

FERTILIZACION DE LA PAPA EN COLOMBIA

Rodrigo Lora Silva *

1. INTRODUCCION

La papa es un producto importante en la alimentación de los colombianos, especialmente en las zonas de clima frío.

Una alta proporción de los costos de producción de papa corresponde al fertilizante. Prácticamente ningún agricultor siembra este tubérculo sin aplicar este insumo. Además, se considera que la papa es uno de los cultivos de mayor consumo de fertilizantes por unidad de superficie, lo cual hace que en Colombia alrededor de la tercera parte del consumo total de ellos se debe a la papa (9-12).

Los hechos antes mencionados, indican la importancia de conocer los factores que influyen en el uso eficiente de los fertilizantes en el cultivo de la papa. El objeto principal de este artículo es señalar brevemente algunos criterios que sirvan como guías para usar eficientemente los fertilizantes en este cultivo, basados principalmente en los resultados experimentales obtenidos por el Programa de Suelos del ICA en las zonas paperas más importantes de Colombia.

2. ECOLOGIA Y SUELOS DE LAS ZONAS PRODUCTORAS DE PAPA

2.1 CLIMA

En general, la papa es un cultivo que requiere climas suaves y algo húmedos, ausencia de heladas durante el período vegetativo, agua bien distribuída y en cantidad adecuada durante la tuberización, días largos y vientos de velocidad media.

* Ingeniero Químico, M.S., Programa Suelos Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.

En Colombia, el cultivo de papa se encuentra localizado en zonas pertenecientes a las siguientes formaciones vegetales o ecológicas:

2.1.1 BOSQUE SECO MONTANO BAJO (bs -MB)

Comprende las altiplanicies andinas de la Cordillera Oriental. Esta formación tiene como límites climáticos una temperatura entre 12° y 18°C y una precipitación promedio anual entre 500 y 1000 mm. (11).

2.1.2 BOSQUE HUMEDO MONTANO BAJO (bh-MB)

Se presenta en las crestas de montañas que rodean la Sabana de Bogotá y algunas zonas de Nariño. Los límites climáticos de esta formación son: temperatura entre 12°C y la línea de temperatura crítica o línea de escarcha; la lluvia varía entre 1000 y 2000 mm promedio anual, y ocupa una faja entre 1900 y 2900 msnm. (11 - 9).

2.1.3 BOSQUE HUMEDO MONTANO (bh-M)

Comprende las extensas regiones que se encuentran en las partes altas de la cordillera y se le conoce con el nombre de páramo o subpáramo. Las condiciones climáticas de esta formación son: temperatura entre 12° y 6°C y una precipitación anual promedio entre 500-1000 mm. Se encuentra entre los 3000 a 4000 msnm.

2.1.4 BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO BAJO (bmh-MB)

Forma parte de las vertientes altas de la cordillera. Esta formación tiene como límites climáticos una temperatura entre 12° y 18°C y un promedio anual de precipitación de 2000 a 4000 mm. Normalmente se extiende en una faja de 1800 a 2800 msnm. (11).

2.1.5 BOSQUE MUY HUMEDO MONTANO (bmh-M)

Esta formación se encuentra en las partes altas expuestas a los vientos. Corresponde a los denominados páramos o subpáramos.

La temperatura se encuentra entre 6° y 12° C con un promedio de precipitación anual entre 1000 y 2000 mm. Debido a las neblinas y neblina frecuentes, a esta formación también se le denomina bosque nublado. (bn) (11).

2.2 SUELOS

En general los suelos franco a franco arenosos, bien aireados, ligeramente ácidos y de buena disponibilidad de nutrimentos, son particularmente apropiados para el cultivo de la papa.

2.2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Aproximadamente las tres cuartas partes de los cultivos de papa en Colombia están localizados en suelos de topografía quebrada y ondulada, y corresponden a zonas de clima frío entre los 2000 y 3400 msnm.

- a) Suelos de la Sabana de Bogotá. Son suelos hidromórficos, de topografía plana, con pendientes no mayores al 7%, y formados por sedimentos principalmente (7).
- b) Suelos de Colinas. La mayoría de los suelos paperos son de ladera, ondulados o quebrados, como los situados entre la Sabana de Bogotá y los páramos adyacentes, con pendientes entre 12 y 25% y con influencia de cenizas volcánicas, siendo la alofana el mineral predominante en la fracción arcilla de algunos horizontes (4).

En la penillanura Central de Antioquia los suelos se hallan cubiertos regularmente de cenizas volcánicas con capas cuya profundidad depende de la topografía en cuestión. Debido a la presencia de abundante alofana, estos suelos son clasificados en el grupo alofano húmico derivados de cenizas volcánicas ácidas (2).

- c) Suelos de Montañas. Estos suelos se encuentran situados en la zona conocida como páramo y son de relieve ondulado a quebrado, con pendientes del 25-50%.

En general son suelos profundos de textura mediana a pesada y en algunos casos existe influencia de cenizas volcánicas.

2.2.2 CARACTERÍSTICAS EDAFOLÓGICAS

2.2.2.1 EL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL SUELO

Las características químicas y físicas del suelo determinadas en un laboratorio de suelos permiten conocer el estado de disponibilidad de nutrimentos para la planta, y por tanto, el estado de fertilidad del suelo considerado. Es de anotar que la base fundamental para conocer las necesidades de fertilizantes por cultivos son las pruebas regionales efectuadas por el Programa de Suelos del ICA u otra entidad de investigación, en las diferentes condiciones ecológicas del país. Para el efecto los investigadores, en base a los estudios regionales sobre respuesta del cultivo a dosis y fuentes de fertilizantes nitrogenados, fosfóricos y potásicos principalmente, suministran la información sobre los niveles críticos de materia orgánica, fósforo, potasio y otros en los suelos considerados como BAJOS, MEDIOS y ALTOS. Para algunos cultivos, como papa no se incluyen niveles críticos para materia orgánica puesto que no ha sido posible encontrar correlación entre el contenido de materia orgánica del suelo y la respuesta de los cultivos a la fertilización. Por su parte, la investigación permite obtener información sobre las dosis mínimas de N, P_2O_5 , K_2O y cal que se deben recomendar para cada cultivo en base a los niveles críticos enunciados.

Se sugiere al agricultor hacer analizar su suelo, para obtener recomendaciones más precisas sobre fertilización, que le permitan aumentos económicamente atractivos con el empleo de fertilizantes y enmiendas.

Los niveles críticos de fósforo (Bray II) y de potasio se observan en la Tabla 1 (6) para el cultivo de papa.

TABLA 1. Niveles críticos para fósforo y potasio en suelos para el cultivo de la papa (6).

	BAJO (B)	MEDIO (M)	ALTO (A)
Fósforo (p) (ppm) Cordillera Oriental	40	40-60	60
Fósforo (p) (ppm) Cordillera Central	20	20-40	40
Potasio (k) (meq /100 g) Región			
Andina	0.30	0.30-0.60	0.60

Las zonas productoras de papa están localizadas principalmente en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Nariño, - Antioquia, N. de Santander, Santander, Caldas y Cauca. Alrededor del 80% de la producción proviene de Boyacá, Cundinamarca y Nariño (10).

Utilizando los datos procedentes de los ensayos regionales y - del banco de datos sobre características químicas de los suelos localizados en la División de Biometría del ICA con sede en el Centro de Investigaciones Agropecuarias TIBAITATA, se elaboró la Tabla 2 donde aparecen algunas características de los suelos paperos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia.

TABLA 2. Valores de los rangos de algunas propiedades químicas de la capa arable en suelos paperos de Colombia.

	CUNDINA MARCA.	BOYACA	NARIÑO	ANTIO- QUIA.
pH	5.3-6.2	4.5-6.4	5.2-5.9	4.7-5.7
M.O.%	7 -32	4 -29	6-25	21 -40
C.I.C.(meq/100 gr)	23 -47	16 -40	21-38	26- 62
Ca (meq/100 gr)	5 -14	2' -16	3-12	0.6-4.5
K (meq/100 gr)	0.3-2.0	0.2-1.8	0.5-2.0	0.8-2.8
Al (meq/100 gr)	0.2-5.0	0.2-4.0	0.2-2.6	0.5-4.2
P,ppm(Bray II)	3 -115	3. -135	8 -45	3 -42

Tal como se observa en la Tabla 2. en general se trata de - suelos que muestran rangos relativamente amplios en sus características químicas lo cual hace necesario y recomendable el análisis por parte del agricultor para los suelos donde se - planten los cultivos de papa. Es de anotar que debido a la presencia de alofano la mayoría de estos suelos tienen una elevada capacidad de fijación de fósforo, lo cual, en parte, es causa del elevado requerimiento de fertilizante fosfatado por parte de la planta de papa.

En la Tabla 3. aparece la distribución porcentual de los valores de pH, fósforo, potasio y de la relación Ca/Mg en suelos cultivados con papa en principales zonas dedicadas a este cultivo.

Los valores reportados hacen referencia a lo siguiente:

pH: Bajo (B) 5.5; Medio (M) 5.6 - 7.3; Alto (A) 7.3

Ca/Mg: Bajo: 1; Medio 1.1 - 3; Alto 3

P y K: Se hace referencia a los valores de la Tabla 1.

TABLA 3. Distribución porcentual de los valores de pH, P, K y Ca/Mg en suelos cultivados con papa (6).

DEPARTAMEN TOS.	(pH)			(P)			(K)			Ca/Mg		
	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A
Boyacá	78	21	1	74	7	19	53	38	9	0	35	65
Cundinamarca	77	23	0	66	10	24	38	31	31	3	23	74
N. de Santander	73	26	1	57	8	35	46	42	12	4	25	68
Santander	70	30	0	82	3	15	77	15	8	4	24	72
Nariño	50	50	0	59	19	22	20	37	43	10	10	80
Antioquia	70	30	0	84	11	5	66	24	10	17	34	49
Caldas	60	40	0	71	19	10	64	36	0	13	25	62
Cauca	76	24	0	86	12	2	53	21	26	20	43	37

Tal como se observa en la Tabla 3. la mayoría de los suelos ácidos (B), el contenido de fósforo es bajo (B), el contenido de potasio es medio y bajo y la relación Ca/Mg es alta o amplia - lo cual hace pensar en posibles deficiencias de magnesio.

La papa es un cultivo que extrae cantidades relativamente altas de nutrimentos, por lo cual se ha considerado como un cultivo " agotador " del suelo.

De acuerdo con datos de la FAO (1), una cosecha de 20 t/Ha de papa remueve 140 kg de N, 39 kg de P_2O_5 , 190 kg de K_2O , - 3 kg de CaO, 7 kg de MgO y 6 kg de S. Por su parte investigaciones del Programa de Suelos del ICA (3) han mostrado que - por ejemplo la variedad de papa Guantiva a los 97 días de la - germinación extrae en total (planta completa) por hectárea del suelo 28 kg de P, 50 kg de Mg, 150 kg de Ca, 200 kg de N y - 725 kg de K. Estos datos muestran el elevado requerimiento de algunos nutrimentos por parte de la papa. Es interesante anotar que parece que la planta de papa es poco eficiente en la toma de ciertos nutrimentos como el fósforo, por lo cual se - requieren concentraciones altas de este nutrimento en el suelo.

La extracción de nutrimentos por la papa depende de muchos - factores que afectan el crecimiento de la planta. Si existen - factores como temperatura, suministro de agua, plagas, enfer- medades, etc. que impidan a la planta expresar toda su capa- cidad de producción, se reducirá la extracción de nutrimentos. Tal es el caso de los cultivos en zonas de páramo, donde la - baja temperatura y posiblemente baja luminosidad disminuyen la extracción de nutrimentos.

La calidad del producto cosechado se afecta por la cantidad de nutrimentos tomados por la planta y la fuente de la cual proven- gan. Este puede ser el caso observado de una mejor calidad - del tubérculo cuando se aplica potasio en forma de sulfato, que cuando se utiliza cloruro. Posiblemente, el exceso de cloro - tomado por la planta cuando se usa la última fuente, disminuye la calidad del tubérculo.

4. FERTILIZACION DE LA PAPA

Las investigaciones realizadas por el Programa de Suelos del ICA, permiten concluir que en la mayoría de los suelos dedica- dos al cultivo de papa, la planta responde principalmente a - aplicaciones de nitrógeno y fósforo. Estadísticamente se ha - comprobado que hay interacción positiva N por P (8). En sue- los pobres en potasio se presentan respuestas a la aplicación - de este nutrimento, especialmente cuando se aplican dosis al- tas de nitrógeno y fósforo.

4.1 RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION CON N, P y K

Los resultados de las investigaciones, tanto con fuentes simples como con fertilizantes compuestos, han permitido establecer que las relaciones de nutrimentos (N, P_2O_5 y K_2O) más adecuadas para la papa en Colombia son 1:3:1; 2:4:1; 2:6:1 y 1:2:1.

La cantidad y grado de fertilizante que se recomienda aplicar - depende principalmente del resultado del análisis de suelos y de la altura sobre el nivel del mar.

La Tabla 4 muestra las recomendaciones mínimas de N, P_2O_5 y K_2O (kg/Ha) según los niveles críticos de P y K en los suelos de acuerdo a la Tabla 1. (6).

Tabla 4. Recomendaciones mínimas de N- P_2O_5 y K_2O (kg/Ha) para papa.

REGION	N		P_2O_5		K_2O	
	B	M	B	M	B	M
* Boyacá y Cundinamarca	100	75	300	250	75	50
N. de Santander y Santander	75	50	200	150	75	50
Antioquia, Caldas, Cauca y Tolima	100	75	300	200	75	50
Nariño	150	75	300	200	75	50

* Para alturas mayores de 2.900 msnm se recomienda 30-40% más de fertilizante.

Las dosis que se recomiendan en la Tabla 4 son solamente una guía general, ya que la decisión de cuánto fertilizante se debe aplicar es necesario tomarla teniendo en cuenta algunos factores económicos, según el nivel de producción que cada agricultor espere o pueda lograr. Por otra parte, es importante tener en cuenta el tipo de suelo y la variedad de papa.

4.2 FORMAS Y EPOCAS DE APLICACION DE LOS FERTILIZANTES

Se han realizado experimentos para comparar tres formas de colocar el fertilizante:

- En banda, en el fondo del surco y debajo de la semilla;
- En banda sobre la semilla y
- En corona alrededor de la semilla. Los resultados muestran que no hay una diferencia apreciable entre las aplicaciones en banda por debajo de la semilla y en corona. Estos dos sistemas parecen ser superiores al de colocación en banda sobre la semilla.

En estudios sobre el efecto de fraccionar la dosis total de fertilizantes compuestos, se ha encontrado que no hay variación apreciable en rendimientos, cuando aplica 2/3 al momento de la siembra y 1/3 al aponque, con respecto a la aplicación del total en el momento de la siembra que es la práctica más común entre los agricultores. Por su parte estudios llevados a cabo por el Programa de Suelos del ICA sobre fraccionamiento y época de aplicación del fósforo han mostrado que el fertilizante fosfatado debe aplicarse al momento de la siembra.

4.3 RELACION ENTRE LA FERTILIZACION Y OTRAS PRACTICAS CULTURALES

4.3.1 EPOCA DE SIEMBRA

Se ha encontrado que los rendimientos de la papa en Cundinamarca y Boyacá son superiores en el primer semestre que en el segundo. La incidencia de heladas en el segundo semestre, junto con una disminución y una distribución menos favorable de las lluvias, determinan que en muchos casos los rendimientos sean inferiores a los del primer semestre hasta en un 50% (4). Paralelamente hay una menor respuesta a la fertilización y por tanto un menor beneficio económico en el segundo semestre. Es de anotar que en los departamentos de Nariño y Cauca el segundo semestre es más adecuado.

4.3.2 RIEGO

Experimentos realizados en Tibaitatá han mostrado aumento, - apreciable en el rendimiento de la papa con el uso del riego, - especialmente en el segundo semestre. Posiblemente, esta - práctica ayuda a aumentar la eficiencia de la fertilización y a disminuir el efecto de las heladas (5).

4.3.3 ROTACION DE CULTIVOS

En experimentos de larga duración realizados en suelos de la - serie Tibaitatá (de buena fertilidad), se encontró que es posi- - ble la siembra continua de papa durante ocho años, sin varia- - ciones significativas en la producción. Para lograr ésto se de- - be garantizar un adecuado control sanitario. La rotación trigo- - papa no produce incrementos en la producción de papa, en com- - paración con el sistema de papa continua.

5. COMO APROVECHAR MEJOR LOS FERTILIZANTES

El análisis de suelos es la guía que determina la cantidad y cla- - se de fertilizantes más apropiados. Sin embargo para que la - fertilización produzca los resultados esperados, es necesario - tener en cuenta otros aspectos como: preparación adecuada del - suelo, uso de semilla de buena calidad, control de malezas, - plagas y enfermedades y mantener una humedad apropiada en el - suelo.

6. RESUMEN

El cultivo de la papa en Colombia cubre extensas áreas en los - Departamentos de Boyacá, Cundinamarca, Nariño, Antioquia, - Cauca, Tolima, N. de Santander y Santander, en las zonas de - clima frío y de páramo.

El Programa de Suelos del Instituto Colombiano Agropecuario, - ha realizado numerosos estudios sobre fertilización de la papa. - Se ha establecido que en la mayoría de los suelos la principal - respuesta es a N y P, y que estos nutrimentos deben suminis- - trarse simultáneamente para obtener altos rendimientos. Las - respuestas a K se presentan en los suelos deficientes en este - nutrimento.

Las relaciones de N: P₂O₅: K₂O encontradas como más ade-

cuados para el cultivo de la papa son 1:3:1; 2:4:1; 2:6:1 y 1:2:1.

Las cantidades a aplicar de estos nutrimentos dependen de la disponibilidad de estos nutrimentos en el suelo, el clima, la variedad y factores económicos.

En Cundinamarca y Boyacá los mejores rendimientos se obtienen en el primer semestre, por lo cual se pueden esperar mayores beneficios económicos de la aplicación de fertilizantes. En Nariño y Cauca en el segundo semestre se obtienen más altos rendimientos.

La aplicación de riego, especialmente en el segundo semestre, ha aumentado considerablemente los rendimientos en Cundinamarca y Boyacá.

En general es recomendable aplicar el fertilizante localizado en banda debajo de la semilla o en corona alrededor de la misma. Por su parte la época más adecuada de aplicación es el momento de la siembra.

Para tener buenos rendimientos en el cultivo de la papa, además de la fertilización deben tenerse en cuenta otros factores como humedad adecuada en el suelo, semilla de buena calidad y control de plagas, malezas y enfermedades.

BIBLIOGRAFIA

1. FAO. 1965. Fertilizaer and their USE. A pocket guide for - extensión officirs. 54 p.
2. FERNANDEZ, F, y N, SANTA. 1964. Estudio general de - Suelos del Oriente Antioqueño. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Departamento Agrológico.
3. GRANDET, G. y R. LORA. 1979. Acumulación de Materia - Seca y de varios nutrimentos en tres variedades de papa cultivadas en la Serie Mosquera del Centro Nac. de Inves- tigaciones Tibaitatá. En: Programa Nacional de Suelos ICA. Informe de Progreso 1978.
4. GUÉRRERO, M.R. 1974. La Fertilización Fosfórica en Cul- tivos de clima frío. En: Suelos Ecuatoriales - El fósfo- ro en zonas Tropicales. Tercer Coloquio sobre Suelo. Soc. Col. de la Ciencia del Suelo. Vol. VI. No. 1 pp.179- 223.
5. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1963. Informe Anual del Programa de Suelos. Bogotá. 144. p.
6. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 180. Estado - Actual de la Fertilidad de los Suelos Colombianos y Esti- mativos de las Necesidades de Fertilizantes para Varios Cultivos. Documento de Trabajo No. 85. Programa Na- cional de Suelos. 118 páginas.
7. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI. 1962. Levan- tamiento Agrológico de la Cuenca Alta del Río Bogotá. - Departamento Agrológico, Primera y Segunda partes. 265 p. Bogotá.
8. LORA, R. y M. Giraldo. 1972. Estudio de la fertilización de la papa mediante el uso del diseño superficie de respuesta en dos departamentos de Colombia. En: VII Reunión La- tina Americana de papa. Instituto Colombiano Agropecua- rio. Bogotá.
9. LORA, R. y A. WIECZORECK. 1976. Fertilización de la pa- pa en Colombia. En: Instituto Colombiano Agropecuario; El cultivo de papa. Conferencias, Tibaitatá.

10. LUJAN, L. 1978. Situación actual del cultivo de la papa en Colombia. En: El cultivo de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario. Programa de Tuberosas. Reg. No. 4. Compendio No. 24.
11. MARIN, G. y R. GUERRERO. 1977. Aspectos generales de la Ecología y los suelos de la Regional No. 1 del ICA. En: Curso sobre suelos y Fertilizantes.
12. OPSA - OFICINA DE PLANEACION DEL SECTOR AGROPECUARIO. 1975. Documento de trabajo. Grupo Nacional de Fertilizantes. Bogotá 77 p.