

**Impacto de biofertilizantes sobre algunos parámetros productivos del boniato (*Ipomea batata Lam*).**

**Bio fertilizer impact on some parameters productive of the sweet potato (*Ipomea batata Lam*).**

**Autores:** Daysi Ferrer-Gonzalez<sup>1</sup>, Pedro Antonio Rodríguez-Fernández<sup>2</sup>, Alexander Fernández-Velazquez<sup>3</sup>

**Organismo:** UBPC No. 2 .Municipio Santiago de Cuba<sup>1</sup>, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba<sup>2</sup>, Delegación provincial del CITMA de Guantánamo, Cuba.

E-mail: [pedroarf@agr.edu.co.cu](mailto:pedroarf@agr.edu.co.cu), [alexander@citma.gtmo.inf.cu](mailto:alexander@citma.gtmo.inf.cu)

**Resumen.**

La investigación se desarrolló en el huerto intensivo de la Unidad Básica Producción Cooperativista No. 2 en el municipio Santiago de Cuba. Se evaluó el efecto de diferentes biofertilizantes, sobre la productividad del boniato (*Ipomea batatas Lam*) en dos épocas de siembra, septiembre a febrero y marzo a agosto, empleándose un diseño de bloques al azar. Los resultados indican que la aplicación forma combinada de productos biológicos incrementa la producción mostrándose mayor impacto con la combinación de Azotobacter+humus de lombriz+Fosforina (20 L/ha), reportándose rendimientos agrícolas de 36,1 t.ha<sup>-1</sup>, incrementándose de 10 -15 %.

**Palabras clave:** boniato; biofertilizantes, rendimiento; huerto intensivo.

**Abstract.**

The investigation you development in the intensive orchard of the UBPC No. 2 in the municipality Santiago from Cuba. You evaluates the effect of different bio fertilizer, about the productivity of the sweet potato (*Ipomea batatas Lam*) in two to sow times, September to February and March to August, being used a design of blocks at random. The results indicate that the application forms combined of biological products it increases the production being shown bigger impact with the combination of Azotobacter+ Worm humus +Fosforina (20 L/ha), being reported agricultural yields of 36,1 t.ha<sup>-1</sup>, being increased the of 10 - 15%.

**Keywords:** sweet potato; biofertilizers; yield; intensive orchard.

## **Introducción.**

Dentro de las viandas, el boniato constituye un alimento importante, fundamentalmente como fuente de carbohidratos dentro de la dieta del pueblo cubano; se caracteriza por ser un cultivo con mayor rango de adaptación a las variadas condiciones climáticas de Cuba, particularmente por su poca exigencia en cuanto a la fertilización y otros aspectos agrotécnicos. Es el quinto cultivo alimentario más importante en el país después del arroz, papa, bananos y yuca. (Fernández, 2004). Según los datos de la FAO (2003) la producción total anual en nuestro país es de 220 000 toneladas métricas. Durante la última década la producción ha bajado a razón de una tasa de 2%.

La disminución de la fertilidad del suelo, el continuo aumento de los costos de los fertilizantes, hace necesario buscar vías que incrementen los rendimientos, sin continuar ocasionando daños ecológicos y acorde a la tendencia actual en la agricultura de encontrar alternativas que garanticen el incremento de los rendimientos a partir del eliminar el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores del crecimiento producidos por las industrias químicas; las cuales poseen un elevado riesgo de contaminación para el ambiente, Pérez C (1997).

A partir del año 1990, el período especial condicionó el desarrollo y la aplicación masiva de técnicas alternativas en la agricultura, como fueron el uso de los medios biológicos, el aprovechamiento de las épocas favorables de siembras, además del manejo de la fertilidad de los suelos y la nutrición de las plantas a partir de diferentes residuales orgánicos, Funes A (1997).

## **Desarrollo.**

### **Metodología**

La investigación se desarrolló en el huerto intensivo de la UBPC "Abel Santa María" del municipio Santiago de Cuba, perteneciente al MINAGRI en la Provincia Santiago de Cuba, situada a 80 m sobre el nivel del mar, a 609250<sup>0</sup> de latitud w y 153125<sup>0</sup> de longitud N. El cultivo investigado fue el boniato (*Ipomea batatas Lam*), en este caso clon INIVITB-2005 para lo cual se montaron dos experimentos, uno en la campaña de frío comprendida de septiembre a febrero con una distancia de siembra de 0.90 m de camellón por 0.23 m; así como otro en la campaña de primavera comprendida de marzo a agosto con una distancia de siembra de 0.90 m por 0.30 m, en los años 2008 - 2010

Los experimentos se montaron a partir de un diseño experimental de bloques al azar con seis tratamientos y cuatro réplicas (tabla 1). Los resultados experimentales fueron sometidos a Análisis de Varianza de clasificación simple y comparación múltiple de medias por el Test de Duncan.

**Tabla 1.** Tratamientos utilizados.

| No. | Tratamientos  |
|-----|---|
| 1   | Testigo (suelo sin aplicación)                              |
| 2   | Suelo + Azotobacter (20 L/ha)+Fosforina (20 L/ha)           |
| 3   | Suelo + Estiércol (0,7 Kg/planta) +Fosforina (20 L/ha)      |
| 4   | Suelo + Humus de lombriz (0,6 Kg/nido) +Fosforina (20 L/ha) |
| 5   | Suelo + Azotobacter + Estiércol+ Fosforina (20 L/ha)        |
| 6   | Suelo + Azotobacter + Humus de lombriz+ Fosforina (20 L/ha) |

La fertilización, atenciones culturales y demás actividades agrotécnicas se realizaron según las normas técnicas para el cultivo en condiciones de huerto intensivo.

En los componentes del rendimiento se muestrearon 10 individuos por cada parcela experimental a los que se le realizaron las siguientes evaluaciones:

- Número de tubérculo por plantas (cosecha), mediante conteo físico
- Peso por tubérculo (cosecha), pesas comerciales (g)
- Rendimiento por tratamientos (cosecha), pesas comerciales (t.ha<sup>-1</sup>)

### Resultados y discusión

Al analizar los resultados que muestra la tabla 2, correspondientes al número de tubérculos por plantas se pudo comprobar que el uso de la azotobacter y aplicación del humus de lombriz y estiércol vacuno de forma conjunta, provocaron un efecto de diferencia con relación a los tratamientos que emplearon indistintamente uno de los productos biológicos en estudio, aunque no dio diferencia significativa en ninguna de las dos épocas. Pero si fue mayor el número de tubérculos en los tratamientos seis y cuatro en periodo seco.

**Tabla 2.** Número de tubérculos por planta.

| Tratamientos.  | Periodo Seco | Periodo lluvioso |
|--|--------------|------------------|
| 1)Testigo (suelo sin aplicación)                       | 2.3          | 2.1              |
| 2) Azotobacter (20 L/ha)+Fosforina (20 L/ha)           | 2.5          | 2.4              |
| 3) Estiércol (0,7 Kg/planta) +Fosforina (20 L/ha)      | 2.4          | 2.2              |
| 4) Humus de lombriz (0,6 Kg/nido) +Fosforina (20 L/ha) | 3.2          | 2.2              |
| 5) Azotobacter + Estiércol+ Fosforina (20 L/ha)        | 2.8          | 2.2              |
| 6) Azotobacter + Humus de lombriz+ Fosforina (20 L/ha) | 3.8          | 2.6              |

P≥0.05 35 días. C.V .3.7 E.S 0.091 P≥ 70 días C.V 4.38 E.S 0.012

Resultados similares encontró Fundora (2009), al estudiar en el cultivo del boniato, el número de tubérculo por planta fue mayor cuando se utilizaron microorganismos combinados con biofertilizantes.

Como se observa en la tabla 2 en la época de frío y primavera, el tratamiento que aportó mejores resultados es el número seis, consistente en la combinación del *Azotobacter* más humus de lombriz, por la contribución del *azotobacter* a la fijación de Nitrógeno por las plantas y el marcado efecto del humus de lombriz como portador de los micro y macro elementos necesarios para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas. Todos los tratamientos presentaron mayor media en relación con el testigo.

Este indicador (número de raíces tuberosas por planta) es un componente importante del rendimiento para el cultivo del boniato según Alarcón (1996) y está demostrado que es muy estable y altamente heredable (Morales, 2006,).

Los valores obtenidos son similares de los reportados por Milán *et al.*, (1995), para este clon INIVIT B-2005 que es de tres tubérculos comerciales por plantas, similares a los encontrados por Alarcón (2000), a los obtenidos por Benn en 1996, cuando evaluó 7 clones de boniato entre los que se encontraba el INIVIT B-2005 y también similar a lo obtenido por Fernández *et al.*, (2002).

Resultados similares fueron encontrados por Marrero *et al.*, (2008) con el uso de biofertilizantes donde logran reducir las dosis de biofertilizantes aplicados con la técnica del recubrimiento, ya que se obtienen rendimientos semejantes a cuando se aplicó una cantidad mayor aplicada al suelo.

De igual manera al analizar el peso como se observa en la tabla en la época de frío y primavera, el tratamiento que aportó mejores resultados es el número seis, Consistente en la combinación del *Azotobacter* más humus de lombriz, por la contribución del *azotobacter* a la fijación de Nitrógeno por las plantas y el marcado efecto del humus de lombriz como portador de los micro y macro elementos necesarios para el óptimo crecimiento y desarrollo de las plantas. Todos los tratamientos presentaron mayor media en relación con el testigo.

Este indicador (número de raíces tuberosas por planta) es un componente importante del rendimiento para el cultivo del boniato según Alarcón (2000) y está demostrado que es muy estable y altamente heredable (Morales, 2006,).

Este comportamiento pudo haber estado influido por los niveles *azotobacter* ya que los mismos fueron superiores en estos tratamientos y el humus de lombriz dotó a las plantas de condiciones fisiológicas que le permitió mejor intercambio entre los microorganismos, suelo y plantas en el periodo de máxima demandas del cultivo durante ambas repeticiones, al mismo tiempo, se hizo evidente que dicha inoculación fue eficiente en la fijación y utilización del nitrógeno atmosférico (Sanginga *et al.*, 2009).

Resultados similares fueron encontrados por Marrero *et al.*, (2008) con el uso de biofertilizantes donde logran reducir las dosis de biofertilizantes aplicados con la técnica del recubrimiento, ya que se obtienen rendimientos semejantes a cuando se aplicó una cantidad mayor aplicada al suelo.

De igual manera al analizar el peso promedio se pudo evidenciar en la tabla 3 que de forma general el uso de la *azotobacter*, el humus de lombriz y el estiércol vacuno indistintamente, según las normas del instructivo técnico tuvo un efecto diferencial entre los tratamientos,

destacándose positivamente el tratamiento que emplea el humus de lombriz, azotobacter y Fosforina, mostraron resultados estadísticamente superiores a cuando se usaron de forma independiente, particularmente es necesario resaltar que el experimento en la campaña de frío mostró resultados similares a los logrados en primavera lo que hace pensar que las condiciones agrometeorológicas no tuvieron un efecto diferencial en los tratamientos.

Tabla 3. Peso de los tubérculos (g).

| Tratamientos.  | Periodo Seco | Periodo lluvioso |
|--|--------------|------------------|
| 1) Testigo (suelo sin aplicación)                      | 120d         | 110d             |
| 2) Azotobacter (20 L/ha)+Fosforina (20 L/ha)           | 200c         | 190c             |
| 3) Estiércol (0,7 Kg/planta) +Fosforina (20 L/ha)      | 218b         | 200b             |
| 4) Humus de lombriz (0,6 Kg/nido) +Fosforina (20 L/ha) | 230b         | 210b             |
| 5) Azotobacter + Estiércol+ Fosforina (20 L/ha)        | 230b         | 205b             |
| 6) Azotobacter + Humus de lombriz+ Fosforina (20 L/ha) | 250a         | 230a             |

$P \geq 0.05$  35 días. C.V .3.7 E.S 0.091  $P \geq$  70 días C.V 4.38 E.S 0.012

Estas respuestas pueden estar dadas porque la utilización de los fertilizantes como alternativa biológica no implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se haga más eficiente y puedan disminuirse las dosis a aplicar, al incrementar el porcentaje de absorción de los nutrientes por las plantas (Walker *et al.*, 2000).

Se pudo evidenciar en la tabla que de forma general el uso de la azotobacter, el humus de lombriz y el estiércol vacuno indistintamente, según las normas del instructivo técnico tuvo un efecto diferencial entre los tratamientos, destacándose positivamente el tratamiento que emplea el humus de lombriz, azotobacter y Fosforina, mostraron resultados estadísticamente superiores a cuando se usaron de forma independiente, particularmente es necesario resaltar que el experimento en la campaña de frío mostró resultados similares a los logrados en primavera lo que hace pensar que las condiciones agrometeorológicas no tuvieron un efecto diferencial en los tratamientos.

Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ )

Al evaluar el rendimiento en el periodo seco según grafico 1 se observa que existió un efecto diferencial en aquellos tratamientos en que se utilizó azotobacter y humus de lombriz durante el ciclo del cultivo, en relación con el tratamiento que empleo de forma individual ambos productos biológicos, estos resultados indicaron que las diferentes formas de aplicación a que fueron sometidas las plantas, debieron haberse favorecido diferentes procesos fisiológicos, tal es el caso de la fotosíntesis, dado fundamentalmente por el aumento de la superficie foliar que experimentaron las plantas de los tratamientos con la aplicación de diferentes fuentes orgánicas, informado por Sánchez *et al.*, (2002).

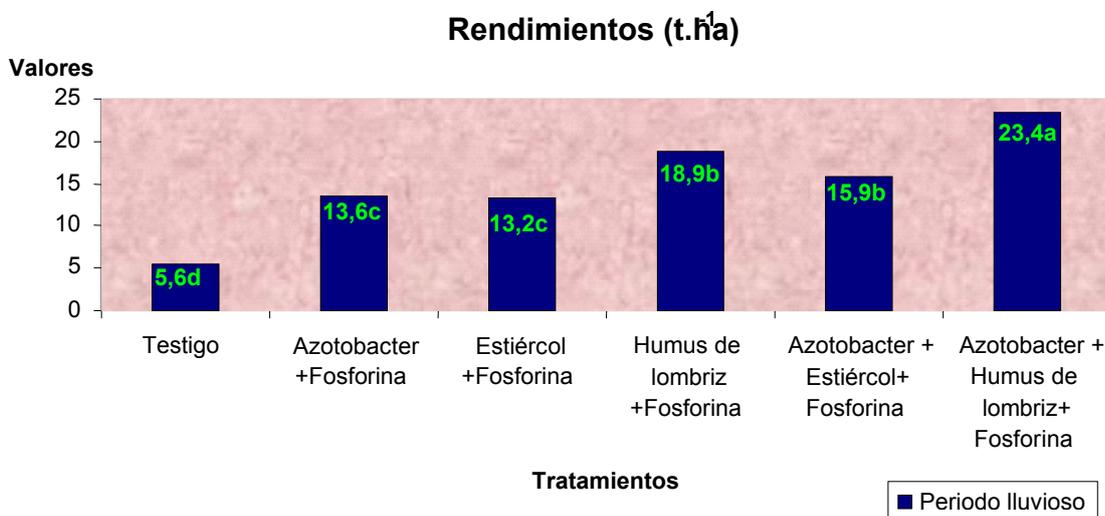
Gráfico 1. Rendimiento en el periodo seco (t.ha<sup>-1</sup>).



Medias con letras comunes no difieren significativamente según Dócima de Duncan para  $p \leq 0,05$

Al evaluar el rendimiento en el periodo lluvioso según gráfico 2 se observa que de igual manera los tratamientos mostraron un comportamiento similar al periodo seco debido a que las condiciones climáticas no influyeron en los resultados, teniendo en cuenta que los niveles de humedad se mantienen con el riego aplicado en cada etapas por lo que existió un efecto diferencial en aquellos tratamientos en que se utilizó azotobacter y humus de lombriz durante el ciclo del cultivo, en relación con el tratamiento que empleo de forma individual ambos productos biológicos y superior significativamente al testigo.

Gráfico 2. Rendimiento en el periodo lluvioso (t.ha<sup>-1</sup>).



Medias con letras comunes no difieren significativamente, Duncan,  $p \leq 0,05$ .

Este aumento del rendimiento en los cultivos en las variantes inoculadas, al parecer es debido a que la misma tiene mayor capacidad de sintetizar sustancias biológicamente activas, las cuales proporcionan un mayor estímulo en el desarrollo vegetal y en el rendimiento, aspecto que se ha demostrado por Barea y Brown (1974), González (1986), Martínez y Dibut (1998), entre otros.

Con la aplicación de los resultados y mediante el reciclaje de materiales orgánicos y el empleo de productos biológicos de origen animal, vegetal; se puede, preservar la fertilidad y potencial agroproductivo del suelo e incrementar los rendimientos agrícolas entre 10–15 %.

### **Conclusiones.**

1. Al comparar el efecto de los biofertilizantes se determinó que difieren significativamente con respecto al testigo de referencia, destacándose de forma significativa el tratamiento combinado de *Azotobacter* y Humus de lombriz en las épocas de frío y primavera.
2. Los resultados indican que la aplicación forma combinada de productos biológicos incrementa la producción mostrándose mayor impacto con la aplicación de la combinación de *Azotobacter* +Humus de lombriz+ Fosforina (20 L/ha), reportándose rendimientos agrícolas de 36,1 t.ha<sup>-1</sup>.
3. Con la utilización de productos biológicos de origen animal, vegetal y microbiano; se pueden, preservar la fertilidad y el potencial agroproductivo del suelo e incrementar los rendimientos agrícolas entre 10–15 %.

### **Recomendaciones.**

1. Continuar el estudio de los efectos de la aplicación de la *Azotobacter chroococcum* de forma conjunta con otros biofertilizantes o individual sobre las características físicas del suelo, bajo diferentes condiciones edafoclimáticas.

### **Bibliografía.**

- Alarcón, A. (1996). *Comportamiento de algunos parámetros bioquímicos y productivos del tomate (Lycoersicum esculentum mill) ante los efectos de la biofertilización*. Paper presented at the Seminario Científico INCA.
- Alarcón, A. L. (2000). Cultivos de altos rendimientos. *Horticultura*, 1-376.
- Alarcón, A. (2000). *Efecto de la biofertilización sobre el crecimiento y rendimiento del tomate (Lycopersicum esculentum Mill) variedad IS CAB-10*. Paper presented at the XI Seminario Científico INCA.
- Barea, J y M. Brown (1974). Estudio crítico sobre la utilización de *Azotobacter* y fosfobacterias como fertilizantes microbianos. *Anales de Edafología y Agrobiología*. XXXVI (11-12), 1197-1208.
- Dibut, B. (1988). *Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de A. chroococcum sobre el cultivo de la cebolla*. Unpublished Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana.
- Fernández, C. y N., R. (2004). *Vida microbiana en el suelo*. La Habana.
- Fundora, O. (2009). Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante fitomas-e y el biofertilizante económico en condiciones de producción cultivos tropicales. *Cultivos tropicales*, 30(3), 14-17. La Habana.
- Funes, A. (1997). *Agroecologías alternativas para una producción sana: Serie Informativa Técnica*. Quito, Ecuador.
- González, G. (1986). *Evaluación de clones de boniato (Ipomoea batatas (L.) Lam.) para forraje en la provincia Granma*. Tesis en opción a Master en Producción Vegetal, Granma.
- Martínez S., R. N., y A. Valiño (1995). *Introducción a la microbiología del suelo*. La Habana.

- Sanginga, N., Carsky, R.J. and Dashiell K. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi respond to rhizobial inoculation and cropping systems in farmers' fields in the Guinea savanna. *Biol. Fert. Soils*, 30(3), 179-186
- Walker, T. L., Safir, G.R. and Stephenson, S. (2000). Evidence for succession of mycorrhizal fungi in Michigan asparagus fields. *Act. Hort*, 271, 273-279
- Y, R. R. y. R. P., J. Simó; y L. Marrero Ruiz June (2008). Influencia del laboreo sobre el manejo de la simbiosis micorrízica efectiva en una secuencia de cultivos sobre un suelo Pardo con Carbonatos. *Cultivos Tropicales*, 29(2).

**Fecha de recibido: 12 oct. 2012**  
**Fecha de aprobado: 12dic. 2012**