

Efecto de niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento del cultivar ‘Criolla Guaneña’ en el departamento de Nariño

L.A. Becerra-Sanabria¹, S.L. Navia-de Mosquera², C. E. Núñez-López³

RESUMEN

Esta investigación se realizó en dos localidades del municipio de Pasto (Nariño): Obonuco y Jamondino y tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación edáfica de diferentes niveles de fósforo y potasio sobre el rendimiento de tubérculos y la gravedad específica del cultivar Criolla Guaneña. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones y estructura factorial 5x2, donde el primer factor corresponde a fósforo (0; 50; 100; 150; 200 kg·ha⁻¹ de P₂O₅, fuente Superfosfato Triple), y el segundo, potasio (50 y 100 kg·ha⁻¹ de K₂O, fuente KCl). Las variables evaluadas fueron gravedad específica y rendimiento de tubérculo en las categorías cero (PT0, $\phi > 6$ cm), primera (PT1, $\phi 4 - 6$ cm), segunda (PT2, $\phi 2 - 4$ cm), tercera (PT3, $\phi < 2$ cm) y total (PTT). Los resultados no demostraron diferencias en las variables evaluadas para el factor fósforo ni para el factor potasio, tampoco se presentó interacción entre ellos.

Palabras clave: Grupo Phureja, papa diploide, fertilización edáfica, gravedad específica.

Evaluation of phosphorus and potassium doses on yield of ‘Criolla Guaneña’ cultivar in Nariño

ABSTRACT

This research was carried out in two localities of Nariño: (Obonuco y Jamondino). The objective was to evaluate the effect of the application of different doses of phosphorus and potassium on the tubers yield and the specific gravity of the potato cultivar *Criolla Guaneña*. The randomized complete blocks design was used with three repetitions and factorial structure 5x2, where the first factor corresponds to phosphorus (0; 50; 100; 150; 200 kg·ha⁻¹ de P₂O₅, source triple superphosphate), and the second, potassium (50 and 100 kg·ha⁻¹ de K₂O, source KCl). The variables evaluated were specific gravity and tuber yield components: zero (TY0, $\phi > 6$ cm), first (TY1, $\phi 4 - 6$ cm), second (TY2, $\phi 2 - 4$ cm), and third (TY3, $\phi < 2$ cm) categories of tuber size and total yield (TYT). The results did not show differences in the evaluated variables respect to phosphorus factor nor potassium factor, it did not have interaction between the two factors.

Key words: Phureja Group, diploid potato, edaphic fertilization, specific gravity.

¹ Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: labecerras@gmail.com

² Presidenta Nacional de FEDEPAPA. Directora Ejecutiva Fundación Cosmoagro. Correo electrónico: sonialucianavia@yahoo.com.mx

³ Profesor Asociado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. Correo electrónico: cenuztezl@unal.edu.co

Introducción

La papa conocida como ‘papa criolla’ en Colombia, clasificada taxonómicamente como *Solanum phureja* Juz et Buk (Hawkes, 1990) 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 en la actualidad alrededor de 12.000 ha, 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 y presenta una excelente aceptación por parte del consumidor nacional en razón de sus características culinarias (sabor, color, harinosidad). Su principal desventaja para el mercadeo es su ausencia de reposo, el tubérculo se brota pocos días después de la cosecha, aspecto que ocasiona la pérdida de algunas de sus características organolépticas (Núñez, 2001).

La papa criolla se cultiva entre los 2000 y los 3.000 msnm, siendo óptimas para su cultivo la altura comprendida entre los 2.300 y los 2.800 msnm. El mejor suelo para su cultivo es aquel que presenta una textura franca, con buen drenaje que evite el exceso de humedad en la raíz, pH entre 5,2 y 5,9 y buenos niveles de materia orgánica (Mosquera, 2003). Es un producto con adaptación específica a la zona ecuatorial, que por su alto valor nutricional y buen sabor; ofrecen a Colombia grandes ventajas competitivas para posicionar este producto en mercados externos como producto procesado (CCI, 2006).

La Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), ha liderado la investigación para el desarrollo de variedades diploides, con fenotipo de tubérculo redondo y color de piel y carne amarillo, morfotipo de papa que en Colombia se conoce como ‘papa criolla’. Esta investigación se ha desarrollado con la colaboración de agricultores independientes y asociados (FEDEPAPA), bajo una metodología participativa. Las variedades

registradas hasta el presente: Criolla Colombia, Criolla Latina, Criolla Paisa, Criolla Galeras y Criolla Guaneña, son la primera aproximación en la búsqueda de genotipos con adecuado potencial para las zonas evaluadas y con aptitud para procesamiento (Rodríguez y Núñez, 2007).

La variedad Criolla Guaneña

Esta variedad tiene adaptación entre 2.500 y 3.000 msnm y período vegetativo de 130 días, es el resultado del cruzamiento entre los cultivares Amarilla Tumbay (*S. goniocalyx*, hoy Grupo Stenotomun) x Cultivar Criolla Colombia (*S. phureja*, hoy Grupo Phureja). Es una planta de porte medio, erecta, con buen desarrollo de follaje, tubérculo de forma redondo, ojos relativamente superficiales, piel lisa, color de piel y carne amarillo, color de flor morado intenso, brote color morado y moderadamente resistente a *Phytophthora infestans*. Presenta período de reposo de 20 días y materia seca entre 22 y 25%; excelente calidad culinaria para consumo en fresco y aptitud para fritura en hojuelas; rendimiento potencial de tubérculo categoría comercial del 87% y potencial de rendimiento promedio de 32 t · ha⁻¹ (Rodríguez y Núñez, 2007).

El fósforo (P)

Es un macronutriente que forma parte de las nucleoproteínas, lipoides y fosfolípidos; desempeña un importante papel metabólico en la respiración y fotosíntesis (fosforilación), en el almacenamiento y transferencia de energía (NAD, NADP y ATP) y en la división y crecimiento celular. El P se acumula en partes de la planta en crecimiento y en las semillas; es determinante para el desarrollo de las raíces y de los tejidos meristemáticos (Bernal y Espinosa, 2003). El requerimiento de fósforo para el óptimo crecimiento está dentro del rango de 0,3-0,5 % de la materia seca vegetal durante la etapa vegetativa de crecimiento (Marschner, 1995).

Después del nitrógeno, el fósforo es el elemento que con mayor frecuencia resulta limitante en los suelos; se absorbe sobre todo como el anión monovalente ortofosfato ($H_2PO_4^-$) y con menor rapidez como anión divalente (HPO_4^{2-}).

(Salisbury & Ross, 1994). En el caso de la papa, el fósforo promueve el crecimiento de las raíces y la rápida formación de tubérculos, por lo que es un elemento crítico en el periodo inicial de desarrollo de la planta y en la tuberización. (Pumisacho y Sherwood, 2002).

De los tres elementos mayores, el fósforo es el requerido en cantidades menores, la disponibilidad de este elemento en la mayor parte de los suelos agrícolas del trópico es muy limitada (Guerrero, 1998). Existen varios factores que determinan la disponibilidad del P para las plantas, los más importantes en producción agrícola son el pH del suelo, el tipo de arcilla predominante, la fuente y localización del P aplicado. El pH ideal para tener una buena disponibilidad de P fluctúa entre 5,5 y 6,5.

En los trópicos son comunes los suelos derivados de cenizas volcánicas (Andisoles), los cuales dominan arcillas amorfas como la alófana, imogolita y complejos humus-Al. Estos suelos fijan alta cantidad de P, debido fundamentalmente a que las arcillas de estos suelos tienen una gran afinidad para reaccionar con los iones ortofosfato.

Adicionalmente, otro factor que favorece esta fijación, es la formación de precipitados insolubles con el aluminio en medios fuertemente ácidos. Debido a la inmovilidad del P en el suelo, es importante tener en cuenta el tipo de fertilizante y la forma de aplicación, las fuentes solubles y relativamente solubles se utilizan en cultivos de ciclo corto y deben ser colocados, en lo posible, en forma localizada para lograr en menor tiempo el contacto del P con el suelo y de esta forma contrarrestar en algún grado la fijación de la fuente aplicada. Con excepción de la pequeña contribución hecha por la meteorización de los minerales primarios, los fertilizantes fosfatados representan la única fuente nueva de P disponible que ingresa en el sistema (Bernal y Espinosa, 2003).

Los requerimientos de fósforo en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) oscilan entre 40 y 100 kg · ha⁻¹ a de P₂O₅, dependiendo especialmente de las características genéticas de

la variedad y del rendimiento esperado del cultivo. La mayor demanda nutricional ocurre a partir de que inicia la tuberización del cultivo y su demanda se incrementa después de los sesenta días de la emergencia, cuando el fósforo aplicado en la siembra, ya ha perdido entre el 30 y el 60% de su asimilabilidad dependiendo de la fuente usada y los fenómenos de fijación del elemento (Guerrero, 1998).

El fósforo se redistribuye con facilidad en la mayor parte de las plantas de un órgano a otro y se pierde en las hojas antiguas, acumulándose en hojas jóvenes, en flores y semillas en desarrollo, por lo cual, los síntomas de deficiencia se presentan primero en hojas maduras (Salisbury y Ross, 1994). Las plantas que sufren deficiencia de P no solo se ven afectadas en el desarrollo y crecimiento de la planta, sino que eventualmente puede disminuir la formación de frutos y semillas y causar retrasos en la maduración de la planta (Marschner, 1995). La deficiencia de P en la planta de papa retarda el crecimiento apical, dando lugar a plantas pequeñas y rígidas, y reduce la formación de almidón en los tubérculos que se manifiesta con manchas necróticas distribuidas en el tubérculo (Pumisacho y Sherwood, 2002).

El potasio (K)

Después del nitrógeno, el potasio es el nutriente mineral requerido en mayor cantidad por las plantas. El requerimiento del potasio para el óptimo crecimiento vegetal esta en el rango de 2-5 % del peso seco vegetal de las partes vegetativas, frutas carnosas y tubérculos (Marschner, 1995).

El potasio es un activador de muchas enzimas esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además, activa enzimas reguladoras particularmente de la piruvato quinasa y las fosfofructoquinasas, necesarias para formar almidón y proteínas (Bhandal y Malik, 1988 citado por Salisbury & Ross, 1994). El potasio contribuye de manera importante al potencial osmótico de las células y, por consiguiente, a su presión de turgencia. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, de

tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a los órganos de almacenamiento (Marschner, 1995). En el cultivo de la papa, es necesario para el transporte de azúcares desde las hojas hacia los tubérculos.

El K es muy móvil dentro de la planta y es absorbido del suelo como catión K^+ (Bernal y Espinosa, 2003). El ión K^+ se redistribuye con facilidad de los órganos maduros a los juveniles, por lo que los síntomas de deficiencia aparecen primero en las hojas de mayor edad. En las dicotiledóneas, estas hojas se ponen un poco cloróticas, en especial en la cercanías de las lesiones necróticas que pronto aparecen (Salisbury & Ross, 1994). Las plantas quedan pequeñas por el acortamiento de los entrenudos, los tallos y ramas son débiles. Las raíces tienen pobre desarrollo, los estolones quedan cortos y se producen tubérculos pequeños. Adicionalmente se presenta disminución en los contenidos de almidón del tubérculo y se incrementa el nivel de pardeamiento en el proceso de frito o después de la cocción (Alarcón, 2000).

Estudios previos

La fertilización es uno de los factores determinantes del rendimiento y calidad del tubérculo en el cultivo de la papa. En Colombia, predominantemente se han realizado investigaciones que han buscado optimizar el rendimiento de los cultivares de papa de año (tetraploides) a partir de una adecuada fertilización del cultivo; por el contrario, son pocos los estudios que se han realizado de fertilización en los cultivares de papa criolla.

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), donde encontró respuesta del cultivar a la aplicación de fósforo en las variables: peso de tubérculo de categoría primera, segunda y total, ello debido principalmente a que el fósforo disponible en los suelos evaluados se encontraba en niveles bajo y medio respectivamente (14,2; 23,9 Bray II); sin embargo, el rendimiento no se incrementó con la

aplicación de niveles superiores a $50 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 . En el caso del potasio no encontró respuesta del cultivar a la aplicación de diferentes niveles de este elemento, debido a un alto contenido natural de K en los suelos donde se desarrolló la investigación (1,16 y $1,72 \text{ meq} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente).

Durán y Peña (1997) evaluaron en papa criolla dos fuentes de potasio (KCl y K_2SO_4), en dosis desde 0 hasta $160 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, en suelos andisoles de Boyacá (municipio Saboyá) y Cundinamarca (municipio Subachoque), con niveles de potasio en suelo de 0,3 y $1,1 \text{ meq} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ respectivamente. Encontraron respuesta a este elemento solamente en el suelo de bajo nivel de potasio (Saboyá) hasta la dosis de $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Peña (1997), en las mismas localidades anteriores evaluó en papa criolla el efecto de diferentes dosis de Gallinaza (abono orgánico cuya fuente es estiércol de gallina criada en jaula) (0; 2 y $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) y de fósforo (superfosfato triple - 46% P_2O_5) (0; 75; 150; 225 y $300 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$). En las dos localidades se encontró respuesta a la aplicación del abono orgánico (hasta $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) y al fósforo, aunque en este último no determinaron hasta que dosis.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de fertilización edáfica con fósforo y potasio, sobre las variables de rendimiento y gravedad específica de tubérculo en el cultivar diploide “Criolla Guaneña”.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se realizó en dos localidades del municipio de Pasto, la primera Obonuco (2.820 msnm) y, la segunda, Jamondino (2.630 msnm). El análisis de suelos de estas localidades se presenta en la tabla 1. Según caracterización del IGAC (2004), estos suelos se clasifican y se agrupan a nivel de familia en *Vitric haplustands* (AMBa), caracterizados por ser muy profundos, bien drenados, pertenecen al grupo textural franco limoso y se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas. Químicamente son suelos de

reacción fuertemente ácida en el horizonte superior y de moderada a ligeramente ácida a mayor profundidad, alta capacidad catiónica de cambio, alta saturación de bases, altos contenidos de carbono orgánico, mediano contenido de fósforo y fertilidad química alta.

Los registros de precipitación (mm) y humedad relativa (%) de la estación meteorológica de Obonuco, se presentan en la tabla 2.

Tabla 1. Análisis químico de suelos de las dos localidades del trabajo de investigación.

Localidad	pH	Bases intercambiables					Acidez intercambiable		
		M.O.	Ca	K	Mg	Na	Al	Al+H	CICe
	%	meq/100g							
1. Obonuco	5,52	5,4	12,5	0,48	4,75	0,16	0,0	0,3	18,19
2. Jamondino	5,5	3,3	8,25	0,42	3,0	0,2	0,0	0,2	12,07

Localidad	Micro elementos							dS/m	Textura
	P	Cu	Fe	Mn	Zn	B	C.E.		
	Ppm								
1. Obonuco	13,1	7	510	31	5,1	1,37	0,44	F	
2. Jamondino	40,0	6,1	480,0	7,5	2,4	1,24	0,5	FAr	

Métodos de Análisis: Al (Acidez intercambiable): KCl 1M. M.O.: Método de Walkley –Black. P: Bray II. Ca, Mg, K y Na: Extracción con acetato de amonio 1N pH 7. Cu, Fe, Mn, Zn: Olsen modificado. B: Fosfato monocálcico. (Lab. Suelos, Agua y Foliar, CORPOICA PALMIRA).

Tabla 2. Promedios mensuales de precipitación y humedad relativa durante el periodo de evaluación (Febrero – Mayo / 2007). Fuente: IDEAM (2007).

Variable	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Precipitación.(mm)	39,8	98,1	63	40,5
Promedio histórico (10 años)	65,9	78,2	79,2	74,4
H.R. (%)	73,3	80	78	79
Promedio histórico (10 años)	81	82	81	80

Diseño experimental

Se utilizó Bloques Completos al Azar (BCA) con tres repeticiones y estructura factorial 5x2. El primer factor correspondió a fósforo edáfico con cinco niveles: 0; 50; 100; 150; 200 kg · ha⁻¹ de P₂O₅, (fuente Superfosfato Triple, 46% de P₂O₅), el cual se aplicó en corona al momento de la siembra.

El segundo factor correspondió a Potasio edáfico con dos niveles: 50 y 100 kg · ha⁻¹ de K₂O, (fuente Cloruro de Potasio, 50 % K₂O) el que se fraccionó en dos aplicaciones iguales, una en el momento de la siembra y otra a los 45 días después de la siembra. La fertilización de Nitrógeno se realizó al momento de la siembra, por resultados previos (sin publicar) se fijó en 50 kg·ha⁻¹ (fuente Urea, 46% de N).

La unidad experimental estuvo constituida por 4 surcos de 7,5 m de largo, la distancia entre surcos fue de 1,2 m (para poder realizar el aporque de la forma tradicional en esta región) y la distancia entre sitios de siembra fue de 0,3 m (100 sitios/U.E.).

Variables evaluadas

Rendimiento de tubérculo

Se evaluó pesando el tubérculo cosechado en los dos surcos centrales de cada unidad experimental, el cual se clasificó en cuatro categorías de acuerdo al diámetro del tubérculo: cero (PT0 - tubérculos de diámetro mayor a 6 cm), primera (PT1 – tubérculos entre 4 y 6 cm de diámetro), segunda (PT2 – tubérculos entre 2 y 4 cm de diámetro), tercera (PT3 tubérculos de diámetro menor a 2 cm).

Gravedad específica (GE)

Se tomaron muestras de 10 tubérculos de categoría primera por parcela para determinar en

laboratorio la gravedad específica de acuerdo a la fórmula:

$$GE = \text{Peso en aire} / (\text{Peso en aire} - \text{Peso en agua})$$

El análisis de la información se realizó mediante análisis de varianza y pruebas de comparación múltiple de Tukey, utilizando SAS 8.2.

Resultados y discusión

Localidad Jamondino

En esta localidad no se encontraron diferencias en ninguno de los factores evaluados para las variables de rendimiento, ni para la variable gravedad específica (Tabla 3). En esta localidad los valores promedio de la gravedad específica fluctuaron entre 1,084 y 1,095 (Tabla 4), valores que fueron superiores a los presentados en la localidad de Obonuco. En las variables de rendimiento, para la variable PTT se obtuvieron valores entre 27,07 y 30,05 t · ha⁻¹, para PT0 entre 2,86 y 4,39 t · ha⁻¹, para PT1 entre 15,06 y 17,17 t · ha⁻¹ y para PT2 entre 6,19 y 9,68 t · ha⁻¹ (Tabla 4).

Tabla 3. Probabilidad de F ($P > F$) de los análisis de varianza de las variables evaluadas en las localidades de Obonuco y Jamondino.

Localidad	Variable	Bloque	P	K	P * K	C.V. %
1. Obonuco	PT 0	0,47	0,59	0,33	0,87	25,97
	PT 1	0,17	0,56	0,96	0,65	26,18
	PT 2	0,06	0,62	0,88	0,65	23,17
	PT 3	0,50	0,57	0,91	0,42	35,65
	PTT	0,10	0,50	0,72	0,74	20,31
	GE	0,98	0,66	0,39	0,18	0,35
2. Jamondino	PT 0	0,50	1,00	0,52	0,93	53,23
	PT 1	0,03	0,98	0,38	0,87	14,02
	PT 2	0,00	0,20	0,26	0,19	16,71
	PT 3	0,38	0,82	0,89	0,99	37,98
	PTT	0,44	0,90	0,62	0,83	10,95
	GE	0,23	0,51	0,26	0,32	0,53

Si tenemos en cuenta el análisis de suelo de esta Localidad, el K era medio y el P tendía a ser alto. El nivel más bajo suministrado de K (50 kg·ha⁻¹) fue suficiente para el adecuado crecimiento y rendimiento del cultivar Criolla Guaneña. El

fósforo encontrado en esta Localidad, que por el tipo de suelo (Andisol), se pensaría que no se encontraba disponible para el cultivo, resultó ser suficiente, en razón de la ausencia de respuesta en las variables, ello se puede explicar por la

ausencia de aluminio en el suelo y por el contenido medio de carbono orgánico (3,3%), nivel que implica un aporte de fósforo orgánico para el cultivo (Bernal y Espinosa, 2003).

El nivel de potasio encontrado en esta localidad fue 0,42 meq·100⁻¹ g, el cual es un nivel alto (ICA, 1.992); la absorción de este potasio se vio favorecida por la textura franco-arcillosa del suelo, por una adecuada CIC (12,07 meq·100g⁻¹), por el sinergismo con el fósforo y por el adecuado balance catiónico con el calcio.

Localidad Obonuco

En esta localidad no se encontraron diferencias en ninguno de los factores evaluados (P y K edáfico) para las variables de rendimiento de tubérculos. Tampoco se presentaron diferencias para la variable gravedad específica con los distintos niveles de fósforo y potasio ni para su interacción (Tabla 3). En esta localidad los valores promedio de la gravedad específica fluctuaron entre 1,076 y 1,083 (Tabla 5). En las variables de rendimiento, para PTT se obtuvieron valores entre 19,81 y 27,56 t·ha⁻¹, para PT0 entre 6,09 y 8,82, para PT1 entre 9,90 y 14,15 t·ha⁻¹ y para PT2 entre 3,61 y 5,01 t·ha⁻¹ (Tabla 5).

Tabla 4. Promedio de las variables evaluadas en el cultivar Criolla Guaneña en la Localidad Jamondino.

Tratamiento	Fósforo	Potasio	Promedio de las variables evaluadas (en t · ha ⁻¹)					
			PT0	PT1	PT2	PT3	PTT	GE
1	0	50	3,67	17,00	6,19	0,30	27,07	1,10
2	50	50	4,11	15,99	7,86	0,28	28,24	1,10
3	100	50	4,39	17,17	8,18	0,31	30,05	1,09
4	150	50	3,52	15,52	9,42	0,33	28,79	1,09
5	200	50	3,27	15,67	9,54	0,33	28,81	1,09
6	0	100	3,59	15,07	8,96	0,30	27,92	1,08
7	50	100	3,37	15,52	8,82	0,26	27,98	1,09
8	100	100	2,86	15,51	8,58	0,33	27,29	1,09
9	150	100	3,30	15,64	8,06	0,32	27,32	1,09
10	200	100	3,58	15,93	9,68	0,37	29,56	1,09

PT: producción de tubérculo 0: categoría cero, 1: primera, 2: segunda, 3: tercera, T: total

Tabla 5. Promedio de las variables evaluadas en el cultivar Criolla Guaneña en la Localidad Obonuco.

Fósforo	Potasio	Promedio de las variables evaluadas (en t · ha ⁻¹)					
		PT 0	PT 1	PT 2	PT 3	PTT	GE
0	50	6,50	11,92	4,10	0,21	22,74	1,08
50	50	6,87	10,66	4,04	0,25	21,82	1,08
100	50	6,96	14,10	3,84	0,30	25,20	1,08
150	50	6,78	12,13	4,13	0,18	23,21	1,08
200	50	6,15	13,98	3,98	0,20	24,30	1,08
0	100	6,10	9,90	3,61	0,21	19,82	1,08
50	100	7,63	13,55	3,76	0,17	25,11	1,08
100	100	8,82	14,15	4,34	0,25	27,56	1,08
150	100	7,15	12,99	5,01	0,25	25,40	1,08
200	100	6,89	11,85	3,61	0,26	22,61	1,08

PT: producción de tubérculo 0: categoría cero, 1: primera, 2: segunda, 3: tercera, T: total

En esta localidad el contenido de fósforo nativo encontrado en el suelo fue de 13,9 ppm que según la clasificación realizada por el ICA (1992), para interpretación del nivel de fósforo en suelos del altiplano Cundiboyacense, Nariño y Antioquia es baja. La ausencia de respuesta a la fertilización fosfórica edáfica en esta localidad, se puede explicar debido a que el fósforo, a pesar de tener un bajo nivel en el suelo, se encontraba en una forma disponible para la planta, ello debido a las propiedades físicas y químicas del suelo, que hacían poco probable su alta fijación (Tabla 1) y, en especial, a la ausencia de aluminio. Con base en lo anterior, se puede pensar en una probable alta eficiencia en la toma de este nutriente del cultivar Criolla Guaneña, en especial con respecto al Fósforo, por lo cual se recomienda ampliar la investigación en este aspecto.

Resultados similares a los obtenidos en esta investigación, fueron encontrados por Roza (2006), en el cultivar Criolla Colombia (*Solanum tuberosum* Grupo Phureja), donde se encontró respuesta por encima del nivel 0 Kg·ha⁻¹ de P₂O₅, hasta el nivel de 50 kg·ha, en un suelo con un nivel de fósforo de 14,2 ppm, ausencia de aluminio intercambiable y de textura franca (similar a este ensayo, en la localidad Obonuco). Teniendo en cuenta estos resultados, se puede pensar que el cultivar Criolla Guaneña es más eficiente en la toma del fósforo edáfico con respecto al cultivar Criolla Colombia, ya que en el presente experimento no se encontró la respuesta del primer cultivar a la aplicación de fósforo edáfico, a pesar de que el nivel de este nutriente en el suelo evaluado también era bajo (13,1 ppm). Además, indican que la respuesta en rendimiento de la papa criolla no es directamente proporcional a las dosis crecientes de fósforo y, que ella puede estar más relacionada con respecto al potencial de rendimiento de la variedad, y a su eficiencia para extraer nutrientes del suelo.

Se puede resaltar el menor requerimiento de fósforo de los cultivares diploides con respecto a los cultivares tetraploides. En un trabajo realizado en los municipios de Villapinzón (Cundinamarca), Toca y Soracá (Boyacá), se

observó respuesta del rendimiento de tubérculo en la variedad Diacol Capiro (*Solanum tuberosum*), cultivar tetraploide, hasta el nivel de 200 kg·ha⁻¹ de P₂O₅ (Núñez *et al.*, 2006).

El nivel de potasio encontrado en esta localidad fue 0,48 meq·100⁻¹ g, el cual es un nivel alto (ICA, 1992), la absorción de este potasio se vio favorecida por la textura franca del suelo, por una alta CIC (18,19 meq·100⁻¹ g), y un adecuado balance catiónico con el calcio y el magnesio; factores del suelo que contribuyen a explicar la falta de respuesta del cultivar Criolla Guaneña a la aplicación edáfica de potasio en dosis superiores a 50 kg·ha⁻¹ de K₂O. Roza (2006) evaluó diferentes dosis de potasio edáfico (0; 50; 100 y 150 kg·ha⁻¹ de K₂O) en el cultivar Criolla Colombia, encontrando que sólo se presentó diferencia para la categoría PT3, siendo el rendimiento menor en 150 kg·ha⁻¹ vs. 0 kg·ha⁻¹ de K₂O. En las demás categorías de rendimiento de tubérculos no se presentaron diferencias significativas para este factor. Teniendo en cuenta este último trabajo, se recomienda, para posteriores estudios de fertilización edáfica con potasio en el cultivar Criolla Guaneña, tener en cuenta un testigo absoluto (0 kg·ha⁻¹ de K₂O) y evaluar nuevamente la respuesta de el cultivar Criolla Guaneña.

Los resultados obtenidos en esta investigación se explican por las características físico químicas de los suelos donde se desarrollaron los experimentos. En términos generales, la planta requiere menor concentración de fósforo en la solución del suelo, cuando el suelo es de textura Franco arcillosa, contrario a lo que ocurre en suelos de textura arenosa (Fox, 1970, citado por Kamprah, 1974), hecho que se ajusta a los tipos de suelos de los campos experimentales (Tabla 1); además, es bien conocido el alto poder fijador de fósforo por los complejos humus – Al, predominante en suelos de origen volcánico. Cuando se neutraliza primero el aluminio intercambiable presente en el suelo, el crecimiento de las plantas es óptimo a concentraciones menores de fósforo en la solución del suelo (Kamprah, 1974). En el presente trabajo los suelos no presentaban aluminio, aspecto que favoreció la óptima

reputa de las plantas del cultivar Criolla Guaneña, incluso en el suelo de bajo nivel de fósforo (Obonuco, Tabla 1), resultado que hace pensar en la eficiencia del cultivar para la toma de este nutriente, aspecto que se recomienda profundizar en futuras investigaciones.

De los resultados de la presente investigación se deduce que el cultivar Criolla Guaneña no requiere niveles altos de fertilización de fósforo ni de potasio y, de igual manera, niveles crecientes de fertilización de estos elementos, no favorecen la gravedad específica del tubérculo.

Agradecimientos

Los autores expresan agradecimiento a la entidad financiadora de la presente investigación; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, a los cofinanciadores; Fundación Cosmoagro y Federación Colombiana de Productores de papa FEDEPAPA, al Ing. Alvaro Mosquera y a todo el personal colaborador de las fincas Jamondino y Obonuco en el municipio de Pasto (Nariño).

Literatura citada

Alarcón, N. 2000. Efecto del Potasio en la Calidad de la Papa Para Industria En: Papas Colombianas 2000. 3 (1 – 2): 78-84.

Bernal, J. y Espinosa, J. 2003. Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INPOFOS. Quito – Ecuador.

CCI. 2006. Información de Monitoreo Internacional. http://www.agronet.gov.co/docs_agronet/2006427152421_PAPAPROCESADA_Marzo.pdf. 13p. Consulta: Diciembre de 2007

Durán, L.F. y Peña, F.J. 1997. Respuesta de la papa criolla (*S. phueja* J. et Buk) a la aplicación de fuentes y dosis de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas. Facultad de Ingeniería, Carrera de Ing. Agronómica. UDCA, Bogotá, Colombia. 70 p.

Kampraht, E. 1974. Phosphate sorption isotherms for evaluating the phosphate

requirements of soils. Soil Sci. Soc Amer. Proc. 34: 902-907.

Guerrero, R. 1998. (ed.) Fertilización de Cultivos en Clima Frío. Monómeros Colombo-Venezolanos. Santa Fe de Bogotá. 425 p.

Hawkes, J.G. 1990. The Potato Evolution, Biodiversity and Genetic Resources. Smithsonian Institution Press. Washington. D. C. 259p.

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

Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2004. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño. Pasto-Colombia. 735 p.

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 1992. Fertilización en Diversos Cultivos. Quinta Aproximación. Manual de Asistencia Técnica. No 25. 64 p.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2a edición. Editorial Academic Press Limited. London. pp. 21-40.

Martínez, 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 Agrocadenas Colombia. <http://www.agrocadenas.gov.co/agrocadenas@iica.int>. 38p. Consulta: Noviembre de 2007.

Mosquera, C. J. 2003. La Modesta Papa Criolla. En: <http://www.angelfire.com>. Consulta: Octubre de 2007.

Ñústez, C. E. 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: Octubre de 2007.

Ñústez, C.E.; Santos, M.; Navia, S.L. y Cotes, J. M. 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.

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, Carrera de Ing. Agronómica. UDCA, Bogotá, Colombia. 62 p.

Pumisacho, M. y Sherwood, S. 2002. El cultivo de la papa en Ecuador. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) –Centro Internacional de la Papa (CIP). Quito, 231 p.

Rodríguez, M. L. y Núñez, L. C.E. 2007. Cultivar Criolla Guaneña. Registro de cultivar

comercial para producción y comercialización de semillas en Colombia N° PAP-07-49. Resolución No. 002656, 1 de Octubre, 2007. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

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. 24 p.

Salisbury, F. B. y Ross, C.W. 1994. Fisiología Vegetal. Cuarta Edición. Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V. México. D.F. 758 p.