

# EFFECTO DEL BIOFERTILIZANTE *AZOTOBACTER* SP. EN EL CULTIVO DE PAPA EN EL ESTADO MÉRIDA.

Yelinda M. Araujo V.<sup>1</sup>, Lisbeth J. Díaz de García<sup>2</sup>, Frank R. Rodríguez<sup>1</sup> y Luz Pargas de González<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del Estado Mérida. Av. Urdaneta, Mérida, Venezuela, [yaraujo@inia.gob.ve](mailto:yaraujo@inia.gob.ve). <sup>2</sup>Postgrado de Desarrollo Agrario, Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela, <sup>3</sup>Facultad de Humanidades y Educación, HUMANIC, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

## RESUMEN

Los productores agrícolas de los Andes venezolanos emplean grandes cantidades de gallinaza para la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.), generando diversos problemas en el agroecosistema. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del biofertilizante *Azotobacter* sp. como alternativa de fertilización en la papa. Se realizó un ensayo en una finca ubicada en El Valle, municipio Libertador del estado Mérida, con tres tratamientos: Testigo; Biofertilizante *Azotobacter* sp. y Gallinaza + fertilizante químico. A través de entrevistas se estimaron los costos de producción del cultivo. El uso de la gallinaza apporto nutrientes al suelo, principalmente magnesio y nitrógeno. Con la aplicación del *Azotobacter* sp. se encontró, un rendimiento de papa dentro del promedio de la zona de estudio y una reducción del 30 % de los costos de producción del cultivo. El uso del biofertilizante *Azotobacter* representa una alternativa de fertilización viable que contribuye al desarrollo de una agricultura sustentable.

Palabras claves: Papa, Fertilización, Biofertilizante, Gallinaza, *Azotobacter*.

## INTRODUCCIÓN

La principal actividad económica, social y cultural del Estado Mérida, está representada por la producción agrícola, siendo la papa *Solanum tuberosum* L. uno de los rubros principales y más demandados no solo a nivel nacional sino también en el ámbito internacional. El cultivo de la papa demanda altas cantidades de nutrientes, tales como nitrógeno, fósforo y potasio. La agricultura andina se caracteriza por ser intensiva y altamente demandante de insumos agrícolas. El empleo de grandes cantidades de fertilizantes químicos y de enmiendas orgánicas, entre ellas la gallinaza, ha generado una serie de problemas que atañen al ser humano, al contexto social, económico y ecológico.

Del Castillo y Montes de Oca (1994) estudiaron el efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo (Fosforina) y fijadores de Nitrógeno (*Azotobacter* sp.) sobre el rendimiento del cultivo de papa en las variedades de papa Atlantic y Desirée, obteniendo los mejores rendimientos al combinar el 100% del fertilizante mineral con ambos biopreparados, con incrementos entre 4 y 5 t ha<sup>-1</sup>. En estudios en los cultivos de papa,

trigo, maíz y hortalizas, se encontraron incrementos en el rendimiento entre 15-30% y un ahorro entre 15-20% de los fertilizantes nitrogenados y fosforados, usando biopreparados de *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Micorrizas*, *Azolla*, entre otros (Gomero y Velásquez, 1999).

En la actualidad son pocas las alternativas viables y económicas que sustituyan el uso de la gallinaza, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la bacteria fijadora de Nitrógeno *Azotobacter* sp., como alternativa de fertilización en el rubro papa, en una finca del municipio Libertador del estado Mérida.

## MATERIALES Y METODOS

Se instaló un ensayo de campo en la localidad de El Valle del municipio Libertador en el estado Mérida, Venezuela. Ésta zona se encuentra a una altitud de 2.200 m.s.n.m, con temperaturas promedios anuales que oscilan entre 18 a 22 °C y precipitaciones promedios de 1500 a 2500 mm/año CORPOANDES (1995). Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con un área total de 81 m<sup>2</sup>. Se sembró papa de la variedad Granola y se aplicaron los siguientes tratamientos de fertilización con tres repeticiones: Testigo, sin fertilización; Biofertilizante *Azotobacter* sp. en la dosis comercial (2 l/ha) y 15 t/ha de Gallinaza + 45 kg/ha de N- 25 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-25 kg/ha de K<sub>2</sub>O (que corresponde a la mitad de la dosis que aplican los productores de la zona). El abono orgánico utilizado, fue una gallinaza peletizada comercial, denominada fertipollo, con muy altos niveles de nutrientes, pH de 8,1, un contenido de materia orgánica de 25,8% y 3,2% de Nitrógeno total El suelo del área de estudio presentó una textura gruesa, de tipo franco-arenosa, con altos contenidos de fósforo (189 mg kg<sup>-1</sup>), potasio (303 mg kg<sup>-1</sup>) y calcio disponible (490 mg kg<sup>-1</sup>), así como de materia orgánica (105 g kg), mientras los contenidos de magnesio fueron medios (72 mg kg<sup>-1</sup>), el nitrógeno total de 0,6 %, con pH de 5,0, el cual es moderadamente ácido. Transcurridos 49 días después de la siembra, se realizó el aporque de las plantas, en el cual se aplicó las dosis restantes de biofertilizante y de fertilizante químico. Al finalizar el ciclo del cultivo (104 días), se realizó la cosecha de los tubérculos, se pesaron los tubérculos y se determinó el rendimiento del cultivo. Se realizaron análisis de suelos de las parcelas experimentales al inicio y final del estudio. También, se hicieron entrevistas (Aguirre, 1995), aplicando un cuestionario a 12 productores del total de 20 que habitan el área de estudio. Se determinó el costo de producción de 1 ha de papa y la aceptación en el uso de nuevas alternativas de fertilización.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de tubérculos en peso fresco presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos de fertilización (Tabla 1). En promedio, el mayor rendimiento se presentó en el tratamiento con gallinaza + fertilización química, sin embargo, el rendimiento obtenido con el biofertilizante *Azotobacter* sp., fue superior al encontrado en el testigo. Es importante resaltar, que el rendimiento obtenido con el tratamiento del

biofertilizante a base de *Azotobacter*, fue similar a los promedios de producción de papa obtenidos en la zona de estudio, los cuales varían entre 25-30 t ha<sup>-1</sup>.

Tabla 1. Rendimiento de papa variedad Granola y desviación estándar ( $\pm$ ) en los tratamientos de fertilización en El Valle, Municipio Libertador, Estado Mérida.

Tratamiento	Rendimiento promedio (t ha <sup>-1</sup> )
Gallinaza +Fertilización química	47,0 $\pm$ 8,4 a
Biofertilizante <i>Azotobacter</i> sp.	33,1 $\pm$ 10,8 b
Testigo	25,0 $\pm$ 2,4 b

Letras distintas indican diferencias significativas (n= 3, Tukey, p < 0,05).

En el tratamiento de gallinaza + fertilizante químico, al final del ensayo se detectaron contenidos menores de fósforo, potasio y calcio (Fig. 1) y el pH promedio del suelo disminuyó de 5,3 a 5,1. La gallinaza contiene altas cantidades de Magnesio, razón por la cual al final del ensayo, se observa un incremento en las concentraciones este elemento (Fig. 1).

Con respecto al contenido de nutrientes del suelo en el tratamiento con el Biofertilizante *Azotobacter* sp. (Fig. 1), al finalizar el ciclo del cultivo se encontró una disminución de los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio disponibles en el suelo, así como un incremento en el pH promedio del suelo de 5, 5 a 5,7. El tratamiento testigo se comportó de manera similar al tratamiento con el Biofertilizante.

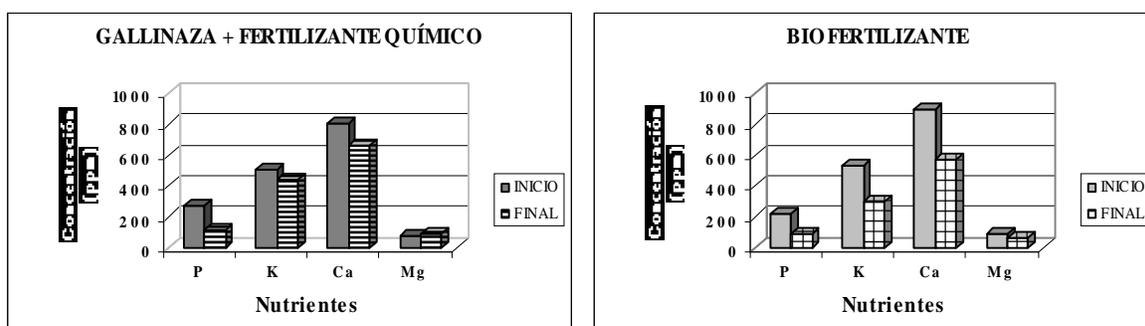


Figura 1. Contenido de nutrientes (ppm) en los suelos de los tratamientos de Gallinaza + Fertilizante Químico y del biofertilizante *Azotobacter* sp., al inicio y final del ensayo, El Valle, estado Mérida.

La reducción de la mayoría de los nutrientes en todos los tratamientos, es probablemente debida a la absorción de estos elementos por el cultivo, sin embargo por el alto contenido de nutrientes disponibles en la gallinaza y en la fórmula completa utilizada 12-12-17/2 SP, quedo en el suelo un remanente alto de nutrientes en este tratamiento.

En la figura 2 se observa que al inicio del ensayo había cantidades similares de nitrógeno total en los suelos de ambos tratamientos (0,6 %). El nitrógeno total no es directamente asimilable por las plantas, ya que requiere de la acción de los microorganismos que favorezcan su descomposición en nitrato y amonio. En el tratamiento con Gallinaza + Fertilizante Químico, se aprecia un aumento en los contenidos de nitrógeno total y nitrato, dado al alto contenido de Nitrógeno de éstas fuentes, mientras se presentó una reducción en los niveles de amonio. Machado y col. (2009) indican que el suministro de gallinazo en suelos agrícolas del páramo merideño, estimula la nitrificación en los suelos, el cual es un proceso de oxidación biológica del amonio al nitrato, efectuada por los microorganismos.

En el tratamiento con el biofertilizante *Azotobacter* sp., al final del ensayo hubo una reducción de la concentración de nitrógeno total y nitrato, debido probablemente a la absorción de N por el cultivo y un incremento en el contenido de amonio (Figura 2).

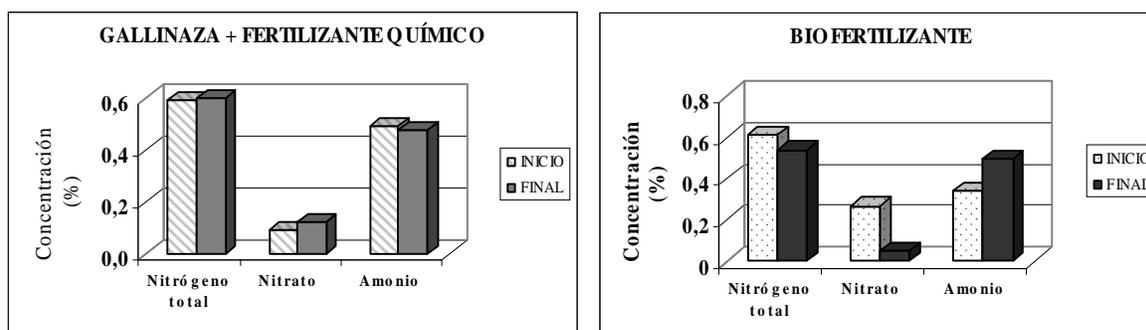


Figura 2. Concentración de nitrógeno total, nitrato y amonio (%) en los suelos de los tratamientos de Gallinaza + Fertilizante Químico y el biofertilizante *Azotobacter* sp., al inicio y final del ensayo, El Valle, estado Mérida.

Desde un punto de vista socioeconómico, el mantenimiento de la aplicación de grandes cantidades de enmiendas orgánicas y fertilizantes nitrogenados en el cultivo de papa, se hace insostenible debido a los altos costos que acarrea la adquisición y posterior incorporación de la gallinaza al suelo, que de no usarse de manera adecuada, trae consecuencias adversas sobre la salud de la población, ya que la misma es una fuente rica para la reproducción de mosca común (*Musca domestica* L.) (Sandia, 1997).

Los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a los productores de papa del sector Las Cuadras del municipio Libertador del estado Mérida, indicaron: 1) el costo promedio

de producción de 1 ha de papa, en el año 2010 fue de 41.000 Bs.; 2) el costo de adquisición de la gallinaza y del fertilizante químico bajo el manejo tradicional, corresponde a 27 % del costo total de producción; 3) los rendimientos promedios de papa en la zona fueron de 25-30 t ha<sup>-1</sup> y 4) el 100% de los entrevistados, coincidió en que deseaban un producto biológico que contribuya a mejorar la salud y el ambiente de los agroecosistemas.

El ahorro usando el biofertilizante fue de 30%, pues no se requiere de la compra de la gallinaza, se utiliza solo el 50 % del fertilizante químico y también disminuye el gasto en mano de obra.

Los resultados obtenidos nos llevan a considerar el uso de éstas biotecnologías como alternativas de fertilización en el cultivo de papa, con el fin de disminuir los costos económicos y ambientales en la producción de este cultivo.

## CONCLUSIONES

El rendimiento del cultivo de papa usando el biofertilizante *Azotobacter* sp., estuvo dentro del promedio encontrado en la zona de estudio con la fertilización tradicional (25-30 t ha<sup>-1</sup>), teniendo una reducción del 30 % de los costos de producción del cultivo. El tratamiento con Gallinaza + Fertilización Química aportó niveles altos de nutrientes al suelo, principalmente magnesio y nitrógeno.

Se evidenció una buena aceptación por parte de los productores agrícolas en el uso de alternativas de fertilización, diferentes a la gallinaza, como es el caso del biofertilizante a base de *Azotobacter* sp, que con el transcurso del tiempo, les garantiza preservar el ambiente y la salud de los pobladores.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, A. (1995). Etnografía. Metodología cualitativa en la investigación sociocultural. Alfaomega. México. 380 p.
- CORPOANDES. (1995). Proyecto Desarrollo Integral Las Cuadras. Mérida, Venezuela. 156 p.
- GOMERO O., L. Y VELÁSQUEZ A., H. (eds). (1999). Manejo ecológico del suelo. Conceptos, Experiencias y Técnicas. Red de Acción de Agricultura Alternativa (RAAA). Lima, Perú. p. 30-31.
- DEL CASTILLO, P. Y MONTES DE OCA, F. (1994). Efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo y fijadoras de nitrógeno sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum*). En: II Taller sobre biofertilización en los trópicos. 16-18 de noviembre. La Habana. Cultivos Tropicales 15 (3): 67.

- MACHADO, D. (2005). Un enfoque agroecosistémico para el manejo eficiente del suministro de nitrógeno en el cultivo de papa en los Andes venezolanos. Tesis Doctoral en Ecología Tropical. Facultad de Ciencias, ULA. Venezuela. 233 p.
- MACHADO, D, TORO, J. Y SARMIENTO, L. (2009). Efecto del suministro de gallinazo sobre el proceso de nitrificación en suelos agrícolas de los páramos de Mérida. Memorias del XVIII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Santa Bárbara del Zulia, UNESUR, 9 al 13 de Marzo.
- SANDIA, L. (1997). Evaluación del impacto de las actividades agropecuarias sobre la salud de la población de Pueblo Llano, Edo. Mérida, Venezuela. Informe de Avance del Convenio CIDIAT-Fundacion Polar. CIDIAT, Mérida, Venezuela, 45 p.