

PREMIERS RESULTATS DE LA PRODUCTION DE COMPOSES HUMIFERT AU BRÉSIL

A. C. SILVEROL¹, M.C.M. de TOLEDO¹,
D. da S. BENEDITO², L.I. PROCHNOW²

¹ Institut de Geociências – Université de São Paulo, Brésil;
alinesilverol@igc.usp.br; mcristol@usp.br.

² École Supérieure d'Agriculture "Luiz de Queiroz" – Université de São Paulo, Brésil; danielab@esalq.usp.br; liprochn@esalq.usp.br.

Introduction

La production et l'application des engrais phosphatés classiques en climats tropicaux présentent des problèmes économiques et de l'environnement, liés à la libération du P plus rapide que son utilisation par les végétaux. Le P libéré par les engrais reste fixé aux minéraux argileux kaolinitiques et aux oxyhydroxydes de fer, abondants dans les sols tropicaux, et peut aussi être lessivé par les eaux d'infiltration. Cette situation stimule le développement de recherches sur des alternatives de fertilisation, de façon à mieux profiter le phosphore appliqué aux sols.

Le procédé Humifert de production des engrais organo-phosphatés (Sternicha, 1988, brevet 87-13177, France) est une de ces alternatives pour la diminution des pertes du P appliqué pour l'agriculture, avec la fabrication de composés moins solubles que les engrais classiques, mais plus solubles que les phosphates naturels.

Le procédé Humifert utilise, comme matière primaire, des matériaux phosphatés et organiques, traités dans un réacteur qui promeut l'attaque des matériaux par l'acide nitrique naissant, ayant comme résultat la recombinaison du P libéré de la phase minérale avec la matière organique, aussi modifiée. Le produit final est un mélange de composés organo-phosphatés néoformés et de résidus des matériaux de départ, plus ou moins transformés, selon l'intensité des réactions. Le procédé peut marcher avec des matériaux phosphatés non utilisés par l'industrie d'engrais, pour des raisons économiques (minéral de basse teneur ou de difficile traitement industriel), et organiques, comme de la boue des égouts traités et du bagasse de la canne à sucre, entre autres; tous représentent des rejets nocifs à l'environnement, qui peuvent être utilisés par le procédé Humifert.

Au Brésil, des recherches sur le procédé Humifert sont en cours depuis les années 90, mais seulement depuis 2004 un réacteur brésilien

a pu être construit (Toledo *et al.* 2006). Ce travail a pour but présenter les résultats de production, en échelle de laboratoire, des premiers composés Humifert au Brésil, et leur évaluation agronomique, par la détermination de la solubilité et des essais d'efficacité dans des pots en milieu contrôlé, et représente une étape de la recherche pour le développement de ce type d'engrais alternatif.

Matériels et méthode

Les matériaux utilisés sont les minerais de P de Angico dos Dias (Brésil) et de la boue des égouts traités. La mine d'Angico dos Dias présente des teneurs et des tonnages importants (près de 2 millions de tonnes avec moyenne de 15,4% en P_2O_5 , selon Silva *et al.* 1988), mais est située dans la région semi-aride brésilienne, ce qui représente un gros problème pour son utilisation, parce que les minerais phosphatés brésiliens, normalement associés à des manteaux de météorisation latéritiques à partir de roches ignées, sont traités avec des procédures industrielles complexes, dans lesquelles l'eau est très importante pour la flottation. Des recherches antérieures ont contribué au développement d'un procédé spécifique pour la production industrielle, initié en 2004 (Ferreira *et al.* 2002) et à la caractérisation minéralogique du minerai phosphaté d'Angico dos Dias (Santos 2001).

Les mélanges roche phosphaté + matière organique ont été soumis à des périodes croissantes de traitement dans le réacteur (2 à 12h), avec une augmentation progressive de l'attaque aux grains d'apatite (contrôlé au microscope optique et électronique à balayage et à la diffraction de rayons-X) et aussi une augmentation progressive des solubilités de P dans l'eau, dans l'acide citrique 2% et dans le citrate neutre d'ammonium.

Les composés choisis pour l'essai d'efficacité agronomique ont été ceux de 12h. Ces essais, conduits dans des pots, avec quatre répétitions, ont été utilisés, en plus de composé Humifert (mélange de matériel phosphaté et matériel organique, soumis aux réactions de transformations dans le réacteur pendant 12h), avec d'autres matériaux indiqués au tableau 1 (témoin, phosphate monocalcique et autres combinaisons des matériaux phosphatés transformés ou non, mélangés ou non avec de la matière organique, et aussi de la matière organique transformée ou non), pour comparaison. Tous les matériaux utilisés ici ont été soumis à l'évaluation de solubilité du P avec l'eau, l'acide citrique 2% et le citrate neutre d'ammonium. Les pots ont été remplis avec du sol préparé et, après l'application des traitements indiqués (tableau 1), le maïs a été semé. K, N, B, Fe, Mn, Zn, Cu et Mo ont été aussi appliqués, pour garantir que le seul facteur limitant de croissance était le P. Vingt jours après la germination, nouvelle application de N a été faite. Quarante jours après la germination, les plantes ont été coupées; le matériel a été séché en étuve à 60°C et la matière sèche a été pesée.

Tableau 1. Traitements appliqués dans les pots pour les essais d'efficacité agronomique et résultats de production de matière sèche (quatre répétitions et moyenne). PH = Procédé Humifert.

Identification	Traitements	Production de matière sèche (g)				
		1	2	3	4	Moyenne
SNA	1 – Témoin	1,6	1,9	1,8	1,8	1,8
FMC	2 – Phosphate monocalcique	16	20,8	20,1	19,1	19
AD	3 – Minéral	2,3	1,7	2	1,7	1,9
ADPH	4 – Minéral PH	1,7	2,2	1,6	1,9	1,9
LO	5 – Boue	1,4	2,3	1,8	1,9	1,8
LOPH	6 – Boue PH	1,7	1,9	1,7	1,3	1,7
ADLO	7 – Minéral + Boue	2,0	1,9	2,0	1,8	1,9
ADOH+LO	8 – Minéral PH + Boue	2,4	1,8	1,9	1,9	2
AD+LOPH	9 – Minéral + Boue PH	1,9	2	1,9	1,7	1,9
ADLOPH	10 – Composé Humifert (minéral + boue) PH	6	3,8	4	3,8	4,4

Résultats et discussions

Les résultats indiquent trois catégories différentes de production de matière sèche (tableau 1 et figures 1 et 2): le premier, avec une forte production (traitement 2), les deuxièmes avec une production très basse (traitements 1 et 3 à 9) et un troisième, avec une production faible, mais pas tellement basse comme le deuxième groupe (traitement 10).

Le pot avec l'application du phosphate monocalcique a eu la meilleure production à cause de sa plus haute teneur en P_2O_5 (environ 57%), en plus de la haute solubilité en eau, qui rend le P immédiatement disponible. Même dans ces conditions, les plantes ont présenté un déficit en P dans ces pots, probablement à cause de la fixation du P au sol.

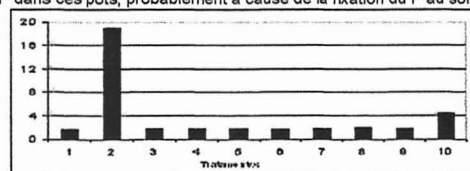


Figure 1. Moyenne de la production de matière sèche, par traitement (g).

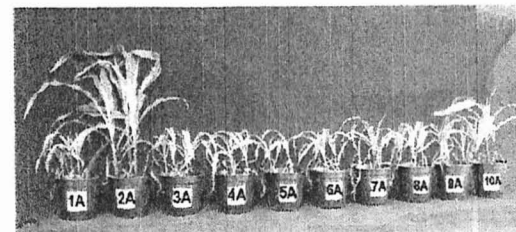


Figure 2. Plantes de maïs avec les traitements 1 à 10, peu avant la coupe.

Le composé Humifert ADLOPH (traitement 10), obtenu dans le réacteur, selon l'indication du procédé original, a montré le deuxième meilleur résultat, même ne présentant pas la deuxième meilleure teneur de P_2O_5 total. Ce composé a obtenu la meilleure production de matière sèche parmi tous les autres traitements, naturellement à l'exception du traitement 2 (phosphate monocalcique FMC), ce qui montre que le mélange soumis au procédé Humifert est capable de libérer le P et, ainsi, de donner de meilleurs résultats que le mélange roche phosphatée + matière organique et que les matériaux isolés, même traités dans le réacteur, mais sans suivre toutes les indications de fabrication du composé Humifert, ce qui doit inclure l'addition de matière organique.

Les résultats obtenus jusqu'à présent ne sont pas suffisants pour conduire à l'application commerciale du procédé Humifert, mais ils confirment sa potentialité pour le traitement des matériaux phosphatés marginaux et organiques rejetés et stimulent la continuité de la recherche, qui tend, maintenant à a) améliorer le rendement des réactions de production des oxydes d'azote dans le réacteur, ce qui doit augmenter la solubilité du P avec les différents produits d'extraction, b) caractériser les rapports entre le P et la matière organique, qui doivent expliquer la solubilité des composés Humifert et c) développer des essais d'efficacité agronomique de longue durée, pour estimer la libération du P au cours du temps.

Mots-clés: Humifert, engrais, composés organo-phosphatés.

Références

- Ferreira, S.S., Monte, M.B. de M. & Lins, F.F. 2002. *Aplicação da separação magnética a seco no beneficiamento de um minério fosfático*. Relatório Interno CETEM, Centro de Tecnologia Mineral, Ministério da Ciência e Tecnologia, Rio de Janeiro, 8p.
- Santos, C. N. 2001. Micromorfologia, geoquímica e aspectos tecnológicos da apatita da associação alcalino-carbonatítica pré-cambriana de Angico dos Dias, BA. Dissertação (Mestrado) IGc, Universidade de São Paulo, 131p.
- Silva, A. B., Liberal, G. S., Grossi-Sad, J. H., Issa Filho, A., Rodrigues, C.S.; Riffel, B.F. 1988. Geologia e petrologia do Complexo Angico dos Dias (BA), uma associação carbonatítica precambriana. *Geochimica Brasiliensis*, 2(1): 81-108.
- Silverol, A. C. 2006. *Processo Humifert para fertilizantes alternativos organo-fosfatados: obtenção a partir do minério de Angico dos Dias, caracterização dos compostos e avaliação da eficiência agronômica*. 2006. Dissertação (Mestrado) IGc, Universidade de São Paulo, São Paulo, 179p.
- Sternicha, F. 1988. *Matière organique accroissant la proportion de phosphore assimilable dans les engrais chimiques classiques et dans les phosphates naturels*. Brevet n° 87 13177, França.
- Toledo, M.C.M. de; Silverol, A. C.; Benedito, D. da S. & Prochnow, L.I. 2006. *Développement du procédé Humifert pour obtention des composés organo phosphatés au Brésil. Évaluation des réactions et des produits obtenus*. Second International Conference on the Valorization of Phosphates and Phosphorous Compounds. Marrakech - Morocco.