

EFFECTO DEL ABONO ORGÁNICO FERTECOL SOBRE EL CRECIMIENTO VEGETAL, PESO SECO DEL VÁSTAGO Y RAÍZ Y LA TOMA DEL FÓSFORO POR *Arachis hypogaea* L.

Gómez-Guiñán Y.*

ABSTRACT

RESUMEN

La eficiencia agronómica de un fertilizante se fundamenta, en la capacidad que posee la mezcla de sus componentes en mejorar la productividad vegetal. Esta investigación se fundamentó en evaluar el efecto de las concentraciones del abono orgánico Fertecol sobre el crecimiento de las plantas, el peso seco del vástago y raíces y la toma del P por *Arachis hypogaea* L. las plantas se sembraron en suelo ácido tratado con un abono orgánico, elaborado en base a sus componentes "lodo de filtro" y "nepe" en las proporciones 1:2 y 2:1 respectivamente, las cuales a su vez se mezclaron con el suelo estudiado en las concentraciones 0.5 - 1.0 y 2.0 % (p/p). Aunque el empleo del abono orgánico promovió un incremento en el crecimiento vegetal para ambos tratamientos, el mayor crecimiento ocurrió, con el empleo de la concentración del 2.0 %. La adición del abono orgánico disminuyó el tiempo de crecimiento del maní bajo condiciones naturales del suelo. El empleo del abono orgánico en ambas proporciones, provocó una disminución significativa del peso seco de las raíces en relación al incremento de las concentraciones; a la vez, este abono orgánico causó un efecto inverso sobre el peso seco del vástago en relación al contenido de fósforo de cada tratamiento. El incremento de la concentración del abono orgánico promovió un decremento significativo de la relación raíz / vástago en cada período de estudio. El empleo del abono orgánico en la relación 2:1 (2.0 %) incrementó la capacidad de fijación del P por la planta.

PALABRAS CLAVES: Abono orgánico, *Arachis hypogaea*, toma del fósforo, peso seco, crecimiento vegetal.

The agronomic efficiency of a fertilizer depends on its components capacity to improve vegetal productivity. The purpose of this study was to evaluate the effects of concentrations of organic manure Fertecol on plant growth, shoot and root dry weight and P uptake of *Arachis hypogaea* L. The plants grew up in the following combinations: organic manure was elaborated with « Filter mud» and «nepe» components in the proportions 1:2 and 2:1, then mixed with acid soil in 0.5, 1.0 and 2.0 % concentrations. Although the use of organic manure meant an increase in vegetal growth under all treatments, the most important growth took place when the 2.0 % concentration was used. The addition of organic manure meant a decrease in peanut growth time under natural soil conditions. It also meant a significant decrease in root dry weight in relation to concentration increase. At the same time, this organic manure caused an inverse effect on shoot dry weight in relation to phosphorus content. The increase in organic manure concentration meant a significant decrease in the root / shoot ratio in each study period. The use of organic manure in the 2:1 proportion (2.0 %) increased the P fixation ability.

KEY WORDS: I pay organic, *Arachis hypogaea*, taking of the match, dry weight, vegetable growth.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un medio heterogéneo en el que se llevan a cabo procesos de mineralización de compuestos orgánicos, los cuales determinan su fertilidad, al resultar en una fuente de nutrimentos inorgánicos en solución, disponibles bajo condiciones favorables para la planta (Dighton y Boddy, 1989). No obstante, en los suelos ácidos existen grandes limitaciones que afectan la disponibilidad de estos elementos; tal es el caso de la elevada fijación del fósforo (Holford, 1991). Actualmente, la erradicación de esta problemática, está basada en una tecnología de altos insumos, fundamentada en el empleo de sustancias químicas, cuyos precios han limitado, especialmente en América Latina, la factibilidad económica del manejo de los suelos ácidos según esta tecnología (Sánchez y Salinas, 1983).

* Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Departamento de Ciencias. Puerto La Cruz, Estado Anzoátegui.

Recibido: 19 Enero 1998. Aprobado: 11 Enero 1999.

Dado el alto costo de estos insumos agrícolas, resulta conveniente la búsqueda de vías alternas de solución para el mejoramiento de los suelos ácidos, mediante el uso de fertilizantes orgánicos. Los residuos orgánicos constituyen una fuente vital para la conservación y restauración de la productividad del suelo; no solamente como el resultado de el reemplazamiento de la materia orgánica del suelo, sino también, como fuente importante de nutrimentos (Gunshian y Friesen, 1994).

Diferentes residuos orgánicos de origen animal y vegetal han sido empleados como abonos orgánicos, no obstante, la tasa de descomposición de los mismos y los patrones de liberación de los nutrimentos, dependen de las características del residuo (Reinertsen *et al.*, 1984). De allí, la importancia del empleo de residuos orgánicos con alto contenido de fósforo, los cuales pueden hacer una contribución significativa al contenido de fósforo total del suelo (White y Ayoub, 1983).

Dado que la concentración de fósforo soluble aporta por los fertilizantes al suelo, determina en gran parte el desarrollo y el crecimiento vegetal, la presente investigación tuvo como objetivos determinar el efecto de diferentes concentraciones del abono orgánico Fertecol sobre el crecimiento, el peso seco de la raíz y el vástago y la inmovilización del P por *Arachis hypogaea*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se empleó un suelo procedente de la localidad de Mapiricure, Mesa de Guanipa, estado Anzoátegui; el cual fue recolectado por quintuplicado al azar (Parkinson *et al.*, 1971) entre 0 y 20 cm de profundidad en un área experimental de 2000 m².

Como abono orgánico, se empleó el fertilizante Fertecol, el cual resulta de la mezcla de los residuos orgánicos "lodo de filtro", procedente de la industria azucarera y el "afrecho" o "nepe" proveniente de la industria cervecera. Ambos residuos, fueron secados (27 ± 3° C) durante 72 horas, cernidos y triturados (2 mm). Estos fueron mezclados homogéneamente (p/p) en las proporciones 1:2 y 2:1 respectivamente, y posteriormente incubados a temperatura ambiente (27 ± 3° C) durante 30 días, manteniendo la mezcla ajustada al 60 % de su capacidad de retención hídrica. Las características fisicoquímicas del suelo y de las mezclas de los residuos orgánicos se determinaron en el Laboratorio Analítico de la Universidad de Oriente (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades físico-químicas del abono orgánico Fertecol y del suelo de Mapiricure.

Muestra	Textura	pH	MO (%)	N (%)	P (µg/g)	Miliquivalentes/ 100 grs. de suelo				
						AL	H	Ca	Mg	K
Suelo	Arenoso	5.4	0.86	0.18	2.2	Trazas	0.17	0.63	0.17	0.10
Fertilizante(2:1) Orgánico		7.1	17.0	2.17	119.64	Trazas	0.27	7.38	0.95	0.03
Fertilizante(1:2) Orgánico		6.4	17.82	3.15	169.8	Trazas	0.30	0.56	0.83	0.02

Las proporciones de los residuos orgánicos citados anteriormente, se mezclaron a su vez homogéneamente con el suelo objeto de estudio en las concentraciones: 0.5 – 1.0 y 2.0 % (p/p).

Tratamiento y siembra de las semillas

Se emplearon semillas de maní (*Arachis hypogaea* L.), var. Americano Chico. Su siembra (1/ recipiente), se llevó a cabo en recipientes plásticos conteniendo de 2.000 g de suelo seco, con las mezclas del abono orgánico correspondiente. El cultivo fue mantenido bajo condiciones de invernadero (temperatura máxima 30° C/ temperatura mínima 28 °C).

El diseño experimental consistió en un arreglo de 192 recipientes. En este se incluyeron los tratamientos: 0.0 – 0.5 - 1.0 y 2.0% (p/p) por cada proporción de mezcla de los residuos empleados (2:1 y 1:2). Las pruebas se realizaron en réplicas de 6 durante los 14 – 21 – 35 y 49 días del crecimiento vegetal.

Crecimiento vegetal

En cada período de estudio, las plantas fueron seleccionadas al azar y removidas cuidadosamente del suelo, medidas y seccionado su sistema radical, el cual fue lavado cuidadosamente con el objeto de eliminar toda partícula de suelo que pudiera permanecer adherido al mismo. Tanto las raíces como el vástago, fueron secadas a 80° C por 72 horas y determinado su peso seco (Anuradha y Narayanan, 1991).

Análisis vegetal

Un gramo del tejido vegetal (vástago) se trató con 10 ml de ácido nítrico y 3.0 ml de ácido perclórico, posteriormente se calentó hasta el desprendimiento de los vapores de óxido de nitrógeno. 10 ml de ácido clorhídrico (1:1) fueron añadidos a la muestra digerida y se completó su volumen a 50 ml con agua destilada. A 1 ml de la mezcla

se le añadieron 4 ml de solución reveladora del color y el volumen se completó a 25 ml con agua destilada. La determinación del P en los tejidos se realizó colorimétricamente a 660 nm (Zapata, 1980).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se trataron mediante análisis de varianza (ANOVA). El nivel de significación de las mezclas de los residuos y de las concentraciones empleadas del abono fue determinado mediante la prueba a posteriori de Duncan (Sokal y Rohlf, 1980; Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento vegetal

El incremento del peso seco del sistema radical bajo condiciones naturales del suelo (Tabla 1) en relación a su disminución bajo condiciones de enmienda con el abono orgánico Fertecol, empleado en cualquiera de las concentraciones (0.5–1.0 y 2.0 % p/p), se explica, debido a que durante el cultivo de las plantas en medios deficientes de fósforo, éstas experimentan una elongación de su sistema radical (Narayanan y Reddy, 1992), como un mecanismo adaptativo el cual les permite llevar a cabo la solubilidad y la hidrólisis del fósforo presente en el suelo y mejorar así la eficiencia en la toma de este elemento (Darrah, 1993; Jungk *et al.*, 1993).

Se ha reportado, que la elongación del sistema radical en suelos deficientes en fósforo, está relacionada a la acidificación que promueven las plantas en estas condiciones a la zona que circunda a las raíces (Petersen y Bottger, 1991; Anuradha y Narayanan, 1991). La disminución del peso seco de las raíces que se observa bajo ambos tratamientos durante períodos del crecimiento vegetal al incrementar las concentraciones del abono orgánico, probablemente está relacionado al aporte de fósforo del abono orgánico al contenido de P totales en el suelo, a lo cual las plantas probablemente responden con una regulación de la cantidad de raíces producidas (Föshe *et al.*, 1988).

Las diferencias existentes entre los tratamientos 1:2 y 2:1 en relación al peso seco de la raíz (Tabla 2), evidencian que ambos tratamientos reducen con respecto al control el peso seco del sistema radical, no obstante, en la relación 2:1, el efecto fue significativamente mayor.

El análisis comparativo del efecto del empleo del abono orgánico sobre el peso seco del vástago (Tabla 1), confirma, que el tratamiento 2:1 es el que ejerce mayor efecto

sobre éste, y que la concentración del 2.0 % del residuo en ambos tratamientos determina la máxima producción de materia seca, lo cual puede estar relacionado, al contenido de P de ambos tratamientos, ya que el suministro de este elemento incrementa la producción de materia seca (Ron Vaz *et al.*, 1993).

Tabla 2. El efecto del tratamiento y la concentración del abono orgánico Fertecol sobre el peso seco de la raíz, el vástago y el tamaño de la planta durante el crecimiento vegetal.

Tratamiento	Peso seco (g / pote)						Tamaño (cm)		
	Raíz			Vástago			Vástago		
	Concentración								
	0.5**	1.0***	2.0***	0.5	1.0**	2.0**	0.5*	1.0*	2.0***
Control	0.17*	0.17*	0.17*	1.05 ⁱ	1.05 ^j	1.05 ⁱ	43.97 ^a	43.97 ^b	43.97 ^c
Abono(1:2)	0.16*	0.15 ^d	0.09*	1.07 ⁱ	1.08 ^j	1.07 ⁱ	55.03 ^a	59.33 ^a	59.08 ^a
Abono(2:1)	0.13 ^b	0.04*	0.05 ^b	1.08 ⁱ	1.28 ^k	1.34 ^m	56.38 ^a	60.12 ^a	69.57 ^a

*p < 0.05; **p < 0.001

Los valores medios seguidos de la misma letra no difieren en la forma significativa según el análisis del rango múltiple de Duncan.

El incremento en el tamaño mostrado por las plantas bajo ambos tratamientos (Tabla 1), evidencia el carácter beneficioso del empleo del abono orgánico Fertecol para el cultivo del maní en suelos ácidos. El incremento de las concentraciones del mismo en ambos tratamientos, reduce el tiempo que tarda el maní en alcanzar un determinado estado de crecimiento bajo condiciones naturales del suelo. Similares resultados han sido reportados por Hajabbasi y Schumacher (1994) al emplear fertilizaciones de P. El tamaño alcanzado bajo condiciones naturales del suelo, está asociado a la situación de estrés de éstos, lo cual repercute sobre los reguladores del crecimiento vegetal (Russel, 1980).

Al comparar el efecto de los tratamientos 1:2 y 2:1 (Tabla 1) en relación al tamaño alcanzado por la planta, se observa, una variación significativa al emplear la concentración del 2.0 %, lo cual sugiere que un mayor contenido del fósforo determina el crecimiento vegetal.

Relación raíz/vástago

La relación raíz/vástago está determinada por la concentración de fósforo en la solución del suelo y se considera un factor importante de la eficiencia de la toma del P por la planta (Föshe *et al.*, 1980). La alta relación existente a concentraciones menores del 1.0 % en los tratamientos 1:2 y 2:1 (Fig 1), se explica debido al incremento que provoca el bajo contenido de P de las mismas sobre el

peso seco de las raíces. La disminución progresiva de la relación que se observa bajo ambos tratamientos, en especial en la proporción 2:1, evidencia que la toma del P se hace más eficiente cuando el abono Fertecol es empleado en la concentración del 2.0 %.

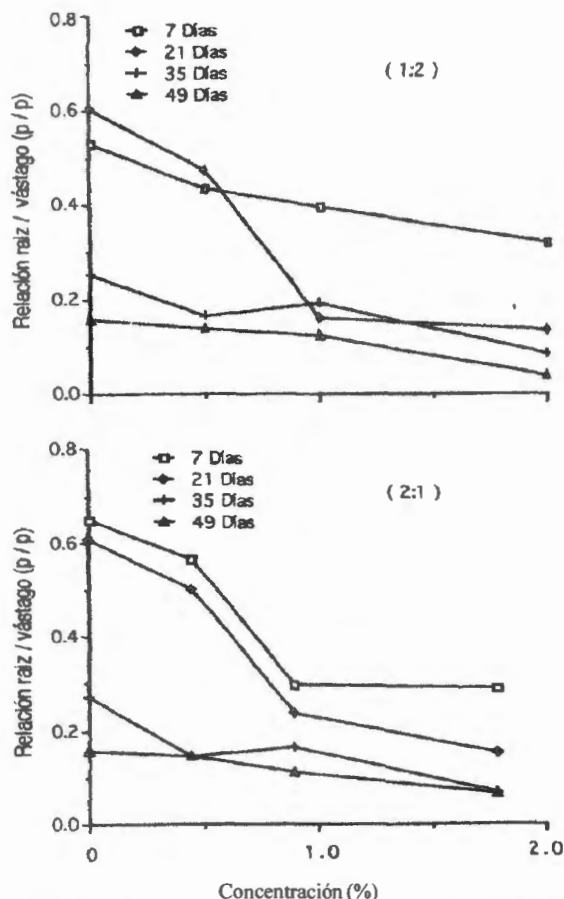


Fig. 1.- Relación de peso seco raíz / vástago en razón a la concentración del abono orgánico durante el crecimiento vegetal.

Toma del fósforo

Las plantas sometidas a los tratamientos con el abono orgánico, mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) en comparación al contenido de P en el vástago. La adición del fertilizante incrementó el contenido del mismo entre 4.2 y 4.4 veces con respecto al control (Tabla 3). Lo cual constituye una estimación de la eficiencia de la toma del P por la planta bajo condiciones de enmienda (Föshe et al., 1988). Esta mayor eficiencia en la toma de este elemento, está relacionada a la adición de materia orgánica, la cual incrementa los niveles de P extraíble y la tasa de liberación del mismo, al disminuir la tasa de fijación del fósforo en el suelo (Bumaya y Naylor, 1988; Morel y Fardeau, 1990).

Tabla 3. Efecto del tratamiento y del abono orgánico Fertecol sobre la toma por el fósforo por la planta durante el crecimiento vegetal.

Tratamiento	Toma de P ($\mu\text{g} / \text{g}$)		
	Vástago		
	concentración		
	0.05***	1.0***	2.0***
Control	15.69 ^a	15.69 ^d	15.69 ^e
Abono(1:2)	51.95 ^b	57.34 ^e	67.26 ^b
Abono(2:1)	57.43 ^c	66.29 ^f	74.15 ⁱ

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Los valores medios seguidos de la misma letra difieren en la forma significativa según el análisis del rango múltiple de Duncan.

CONCLUSIÓN

La mezcla 2:1 de los constituyentes del abono orgánico Fertecol y empleado en la concentración del 2.0 % incrementó el crecimiento vegetal, el peso seco del vástago y la toma del P por parte de la planta, por lo que su empleo en suelo ácido puede resultar beneficioso para el cultivo del maní.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente por el apoyo prestado al proyecto C.I. 1-021-00453

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANURADHA, M. AND NARAYANAN, A. 1991. Promotion of root elongation by phosphorus deficiency. *Plant Soil*. 136: 273 - 275.
- BUMAYA, A.H. AND NAYLOR, D.V. 1988. Phosphorus sorption and extractability in acid soil incubated with plant residue of variable P content. *Plant Soil*. 112: 77-81.
- DARRAH, P. R. 1993. Influence of selected grasses and forb on soil phosphate activity. *Can. J. Soil. Sci.* 53: 119-121.

- DIGHTON, J. AND BODDY, L. 1989. Role of fungi in nitrogen, phosphorus and sulfur cycling in temperate forest ecosystems. In: Nitrogen Phosphorus and Sulfur Utilization by Fungy, pp. 269 – 298. Eds. L. Boddy, R. Marchant and D. J. Read, Cambridge University Press.
- FÖHSE, D., CLAASSEN, N. AND JUNGK, A. 1988. Phosphorus efficiency of plants. I. External and internal P requirement and P uptake efficiency of different plant species. *Plant Soil*: 110: 101- 109.
- GUNSHIAM, U. AND FRIESEN, D. K. 1994. The effect of C: P ratio of plant residues added to soils contrasting phosphate sorption capacities on P uptake by *Panicum maximum* (Jacq.) *Plant Soil*. 158: 275- 285.
- HAJABBASI, M. A. AND SCHUMACHER, T. E. 1994. Phosphorus effects on root growth and development in two maize genotypes. *Plant Soil*. 158: 39-46.
- HOLDFORD, I.C.R. 1991. Comments on intensity-quantity aspects of soil phosphorus. *Aust. Res.* 29: 11-14.
- JUNGK, B., SEELING, B. AND GERKE, J. 1993. Mobilization of different phosphate fractions in the rhizosphere. *Plant Soil*. 155 / 156: 91-94.
- MOREL, CH. AND FARDEAU, J. C. 1990. Uptake of phosphatase from soils and fertilizer as affected by soil P availability and solubility of phosphorus fertilizer. *Plant Soil*. 121: 217-224.
- NARAYANAN, A. AND REDDY, B. K. 1982. In *Plant Nutrition*, Vol. 2 Ed. A Scaife.. pp. 412-417. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, U.K.
- PARKINSON, D., GRAY, T. R. C. AND WILLIAMS, S. T. 1971. *Methods for studying the ecology of soil microorganisms*, Blackwell Scientific Publ., Oxford, England, U.K., pp 166.
- PETERSEN, W. AND BOTTGER, M. 1991. Copntribution to organic acids to the acidification of the rhizosphere of maize seedlings. *Plant Soil*. 123: 159-163.
- REINERTSEN, S. A., ELLIOT, L. F. COCHRAN, V. L. AND CAMPHELL, G. S. 1984. Role of available carbon and nitrogen in determining the rate of wheat straw decomposition. *Soil Biochem*. 16: 459-464.
- RON VAZ, M. D., EDWARDS, A. C., SHAND, C. A. AND CRESSER, M. S. 1973. Phosphorus fractions in soil solution: *Plant Soil*. 148: 175-183.
- RUSSELL, E. W. 1980. *Soil condition and plant growth*. Wiley. New York. New York., pp 618.
- SÁNCHEZ, P. A. Y SALINAS, J. S. 1983. *Suelos ácidos: estrategias para su manejo con bajos insumos en América Tropical*. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, Colombia, pp.776.
- SOKAL, R. R. AND ROHLF, F.J. 1980. *Biometry*. W.H. Freeman and Co., San Francisco, California, pp. 776.
- STEEL, G. WHITE, R. E. AND AYOUB, A. T. 1983. Decomposition of plant residue of variable C/P ratio and the effect on phosphatase availability. *Plant Soil*. 74: 163 – 173.
- WHITE, R. E. AND AYOUB, A.T. 1983. Decomposition of plant residue of variable C/P ratio and the effect on phosphatase availability. *Plant Soil*. 74: 163-173.
- ZAPATA, R. 1980. *Métodos de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Universidad de Oriente. pp 62.