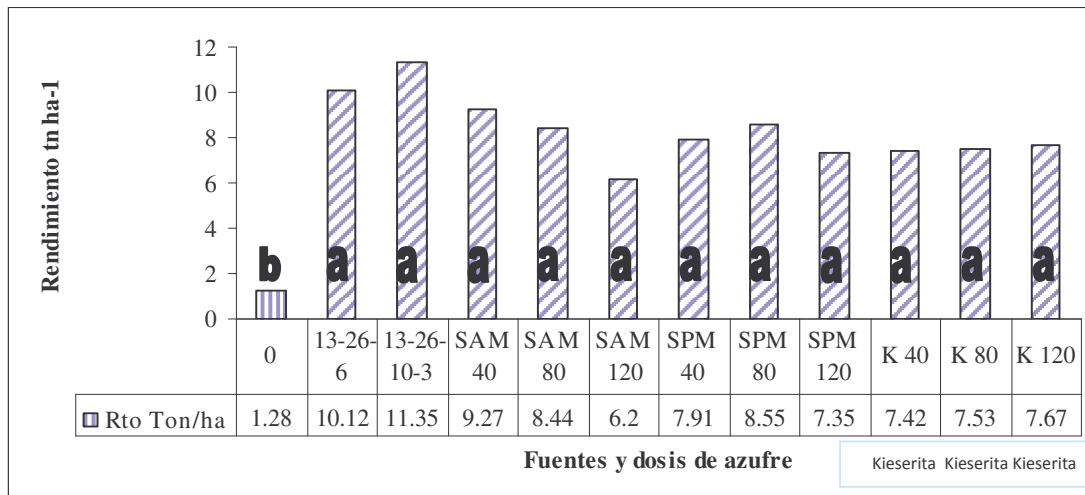
Notación. a: Tratamiento. **b:** Testigo

SAM. Sulfato de amonio; **SPM.** Sulfato de potasio y magnesio, **K.** Kieserita

Figura 1. Comparación de promedios para el rendimiento de tubérculos de papa criolla tamaño extra, en un suelo del municipio de Pupiales, Nariño

Los resultados parecen estar relacionados además del alto aporte de azufre (120 kg ha^{-1}) el cual mejora la asimilación y el metabolismo del nitrógeno y favorece la disponibilidad de fósforo al generar un desplazamiento del ión fosfato desde los sitios de adsorción (Guerrero, 1998), con el mejoramiento en la disponibilidad del magnesio ($150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de MgO), el cual se ve inhibido cuando se aplican altas dosis de nitrógeno y de potasio (Mengel y Kirkby, 2000).

Para el rendimiento de tamaño primera, el análisis de varianza presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), entre tratamientos (Tabla 3). El rendimiento obtenido donde no se aplicó fertilizante con un rendimiento promedio de $1,28 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en los otros tratamientos considerados cuyos rendimientos estuvieron entre $11,35 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, cuando se fertilizó con 13-26-6 y $6,2 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, cuando se adicionó sulfato de amonio en dosis de $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de azufre (SAM-120), sin que se presenten diferencias estadísticas entre estos (Figura 2).



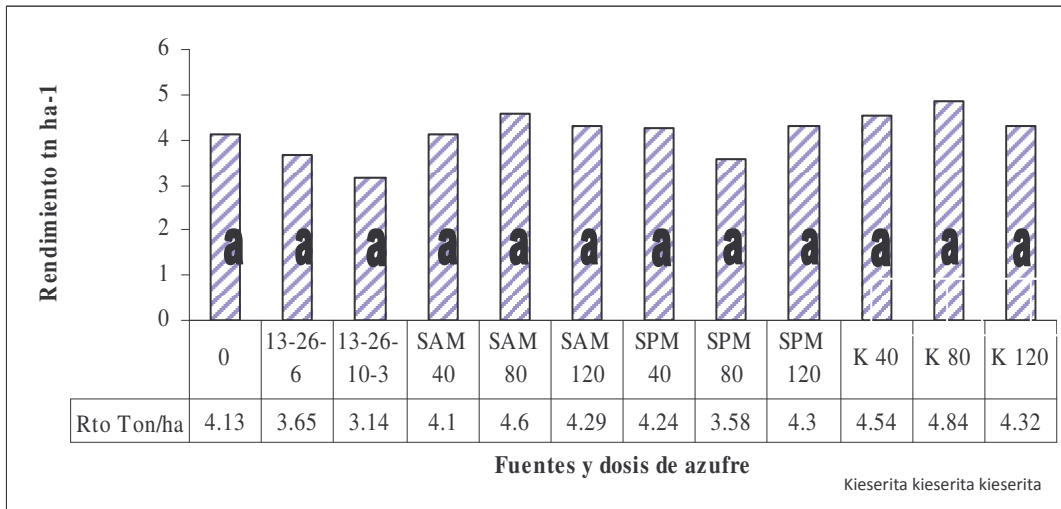
Notación. a: Tratamiento. **b:** Testigo

SAM Sulfato de amonio; **SPM.** Sulfato de potasio y magnesio; **K.** Kieserita

Figura 2. Comparación de promedios para el rendimiento de tubérculos de papa criolla tamaño primera, en un suelo del municipio de Pupiales, Nariño.

Los resultados indican que la fertilización con N-P-K y con azufre, favorece el incremento en el tamaño de los tubérculos tamaño primera en comparación con aquellos que se obtienen cuando no se fertiliza, esto se debe posiblemente a un adecuado suministro de nutrientes a la planta con la fertilización con N-P-K (800 kg ha^{-1}) los cuales cubren los requerimientos nutricionales del cultivo y posiblemente tenga el azufre un incremento en la sanidad y/o mejoramiento de la calidad de los tubérculos, parámetros que no fueron evaluados.

Al realizar el análisis de varianza para el rendimiento de tamaño segunda, no se presentaron diferencias estadísticas significativas (Tabla 3). Los rendimientos promedios obtenidos se observan en la Figura 3.



Notación. a: Tratamiento. b: Testigo

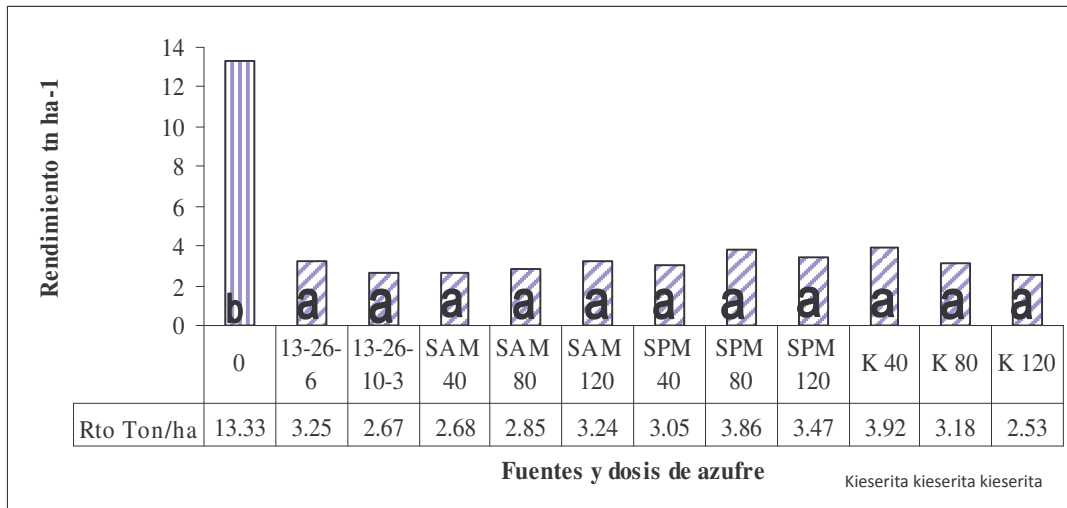
SAM. Sulfato de amonio; **SPM.** Sulfato de potasio y magnesio; **K.** Kieserita

Figura 3. Rendimientos promedios de tubérculos de papa criolla categoría segunda obtenidos en un suelo del municipio de Pupiales, Nariño

Parece ser que la fertilización química en el cultivo de papa criolla no presenta influencia sobre el desarrollo de los tubérculos pequeños (menores de 4 cm). Teniendo en cuenta que los tubérculos pequeños son más deseados para su procesamiento industrial (precocida y congelada) con fines de exportación, porque se obtiene un mayor rendimiento y menos pérdidas en el proceso de escaldado y en el lavado, contrario a lo que sucede con las papas medianas y grandes que se abren más (rompimiento del periderma) y consumen más agua en el lavado se puede pensar que la fertilidad natural de los suelos donde se realizó la investigación, es una zona donde la fertilización de la papa criolla debe ser suficiente únicamente para mantener la fertilidad de los suelos.

Para el tamaño de tubérculos de papa de tercera, el rendimiento obtenido, presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$; Tabla 3). El rendimiento obtenido cuando no se adicionó fertilizante con $13,33 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, presentó diferencias estadísticas significativas con el rendimiento obtenido en los otros tratamientos considerados donde el rendimiento

estuvo entre 3,92 ton.ha⁻¹ cuando se adicionó kieserita en dosis de 40 kg.ha⁻¹ de azufre (K-40) y 2,67 ton.ha⁻¹ cuando se fertilizó con 13-26-10-3 (Figura 4).



Notación. a: Tratamiento. b: Testigo absoluto
SAM. Sulfato de amonio; **SPM.** Sulfato de potasio y magnesio; **K.** Kieserita

Figura 4. Comparación de promedios para el rendimiento de tubérculos de papa criolla tamaño tercera, en un suelo del municipio de Pupiales, Nariño

Los resultados indican que cuando no se fertiliza, en los suelos estudiados, con fertilizante mineral, se obtienen tubérculos menores de 2 cm, cuyo peso y número superan a los rendimientos de las otras categorías.

Resultados similares a los obtenidos en ésta investigación, es decir, baja o nula respuesta a la fertilización en papa criolla, fueron encontrados por Rozo (2006) en el Cultivar Criolla Colombia (*Solanum tuberosum* Grupo *Phureja*), donde el rendimiento se incremento hasta la dosis de 50 kg.ha⁻¹ de P₂O₅; Del Hierro y Paz (2007), no encontraron respuesta a la aplicación de nitrógeno; Becerra, Navia y Ñustes (2007) no encontraron respuesta a la fertilización con fósforo y potasio; Lora y Caicedo (2006) al aplicar diferentes fuentes de materia orgánica y dosis de 13-26-6, no encontraron respuesta en rendimiento al igual que Durán y Peña (1997) quienes sólo encontraron respuesta a dosis de 40 Kg.ha⁻¹ de potasio;

al respecto Ñustes et.al., (2006), mencionan que los cultivares diploides presentan un menor requerimiento de nutrientes con respecto a los cultivares tetraploides.

La respuesta en rendimiento de la papa criolla como lo mencionan Becerra, Navia y Ñustes (2007) no es directamente proporcional a la fertilización y, ella puede estar más relacionada con respecto al potencial de rendimiento de la variedad, y a su eficiencia para extraer nutrientes, situación planteada también por Rozo (2006). De otra parte, Del Hierro y Paz (2007), mencionan que el rendimiento de tubérculos en las diferentes categorías depende, de forma general, del potencial productivo de los suelos en cada localidad.

Se considera que los buenos índices del potencial de producción obtenido en el municipio de Pupiales, vereda Piacún, están relacionados con las características del suelo (IGAC, 1989) y la adecuada precipitación que se tuvo durante el desarrollo de la investigación. Además, la disponibilidad de N-P-K y azufre en el suelo evaluado fue suficiente para obtener buenos rendimientos, en razón de la ausencia de respuesta en las variables estudiadas, con producciones comparables a las obtenidas por Del Hierro y Paz (2007), Becerra, Navia y Ñustes (2007), Lora, Montañez, Bernal y Gómez (2006), Lora y Caicedo (2006) y Tamayo, Zapata e Hincapié (sf).

CONCLUSIONES

En general, no se encontró respuesta de la papa *Solanum tuberosum* Grupo *Phureja* variedad yema de huevo, a la aplicación de diferentes fuentes y dosis de azufre.

Cuando no se hizo fertilización química, los rendimientos de papa tamaño tercera se incrementaron favorablemente.

Al realizar la fertilización con 13-26-6 más kieserita en dosis de 120 Kg. ha-1 se obtuvo rendimientos favorables para la categoría extra.

LITERATURA CITADA

AYALA, L., GUERRERO, R. y GAMBOA, S. 1973. Estudio del azufre en algunos suelos de Nariño y Putumayo. *Anales de Edafología y Agro biología (España)* 32: 401 – 416.

ALVARADO, L. 1992. Descripción de las principales variedades de papa cultivadas en Nariño. ICA, Pasto. 4 p.

AREVALO, A. 1997. Principales aspectos eco fisiológicos del cultivo de la papa. *En: Memorias del curso sobre manejo sanitario del cultivo de la papa*. Pasto, Colombia, Produmedios. Págs. 21- 30.

BARRERA, L. 1995. Suelos y fertilización en el cultivo de la papa. *In: Seminario fertilización de cultivos*. Medellín, Colombia, SCCS, 1995. Noviembre. Págs. 31- 55.

BECERRA-SANABRIA, NAVIA-DE MOSQUERA y ÑUSTEZ-LOPEZ. 2007. Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar “Criolla Guaneña” en el departamento de Nariño. *Revista Latinoamericana de la Papa* 14 (1): 51 – 60.

BENAVIDES, L. 1999. La Modesta papa Criolla: Fertilidad, crecimiento y desarrollo. Santa Fé de Bogotá. 38p

CARRASCO, C. y PINEDA, R. 1993. Papa criolla “Yema de huevo” una multivariedad nativa. *Revista Papa* 7 : 14 – 19. FEDEPAPA.

CHACON, D y ROSERO, J. 1998. Evaluación de diferentes fuentes y niveles de azufre en fertilización del cultivo de papa Parida Pastusa (*Solanum tuberosum*) en el Municipio de Pupiales. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. 95 p.

DEL HIERRO, J. y PAZ, J. 2007. Evaluación de cinco niveles de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y la calidad en el proceso de industrialización de papa criolla

(*Solanum phureja*) en cuatro zonas productoras de papa del departamento de Nariño. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto, Colombia. 70 p.

DOMINGUEZ, G y RODRIGUEZ, C. 1971. Estudio sobre algunos aspectos del azufre en el Altiplano de Pasto. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. 77 p.

DURÁN, L. y PEÑA, F. 1997. Respuesta de la papa criolla (*S. phureja* J. et Buk) a la aplicación de fuentes y dosis de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas. Facultad de Ingeniería. Tesis Ing. Agrónomo. UDCA, Bogotá, Colombia. 70 p.

GARCÍA, B., y PANTOJA, C. 1998. Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño, pp 23 – 83. En: Ricardo Guerrero Riascos, Fertilización de cultivos de clima frío. 2ª edición, Sáenz y Cía, Ltda. Santafé de Bogotá, Colombia, 425p.

GUERRERO, R. La fertilización con azufre en el cultivo de la papa en Colombia. En: Fertilización de cultivos en clima frío. Ed. Ricardo Guerrero R. Monómeros. Sáenz y Cía. Ltda. Santafé de Bogotá, Colombia. Pp 87 – 99.

GUERRERO, R. 1998. La fertilización del cultivo de la papa en Colombia. Bogotá, Monómeros Colombo-Venezolanos, Bogotá. 26 p.

GUERRERO, R. 1991. La fertilización en el cultivo de la papa en Colombia. En: Memorias VII Curso de actualización en el cultivo de la papa. Pasto, Colombia. 244 p.

HUAMAN, Z. y SPOONER, D. 2002. Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *petota*) American Journal of Botany 89 (6): 947 – 965.

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1989. Estudio general de suelos del suroriente del departamento de Nariño. Bogotá, IGAC. 557 p.

LORA, R., MONTAÑEZ, I., BERNAL, H. y Gómez, R. 2006. Evaluación de la aplicación de los micronutrientes Fe, Cu, Mn, Zn, B y Mo en papa criolla en un Pachic melanudands de Cundinamarca. En: Resúmenes XIII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Bogotá. SCCS. Pp. 38.

LORA, R. y CAICEDO, G. 2006. Respuesta de la papa criolla variedad “Yema de huevo” (*Solanum phureja*) a fuentes y dosis de abono orgánico y a un fertilizante mineral. Suelos Ecuatoriales 36 (1): 13 – 18.

MARTINEZ, H. 2006. La Cadena de la papa. En: Colombia una mirada global de su estructura y dinámica. 1991 – 2005. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agro cadenas Colombia. <http://www.agrocadenas.gov> agrocadenas@ica.int. 38p. Consulta: Marzo de 2009.

MENGEL, K y KIRKBY, E. 2000. Principios de nutrición vegetal. Ed- International Potash Institute. Francia. Pp 481 – 493.

MORENO, J. 2000. Variedades de papa cultivadas en Colombia. En: Manejo integrado del cultivo de papa. Manual técnico. Corpoica, Tibaitatá, Produmedios. Pp. 62.

MOSQUERA, C. 2003. La Modesta Papa Criolla. En: <http://www.angelfire.com>. Consulta: Abril de 2009.

ÑÚSTEZ, C. 2001. La papa criolla (*Solanum phureja*): Un cultivo para destacar en Colombia. En: Boletín de la papa (3), 25, <http://www.redepapa.org.html>. 246 p. Consulta: Marzo de 2009
ÑUSTES, C., SANTOS, M., NAVIA, S. y CORTES, J. 2006. Evaluación de

la fertilización fosfórica foliar y edáfica sobre el rendimiento de la variedad de papa “Diacol Capiro” (*Solanum tuberosum* L.). *Agronomía Colombiana* 24 (1): 111 – 121.

PASRICHA, N. y FOX, R. 1993. Plant nutrient sulphur in the tropics and subtropics. *Advances in Agronomy* 50: 209 – 269.

PEÑA, F. 1997. Respuesta de la papa criolla (*S.phureja* J. et Buk) a la aplicación de fósforo y materia orgánica en suelos derivados de cenizas volcánicas. Facultad de Ingeniería. Tesis Ing. Agrónomo. UDCA, Bogotá, Colombia. 62 p.

ROZO, Y. 2006. Evaluación del efecto de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento de papa criolla (*Solanum phureja* Juz. et Buk) en dos localidades de Cundinamarca. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 24p.

TAMAYO, A., ZAPATA, J. e HINCAPIE, M. s.f. Abonamiento químico en papa criolla, en cuatro municipios productores de papa en Antioquia. Resumen. En: http://www.antioquia.gov.co/organismos/agricultura/papa/cadena%20papa/fertiliza_papa_criolla.pdf. Consulta: Abril de 2009.