

“EFECTO DE LA ROCA FOSFÓRICA, INCUBADA EN SOLUCIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN EL RENDIMIENTO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum Mill*)

Autor: José Narciso Gálvez Chavelón

Colaboradores: Alex Tineo y Francis Reyes Laínez

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia del tiempo de incubación de la roca fosfórica, en una solución de Microorganismos Eficaces (EM) en la solubilidad del fósforo y el crecimiento de la planta, utilizando el tomate (*Lycopersicum esculentum Mill*) como planta indicadora. Durante distintos períodos (5, 10, 15, 20 días), se expuso la roca fosfórica a la acción solubilizante de una solución de EM con un pH de 3.5. La roca fosfórica así tratada se aplicó en distintos niveles (50, 300, 550, 800, 1050 Kg.Ha⁻¹), en macetas con tomates, los que se cultivaron durante 170 días, finalizado este proceso se cosecharon los frutos y la parte foliar para cuantificar la producción de frutos y materia seca. Los resultados encontrados permiten arribar a las conclusiones siguientes: (1) Los EM tienen un efecto solubilizante sobre la Roca Fosfórica, que se traduce en una mayor concentración de Fósforo disponible en este insumo y por consiguiente un mejor rendimiento en materia seca y frutos del tomate. (2) La Roca Fosfórica tratada con EM, logró liberar hasta 2000 veces más la concentración de fósforo disponible: desde 0.001145 % de P₂O₅ en la Roca Fosfórica sin tratar hasta 2.14115 % de P₂O₅ en la Roca Fosfórica tratada con EM durante 20 días. (3) El mayor rendimiento de frutos de tomates obtuvo con un tiempo incubación de 20 días y una dosis de 1050 Kg/ha de de la Roca Fosfórica (T4)

INTRODUCCIÓN

La roca fosfórica (RF), es una fuente natural de fósforo, posee un 30% de P_2O_5 ; sin embargo, ha sido considerado siempre como un fertilizante de segundo orden, debido a su largo período de solubilización, por tanto utilizada sólo en cultivos perennes, en suelos ácidos y raras veces en cultivos anuales. Hoy en día es sabido que los fertilizantes sintéticos producen daños en los ecosistemas del suelo, trayendo como consecuencia graves desequilibrios y pérdidas de fertilidad biológica y física del mismo. Los abonos sintéticos fosfatados ocasionan la muerte de microorganismos como bacterias, hongos y algas (**Brack 2000**), a esto se suma el elevado costo de fertilizantes sintéticos.

Estos hechos ponen en evidencia la necesidad de proponer tecnologías alternativas, las cuales existen y se encuentran en constante desarrollo; una de éstas es la utilización de "Microorganismos Eficaces" (EM), para mejorar la solubilidad de la RF. Estos EM han sido desarrollados en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinagua, Japón.

El fósforo, después del nitrógeno, es el nutriente inorgánico más requerido por plantas y microorganismos, siendo además en el suelo el factor limitante del desarrollo vegetal a pesar de ser abundante tanto en formas inorgánicas como orgánicas. Los fosfatos inorgánicos aplicados como fertilizantes químicos también son inmovilizados en el suelo y como consecuencia no son solubles para ser aprovechados por los cultivos. Por lo tanto, se considera que la solubilización de distintas rocas fosfatadas y de otras fuentes de fósforo inorgánico por los microorganismos del suelo es una alternativa fundamental para incrementar la cantidad de fósforo disponible para las plantas.

Frente a esta necesidad el abonamiento con RF, tratada con la solución de microorganismos, constituye una alternativa armoniosa con el medio ambiente al no causar ningún efecto negativo en ella a diferencia de los abonos sintéticos que ocasionan elevados costos de producción y un desequilibrio ambiental.

OBJETIVOS

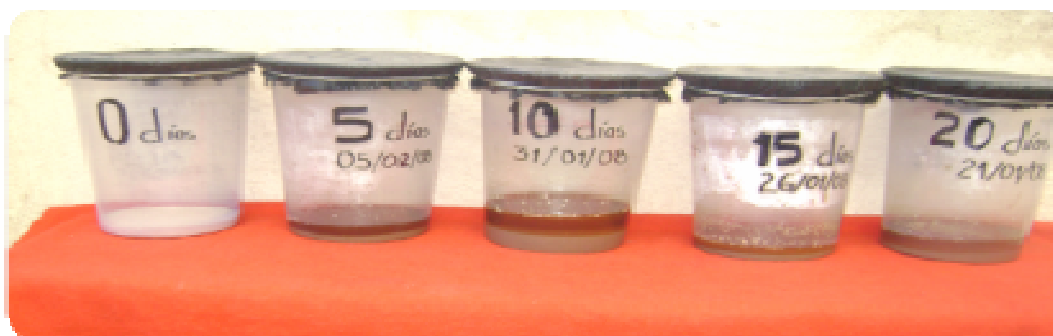
- Evaluar el efecto de la solubilización del fósforo de la roca fosfórica, sometida a diferentes tiempos de incubación en una solución de EM.

- Evaluar el efecto en el rendimiento de tomate, aplicando niveles crecientes de roca fosfórica sometida a diferentes tiempos de incubación en una solución de EM
- Determinar el tiempo de incubación en una solución de EM y la dosis de roca fosfórica incubada, que optimicen el rendimiento de tomate.

MATERIALES Y METODOS

INCUBACIÓN DE LA ROCA FOSFÓRICA INCUBADA CON EM.

Se procedió a incubar la roca fosfórica (RF) en 5 envases (Figura 2.2). El primero se incubó durante 5 días, el segundo durante 10 días, el tercero durante 15 días y el cuarto durante 20; también se incluyó un factor que consistió en utilizar la roca en su estado original (sin incubación, equivalente a 0 días de incubación).



DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Cuadro N° 2.3: Estructura de tratamientos, para 2 factores.

Trat.	Xi Codificado		Tiempo Incubación.	Nivel de Roca Fosfórica
Nº	X1	X2	(días)	(Kg.Ha ⁻¹)
1	-2	-2	0	50
2	2	-2	20	50
3	-2	2	0	1050
4	2	2	20	1050
5	-2	0	0	550
6	-1	0	5	550
7	1	0	15	550
8	2	0	20	550
9	0	-2	10	50
10	0	-1	10	300
11	0	1	10	800
12	0	2	10	1050
13	0	0	10	550

Los tratamientos se distribuyeron en diseño completamente al azar (DCA). Cada tratamiento se repitió tres veces, de manera que el experimento contó con 39 unidades experimentales (13 unidades por repetición).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RENDIMIENTO DE TOMATE – FRUTO.

Cuadro 3.2. Prueba de Duncan (0.05) para el rendimiento promedio de tomate – fruto en g/maceta.

Tratamiento	Rendimiento promedio de tomate – fruto g/maceta	Grupo Duncan (0.05)
T4 (2,2)	1028.6	a
T8 (2,0)	981.7	a
T12 (0,2)	942.7	a
T11 (0,1)	883.2	a
T7 (1,0)	857.7	a
T2 (2,-2)	841.3	a
T13 (0,0)	832.0	a
T6 (-1,0)	501.8	b
T5 (-2,0)	497.4	b
T10 (0,-1)	416.2	b c
T3 (-2,2)	370.5	b c
T9 (0,-2)	234.4	b c
T1 (-2,-2)	176.7	c

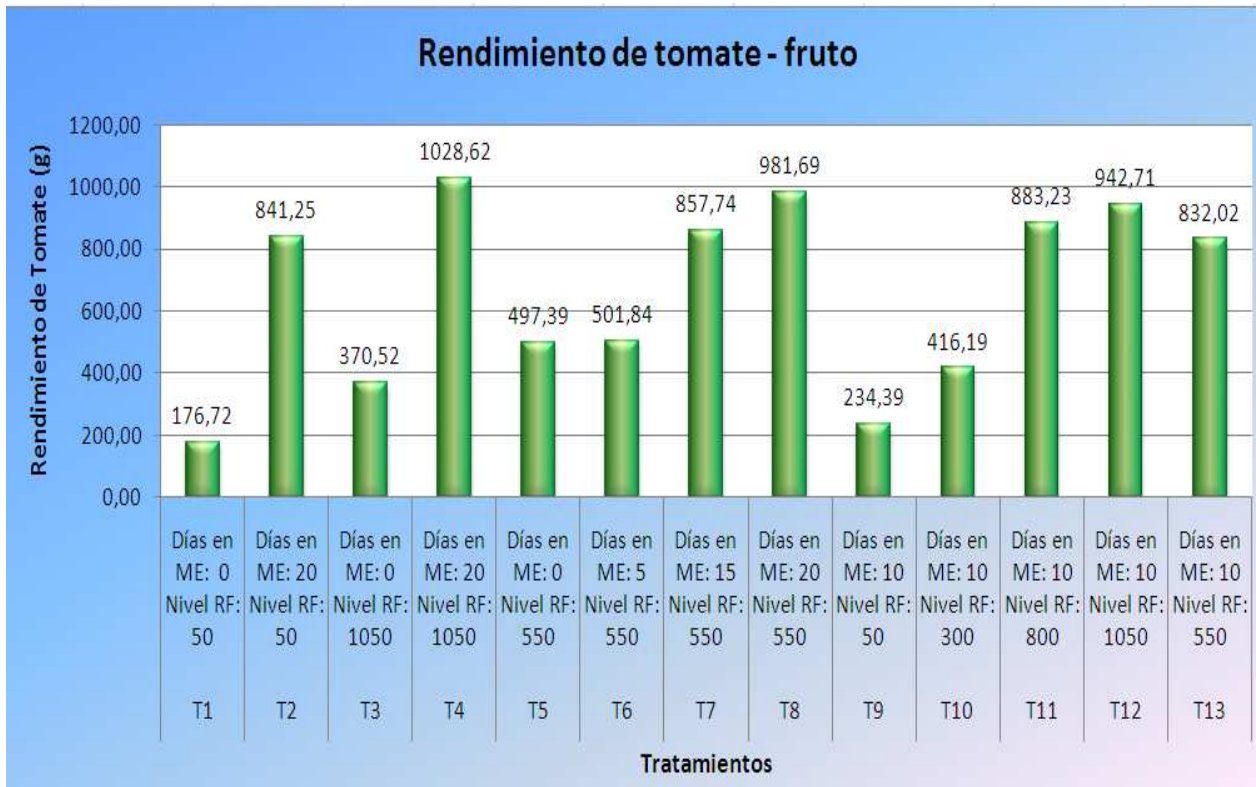


GRAFICO 1: Rendimiento de tomate – fruto.

Los resultados sugieren que los EM tuvieron un efecto positivo en la solubilización de la RF; asimismo una mayor cantidad de RF incubada aplicada en el cultivo, se traduce en mayores rendimientos. Esta respuesta probablemente se deba a que una mayor cantidad de RF incubada con EM contiene una mayor cantidad de fósforo disponible para la planta, lo que permite que el cultivo aproveche una mayor proporción de este nutriente mineral.

En los resultados se pueden hacer comparaciones muy interesantes; como la de los tratamientos con alta dosis de abonamiento T4 (incubada por 20 días), T12 (incubada por 10 días) y T3 (sin incubar), en los que los rendimientos presentan una amplia variación, correspondiendo los rendimientos más altos (1028.6 g y 942.7 g) a los tratamientos T4 y T12 respectivamente en comparación al T3 que apenas llega a 370.5 g.

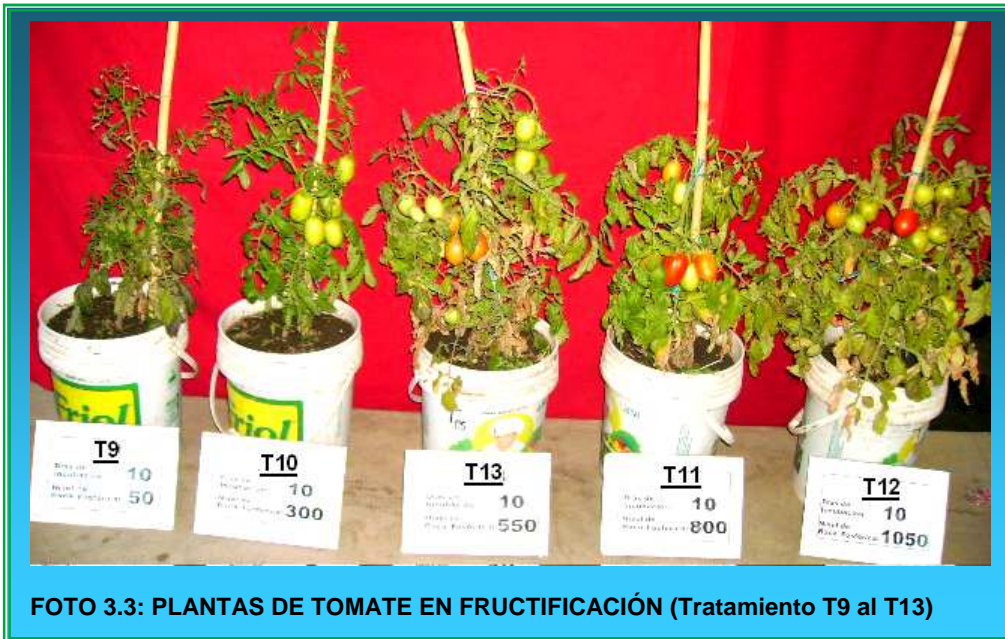
Al comparar los Tratamientos con niveles bajos de abonamiento como son el T2 (incubado por 20 días) y T1 (sin incubar), el primero alcanzó un rendimiento de 841.3 g frente a los 176.7 g conseguidos por el no incubado. De estas comparaciones se desprende que todos los tratamientos que muestran elevados valores, han sido tratados con EM teniendo una gran influencia positiva en los tratamientos, incluso en los que poseen una dosis baja de abonamiento. Esta es una de las mejores evidencias que permite afirmar que la solución de EM; tiene un efecto solubilizante en la RF.



En la foto 3.1, se observa que la diferencia es muy evidente entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4. En aquellos que se aplicaron RF incubada (T2 y T4), ofrecen mayor cantidad de frutos. Desprendiéndose así que los EM, tienen efecto positivo en la solubilización de la RF.



En la foto 3.2 se nota una diferencia muy evidente entre los tratamientos T5, T6, T13, T7 y T8. Los EM tienen un efecto positivo en la solubilización de la RF, cuanto más tiempo se lleva a cabo la incubación existe mayor liberación del fósforo a partir de la RF.



En la foto 3.3 se observa la diferencia entre los tratamientos T9, T10, T13, T11 y T12. Podemos notar que la RF incubada durante 10 días influye en el crecimiento y desarrollo del tomate. También nos indica que una mayor aplicación de RF incubada durante 10 días posiblemente aporte mayor cantidad de fósforo disponible para la planta.

3.4 SOLUBILIZACIÓN DE LA ROCA FOSFÓRICA TRATADA

Se realizó el análisis correspondiente de la RF tratada durante los distintos períodos de incubación; encontrándose que la RF incubada durante 20 días en los EM posee 2.14 % de P_2O_5 disponible para la planta, en comparación con 0.001145% de P_2O_5 existente en la RF sin tratar.

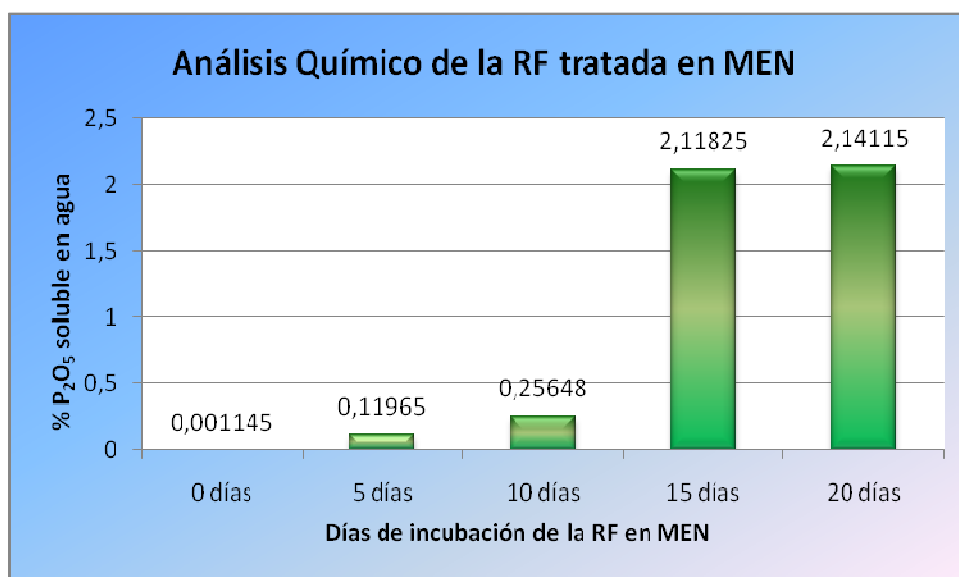
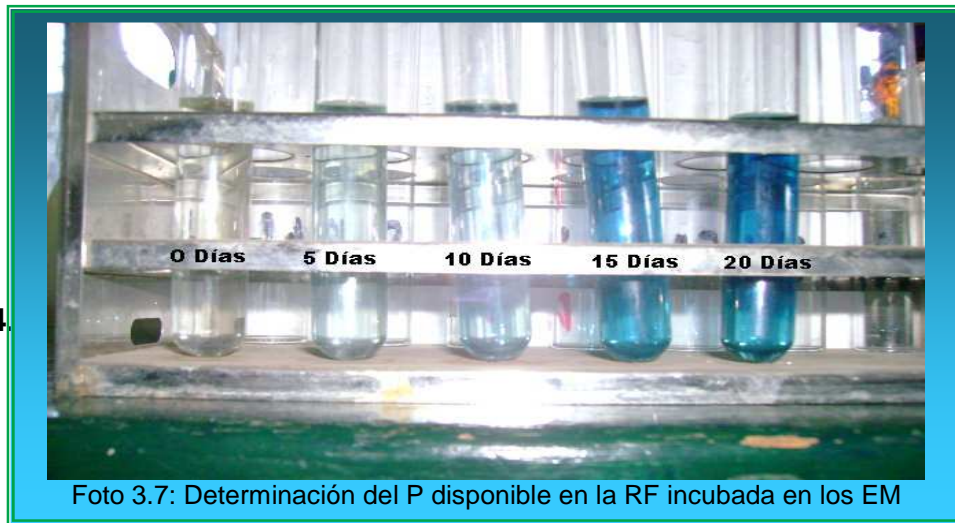


GRAFICO 8: Fósforo disponible (expresado en P_2O_5) liberado a partir de la RF tratada con EM.



- Los

Microorganismos Eficaces tienen un efecto solubilizante sobre la roca fosfórica, que se traduce en una mayor concentración de fósforo disponible en este insumo y por consiguiente un mejor rendimiento en materia seca y frutos del tomate.

- La roca fosfórica tratada con EM, logró liberar hasta 2000 veces más la concentración de fósforo disponible: desde 0.001145 % de P_2O_5 en la roca fosfórica sin tratar hasta 2.14115 % de P_2O_5 en la roca fosfórica tratada en EM durante 20 días.
- La aplicación de roca fosfórica incubada con EM permite mejorar la producción del cultivo de tomate desde 176.7 g/maceta en el T1 (testigo: 50 Kg.Ha⁻¹ de RF sin incubarse) hasta 1028.6 g/maceta en el T4 (1050 Kg.Ha⁻¹ de RF incubado 20 días) incluso en suelos con pH ligeramente alcalinos.

4. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar más investigaciones, en cuanto a la solubilización de la roca fosfórica a través de los EM, con la finalidad de mejorar esta técnica; haciendo énfasis en el período de incubación.
- Realizar estudios sobre la aplicación de la roca fosfórica incubada en distintas etapas de crecimiento y desarrollo de la planta.
- En estos tiempos en los cuales los fertilizantes sintéticos tienen un alto precio y además perjudican el medio ambiente con sus efectos ya conocidos; se plantea esta alternativa por resultar más económico y compatible con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. **ALEXANDER, M.1980.** “Introducción a la microbiología del Suelo” A.G.T. Editor S.A. México D.F. 420 p.
2. **BEAR, F. 1963.** Suelos y Fertilizantes. 3 era Edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona. 458 p.
3. **BRACK, A. y MENDIOLA, C. 2000.** Ecología del Perú. Editorial Bruño. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Lima. 495 p.
4. **CHUJO S. L. (2004),** ¿Qué es EM? disponible en <http://www.chujosl.com/>. Accesado el 26 de diciembre del 2007.
5. **HIGA, T y PARR, J. 1991.** Microorganismos efectivos (ME o EM), Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES) disponible en <http://www.fundases.com/p/em01.html>. Accesado 10 de diciembre del 2007.
6. **HIGA T. 1993.** Una revolución para salvar la tierra. EM Research Organization. Okinawa. 332 p.