

Efecto residual de la fertilización en la papa

Rodrigo Lora¹

Estado del arte en la investigación

En Colombia, en las zonas frías de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Caldas y Norte de Santander, la papa es uno de los cultivos más importantes, no solo por el área sembrada sino por los aspectos socio-económicos articulados al mismo. La mayoría de los suelos cultivados con esta especie vegetal son derivados de cenizas volcánicas, caracterizados por buenas propiedades físicas: ácidos, ricos en materia orgánica, medio a bajo contenido de fósforo, bases intercambiables y boro. Igualmente es notable la elevada capacidad de fijación de aniones como fosfatos, boratos y molibdatos principalmente (Cuchimaque y Sierra, 1998; Barrera, 1998; Páez y Guzmán, 2002).

Por otra parte, las necesidades de fertilización son elevadas, dependiendo principalmente de la altitud y la especie (*Solanum tuberosum* o *Solanum phureja*). En general, las cantidades aplicadas son del orden de 750 a 2.000 Kg ha⁻¹ de los grados con relaciones 1:3:1 ó 2:4:1 principalmente (García y Pantoja, 1998; Barrera, 1998; Rodríguez, 2002; Muñoz y Rojas, 2003). Es importante anotar que, del total de fósforo aplicado al cultivo, solamente se absorbe cerca del 30%, debido posiblemente a un sistema radicular poco desarrollado.

La residualidad de la fertilización se interpreta como la prolongación de su efecto al cultivo o cultivos subsiguientes al que se le practicó el abonamiento. La solubilidad inherente del producto y la cantidad aplicada del mismo pueden influir en la magnitud de este efecto. En forma general, una mayor velocidad está asociada con una baja residualidad, en tanto que una lenta disolución, como es el caso de rocas fosfóricas y escorias Thomas, suelen exhibir un adecuado efecto residual, al punto de que, con frecuencia, su acción benéfica se expresa con mayor incidencia en el cultivo que sigue al que recibió la fertilización (Guerrero, 1994; Páez y Guzmán, 2002, Gómez y Pérez 1999).

El efecto residual de los nutrimentos aplicados como fertilizantes tiene dos aspectos: (1) la transformación en el suelo del nutrimento aplicado y (2) la disponibilidad del nutrimento fijado o transformado por cosechas sucesivas. Por tanto, es necesario tomar en cuenta las interacciones del medio. Gran parte del nitrógeno aplicado como fertilizante se pierde rápidamente por lixiviación, volatilización y denitrificación. Por su parte, el efecto residual del potasio está relacionado casi exclusivamente con las transformaciones que este elemento sufre en el suelo.

El fósforo es el elemento que mayor interés presenta desde el punto de vista de su efecto residual debido a que el elemento, dependiendo del suelo, puede ser rápidamente fijado en virtud de la formación de compuestos de la variscita ($AlPO_4 \cdot 2H_2O$) y estregita ($FePO_4 \cdot 2H_2O$) (Bohn, 2001). La fijación de fósforo en andisoles no solo es debida a las superficies activas de la alofana y la inmogolita, en donde hay procesos de quemiasorción, desplazamiento de silicio estructural y precipitación, sino que se ha reconocido la importancia de los complejos humus-aluminio en estos suelos (Espinosa, 1998).

Para la papa el efecto residual de la fertilización es muy bajo para los cultivos subsiguientes de este cultivo. En andisoles del Ecuador en *Solanum tuberosum* el efecto residual del fósforo es bajo, tal como aparece en la Tabla 1, debido posiblemente a la fijación del elemento, indicando la necesidad de aplicar el nutriente para cada ciclo del cultivo (Espinosa, 1998). Por su parte, en la Tabla 2 aparece el efecto residual de fuentes y dosis de fósforo aplicado al primer ciclo para papa criolla, donde en el segundo ciclo el rendimiento se redujo considerablemente (Páez y Guzmán, 2002). El suelo era derivado de cenizas volcánicas y clasificado taxonómicamente como Pachic Haplustand.

Tabla 1. Efecto residual de fósforo en el rendimiento de papa y la relación en el contenido de fósforo según el análisis de un Udand de la Sierra Alta de Ecuador. (Espinosa, 1998)

Ciclo 1		Ciclo 2		Ciclo 3		Nivel de P*
P ₂ O ₅ (Kg-ha ⁻¹)	Rendimiento (ton-ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg-ha ⁻¹)	Rendimiento (ton-ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg-ha ⁻¹)	Rendimiento (ton-ha ⁻¹)	(ppm)
0		0	6.04	0	6.37	28
0	3.09	0	5.9	300	32.39	41
0		300	39.34	300	31.19	46
150		0	9.9	0	8.33	28
150	18.46	150	32.65	0	11.32	32
150		150	35.44	150	34.45	40
300		0	15.92	0	7.9	27
300	27.6	300	36.54	0	12.44	38
300		300	39.86	300	32.63	64
450		0	18.84	0	13.21	34
450	27.273	450	42.55	0	24.09	59
450		450	45.12	450	28.28	89

Tabla 2. Efecto residual del fósforo y rendimiento total en papa criolla en un andisol de Cundinamarca (Páez y Guzmán, 2003). Taxonomía del suelo: Pachic Haplustand.

Tratamiento P ₂ O ₅ (Kg-ha ⁻¹)	Ciclo uno (ton-ha ⁻¹)*	Ciclo dos (ton-ha ⁻¹)*	Efecto Residual (%)	Fósforo final (ppm)
100 (R.P.A.)	13.7 d	3.4 a	28	26
200 (R.P.A.)	15.2 dcb	4.2 a	28	15
300 (R.P.A.)	16.1 dcb	4.3 a	26	14
400 (R.P.A.)	17.0 dcb	5.5 a	32	7
Promedio	15.5 -A	4.4 -B	27.8	-16
100 (R.N.)	6.8 f	3.2 a	47	37
200 (R.N.)	7.0 f	3.7 a	52	14
300 (R.N.)	7.6 f	4.2 a	54	19
400 (R.N.)	8.3 f	5.8 b	70	30
Promedio	7.4 -A	4.2 -B	55.6	-25
100 (R.D.F.)	13.5 ed	2.8 ab	20	19
200 (R.D.F.)	13.5 ed	4.3 a	31	19
300 (R.D.F.)	15.0 dc	4.6 a	31	8
400 (R.D.F.)	16.8 dcb	6.1 b	36	14
Promedio	15.0 A	4.1 -B	30	-15
100 (S.T.)	15.8 dcb	4.6 a	29	20
200 (S.T.)	19.3 cba	4.8 a	25	15
300 (S.T.)	20.3 ba	4.6 a	22	26
400 (S.T.)	23.2 a	7.0 a	30	37
Promedio	19.7 -A	5.3 -B	27	-25
0	7.7 f	3.20 a	-	20

Contenido inicial de P: 4 ppm

*Cantidades en las mismas letras no difieren estadísticamente (Tukey <5%).

Igualmente en un suelo clasificado como Pachic Haplustand localizado en el municipio de Subachoque se determinó para papa criolla que, para el segundo ciclo, el efecto de dosis variables de fósforo y gallinaza el rendimiento se disminuyó considerablemente (Gómez y Pérez, 1999). En el municipio de Pamplona, Norte de Santander, en suelos derivados de cenizas volcánicas, se evaluó en la variedad ICA-Guantiva el efecto de fuentes y dosis de fósforo durante tres ciclos, siendo el nutrimento aplicado solamente al primer ciclo, y se encontró disminución del rendimiento, especialmente en el tercer ciclo.

Finalmente, se ha evaluado el efecto residual en otras especies vegetales. Los resultados han mostrado buen efecto con esta práctica tal como aparece en la Tabla 3, en donde el fertilizante aplicado a la papa sirvió posteriormente para maíz y frijol. Esta práctica ha sido empleada, aun cuando no muy bien evaluada, por agricultores cultivadores de papa en algunas zonas del país. Para programas de fertilización y efectos residuales es necesario conocer el estado de fertilidad del suelo (Lora, 2003).

Tabla 3. Efecto residual del fósforo aplicado únicamente a la papa en relevo con maíz y frijol voluble en un Andisol del Oriente Antioqueño (adaptado de Muñoz, R.)

85

CEPAP

P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Papa R-12 (Kg ha ⁻¹)*		Maíz (Kg ha ⁻¹)*		Frijol (Kg ha ⁻¹)*	
	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 1	Ciclo 2
0	5000 A	3000 A	2100 A	1800 A	300 A	150 A
300	14000 B	6000 B	4900 B	4000 B	715 B	650 B
550	20000 C	7000 B	5000 B	4500 C	1050 C	850 C
Promedio	13000 a	5300 b	4000 a	3433 b	688 a	550 a

*Cantidades con las mismas letras no difieren estadísticamente (Tukey <5%).

Necesidades de investigación

Con base en la información presentada se recomiendan los siguientes tópicos de investigación:

1. Micorrización en papa y su efecto en cultivos siguientes de papa y otros como cereales, leguminosas y pastos.
2. Evaluación de la reducción de la fijación de fósforo y boro sobre el efecto residual en papa y otros cultivos.
3. Rotaciones: papa-maíz-frijol-papa con fertilización fosfórica, potasio y nitrógeno.
4. Evaluación del efecto residual de elementos menores aplicados a papa, en varios cultivos incluyendo papa.
5. Evaluar el efecto residual de la fertilización aplicada a papa en papa y otros cultivos bajo diferentes condiciones agroecológicas.

Bibliografía

Bohn, H.; McNeal, B. y O'Conor, G. 2001. Soil Chemistry, 3th Ed. New York. 307 p.

Barrera, L. 1998. Fertilización del cultivo de la papa en Cundinamarca y Boyacá. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Ed. Ricardo Guerrero. Monómeros. Bogotá. p. 63-83.

Chuchimaque, R. y Sierra, F. 1998. Evaluación de materiales fosfóricos parcialmente acidulados como complemento a la fertilización tradicional en el cultivo de la papa

(*Solanum tuberosum* variedad ICA morita) en Ventaquemada, Boyacá. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. UPTC. Tunja. p. 24-56.

Espinosa, J. 1998. Fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas y fertilización fosfórica del cultivo de la papa. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Ed. Ricardo Guerrero. Monómeros. Bogotá. p. 103-111.

García, B. y Pantoja, C. 1998. Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño. En: Fertilización de cultivos de clima frío. Ed. Ricardo Guerrero. Monómeros. Bogotá. p. 23-41.

Gómez, P. y Pérez, O. 1999. Efecto residual de la fertilización con fósforo y gallinaza, y fertilización con potasio en papa criolla en suelos derivados de cenizas volcánicas. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.D.C.A. Bogotá. p. 30-32.

Guerrero, G. 1994. Fundamentos técnicos para la fertilización de cultivos. En: Fertilidad de Suelos, Diagnóstico y su control. Tercera edición. SCCS. Bogotá. P.259-268.

Lora, R. 2003. Las propiedades químicas del suelo y su fertilidad. En: Manejo Integral de la fertilidad del suelo. SCCS. Bogotá. p. 31-43.

Muñoz, L. y Rojas, D. 2003. Efecto de dosis y relaciones N, P₂O₅, K₂O sobre el rendimiento y calidad en papa criolla. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.D.C.A. Bogotá. 108 p.

Páez, D. y Guzmán, M. 2002. Respuesta de la papa criolla (*Solanum phureja*) en calidad y rendimiento a fuentes y dosis de fósforo en Cundinamarca. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.D.C.A. Bogotá. 138 p.

Rodríguez, F. 2002. Efecto de la aplicación del grado 12-34-12 sobre rendimiento y calidad de papa criolla *Solanum phureja* en un Humic Dystrudepts de Cundinamarca. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. U.D.C.A. Bogotá. 87 p.