



APLICACIÓN DE *Azotobacter chroococcum* EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TABACO NEGRO

Application of *Azotobacter chroococcum* in the dark tobacco seedling production

Yarilis León González[✉], Rafael Martínez Viera, Juan M. Hernández Martínez
y Nelson Rodríguez López

ABSTRACT. During the tobacco season 2006-2009 the results obtained in the Tobacco Experimental Station in San Juan y Martínez, Pinar del Río, were introduced in the productive practice. The work was carried out in the traditional seedlings belonging to San Juan y Martínez, Tobacco Company, with the objective of demonstrating the feasibility of the biofertilizer application in the production of seedlings of tobacco. Results showed that the morphologic characteristics of the seedlings, such like, the stem diameter and stem longitude, the total fresh and dry mass got better with the biofertilizer's utilization. Also the cycle of the seedlings decreased in seven days. The varying biofertilizer treatment had the best economic behavior in comparison with the control, with values of utilities per hectare of \$23 344,9, profitability of 127,05 % and costs of \$ 0,44 for each weight received.

Key words: tobacco, seedbed, *Azotobacter*

RESUMEN. Durante el período 2006-2009 se introdujeron en la práctica productiva los resultados obtenidos en la Estación Experimental del Tabaco de San Juan y Martínez, Pinar del Río. El trabajo se realizó en los semilleros tradicionales pertenecientes a la Empresa Tabacalera de San Juan y Martínez, con el objetivo de demostrar la factibilidad de la aplicación de biofertilizantes en la producción de plántulas de tabaco. Los resultados mostraron que con la aplicación de *Azotobacter chroococcum*, se lograron mejorar las características morfológicas de las plántulas, como el diámetro y longitud del tallo y la masa fresca y seca total. Además se redujo el ciclo del semillero en siete días. La variante biofertilizada tuvo el mejor comportamiento económico en comparación con la testigo, con valores de utilidades por hectárea de \$ 23 344,9, rentabilidad de 127,05 % y costos de \$ 0,44 por cada peso recibido.

Palabras clave: tabaco, semillero y *Azotobacter*

INTRODUCCIÓN

En el suelo existe una notable población microbiana, entre la que se encuentran los microorganismos beneficiosos para el desarrollo vegetal, caracterizados por realizar funciones como la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización del fósforo insoluble, la antibiosis y la estimulación del crecimiento y desarrollo vegetal, entre otras. Todas ellas revisten gran importancia para el normal establecimiento y aumento de la productividad de especies cultivables de importancia económica (1).

La utilización de estos microorganismos constituye una de las alternativas nutricionales más aceptadas dentro del contexto agrícola mundial y desempeña un papel importante no solo en los modelos de agricultura sostenible, donde su aplicación es imprescindible, sino también,

dentro de los sistemas agrícolas de alta productividad, debido a su bajo costo de producción y la posibilidad de su fabricación a partir de recursos locales renovables (2).

Las bacterias del género *Azotobacter* han sido utilizadas extensamente en la producción agrícola mundial, ya que le aportan a las plantas hasta el 50 % de sus necesidades de nitrógeno mediante la fijación asociativa del elemento que llevan a cabo a partir de la atmósfera, además de suministrarles sustancias activas estimuladoras del desarrollo vegetal (3).

Hoy se utilizan extensamente en Cuba los biopreparados a base de *Azotobacter chroococcum* sobre una amplia gama de cultivos que son beneficiados por esta bacteria, que se encuentra en gran parte de los suelos cubanos, aunque en poblaciones muy bajas (entre 1000 y 10 000 células.g⁻¹ de suelo). Estos niveles no permiten la manifestación de los beneficios que pueden aportar estas bacterias. Por este motivo, se hace necesario aumentar la población artificialmente mediante la aplicación de biopreparados, que permiten alcanzar hasta 100 millones de células por gramo de suelo (4).

En este sentido los biopreparados constituyen nuevas perspectivas para la utilización en el tabaco, en

M.Sc. Yarilis León González, Investigadora Auxiliar; Juan M. Hernández Martínez, Investigador Agregado y Dr.C. Nelson Rodríguez López, Investigador Auxiliar de la Estación Experimental del Tabaco, Finca Vivero, San Juan y Martínez, Pinar del Río, CP 23 200; Dr.C. Rafael Martínez Viera, Investigador Titular, Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical Alejandro de Humbolt. ✉ yarilis@eetsj.co.cu

cuyo cultivo se han obtenido resultados positivos con su aplicación experimental (6, 7).

DIMARGÓN® es un biopreparado cubano a base de *Azotobacter chroococcum* en forma concentrada y sólida que permite que su manipulación y conservación resulte más fácil y económica, al mismo tiempo que su volumen de aplicación sea reducido (5).

En la Estación Experimental del Tabaco desde la campaña tabacalera 2002-2003 hasta la campaña 2005-2006 se realizó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de DIMARGÓN®, como sustituto parcial de la fertilización mineral, en la producción de plántulas de tabaco negro. Se estudiaron nueve tratamientos a partir de la combinación de tres dosis de fertilizante mineral (100, 75 y 50 %) del total a aplicar y dos dosis del biofertilizante (1 y 2 L.ha⁻¹). Los resultados indicaron que con la combinación del 75 % del fertilizante mineral y 2 L.ha⁻¹ de DIMARGÓN® se logró mejorar significativamente todos los índices morfofisiológicos medidos y el porcentaje de plantas útiles, por lo que se logra reducir el fertilizante mineral en un 25 % sin afectar la calidad de las posturas.

El objetivo del presente trabajo es validar los resultados que se han obtenido con la aplicación de DIMARGÓN®, en semilleros tradicionales de tabaco en condiciones de producción.

MATERIALES Y METODOS

La introducción del resultado se realizó en los semilleros de tres Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y dos Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) de la Empresa del Tabaco de San Juan y Martínez, Pinar del Río, durante las campañas tabacaleras 2006-2007; 2007-2008 y 2008-2009. En el 30 % de estos semilleros se aplicó el 75 % del fertilizante mineral recomendado en combinación con 2 L.ha⁻¹ del biofertilizante DIMARGÓN®. El inoculante se aplicó por aspersión en el momento de la siembra, antes del riego. El resto de las actividades culturales se realizó según el Manual Técnico para la producción de plántulas (8). En la otra parte de los semilleros (70 %) se realizó la producción de posturas según la tecnología tradicional recomendada en el manual, lo cual constituyó el control.

A los 45 días después de la germinación se evaluaron las siguientes características morfofisiológicas: longitud y diámetro del tallo y masa seca y fresca en 20 plántulas, según metodología establecida (9). En el momento del arranque (acto de extraer de los canteros las plántulas que han alcanzado las características adecuadas para el trasplante) se determinó el número de plantas útiles por cantero y se realizó el análisis económico de los resultados, en comparación con la tecnología tradicional.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza de clasificación doble y la diferencia entre las medias se compararon por la prueba de rangos múltiples de Duncan con una probabilidad del error de 0.05.

El costo de producción se calculó a partir de la ficha de costo actualizada (Tabla I) para la fase de semilleros (10, 11), la que se reajustó para las diferentes variantes, según los costos por concepto de fertilización, riego y arranque en el semillero.

Tabla I. Ficha de costo actualizada para los semilleros tradicionales de tabaco negro en la empresa tabacalera "Hermanos Saíz" de San Juan y Martínez, Pinar del Río

Ficha de costo semillero	Variante tradicional	Variante de biofertilización
Total gasto material	2385,31	2186,10
Materias primas y materiales	1250,63	1097,94
Combustible	1134,68	1088,16
Gasto fuerza de trabajo	9376,31	9067,20
Salarios básicos	7230,38	7230,38
Salarios complementarios	685,34	685,34
Aporte seguridad social	1151,48	1151,48
Amortización	204,04	204,04
De ello: depreciación activos fijos tangibles	204,04	204,04
Total otros gastos monetarios	3837,88	3837,88
Servicios productivos	1314,04	1314,04
De ellos: gastos de transporte	975,00	975,00
Gastos comisión de servicios	1001,76	1001,76
Otros gastos	1522,08	1522,08
Total de gastos	15803,54	15295,22
Gastos indirectos de producción	1092,89	1092,89
Gastos generales y de administración	1886,99	1886,99
Biofertilizante DIMARGÓN®	----	100,00
Costo total	18783,43	18375,10

El valor de la producción se calculó a partir de los precios oficiales y la cantidad de plántulas con características adecuadas para el trasplante (12).

El cálculo de las utilidades, rentabilidad y costo por peso se realizó a partir de las fórmulas siguientes:

Utilidades= Valor de la producción-costo total de la producción (\$)

Rentabilidad= Utilidades/costo total de la producción, 100 (%)

Costo/peso= Costo total de la producción/valor de la producción (\$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la evaluación de las características morfológicas (Tabla II) siempre fueron superiores cuando se aplicó el biofertilizante, ya que las sustancias sintetizadas por las bacterias (auxinas, citoquininas, giberelinas, tiaminas, ácido nicotínico, ácido pantoténico y otras vitaminas) estimulan el crecimiento de la planta (13, 14).

Tabla II. Efecto de la aplicación de DIMARGON® sobre el desarrollo de las plántulas de tabaco en semilleros tradicionales. Promedio de 20 plantas

	Longitud del tallo.planta (cm)	Diámetro del tallo.planta (mm)	Masa fresca total.planta (g)	Masa seca total.planta (g)	Número de plantas útiles por canteros de 20 m ²
CPA					
Variante testigo	12,5 b	3,08 b	3,43 b	0,31 b	55 50
Variante inoculada	14,5 a	3,41 a	5,10 a	0,49 a	56 50
CV (%)	4,46	4,59	1,49	2,66	0,63
ES	0,348	0,086	0,037	0,006	2 0439
CCS					
Variante testigo	12,1 b	3,12 b	3,39 b	0,27 b	5450 ns
Variante inoculada	14,9 a	3,37 a	4,70 a	0,45 a	5550 ns
CV (%)	3,68	4,27	0,61	9,71	1,68
ES	0,286	0,080	0,014	0,020	5 3275

Valores con letras iguales en una misma fila son significativamente no diferentes a $p < 0.05$

Las mediciones realizadas permitieron comprobar que las plántulas inoculadas tuvieron un grosor o diámetro del tallo y valores de masa fresca y seca adecuados, lo que indica que eran plántulas que cumplían con los requisitos de calidad indispensables para resistir un estrés pos-trasplante. En nueces de cocotero inoculadas con *A. chroococcum*, se obtuvieron resultados similares (15) encontrándose diferencias significativas en el crecimiento y desarrollo de las plántulas inoculadas en relación con el testigo.

En lo que respecta al número de plantas útiles por canteros de 20 m², la diferencia entre las dos variantes fue muy pequeña, ya que en las dos se pudo obtener aproximadamente la misma cantidad de posturas. El beneficio consistió en que en la variante inoculada las plántulas tuvieron una altura y uniformidad mayor, por lo que los valores medios de la longitud del tallo a los 45 días después de la germinación fueron superiores a los obtenidos en la variante tradicional y considerados como apropiados para la producción de posturas de tabaco negro. A su vez esto propició que se obtuvieran mayores rendimientos de plantas útiles por arranque, debido al aumento en la uniformidad entre las plántulas, lograda con el empleo del biofertilizante.

Otro beneficio de la uniformidad lograda por las plántulas lo constituye el hecho de disminuir a ocho el número de arranques, aspecto que llegó hasta diez, utilizando la tecnología tradicional, lo que permite reducir el ciclo del semillero en siete días, obteniendo plántulas vigorosas, sanas y robustas, con las condiciones óptimas para el trasplante.

Las cepas de *Azotobacter*, en relación con el crecimiento de las plántulas de tomate (16), mostraron un incremento significativo respecto al control, en altura, área foliar, peso seco radicular y peso fresco y seco aéreo.

Análisis económico. El hecho de reducir en dos el número de arranques significa una reducción del 20 % del total de ellos por este concepto, lo que implica que se ahorra 309,12 \$.ha⁻¹ en fuerza de trabajo.

Como en esta fase del semillero se realiza un riego antes del arranque se ahorran además dos riegos ligeros, que representan un ahorro de combustible de 46,52 \$.ha⁻¹. En cuanto al fertilizante mineral solo se aplica el 75 % del total, lo que implica un ahorro de 152,69 \$.ha⁻¹. Por otra parte, al estar menos tiempo las plántulas en el campo, se encuentran menos expuestas a la incidencia de plagas y enfermedades.

El acortamiento del período de semillero representa, además, grandes beneficios para el tabaco cosechado cuando es necesario hacer la siembra de los semilleros en época tardía, lo que es bastante frecuente en la región de Pinar del Río, como consecuencia de las inclemencias climáticas.

Relacionado con esto, con la utilización de *Azotobacter* se ha obtenido un notable beneficio económico en un elevado número de hortalizas (1), enmarcado entre 21,5-23,15 \$.ha⁻¹ de semillero o cepellón.

En la Tabla III, se observan los beneficios logrados en la valoración económica, lo que se relaciona con los altos rendimientos de plantas aprovechables que se obtuvieron.

En la variante tradicional los resultados fueron favorables con utilidades, rentabilidad y costo/\$ ascendentes a 22 191,57 \$.ha⁻¹; 118,14 % y 0,46 \$, respectivamente. Estos valores fueron superados por la variante inoculada en todos los aspectos económicos medidos.

La diferencia entre las dos variantes fue de 745 \$.ha⁻¹ en el valor de la producción; así como en utilidades, rentabilidad y costo/\$ fue de 1 153,33 \$/ha; 8,91 % y 0,02 \$ respectivamente. La variante nueva costó 408,33 \$.ha⁻¹ menos que la variante tradicional.

Tabla III. Valoración de algunos indicadores económicos. Promedio de los tres años

Variantes	Costo total (\$·ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$·ha ⁻¹)	Utilidades (\$·ha ⁻¹)	Rentabilidad (%)	Costo/peso (\$)
Variante testigo	18 783,43	40 975	22 191,57	118,14	0,46
Variante inoculada	18 375,10	41 720	23 344,9	127,05	0,44

CONCLUSIONES

Con la utilización del biofertilizante se lograron mejorar las características morfológicas estudiadas en el tabaco (diámetro y longitud del tallo, masa fresca y seca total de las plántulas), y se reduce el ciclo del semillero en siete días. Además se obtiene el mejor comportamiento económico con valores para las utilidades de 23 344,9 \$·ha⁻¹, la rentabilidad de 127,05 % y menores costos, los cuales fueron de 0,44 pesos por peso producido.

REFERENCIAS

- Dibut Álvarez, B. Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible. Ciudad de La Habana. Editorial Universitaria, 2009, 113 p. ISBN 978-959-16-1032-4.
- Altieri, M. A. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ed CLADES. La Habana : ACAO., 1997. 249 p.
- González, J. y Lluch, C. Biología del nitrógeno. Interacción planta-microorganismo. Ed. Rueda. Madrid. España. 1992.
- Martínez Viera, R.; López, M.; Dibut, B.; Parra, C. y Rodríguez, J. La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en el medio tropical. Ed. MPPAT, Caracas, 2007. 190 p.
- Martínez Viera, R.; López, M.; Brossard, M.; Tejeda, G.; Pereira, H.; Parra, C. y Rodríguez, J. Procedimientos para el estudio y fabricación de biofertilizantes bacterianos. Venezuela. *INIA*, 2007, no. 11, serie B, 88 p.
- León, Y.; Hernández, B. y Hernández, J. M. Influencia del biofertilizante DIMARGÓN® en algunos índices morfológicos de las plántulas de tabaco obtenidas en semilleros tradicionales. *Cubatabaco*, 2004, vol. 5, no. 1, p. 3-6.
- León Y.; Hernández, J. M.; Rodríguez, N. y Hernández, B. Influencia del DIMARGÓN en semilleros con la tecnología de bandejas flotantes. *Cubatabaco*, 2006, vol. 7, no. 2.
- Ministerio de la Agricultura. Cuba. Dirección Nacional de Tabaco. Manual técnico para la producción de posturas de tabaco. La Habana : AGRINFOR, 2001.
- Fristyk, A. Selección y ennoblecimiento de las variedades de tabaco. Capítulo II: Semillería en el tabaco. La Habana : Instituto del Libro. *Ciencia y Técnica*, 1969, p. 69-94.
- Comité Estatal de Trabajo y Seguridad Social de Cuba. Resolución no. 56/08. Tarifa salarial única para las labores agrícolas manuales y con tracción animal en el cultivo y cosecha del tabaco. La Habana, 2008. 3 p.
- Ministerio de la Agricultura. Dirección Nacional de Tabaco de Cuba: Libro de normas en la actividad de semilleros tradicionales de tabaco negro. San Juan y Martínez. Ed. Empresa Tabacalera «Hermanos Saíz», 2007. 12 p.
- Ministerio de la Agricultura. Dirección Nacional de Tabaco de Cuba. Ficha de costo para la producción de posturas de tabaco negro en semilleros tradicionales. San Juan y Martínez, Ed. Empresa Tabacalera «Hermanos Saíz», 2008. 2 p.
- Martínez Viera, R. Los biofertilizantes y bioestimuladores bacterianos como pilares básicos de la Agroecología. Caracas. Ciara, 2006. 35 p.
- Dibut Álvarez, B.; Martínez Viera, R.; García, M.; Ríos Y.; García, R.; Tejeda, G.; Plana, L.; Rodríguez, J.; Fey, L.; Soca, U. y Mesa, E. Introducción en la práctica agrícola de un nuevo biopreparado mixto para el beneficio de cultivos hortícolas de importancia económica. En: Memorias de la XII Jornada Científica por el 105 Aniversario de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. INIFAT, Taller Suelo y Nutrición. 2009. ISBN 978-959-282-086-9.
- Alvarado, K.; Blanco, A.; Rodríguez, L.; González, R. y Abreu, N. Influencia de la concentración y forma de aplicación del *Azotobacter* en la germinación de nueces de cocotero (*Cocos nucifera*). En: Memorias de la XII Jornada Científica por el 105 Aniversario de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. INIFAT, Taller Suelo y Nutrición. 2009. ISBN 978-959-282-086-9.
- La Torre, C. y Zúñiga, D. Efecto de bacterias promotoras de crecimiento en la emergencia y desarrollo de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Miller). En: Memorias de la XXIV Reunión Latinoamericana de Rizobiología (XXIV RELAR) y I Conferencia Iberoamericana de Interacciones Beneficiosas Microorganismo-Planta-Ambiente (I IBEMPA) Solubilizadores de fósforo y PGPRs, 2009. ISBN 978-959-16-1030-0. A4-26.

Recibido: 14 de julio de 2011

Aceptado: 10 de abril de 2012

¿Cómo citar?

León González, Yarelis; Martínez Viera, Rafael; Hernández Martínez, Juan M. y Rodríguez López, Nelson. Aplicación de *Azotobacter chroococcum* en la producción de plántulas de tabaco negro. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 2, p. 29-32. ISSN 1819-4087