

FOSFORINA, ¿SOLO UNA ALTERNATIVA PARA LA FERTILIZACION FOSFÓRICA?

Teresa Bach

Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura
larenee@ceniai.inf.cu

Los microorganismos solubilizadores de fósforo juegan un rol esencial dentro de la flora microbiana del suelo, por poseer la habilidad de liberar el fósforo que se encuentra en forma insoluble y ponerlo a la disposición de las plantas. Este proceso tiene lugar a través de mecanismos que generan la producción de sustancias orgánicas (ácidos orgánicos y enzimas específicas) que llevan a cabo la solubilización de los fosfatos.

Estos mecanismos adquieren gran importancia si se tiene en cuenta que el fósforo es un elemento muy abundante en la corteza terrestre (aproximadamente 10^{15} toneladas métricas), y de éste, sólo una pequeña parte está formando parte de la vegetación. Gran parte del fósforo que se incorpora a los sistemas agrícolas, mediante los fertilizantes minerales, tiende a acumularse en el suelo en forma de compuestos insolubles, y por tanto son inaccesibles para las plantas. La magnitud y el tipo de fosfato que se forma, depende fundamentalmente de las características químico-físicas del suelo.

A modo de ejemplo se muestran los contenidos de fósforo total y asimilable de algunos de los principales suelos de Cuba.

| Tipo de Suelo | Fósforo Total (mg P. kg ⁻¹ suelo) | Fósforo asimilable (mg P. kg ⁻¹ suelo) |
|------------------------|---|--|
| Ferralítico Cuarcítico | 709 | 5.86 |
| Ferralítico Rojo | 455 | 4.43 |
| Pardo sin carbonatos | 503 | 7.09 |
| Gley Ferralítico | 415 | 7.27 |
| Hidromórfico | 627 | 0.60 |



Ensayo de aplicación del producto en campo de girasol

En la actualidad se reportan en el mundo varios inoculantes obtenidos a partir de cepas de microorganismos solubilizadoras de fosfatos como el *Agrophil*, el *Rhizoenterin*, el *Extrasol-ko* y el *Extrasol-32*, entre otros. La Fosforina es un biopreparado obtenido en el Instituto de Suelos, a partir de la reproducción aeróbica de una bacteria, *Pseudomonas fluorescens*. Se caracteriza no sólo por su alta capacidad de solubilizar el fósforo mineral y orgánico, fuertemente retenido, sino también por producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal y antibióticos, lo que convierte al producto en una opción atractiva que apoya el desarrollo de la agricultura orgánica.

Este inoculante se oferta en forma líquida y sólida, esta última soportada en turba o en humus de lombriz. En su forma líquida, presenta un color pardo oscuro, con olor característico a miel. Se recomienda aplicarlo mediante imbibición de las semillas, remojado de las raíces de las posturas en la etapa de trasplante o por aspersión al suelo, a razón de 20 litros por hectárea. La Fosforina sólida se indica para inocular semillas, a razón de 750 gramos para un kilogramo de semillas que estén en el rango de tamaño en que oscilan las de quimbombó y sorgo; también se

| Maíz <i>(Zea mays, var. 'Proeza 41')</i> Suelo, $P_2O_5 = 6 \text{ mg. } 100g^{-1}$ | | Cebolla <i>(Allium cepa, var. 'Caribe-71')</i> Suelo, $P_2O_5 = 40.3 \text{ mg. } 100g^{-1}$ | |
|--|-------|---|------|
| Tratamiento Rendimiento (t.ha ⁻¹) | | Tratamiento Rendimiento (t.ha ⁻¹) | |
| $N_{60} P_{80}$ | 10.05 | NPK | 17.7 |
| $N_{60} P_{80} + F$ | 11.06 | $N P_{50} K$ | 14.0 |
| $N_{60} P_{40}$ | 10.03 | $N P_{50} K + F$ | 18.5 |
| $N_{60} P_{40} + F$ | 10.30 | | |
| $N_{60} P_0$ | 9.72 | | |
| $N_{60} P_0 + F$ | 10.59 | | |

$N_{60} = 60 \text{ kg de N.ha}^{-1}$ $P_{50} = 50\%$ de la fertilización mineral fosfórica
 $P_{40} = 40 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ .ha}^{-1}$
 $P_{60} = 60 \text{ kg de } P_2O_5 \text{ .ha}^{-1}$

| Boniato <i>(Ipomoea batatas, var. 'Cemsa 78-354')</i> Suelo, $P_2O_5 = 10 \text{ mg. } 100g^{-1}$ | | Tomate <i>(Lycopersicon esculentus, var. Campbell 28')</i> Suelo, $P_2O_5 = 242.0 \text{ mg. } 100g^{-1}$ | |
|--|------|--|-------|
| Tratamiento Rendimiento (t.ha ⁻¹) | | Tratamiento Rendimiento (t.ha ⁻¹) | |
| NPK (100%) | 28.0 | NPK | 11.45 |
| NPK (50%) | 21.4 | NPK + F | 15.44 |
| NPK(50%) + F | 31.5 | NPoK | 10.75 |
| | | NPo K + F | 11.43 |

puede usar esta dosis para inocular semillas mayores como las de pepino y girasol, entre otras, así como propágulos de ajo. Si las semillas son muy pequeñas, como las de remolacha, zanahoria, apio y tomate, entonces 750 gramos serán suficientes para biofertilizar 2 kilogramos de las mismas; para el caso de semillas mucho mayores, como las de frijol, soya, garbanzo y otras, una bolsa de 750 gramos podrá aplicarse a la cantidad de semillas que se requieren para sembrar una hectárea.

La Fosforina se ha probado en diferentes tipos de suelos y cultivos, tanto en Cuba como en otros países, bajo condiciones edafoclimáticas diferentes. Los resultados que se presentan a continuación, ejemplifican el efecto de la aplicación de este inoculante sobre los rendimientos de los cultivos del maíz, cebolla, boniato y tomate.

En suelos con contenido bajo o medio de fósforo asimilable, la disminución o supresión de la fertilización mineral fosfórica en los cultivos de maíz, cebolla y boniato disminuyeron los rendimientos por la necesidad de este elemento en la nutrición de los cultivos. Cuando se aplicó el inoculante, se redujo la dosis de fósforo mineral y se incrementó el rendimiento de la cebolla y el boniato con respecto a la fertilización completa. De forma similar res-

pondió el maíz, incluso en aquella variante donde no se aplicó fósforo mineral. En todas las variantes, independientemente de la dosis usada de fósforo mineral, la aplicación de Fosforina incrementó los rendimientos entre un 2 y un 10%.

Sin embargo, cuando el contenido de fósforo asimilable en el suelo es alto, como fue para el caso del tomate en este ejemplo, la no aplicación de fósforo mineral no causó efecto negativo sobre los rendimientos del cultivo, mientras que la adición del biopreparado aumentó los rendimientos a niveles similares al tratamiento testigo (NPK). De igual forma, cuando el biopreparado se aplicó conjuntamente con la fertilización mineral completa, se logró un aumento del 34% del rendimiento. Estos resultados reflejaron la activación de mecanismos de estimulación del crecimiento sobre el efecto fosfosolubilizador del producto.

Estos mecanismos pueden ser favorecidos por la presencia de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal como auxinas, giberelinas y citoquininas en el inoculante. El efecto de este tipo de sustancias sobre los vegetales se vincula directamente al crecimiento, desarrollo y a la actividad fisiológica del sistema radical.

Se puede afirmar que la aplicación de la Fosforina no sólo es una alternativa biológica para la fertilización mineral fosfórica, sino que además expresa sus potencialidades como bioestimulador vegetal; se debe tener en cuenta, además, que este biopreparado cubano aporta sustancias orgánicas naturales que, finalmente, participan en los diferentes procesos fisiológicos de suelos y cultivos y contribuyen a la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.

Son también autores de este trabajo: Jorge Ferrán y Alina Delgado

BIBLIOGRAFÍA

- Bach, T., J. Ferrán, A. Delgado, V. Martínez y A. Guzmán (2000): *Desarrollo de un Biofertilizante Multipropósito a partir de la Fosforina. Proyecto del Programa Nacional de Biotecnología Agrícola de Cuba*. 81 pp.
- Barea, J.M. y J. Olivares (1998): *Manejo de las propiedades biológicas del suelo*. En: Jiménez Díaz, L.R. y R. Lamo de Espinosa (ed). *Agricultura Sostenible*. Editorial Mundi Prensa. Madrid, 173-193.
- Ferrera - Cerrato, R. y J. Pérez Moreno (1995): *Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable*. Colegio de Postgraduados en Ciencias agrícolas, Montecillo, México, 234 pp.
- García Altunaga, A. (1996): *Informe final del adiestramiento del CIRAD, Francia*, 32 pp.
- Higa, T y J.F. Parr (1994): *Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment*. International Nature Farming Research Center, Atami, Japan, pp.1-20.