

Nota Técnica

EFECTO DEL ENCALADO SOBRE LA PRODUCCION DE SEIS CULTIVARES DE *Phaseolus vulgaris* L. EN UN ULTISOL DE PEJIBAYE DE PEREZ ZELEDON 1

Carlos Díaz *
Carlos A. Cervantes **

ABSTRACT

Effect of increasing levels of CaCO_3 on the yield of six cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in acid soils of Pejibaye, Pérez Zeledón, Costa Rica. The effect of increasing levels of CaCO_3 over six cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) was tested under field conditions in an Ultisol in Pejibaye, Pérez Zeledón, Costa Rica. Significant differences were found among cultivars in emergence percentage, blooming time and physiological maturity time. Highly significant differences were found in plant physiological maturity for the interaction of cultivars and levels of CaCO_3 . The cultivars Brunca and Huetar produced the highest number of pods/plant. The highest yields were obtained at the lime level of 2.0 t/ha of CaCO_3 with Brunca, Cuarenteno and Huetar; at 1.5 t/ha with Huasteco and at 1.0 t/ha of CaCO_3 with HT7719. Cultivar Talamanca produced the highest yield when no CaCO_3 was applied. The applications of CaCO_3 increased the pH level, Ca and P content, and decreased the level of Al, Mg, Mn, Fe, the effective cation exchange capacity and the percentage of Al saturation. The economical analysis showed that the highest profit was obtained when no CaCO_3 was applied with the Talamanca cultivar.

INTRODUCCION

En América Latina, el frijol se cultiva en suelos con condiciones químicas y físicas muy variables. En algunos de ellos las diferencias nutricionales pueden limitar los rendimientos. En otros casos, la toxicidad de elementos afectan sensiblemente el cultivo (Delgado, 1978). Las altas concentraciones de Al en el suelo insolubilizan tanto el P nativo como el P aplicado en forma de fertilizantes, el cual es transformado a formas no utilizables por las plantas (Quirós y González, 1979). La mayoría de los investigadores han

concluido que la deficiencia de P retarda la maduración y que al inicio de la floración, las plantas deficientes en P tienen menos de 0,35% de este elemento en las hojas (Cardona, 1982; Palma, 1978; Penssanha, 1982; Russell, 1968). En suelos ácidos, el exceso de Al causa una deficiencia de P en las plantas (Fassbender, 1982; Sáenz, 1980; Spain y Charles, 1975). En un estudio realizado sobre la neutralización de la acidez de intercambio en 10 suelos del Valle de El General, Mora (1978) encontró que el encalado provocó un incremento del pH, y la disminución del Al, el K, el Mg, el Fe y el Mn. Por ser el frijol un cultivo de gran importancia en la zona de Pejibaye de Pérez Zeledón, y por ser ésta una zona de suelos ácidos, se definió como objetivo del presente trabajo evaluar el efecto del encalado sobre el rendimiento de 6 cultivares de frijol en un Ultisol de Pejibaye, Pérez Zeledón.

1/ Recibido para publicación el 10 de mayo de 1990.
* Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Sabana, San José, Costa Rica.
** Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Descripción de la zona

El experimento se realizó en Veracruz, distrito de Pejibaye, cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José, entre los 9°03' latitud norte y 83°24' longitud este. El lugar se encuentra a 600 msnm en terrenos con pendiente de 15% y suelos clasificados como Plinthic Palehumult. Las características físicas y químicas del suelo se presentan en el Cuadro 1. El clima de la zona para los meses de abril a agosto presentó una precipitación total de 837,6 mm con una temperatura media de 26,6°C, y máximas y mínimas de 28,5 y 24,7°C, respectivamente.

Cuadro 1. Análisis químico y físico del suelo antes de la aplicación del encalado.

pH	M.O	Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe	CICE	Sat.	Al
	%	—	cmol	(+)/L	—	—	—	—	—	—	%	%	%
5,0	3,7	4,4	9,0	5,5	0,46	6	3	69	4	152	19,36		22,7
% Arena	% Limo	% Arcilla		Nombre	textural								
32	37	31		Franco	Arcilloso								

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en 6 cultivares de frijol de las variedades comerciales Talamanca, Brunca, Huasteco y Huetar, el cultivar criollo Cuarenteno y un cultivar experimental, HT7719, en combinación con 6 dosis de CaCO₃: 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; y 2,5 t CaCO₃/ha, para un total de 36 tratamientos. El CaCO₃ se aplicó un mes antes de la siembra y se incorporó con la ayuda de un rotador. El análisis químico y granulométrico del CaCO₃ se presenta en el Cuadro 2.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas con 4 repeticiones, en el cual la parcela grande lo constituyeron los niveles de CaCO₃ y las subparcelas los cultivares de frijol. Se evaluaron 24 parcelas grandes y 144 parcelas pequeñas. El área de la parcela grande fue de 60 m² y de 10 m² para la subparcela. La parcela útil que se cosechó fue de 4 m².

Manejo

Como fertilización básica se aplicó 150 kg/ha de la fórmula 10-30-10 la cual se complementó con

Cuadro 2. Características granulométricas y químicas del material encalante.

Análisis				Valor
Granulometría (Malla Tyler)				
+	10	>	2,0 mm	0,32
+	20	>	1,0 mm	5,17
+	35	>	0,5 mm	7,26
+	60	>	250 μ	10,50
+	80	>	180 μ	7,30
+	100	>	150 μ	3,90
-	100	>	150 μ	68,00
% Poder neutralante				93,20
% CaCO ₃ equivalente				95,50
% Ca				37,20
% CaO				51,90
% Mg				0,56
% MgO				0,92

una aplicación de 100 kg/ha de nitrato de amonio a los 18 días. El experimento se plantó en mayo de 1988 a una distancia de siembra de 0,20 m entre plantas y 0,50 m entre hileras con una densidad de siembra de 200.000 plantas/ha.

Variables evaluadas

Se evaluó el porcentaje de emergencia, días a la floración, días a la madurez fisiológica, número de plantas cosechadas, número de vainas/planta, número de granos/vaina, peso de 100 granos y rendimiento del frijol a 14% de humedad.

De las variables de suelo se analizó el pH, Al intercambiable, Ca, P, K, Mg, Mn, Fe y Zn.

Se aplicó también un análisis económico a los resultados utilizando la metodología del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (Perrin, 1976).

RESULTADOS Y DISCUSION

Porcentaje de emergencia

No se presentaron diferencias significativas entre los porcentajes de emergencia respecto a las dosis de encalado, pero sí se encontraron diferencias entre cultivares. Los mayores porcentajes de emergencia se obtuvieron con los cultivares Huasteco (85%) y HT7719 (84%).

Días a la floración

El nivel de encalado tampoco afectó el tiempo a floración, mientras que días a la floración

fueron significativamente diferentes para cultivares y se obtuvieron diferencias altamente significativas para la interacción cultivar x nivel de encalado. El material Cuarenteno fue el más precoz cuando se le aplicaron niveles de encalado de 2,0 y 2,5 t/ha.

Días a la madurez fisiológica

Esta variable fue significativamente diferente para cultivares, niveles de encalado y su interacción. Los niveles de 1 y 2 t/ha de CaCO_3 dieron el período más corto a la madurez fisiológica para todos los materiales (Cuadro 3). En cuanto a cultivares, el más precoz fue el Cuarenteno con 59 días a la madurez fisiológica. Algunos autores (Bornemisza, 1965; Cardona y Flor, 1982) atribuyen el retardo en alcanzar la madurez fisiológica a niveles bajos de P en el suelo. El encalado, al aumentar el contenido de P disponible en los suelos, puede originar una reducción en los días a la madurez fisiológica. Las diferencias en la magnitud de este efecto sobre los diferentes materiales usados, pudo deberse a las diferencias genotípicas.

Cuadro 3. Efecto de los niveles de CaCO_3 en el número de días a la madurez fisiológica y peso de 100 semillas de frijol.

Nivel de CaCO_3 t/ha	Días a madurez fisiológica	Peso de 100 semillas
2,0	67,7 C	18,3 B
1,0	67,9 C	18,6 AB
1,5	68,7 B	17,8 C
2,5	68,7 B	17,5 C
0,5	68,8 B	17,8 C
0,0	69,5 A	19,1 A

Medias con igual letra no difieren estadísticamente según prueba de Duncan al 5%.

Número de vainas, granos y peso de 100 semillas

Los niveles de encalado no afectaron el número de vainas por planta ni el número de granos por vaina, pero sí se obtuvieron diferencias altamente significativas para el peso de 100 semillas (Cuadro 3). El mayor peso promedio se obtuvo cuando no se aplicó CaCO_3 . El efecto del cultivar afectó significativamente el número de vainas/planta, el número de granos/vaina y el peso de 100 semillas. El mayor número de vainas/planta

se obtuvo para los cultivares Brunca y Huetar con 13,6 y 13,5 vainas/planta. Para ninguna de estas variedades se presentó interacción entre dosis de encalado y cultivares. Miller (1975), Villachica (1974), Sánchez (1980) y Corella (1985) informan que el aumento de peso del grano está muy relacionado con la variación en la disponibilidad de nutrimentos en el suelo. El efecto del encalado al aumentar la solubilidad del P y disminuir el porcentaje de saturación de acidez, puede relacionarse con el aumento de peso de los granos.

Rendimiento

Los rendimientos del frijol no fueron significativamente diferentes para niveles de encalado o cultivares, pero sí se encontraron diferencias significativas para la interacción. La variedad Huetar con aplicaciones de 2 t/ha de CaCO_3 presentó el mayor rendimiento con 1,8 t/ha de frijol. Los efectos del encalado sobre el rendimiento dependen en gran medida del tipo de material que se use (Corella, 1985).

Variabes de suelo

Las respuestas del suelo a la aplicación de los diferentes niveles de CaCO_3 se presentan, como promedios, en el Cuadro 4. Los resultados se obtuvieron al final de la cosecha cuando se muestrearon todas las unidades experimentales. Como se puede observar, la aplicación de CaCO_3 en general, logró reducir los niveles de Al intercambiable, disminuyó el porcentaje de saturación de Al e incrementó el pH hacia valores adecuados. Sin embargo, aún el nivel más alto (2,5 t/ha de CaCO_3) resultó inferior al que utilizaron otros

% Saturación Al.

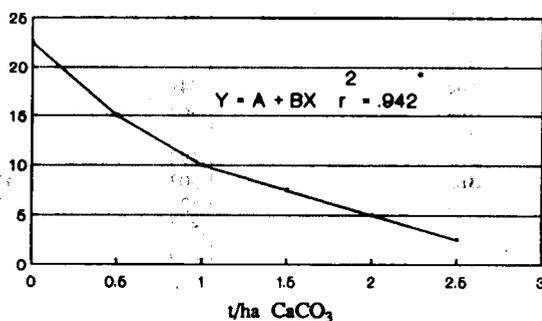


Fig. 1. Efecto de la aplicación de CaCO_3 en el % de saturación de Al.

Cuadro 4. Características químicas del suelo después del encalado (valores promedios).

CaCO ₃ t/ha	pH	Al	Ca cmol (+)/L	Mg	K	P	Zn	Mn mg/kg	Cu	Fe	CIC	Sat. Al %
0	5,0	4,4	9,2	4,2	0,46	6,5	3,1	69	4,0	150	19,3	22,8
0,5	5,1	2,8	9,8	5,0	0,50	7,5	2,9	68	3,5	105	18,1	15,3
1,0	5,3	1,7	10,4	4,1	0,49	8,0	2,5	65	3,5	95	16,7	10,3
1,5	5,3	1,5	11,7	4,4	0,55	10,5	2,8	63	3,7	95	18,2	8,2
2,0	5,3	0,7	12,5	3,6	0,45	10,3	3,7	59	3,7	89	17,2	4,3
2,5	5,4	0,5	13,0	3,2	0,44	10,5	3,9	55	3,7	82	17,0	2,7

Laboratorio de Suelos, MAG.

Cuadro 5. Rendimiento, costos variables y beneficio neto de los 36 tratamientos.

Tratamiento Nivel-Cultivar	Rend. kg/ha	Valor bruto campo colones	Costos variables colones	Beneficio neto colones
1,5 T - Tal	1.080	30.132,00	5.196,30	24.935,70
0,5 T - Tal	1.134	31.132,60	3.256,30	28.935,70
0,0 T - Cua	1.188	33.145,20	1.700,00	31.445,20
1,5 T - Cua	1.206	33.647,40	4.790,00	28.857,40
0,0 T - Bru	1.215	33.898,50	2.106,30	31.792,20
2,5 T - Tal	1.224	34.149,60	7.136,30	27.013,30
0,0 T - HT	1.224	34.149,60	2.106,30	32.043,30
0,5 T - Bru	1.242	34.651,80	3.256,30	31.955,50
0,5 T - Cua	1.242	34.651,80	2.850,00	31.801,80
0,0 T - Hua	1.269	35.405,10	2.106,30	33.298,80
2,5 T - HT	1.287	35.907,30	7.136,30	28.771,00
2,0 T - HT	1.323	36.911,70	6.166,30	30.745,00
1,0 T - Cua	1.341	37.413,90	3.820,00	33.593,90
1,5 T - HT	1.341	37.413,90	5.196,30	32.217,60
2,5 T - Hua	1.359	37.916,10	7.136,30	30.779,80
0,5 T - Hua	1.368	38.167,20	3.256,30	34.910,90
1,0 T - Hua	1.377	38.418,30	4.226,30	34.192,00
2,0 T - Tal	1.386	38.669,40	6.166,30	32.503,10
0,5 T - HT	1.386	38.669,40	3.256,30	35.413,10
1,0 T - Tal	1.404	39.171,60	4.226,30	34.945,30
0,5 T - Hue	1.413	39.422,70	3.256,30	36.166,40
0,0 T - Hue	1.422	39.673,80	2.106,30	37.567,50
1,0 T - Hue	1.431	39.924,90	4.226,30	35.698,60
2,0 T - Hua	1.431	39.924,90	6.166,30	33.758,60
2,5 T - Hue	1.449	40.427,10	7.136,30	33.290,80
1,5 T - Hua	1.467	40.929,30	5.196,30	35.733,00
1,0 T - HT	1.476	41.180,40	4.226,30	36.954,10
1,0 T - Bru	1.494	41.682,60	4.226,30	37.456,30
1,5 T - Bru	1.503	41.993,70	5.196,30	36.797,40
2,5 T - Cua	1.521	42.435,90	6.730,00	35.705,90
2,5 T - Bru	1.539	42.938,10	7.136,30	35.801,80
2,0 T - Cua	1.593	44.444,70	5.760,00	38.684,70
1,5 T - Hue	1.602	44.695,80	5.196,30	39.499,50
2,0 T - Bru	1.629	45.449,10	6.166,30	39.282,80
0,0 T - Tal	1.652	46.204,40	2.106,30	44.098,10
2,0 T - Hue	1.809	50.471,10	6.166,30	44.304,80

* Ajuste rendimiento del 10 %
 Precio Campo= 27y 90 col/kg

autores (Quirós, 1979; Serpa, 1979; Thuang, 1985) para lograr neutralizaciones máximas. Esta dosis bajó el Al intercambiable de 4,4 a 0,5 cmol(+)/L, y el pH en 0,4 unidades (Figura 1).

El encalado incrementó los contenidos de Ca intercambiable y redujo la participación del Mg en el complejo de cambio. El K no presentó variaciones en su contenido. El P extraíble se incrementó con el tratamiento.

Análisis económico

Los mayores beneficios netos se alcanzaron con los tratamientos de 2,0 t/ha de CaCO₃ para el cultivar Huetar y con 0 t/ha para los cultivares Talamanca y Cuarenteno, en los cuales hubo un menor costo variable (Cuadro 5). El análisis marginal de los tratamientos no dominados señaló que la mayor tasa de retorno marginal se obtuvo con el tratamiento de 0 t/ha de CaCO₃ y el cultivar Talamanca, pues presenta un menor incremento en el costo variable y un mayor incremento en el beneficio neto.

RESUMEN

Se estudió en condiciones de campo el efecto de dosis crecientes de encalado sobre la producción de 6 cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelos ácidos de Pejibaye de Pérez Zeledón. Los resultados indicaron diferencias estadísticas entre cultivares para el porcentaje de emergencia, el número de días a la floración, y el número de días a la madurez fisiológica. Esta última variable también fue altamente significativa para niveles de CaCO₃, y la interacción con cultivares. Los resultados mostraron también diferencias significativas para cultivares respecto al número de vainas/planta. Las variedades Brunca y Huetar alcanzaron el mayor número de vainas/planta. Los mejores rendimientos se obtuvieron para el nivel de 2,0 t/ha de CaCO₃ con los cultivares Brunca, Cuarenteno y Huetar, para 1,5 t/ha de CaCO₃ con Huasteco, y para 1,0 t/ha con la variedad HT7719. La variedad Talamanca presentó los mayores rendimientos cuando no se aplicó CaCO₃. Las aplicaciones de CaCO₃ aumentaron el pH, el Ca, el P y disminuyeron los contenidos de Al, Mg, Mn, Fe, CICE y el porcentaje de

saturación de Al. De acuerdo al análisis económico, la mayor tasa marginal y el mayor beneficio neto se obtuvo cuando no se encaló la variedad Talamanca.

LITERATURA CITADA

- BORNEMISZA, E. 1965. Conceptos modernos de la acidez del suelo. Turrialba 15(1):20-24.
- CARDONA, C.; FLOR, C. 1982. Problemas de campo en el cultivo de frijol en América Latina. Cali, Colombia, CIAT. 183 p.
- CORELLA, F. 1985. Informe anual. San José, Ministerio de Agricultura y Ganadería. 34 p.
- DELGADO, E. 1978. El nivel crítico de fósforo en el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía.
- FASSBENDER, H.W. 1982. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Turrialba, Costa Rica, IICA. p. 168-208.
- MILLER, C.E. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo. México, D.F., Continental. p. 211-236.
- MORA, W. 1978. Estudio sobre la neutralización de la acidez de intercambio en diez suelos del Valle de El General, Costa Rica. Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. p. 11-62.
- PALMA, T. 1978. Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a dosis crecientes de nitrógeno en suelos de Buenos Aires de Puntarenas. Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 76 p.
- PENSSANHA, G.C. 1982. Efectos del nitrógeno, el fósforo y el encalamiento en el cultivo del frijol. S.L. 17(3):375-379.
- PERRIN, P.K. *et al.* 1976. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos; un manual metodológico de evaluación económica. México, CIMMYT. 54 p. (Folleto de Información no. 27)
- QUIROS, S.; GONZALEZ, M.A. 1979. Neutralización del aluminio intercambiable y aprovechamiento del fósforo en tres suelos de Costa Rica. Agronomía Costarricense 3(2):137-149.
- ROSSELL, E.J. 1968. Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas. Madrid, España. 801 p.

- SAENZ, A. 1976. Suelos ácidos de Costa Rica. San José, Universidad de Costa Rica. 33 p. (Serie de Agronomía no. 19)
- SANCHEZ, L.F. 1980. Aspectos sobre acidez y enclamiento. Colombia, Instituto Colombiano Agropecuario. p. 119-141. (Compendio no. 38)
- SERPA, R.; GONZALEZ, M.A. 1979. Necesidades de cal en tres suelos de Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 3(2):107-108.
- SPAIN, J.M.; CHARLES, A.F. 1982. Diferencias entre especies y variedades de cultivos y pastos tropicales en su tolerancia a la acidez del suelo. *In Manejo de suelos en la América Tropical*. Ed. por E. Bornemisza y A. Alvarado. Raleigh, North Carolina State University. p. 313-335.
- VILLACHICA, H.; BORNEMISZA, E. 1974. Efecto de la aplicación de cal, fósforo y zinc en el rendimiento y la concentración de zinc, manganeso e hierro en el pasto pangola. *Turrialba* 24(2):132-140.