

## LA PRODUCCIÓN DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM L*) CON EL USO COMBINADO DE INOCULACIONES Y COINOCULACIONES DE HMA, RBPCV Y DOSIS DECRECIENTES DE FERTILIZANTES QUÍMICOS.

Alejandro Hernández Zardón<sup>1</sup>, Jorge Corbera Gorotiza<sup>2</sup> y Bernardo Dibut Alvarez<sup>2</sup>.

1- *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba. zardon@inca.edu.cu*

2- *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba.*

2- *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) Cuba*

### **Introducción.**

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) es el cuarto cultivo alimenticio en orden de importancia a nivel mundial, después del trigo, el arroz y el maíz. Ella representa aproximadamente la mitad de la producción mundial de todas las raíces y tubérculos. El producto llega a más de mil millones de consumidores de todo el planeta, dentro de este total, figuran 500 millones de los países en vías de desarrollo, cuya dieta básica incluye a la papa (FAO, 1995).

En Cuba también se han encontrado evidencias de la producción de papa desde finales del siglo XIX en los poblados de Guines y Gibara, pero no fue hasta después de 1920 que comenzó a incrementarse su cultivo en Cuba, y ha estado desarrollándose de forma ascendente hasta llegar a nuestros días, sin embargo en estos tiempos, ya la carga de insumos químicos en el cultivo es bastante grande, y ha llegado a un techo donde buscar aumentos es algo difícil, sin embargo las condiciones económicas de hoy en día nos llaman a encontrar nuevas formas de producir mas con menores costos, Los beneficios reportados de los hongos MA sobre el crecimiento y la nutrición de la mayoría de los cultivos agrícolas ha provocado que, en la última década, se haya incrementado su estudio en los principales cultivos económicos (Koide, 2000; Hernández, G. y col., 2002).

los trabajos realizados han demostrado que las micorrizas y las rizo bacterias no sustituyen totalmente a los fertilizantes químicos, sino que deben hacerse aportaciones de ambos tipos de fertilizantes: biológicos y químicos, es por ello que durante varios años se han realizado investigaciones a nivel internacional y específicamente en Cuba, para buscar con el uso de los llamados biofertilizantes la elevación de los rendimientos con menores costos, o con el ahorro de insumos que son mas costosos.

Es por ello que con el objetivo de tratar de aumentar los rendimientos en el cultivo y disminuir costos por reducción de insumos, principalmente fertilizantes químicos, es que se llevó a cabo el siguiente experimento.

### **Materiales y métodos:**

El experimento se llevó a cabo durante la campaña de invierno 2008-2009 en la finca “Las Papas” situada el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana, perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Sobre un suelo Ferralítico Rojo Compactado según (Hernández, A; et al)

Los tratamientos fueron los siguientes:

No.	Tratamientos
1	Fertilización 100% (Norma técnica)
2	Fertilización 100% + EcoMic®
3	Fertilización 100% + EcoMic® + Azomeg
4	Fertilización 100% + Azomeg
5	Fertilización 75% de la ( Norma Técnica)
6	Fertilización 75% + EcoMic®
7	Fertilización 75% + EcoMic® + Azomeg
8	Fertilización 75% + Azomeg
9	Fertilización 50% de la (Norma Técnica)
10	Fertilización 50% + EcoMic®
11	Fertilización 50% + EcoMic® + Azomeg
12	Fertilización 50% + Azomeg
13	Testigo absoluto ( sin fertilizante)
14	( sin fertilizante) + EcoMic®
15	( sin fertilizante) + EcoMic® + Azomeg
16	( sin fertilizante) + Azomeg

El experimento se plantó en un diseño de Bloques al azar con 16 tratamientos y 4 replicas y los resultados fueron sometidos a análisis de varianza de Clasificación doble con arreglo factorial donde se encontró interacción entre el factor fertilización y los biofertilizantes los resultados significativos se sometieron a la Dócima de Rangos múltiples de Duncan.

#### **Características de los inoculantes empleados**

**EcoMic®:** es un inoculante sólido en polvo, a base de hogos micorrízicos arbusculares, y la cepa empleada fue ***Glomus hoi like***, con un contenido de 24 esporas por gramo de inoculante.

**Azomeg:** es un inoculante líquido compuesto por bacterias fijadoras de nitrógeno ***Azotobacter chroococcum*** y solubilizadoras de fósforo ***Bacillus megaterium***) y tuvo una concentración de  $1 \cdot 10^{10}$  ufc. ml<sup>-1</sup>

#### **Método de aplicación.**

El Ecomic® se aplicó recubriendo los tubérculos con una pasta fluida compuesta por cada 1Kg de EcoMic disuelto en 1.5 l. de agua.

La dosis de 75 Kg. de EcoMic®. ha<sup>-1</sup>

El Azomeg se aplicó de forma líquida asperjada sobre los tubérculos y el suelo a surco abierto a razón de: 0.5 l . ha<sup>-1</sup> en una solución final de 400 litros.

Los fertilizantes aplicados se aplicaron de la siguiente forma:

100% (norma técnica) 1490.31 Kg .ha<sup>-1</sup> de (9-13-17) antes de plantar + 745.15 Kg . Urea . ha<sup>-1</sup> a los 30 días, 75% de la Norma técnica, 50 % de la norma técnica y Sin fertilizante ( Testigo absoluto).

El riego se realizó según la norma técnica

La cosecha se efectuó a los 90días después de la plantación.

#### **Resultados y discusión.**

Para el índice Rendimiento **Figura 1**, los resultados estadísticos mostraron que no se encontró interacción entre las dosis de fertilización química aplicadas y los biofertilizantes en inoculaciones y coinoculaciones, y solo se encontraron diferencias significativas para las dosis de fertilizantes aplicadas con respecto al testigo absoluto, no obstante a ello se pudo constatar

que no existieron diferencias significativas en el rendimiento entre las dosis de fertilización química 50, 75 y 100% de la dosis contemplada como norma técnica.

También se puede observar el efecto de aumento del rendimiento en el tratamiento inoculado con EcoMic, por medio de la simbiosis micorrízica donde a medida que se incrementaron la dosis de fertilizante químico, aumenta el rendimiento hasta llegar al 75% y luego se deprime el mismo con la dosis de 100%, aunque sin diferencias significativas con el testigo químico.

La inoculación de las BPCV tuvieron un efecto en el incremento de los rendimientos, que aumenta también a medida que aumenta la dosis de fertilizante químico, aunque sin diferencias significativas con ellos.

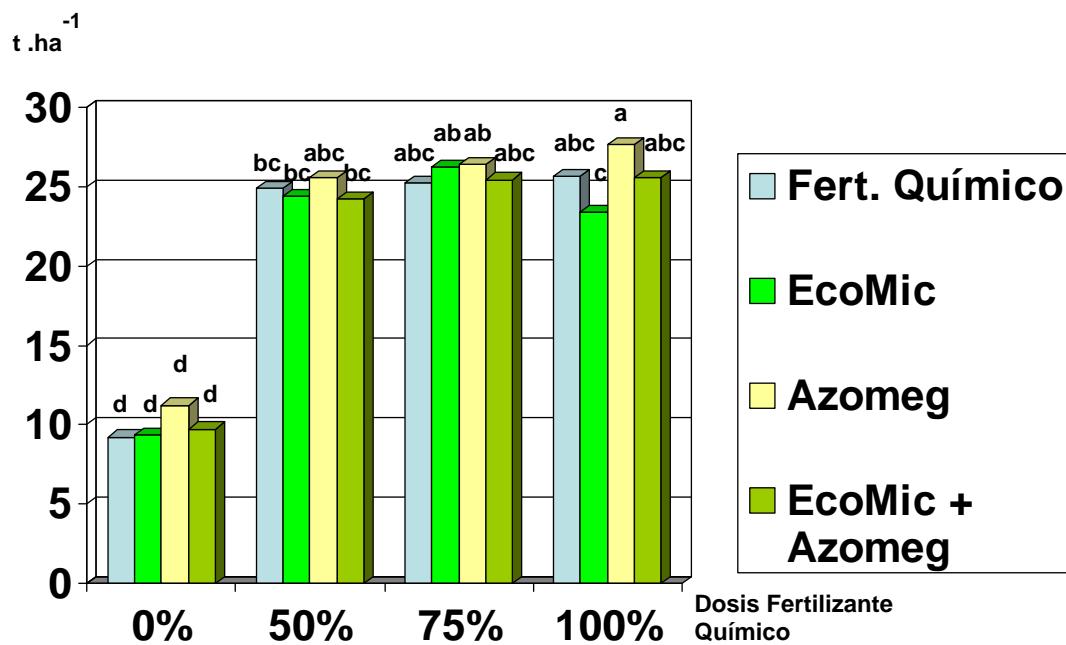
El rendimiento obtenido cuando se aplicaron las HMA en coinoculación con las RBPCV fue inferior a cuando estas se aplicaron por separado.

Aunque sin diferencias significativas estadísticas con los con los testigos químicos, tres de las combinaciones elevaron los rendimientos sobre los mismos en: 7.95 % utilizando la combinación (100% de la fertilización + Azomeg) y los otros dos en 0.58 t . ha<sup>-1</sup> para un incremento de 2.26% utilizando la combinación (75% de fertilizante + EcoMic®) y el otro en 0.74 t . ha<sup>-1</sup> con un incremento del 2.88% utilizando la combinación (75% de Fertilizante químico + Azomeg), con un efecto económico de \$4403.50, \$5788.00 y \$ 6201.50 \$CUP . ha<sup>-1</sup> respectivamente sobre el testigo (Norma técnica), debido en el primer caso solo al incremento del rendimiento, y en los otros dos, por el ahorro del 25% del fertilizante químico + el incremento en rendimiento.

Para el índice la altura de las plantas en cm. **Tabla 1** se obtuvo que no existió interacción entre las dosis de fertilizantes químicos y los biofertilizantes, existiendo solamente diferencias significativas para las dosis de fertilizantes químicos, con el testigo absoluto , y que prácticamente no existen diferencias significativas entre las dosis 50, 75 y 100% de fertilizante.

Para el índice número de tallos por plantón **Tabla 2** Para este índice no se encontraron diferencias significativas, lo que indica que ninguno de los dos factores tuvo influencias sobre el mismo

**Figura 1.**  
Rendimiento comercial t . ha<sup>-1</sup>



E. S. X = 0.876 C. V.= 7.30%

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Dócima de Duncan para p< 0.001

**Tabla 1.** Altura de las plantas (cm.) a los 60 DDP.

Tratamientos	0% de fertilizante químico	50% fertilizante químico	75% fertilizante químico	100% fertilizante químico.
<b>Solo fertilizante</b>	<b>17.02 d</b>	<b>35.26 c</b>	<b>46.24 a</b>	<b>43.98 ab</b> (Testigo de producción)
<b>Inoculación con EcoMic®</b>	<b>18.14 d</b>	<b>38.03 bc</b>	<b>44.45 ab</b>	<b>40.99 abc</b>
<b>Inoculación con Azomeg</b>	<b>18.80 d</b>	<b>37.95 bc</b>	<b>46.52 a</b>	<b>46.80 a</b>
<b>Coinoculación EcoMic® + Azomeg.</b>	<b>18.36 d</b>	<b>38.72 bc</b>	<b>43.26 ab</b>	<b>47.70 a</b>

E. S. x : 2.316 C. V. : 12.72 %

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Dócima de Duncan para p< 0.001

**Tabla 2. Número de tallos por plantón 60 DDP.**

Tratamientos	0% de fertilizante químico	50% fertilizante químico	75% fertilizante químico	100% fertilizante químico.
<b>Solo fertilizante</b>	<b>2.15</b>	<b>2.57</b>	<b>2.37</b>	<b>2.72</b> (Testigo de producción)
<b>Inoculación con EcoMic®</b>	<b>2.25</b>	<b>2.42</b>	<b>2.10</b>	<b>2.47</b>
<b>Inoculación con Azomeg</b>	<b>2.27</b>	<b>2.40</b>	<b>2.27</b>	<b>2.32</b>
<b>Coinoculación EcoMic® + Azomeg.</b>	<b>2.02</b>	<b>2.45</b>	<b>2.40</b>	<b>2.22</b>
<b>E. S. x: 0.135 N. S. C. V. : 11.49 %</b>				

### Conclusiones

-Cuando se aplicaron dosis de fertilizantes correspondientes al 50 y 75% de la dosis contemplada como Norma Técnica se obtuvieron rendimientos equivalentes a la aplicación del 100% de la misma.

-Aunque sin diferencias estadísticas entre los tratamientos, se pueden obtener mayores rendimientos haciendo empleo de los biofertilizantes EcoMic® y Azomeg combinados con dosis de fertilizantes químicos, lo cual trae aparejado mayores ingresos que pueden ser por ahorro de el insumo fertilizante, o por aumento de la producción..

- Se debe repetir este experimento y además continuar trabajando en el perfeccionamiento del método de aplicación de los “biofertilizantes” EcoMic y Azofert para poder lograr una mayor eficiencia de los mismos, así como poner énfasis en algunos aspectos colaterales que pueden influir sobre la infección radical de las plantas de papa, como son: tiempo de brotación y enraizamiento de los tubérculos semilla con respecto a las temperaturas al momento de plantar o días posteriores a la misma, posibles interferencias por substancias alelopáticas producidas por algunas especies arvenses como el **Cyperus rotundus** y el efecto que puedan producir las aplicaciones fitosanitarias, principalmente de fungicidas.

### Referencias.

- FAO. Manual Técnico. Producción de papa a partir de semilla sexual. Curso audio visual/ FAO, CIP, INIA. Santiago de Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, 68 Pág. 1995.
- Hernández, A. et al Nueva versión de la Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos, MINAGRI, La Habana, AGRINFOR, 64 pag., 1999.
- Hernández, G., Cuenca, G. y García, A. Influencia de micorrizas arbusculares sobre el crecimiento y la utilización de nutrientes en *Vigna luteola*. Prog. Res. XIII Cong. Científ. INCA , La Habana.Cuba, p. 67, 2002.
- Koide, R.T. Mycorrhizal symbiosis and plant reproduction. En: Kapulnick, Y. and Douds, D.D. (eds.). Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. Kluwer Academic Press, Dordrecht. 2000.