

CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO TERRITORIAL DE BOYEROS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE BIOFERTILIZANTES OBTENIDOS EN EL INIFAT.

Rosa García Gómez¹, Janet Rodríguez Sánchez¹, Grisel Tejeda González¹, Rubén Fernández Melendi¹; Alberto Martínez², Carlos Lamela³ Rafael Martínez Viera¹, Maria Elena Simanca Morales¹.y Ulises Soca Estrada¹.

Investigador Auxiliar Microbiología. Biofertilizantes.

1-Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" 2 esquina a 1 Santiago de Las Vegas. Ciudad de La Habana. Telf 57 9010 579308 Correo rosagg@inifat.co.cu

2- Organopónico Van Troi, Boyeros

3- INICA

RESUMEN

La relación entre los centros de investigación y la producción, cobra vital importancia para la introducción de los resultados científicos en la producción. Con el objetivo de contribuir al incremento de los rendimientos hortícolas en los organopónicos del municipio Boyeros, se han diversificado los bioproductos del INIFAT aplicados en los mismos, incluyendo además del DIMARGON, (*Azotobacter chroococcum*), el BIOBAC (*Bacillus subtilis*) y el DIMABAC (*A. chroococcum* + *B. subtilis*). Estos productos bacterianos fueron obtenidos por fermentación sumergida fueron aplicados entre el momento de siembra o trasplante hasta 10 días después del mismo, en dosis entre 2 y 10 L * ha⁻¹. Se trabajó con los cultivos de tomate, pimiento, rábano, remolacha zanahoria, habichuela, col entre otras. Las aplicaciones se han realizado por aspersión al suelo y sobre los cultivos. El rendimiento se vio incrementado en todos los casos entre un 10 y un 50%, lo que benefició económicamente a los productores se calculan en más de \$ 20 000 anuales por la aplicación de los productos y socialmente aportó más alimento a la población.

ABSTRACT

The relationship between the investigation centers and the production, have vital importance for the introduction of the scientific results in the production. With the objective of contributing to the increment of the horticultural yields in the organopónicos of the municipality Cowherds, the bioproductos of the INIFAT has been diversified applied in the same ones, including besides the DIMARGON, (*Azotobacter chroococcum*), the BIOBAC (*Bacillus subtilis*) and the DIMABAC (*A. chroococcum* + *B. subtilis*). These bacteria's products were obtained by submerged fermentation, they were. applied between the sowing moment or transplant up to 10 days after the same one, in dose between 2, 5 or 10 L * ha⁻¹. One worked with the tomato cultivations, pepper, radish, beet carrot, bean, cabbage among other. Applications have been carried out for aspersion to the floor and envelope the cultivations. The yield was increased in all the cases between a 10 and 50% or more; what benefited economically to the producers is calculated in more than \$20 000 annual for the application of the products and socially it contributed more food to the population.

INTRODUCCIÓN

La vinculación de los resultados de investigación con la práctica diaria, es decir, con la producción y los servicios, es una característica que distingue a Cuba y que la ha llevado a ser reconocida en el mundo entero, por su introducción y extensión de sus resultados científicos. La vinculación de los centros de investigación con el área que le rodea es, por tanto una necesidad en nuestro sistema.

Entre las formas de vincular los centros de investigación con la comunidad circundante están:

- Proyectos territoriales monotemáticos o integradores (Se hacen por acuerdos investigación – producción y generalmente la proposición parte del investigador)
- Relación directa de los investigadores con los productores (El investigador busca los mejores productores para realizar en sus áreas demostraciones que permitan dar a conocer las bondades de los resultados científicos logrados).
- Solicitud de los productores a los investigadores (Ocurre cuando ya se conoce los beneficios del resultado o cuando la institución tiene suficiente prestigio para que los productores busquen a los investigadores para que les ayuden a resolver sus problemas)

En el municipio Boyeros se realiza un proyecto agropecuario integrador, que agrupa cinco centros de investigación del municipio y un Instituto. Politécnico Agropecuario para lograr incrementar el desarrollo productivo del territorio

El INIFAT, como parte de ese proyecto, se integró en varios perfiles, entre ellos, en la aplicación de biofertilizantes y bioestimuladores del crecimiento vegetal, con la experiencia de casi 20 años de estudios, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Un trabajo mantenido en el aislamiento cepas de diferentes géneros.
- La selección de las cepas con doble función, la fijación biológica del nitrógeno o solubilización del fósforo y la estimulación vegetal.
- Patentes de un medio de cultivo y de su modificación. (Patente No. 22178 de la República de Cuba emitida en marzo de 1993 y modificación presentada en 2003)
- Registro de marca del producto DIMARGON® y de otros productos en trámite
- Nuevos productos mixtos de 2 o más microorganismos

Entre los microorganismos empleados como bioestimuladores y/o biofertilizantes en el INIFAT se encuentran la especie fijadora de nitrógeno, *Azotobacter chroococcum*, la que ha sido empleados en una gran gama de cultivos en Cuba y otros países (Dibut B. et al. 1999; Dibut et al. 2004; Martínez Viera et al. 2001 y 2004) y se incorpora como un producto estimulador y protector de los cultivos la especie *Bacillus subtilis*, cuyos estudios en Cuba y el mundo, son cada vez más amplios. (Arbige, 1993; Tejeda, G. 1997; Korsten L., et al. 1997; Alavo and Dunphy. 2004.)

MATERIALES Y MÉTODOS

Los organopónicos seleccionados fueron el Van Troi y el de Calabazar, los cuales tienen características esenciales comunes. Algunas diferencias también los caracterizan y se muestran a continuación.

Características comunes de los organopónicos de Calabazar y Van Troi

- Área total 3 ha
- Tienen 190 canteros de 48 m²
- Plantilla total de 18 personas
- Área bajo tapado para semillero 6 canteros
- Gran fluctuación del personal incluyendo los responsables máximos de las instalaciones.

Características diferentes de los organopónicos de Calabazar y Van Troi

- Van Troi tiene área de suelo cultivables aproximada de 0.6 ha que en Calabazar no puede ser utilizada por la topografía
- Fuente de abasto de agua diferente (Calabazar a partir de la presa)
- La plantilla de Calabazar no estuvo cubierta durante gran parte de los 2 años.

Los productos que se aplicaron durante este trabajo estuvieron constituidos por cultivos de bacterias, las cuales fueron:

DIMARGON (*Azotobacter chroococcum*)

BIOBAC (*Bacillus subtilis*)

DIMABAC (*Azotobacter chroococcum* + *Bacillus subtilis*)

Todos producidos en el INIFAT en forma líquida

La aplicación de estos bioproductos se realizó en el momento de la siembra, en el trasplante o hasta 15 días después de la siembra o el trasplante, asperjados al suelo y a la planta.

Las dosis empleada con los bioproductos líquidos concentrados fue de 2, 5 ó 10 L/ha diluido en agua suficiente para cubrir el área sembrada.

Se aplicaron en campañas de verano e inviernos por 2 años consecutivos.

A continuación se muestran algunos cultivos y sus dosis.

Tabla 1 Aplicaciones en campañas de inviernos y de verano de los diferentes productos

Invierno

Producto	Dosis (mL/m²)	Cultivo
BIOBAC	0.5	Zanahoria
	0.5	Cebollino
	1.0	Remolacha.
	1.0	Remolacha
DIMABAC	1.0	Tomate
	0.5	Habichuela
DIMARGON	0.2	Lechuga
	0.5	Col
	0.2	Perejil
	0.2	Acelga
	0.2	Nabo
	0.2	Rábano
	0.5	Espinaca

Verano

Producto	Dosis (mL/m²)	Cultivo
BIOBAC	0.5	Rábano
DIMABAC	0.05	Remolacha
	0.05	Pepino
	0.02	Pepino

RESULTADOS

Aplicaciones en las campañas de invierno.

Gráfico 1 Rendimientos obtenidos por la aplicación de DIMARGON en campaña de invierno

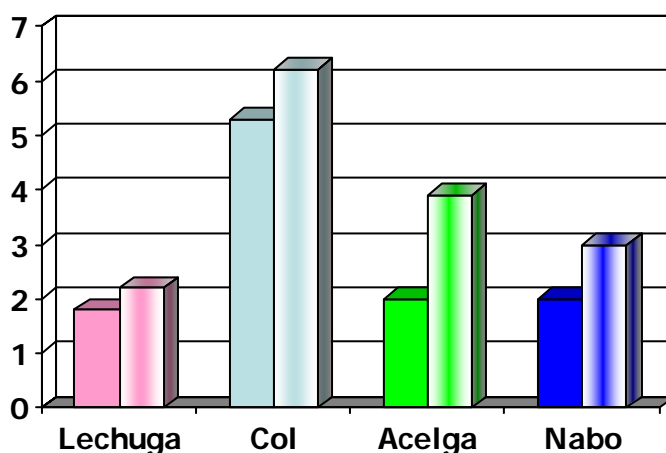


Tabla 2 Incrementos de los rendimientos y el por ciento que esto representa por la aplicación del bioproducto DIMARGON.

Producto	Cultivo	Incrementos	
		Kg/m ²	%
DIMARGON	Lechuga	0.35	19
	Col	0.9	17
	Acelga	1.9	95
	Nabo	1.0	50
	Rábano	0.3	33
	Espinaca	0.1	20
	Perejil	0.22	28

En el gráfico1 donde se muestra los rendimientos de los cultivos tratados con DIMARGON en comparación con los respectivos testigos y en la tabla 2 donde se exponen los incrementos que esa aplicación representa se observa que, sobre todos los cultivos produce una estimulación del crecimiento y los rendimientos que resulta variable con el cultivo y las condiciones en que se desarrollaron. La producción de sustancias hormonales (auxina, giberelinas y citoquininas), además de aminoácidos y vitaminas fue determinada por Dibut en 1999. Otros autores han ratificado la estimulación que el mismo puede hacer ha diversos cultivos, por lo que se explica los incrementos que se muestran.(García, 2004; Martínez, 2001 y 2004)

Gráfico 2 Rendimientos obtenidos por la aplicación de BIOBAC en campaña de invierno. (Kg/m²)

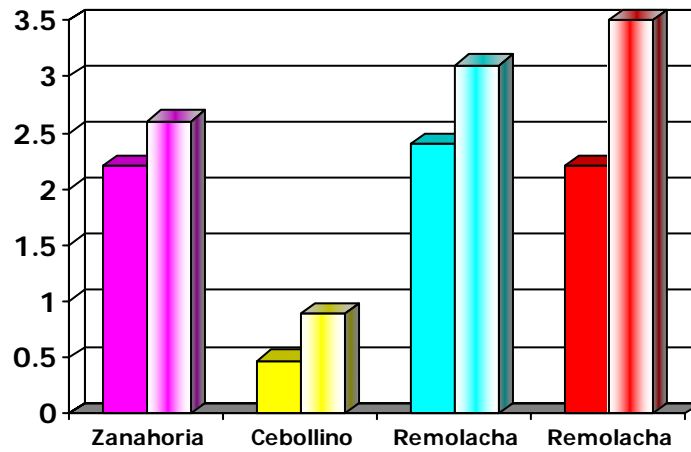


Tabla 3 Tabla 2 Incrementos de los rendimientos y el por ciento que esto representa por la aplicación del bioproducto BIOBAC

Producto	Cultivo	Incrementos	
		Kg/m ²	%
BIOBAC	Zanañoria	0.4	18
	Cebollino	0.42	89
	Remolacha.	0.7	29
	Remolacha	1.3**	59

** Hubo seria afectación por *Cercospora* durante el cultivo que fue tratada con BIOBAC y se observó una diferencia fácilmente observable en el control de la misma, lo que se reflejó finalmente en el rendimiento.

Los incrementos de rendimientos que resultaron de la aplicación del producto BIOBAC, proveniente de una cepa de *Bacillus subtilis*, muestran una estimulación del crecimiento que varía según el cultivo, siendo el más estimulado en este caso el cebollino que se comercializa directamente la hoja.

Bacillus subtilis es una bacteria que ha sido muy estudiada por su efecto controlador de bacterias y hongos patógenos a las plantas (Ferreira et al. 1994; Fiddaman et al. 1995; Castellanos et al. 2004), pero poco se ha profundizado en el tema de la estimulación vegetal, la cual puede ser motivada por diferentes reacciones entre la planta y los microorganismos que interactúan con ella como explica Montesinos et al. (2002).

Gráfico 3 Efecto de DIMABAC sobre los componentes del rendimiento en habichuela en campaña de invierno.

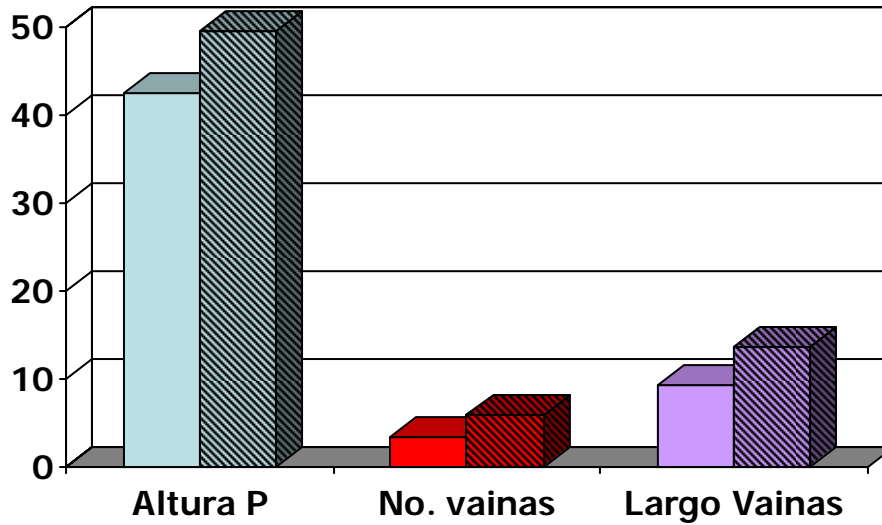


Gráfico 4 Efecto de la aplicación de DIMABAC sobre el rendimiento en campaña de invierno

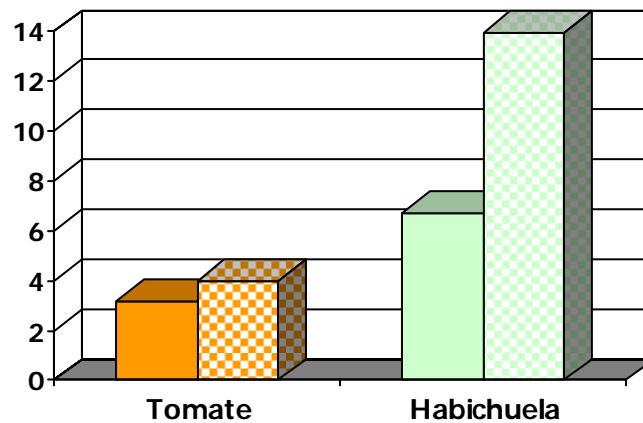


Tabla 4 Incrementos de los rendimientos y el porcentaje que esto representa por la aplicación del bioproducto DIMABAC.

Producto	Cultivo	Incrementos	
		Kg/m ²	%
DIMABAC	Tomate	0.8	25
	Habichuela	7.2	107

Los incrementos en la producción total como en cada uno de los parámetros del rendimiento analizados en el caso de la habichuela, según los gráficos 3 y 4, muestran el efecto del producto aplicado y se justifica por es el producto de los dos microorganismos promotores del crecimiento vegetal descrito anteriormente.

Aplicación en campaña de verano

Gráfico 5 Efecto de BIOBAC y DIMABAC en campaña de verano

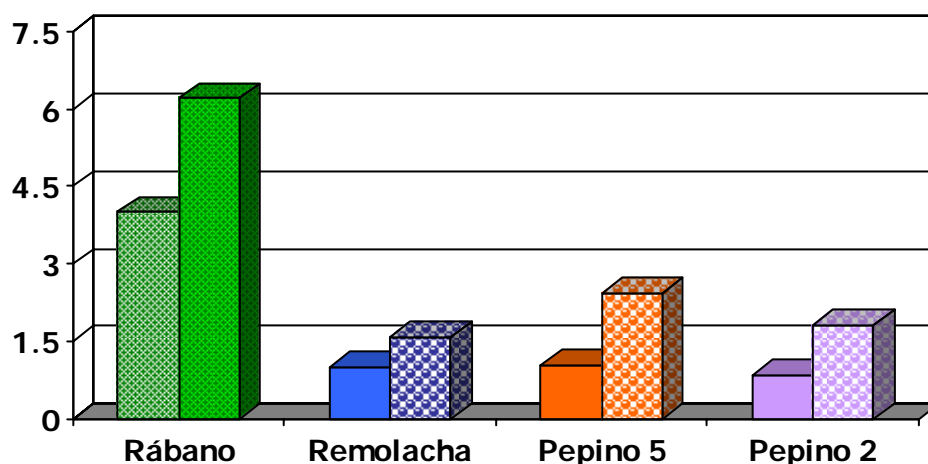


Tabla 5 Incrementos de los rendimientos y el porcentaje que esto representa por la aplicación de los bioproductos en verano.

Producto	Cultivo	Incrementos	
		Kg/m ²	%
BIOBAC	Rábano	2.2	55
DIMABAC	Remolacha	0.6	60
	Pepino	1.4	134
	Pepino	0.96	113

Se aprecia en el gráfico y tabla 5, que el efecto de los bioproductos aplicados incrementan los rendimientos por encima del 50%. Debemos tener en cuenta que el verano no es el período más idóneo para las hortalizas, aunque en Cuba se han logrado variedades que se adaptan, las afectaciones se ven reflejadas siempre en los rendimientos, los cuales, son generalmente bajos. El estímulo en el rendimiento se puede observar más marcado cuando las condiciones le son adversas a la planta pero no extremas, siempre y cuando se puedan establecer estos microorganismos en la rizosfera del cultivo.

Tabla 6 Incrementos de rendimiento en otros cultivos tratados con los diferentes bioproductos

Producto	Dosis (mL/m ²)	Cultivo	INCREMENTOS	
			kg	%
BIOBAC	1	Lechuga	0.53	54.6
	0.5	Lechuga	0.4	26
	1	Habichuela	0.55	55
	0.5	Acelga	0.19	25
DIMABAC	1.0	Remolacha	0.7	41
	0.5	Cebollino	0.7	50
	0.5	Cebollino	1.5	50
DIMARGON	0.2	Rábano	0.1	10
	0.2	Rábano	0.3	33
	0.5	Col	0.9	17
	0.2	Lechuga	0.4	19

Otro aspecto de interés.

Se analizaron los resultados en la 1ra. Campaña con el personal técnico de los organopónicos incluidos y a partir de ese momento hubo mayor interés y colaboración, por lo que la comunicación con los productores resulta de trascendental para lograr una introducción completa de los resultados a la práctica.

En el aspecto económico, considerando una media de los rendimientos alcanzados por ejemplo en lechuga a 2 pesos la libra se ganaría 48 pesos más en cada cantero sólo por la acción del bioproducto. En cebollino sería como media \$ 28.00 por cantero. Se considera que en un año los incrementos por el uso de estos productos podría fluctuar entre \$ 10 000 y \$ 20 000 en organopónicos con características similares.

CONCLUSIONES

- Se logró el vínculo de los centros de producción con el de investigación en el mismo territorio, lo que hace posible la investigación y extensión de los resultados
- Todos los bioproductos aplicados produjeron incrementos de los rendimientos en todos los cultivos inoculados, tanto en invierno como en verano, ya que todos los microorganismos son seleccionados también por su efectos estimulador
- El un impacto económico que tienen estos resultados en organopónicos similares esta entre \$10 000 y \$ 20 000 sólo por la aplicación de estos bioproductos
- El impacto social que se refleja en la población es el tener disposición de más vegetales para el consumo.

REFERENCIAS

- Arbige, M. (1993).** "Fermentation of Bacillus". En: *Bacillus subtilis and other Gram-Positive Bacteria, Biochemistry, Physiology, and Molecular Genetics*". Abraham L. Sonenshein; James Hoch and Richard Losick (Ed.). American Society for Microbiology. Washington.
- Castellano Linares, J.J. (2004).** "Estudios relacionados con el uso de *Bacillus subtilis* en el control de hongos fitopatógenos. Publicación magnética en Memorias Convención TROPICO. La Habana
- Dibut B. (1998):** Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de *A. chroococcum* sobre el cultivo de la cebolla. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, 101 pp.
- Dibut B. (1999):** Efecto de la aplicación de biofertilizantes a base de *A. chroococcum* sobre el cultivo de la cebolla. Tesis para optar por el Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas, La Habana, 101 pp.
- Dibut, B., R. Martínez Viera, M. Ortega (2004):** Desarrollo y aplicación de bioestimuladores microbianos. En Memorias del Congreso "Trópico 2004", La Habana, CD.
- Ferreira J.H.S., F.N. Matthee and A.C. Thomas. (1994).** "Biological control of *Eutypa lata* on grapevine by an antagonistic strain of *Bacillus subtilis*". *Plant Pathogenic Bacteria*, ed, INRA. Les Colloques, París, pag 903-908,.
- Fiddaman-PJ; Rossall-S. 1995.** "Selection of bacterial antagonist for the biological control of *Rhizoctonia solani* in oil seed rape (*Brassica napus*)". *Plant- Pathology*. 44:4; 695-703.
- García Rosa, Yarilis León, O Aguiar Grisel Tejeda, R Martínez, Janet Rodríguez, Maria Elena Simanca. (2004)** *Influencia del biofertilizante y bioestimulador DIMARGON aplicado en semilleros de tabaco negro en pinar del río*. VII Taller de Biofertilización en los Trópico 2004, En memorias XIV Congreso Científico del INCA. La Habana. CD.
- Gleddie S.C, D.Schlechte y G. Turnbull (1993):** Effect of inoculation with *P. bilaii* on phosphate uptake and yield of canola in Western Canada. En *Proceed. Alberta Soil Science Workshop*, Edmonton, pp. 155-160.
- Korsten L., E.E. De Villiers, R.C. Wehner and J.M. Kotzet. 1997..** Field spray of *Bacillus subtilis* and fungicides for control of preharvet fruit disease of avocado in South Africa. *Plant Disease* 81, pag 455-459.
- Martínez Viera, R., B. Dibut, G. Tejeda, R. García (2001):** Trascendencia internacional de los biofertilizantes cubanos. En: *Memorias del XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo*, Varadero. CD
- Martínez Viera, R. (2003):** Los biofertilizantes, pilares básicos de la Agricultura Sostenible. Centro de Desarrollo Agropecuario del FIRA, México, 35 pp.
- Martínez Viera, R., B. Dibut, G. Tejeda y R. García (2004):** Reducción de la fertilización nitrogenada en distintos cultivos económicos mediante la aplicación de biofertilizantes. En: *Memorias del Congreso "Trópico 2004"*, La Habana, CD
- Montesinos, E.; A. Bonaterra; E. Badosa; J. Francés; J. Alemany; I. Llorente and C. Moragrega. (2002).** Plant-microbe interactions and new biotechnological methods of plant disease control . *Int. Microbiol* N° 5: 169 – 175.

Okon Y, Y. Kapulnik y S. Sarig (1993): Field inoculation studies with Azospirillum in Israel. En Biological Nitrogen Fixation (Subba Rao Ed.), Oxford and IBH Publishing, Nueva Dehli, pp. 175 – 196.

Tejeda, G. (1997): “Obtención de un biopreparado a partir de Bacillus subtilis para el control biológico de hongos y bacterias fitopatógenas”. Tesis para optar por el Grado Científico de Master en Ciencias.

Tejeda, G., J. Rodríguez, R. García, R. Martínez Viera (2002): Obtención de un biopreparado con efecto antagonista y estimulador del crecimiento vegetal, mediante el cocultivo de Bacillus subtilis y Azotobacter chroococcum. En Resúmenes del XII Congreso del INCA, La Habana, pp 38.