**Efecto de un bioproducto a base de *Pseudomona aeruginosa* en el cultivo del tomate *Solanum licopersicum Mill)***

**Efect of bioproduct based in *Pseudomona aeruginosa* ontomato crop (*Solanum licopersicum* Mill)**

Título corto: Efecto de *Pseudomona aeruginosa* en el cultivo del tomate

Elein Terry Alfonso[[1]](#footnote-2)\*, Josefa Ruiz Padrón[[2]](#footnote-3)\*\*, Tamara Tejeda Peraza[[3]](#footnote-4)\*\*\*

**Resumen**

El uso de bioproductos se incrementa gradualmente en la agricultura de países que propugnan un cambio hacia un modelo en armonía con el medioambiente. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta del cultivo del tomate a la aplicación del bioproducto Gluticid®, obtenido a partir de metabolitos activos de *Pseudomona aeruginosa*. Los experimentos se desarrollaron en áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba, y se estudiaron cinco tratamientos, cuatro con la aplicación de Gluticid® y un tratamiento testigo (sin aplicación del producto). Los tratamientos con Gluticid® (5 g.L-1), se realizaron imbibiendo las semillas con el producto (15 y 30 min) y a su vez se realizó una segunda aplicación foliar del bioproducto. En el cultivo se evaluaron algunas variables de crecimiento y desarrollo, y se determinó el rendimiento agrícola. Los resultados mostraron la efectividad del bioproducto, destacándose el tratamiento que recibió la aplicación de Gluticid® una sola vez con 30 min de imbibición, confirmándose la efectividad de este bioproducto en la obtención de plantas más vigorosas, así como un estímulo en el crecimiento y desarrollo de las plantas con la consiguiente obtención de rendimientos aceptables.

**Palabras clave**: bioproducto*,* tomate, crecimiento, desarrollo, rendimiento.

**Abstract**

The use of bioproducts has increased gradually in the agriculture of countries that support a change toward a model in harmony with the environment. The present work had as objective to evaluate the response of tomato crop to the application of bioproduct Gluticid®, obtained from *Pseudomona aeruginosa*. The experiments were developed in experimental areas of National Institute of Agricultural Sciences (INCA) of Cuba and five treatments were studied, four with the application of Gluticid® and a test treatment. The treatments with Gluticid® were carried out submerging the seed with the product (15 and 30 minutes) and in turn were carried out a second foliate application of bioproduct. Some growth indicators were evaluated, as well as the agricultural yield was determined too. The results showed the effectiveness of bioproduct, standing out the treatment that received the application of Gluticid® a single time with 15 minutes of submerging, being confirmed the effectiveness of this bioproduct in the obtaining of vigorous plants as well as the obtaining of acceptable yields.

**Key words**: Bioproduct, tomato, growth, development, yield.

Recibido: febrero 26 de 2010

Aprobado: abril 19 de 2010

**Introducción**

La agricultura ha de estar siempre en armonía con la naturaleza para mantener un equilibrio entre la producción de alimentos y la conservación de los recursos naturales. En la naturaleza todo se recicla, y como la materia no se destruye —sólo se transforma— la utilización de productos y residuos biológicos es una gran alternativa para la producción agrícola que deberá utilizar procesos o productos que no sean dañinos para el medioambiente (Morte, 2009).

Los llamados bioproductos o bioinsumos agrícolas son productos económico y ambientalmente aceptables, ya que además de reducir costos, contribuyen a la obtención de producciones inocuas así como a mejorar la fertilidad nativa del suelo, de ahí la importancia de potenciar su utilización agrícola.

Dentro de los bioproductos desarrollados con gran perspectiva en la actualidad, se encuentran los denominados biofertilizantes, bioestimuladores y bioplaguicidas. En este sentido, son varios los bioproductos elaborados a partir de la bacteria *Pseudomona* sp; en los últimos años, esta especie adquiere vital importancia en estudios relacionados con la [agricultura](http://www.monografias.com/Agricultura_y_Ganaderia/index.shtml), debido fundamentalmente a la [producción](http://www.monografias.com/trabajos16/estrategia-produccion/estrategia-produccion.shtml) de una amplia gama de metabolitos [activos](http://www.monografias.com/trabajos11/contabm/contabm.shtml) que influyen positivamente sobre el crecimiento y desarrollo saludable de los cultivos. Actúa en las plantas de dos formas, directamente por la supresión de patógenos, e indirectamente a través de la secreción de fitohormonas y vitaminas, o por el incremento de la absorción de minerales por la planta. Uno de los minerales más importantes es el hierro, que convertido en sideróforo (moléculas de bajo peso con afinidad a hierro (III) quelado) por ciertas cepas bacterianas está más disponible para la planta, reduciendo el uso de fertilizantes minerales (Hernández *et al*., 2004).

De este género existen cepas patogénicas y saprofíticas, debido fundamentalmente a su gran diversidad [genética](http://www.monografias.com/trabajos/genetica/genetica.shtml). De aquí la importancia de trabajar con su parte activa, es decir, con los metabolitos secundarios que al parecer son los responsables de los efectos benéficos en plantas por lo que, al eliminar [la célula](http://www.monografias.com/trabajos/celula/celula.shtml) se evita cualquier problema de índole ecológico.

En el mundo, el hecho de usar metabolitos activos de *Pseudomona sp* como activadores de diferentes mecanismos en las plantas no es una temática ampliamente abordada, algunos autores refieren su efectividad sobre todo desde el punto de vista de su utilización como biocontrol de enfermedades en los cultivos (Prithiviraj et al., 2005). En Cuba, a partir de metabolitos activos de *Pseudomona aeruginosa* se obtuvo el producto de nombre comercial Gluticid®, del cual se ha evaluado su efecto en el crecimiento y desarrollo de diferentes cultivos agrícolas.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la efectividad del producto comercial Gluticid® en plantas de tomate, según su efecto en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

**Materiales y métodos**

El trabajo experimental fue realizado entre los meses de octubre-diciembre de 2008 y 2009, en el área experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), ubicado en San José de las Lajas, provincia La Habana, Cuba, en un suelo ferralítico rojo lixiviado típico (Hernández, 1999). La caracterización de un perfil de este suelo en dos profundidades, se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1. Características químicas del suelo**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Horizonte** | **Profundidad (cm)** | **PH****H2O** | **M.O****(%)** | **Cationes cambiables** **(cmol/kg-1)** |
|  | Calcio | Magnesio | Sodio | Potasio | Suma |
| A11p | 0-12 | 7,5 | 1,61 | 16,0 | 2,0 | 0,1 | 0,5 | 18,6 |
| B11t | 12-22 | 7,4 | 1,67 | 17,5 | 2,5 | 0,1 | 0,5 | 20,6 |

El producto comercial Gluticid*®* fue obtenido en el Instituto Científico de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca) en Cuba, mediante proceso biotecnológico a partir de la bacteria *Pseudomona aeruginosa* cepa PSS, aislada del suelo (Patente Número 2085 Certificado 1079/ 2002) (Icidca, 2007).

Para el desarrollo del experimento se utilizó la variedad de tomate Mara, procedente del Programa de Mejoramiento Genético del INCA, y generalizada en el país. Las plántulas se produjeron en bandejas de poliespuma conformadas por una mezcla de suelo, cachaza y litonita (3:2:1) en condiciones semicontroladas. La plantación se realizó por el método de trasplante de cepellones, a una distancia de 1,40 x 0,30 m en parcelas de 35m2, con un área de cálculo para la cosecha de 21 m2.

La tecnología de utilización del bioproducto consistió en una suspensión de 108 ufc/mL-1, a una dosis de 5 g/L-1, dando lugar a los siguientes tratamientos:

1. 15 min de imbibición
2. 15 min de imbibición + 1 aplicación foliar a los 10 DDS
3. 30 min de imbibición
4. 30 min de imbibición + 1 aplicación foliar a los 10 DDS
5. Testigo sin inocular

DDS: días después de la siembra

Las atenciones culturales (fertilización, riego y labores fitotécnicas) realizadas al cultivo fueron las recomendadas por el Instructivo técnico del mismo (Cuba, MINAG, 1984).

**Evaluaciones realizadas**

Análisis químico del suelo: los muestreos de suelos se realizaron al inicio de los experimentos con barrena edafológica. Las evaluaciones que a continuación se enumeran fueron realizadas siguiendo las técnicas descritas en el Manual de técnicas analíticas para el análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos (INCA, 1999).

- Materia orgánica (%): por el método de Walkley y Black.

- pH (H2O): por el método potenciométrico.

- P2O5 (ppm): mediante extracción con H2SO4 0,1 N y determinación colorimétrica.

- K, Ca, y Mg intercambiables (cmol/kg-1): mediante extracción con NH4Ac 1 N a pH 7 y determinación de K por fotometría de llama y Ca y Mg por complexometría.

**Evaluaciones a las plantas**

 **-** Crecimiento y desarrollo: altura de las plántulas (cm), número de hojas por planta, diámetro del tallo (cm) y longitud radicular (cm).

 - Contenidos de NPK foliar (%). Las muestras fueron tomadas en la fase de floración-fructificación del cultivo, entre el tercero y quinto par de hojas. Se utilizó la técnica por digestión húmeda con H2SO4 + Se, según método Kjeldahl y determinación colorimétrica con reactivo Nessler y azul de molibdeno para N y P respectivamente, y fotometría de llama para el K.

 - En la etapa de floración-fructificación del cultivo se evaluó: número de racimos y frutos por planta.

 - En la cosecha se evaluó la masa fresca promedio de los frutos (g) y rendimiento agrícola (t.ha-1).

Para las evaluaciones en semillero se siguió un diseño completamente aleatorizado con 15 repeticiones, los tratamientos llevados al campo se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con cinco réplicas por tratamientos. Los resultados experimentales fueron sometidos a Análisis de Varianza de clasificación simple (semillero) y doble (campo), y en los casos que existieron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos se utilizó como criterio discriminante la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5%. Se utilizó el programa SPSS (versión 9.0).

**Resultados y discusión**

La primera evaluación realizada a los 7 días posteriores a la siembra (tabla 2) no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados para las variables altura y número de hojas por plantas, no obteniéndose un efecto positivo de los diferentes tiempos de imbibición sobre estos indicadores.

**Tabla 2. Efecto del Gluticid***®* **en el crecimiento de las plantas (Primera evaluación)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Altura (cm)** | **Número de hojas.planta**-1 |
| 15 min de imbibición | 6,25 | 3,17 |
| 15 min de imbibición + 1 aplicación foliar | 6,33 | 2,83 |
| 30 min de imbibición | 7,00 | 2,67 |
| 30 min de imbibición+ 1 aplicación foliar | 6,67 | 3,00 |
| Testigo sin inocular | 6,83 | 2,92 |
| ES x | 0,37 n.s | 0,24 n.s |

En la segunda evaluación, realizada a los 15 días posteriores a la siembra (tabla 3), comienzan a diferenciarse significativamente los tratamientos, siendo mayor la altura de las plantas y la longitud radicular en aquellas donde la semilla fue imbibida durante 30 min, y se realizó una aplicación foliar a los 10 días posteriores a la siembra. En la figura 1 se aprecia el efecto del producto en la plántula, observándose mayor vigor con respecto a las plantas testigo.

 

**Figura 1.** Efecto del producto *Gluticid®* en plántulas de tomate.

Las bacterias pertenecientes al género *Pseudomonas sp* poseen la propiedad de producir diferentes sustancias, cuyas principales ventajas son las de estimular la germinación de las semillas, acelerar el crecimiento de las plantas especialmente en sus primeros estadios, inducir la iniciación radicular e incrementar la formación de raíces y pelos radiculares, según indicaron Ezziyyani *et al*. (2005). Las principales sustancias estimuladoras producidas son de tipo hormonal como auxinas, giberelinas y citoquininas, pero también producen sustancias de otro tipo como aminoácidos y promotores específicos del crecimiento.

**Tabla 3. Efecto del Gluticid***®* **en el crecimiento de las plantas (segunda evaluación)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Altura (cm)** | **Número de hojas.planta-1** | **Longitud radicular (cm)** |
| 15 min de imbibición |  9,50 c |  3,08 bc | 6,14 c |
| 15 min de imbibición + 1 aplicación foliar | 13,87 b | 3,42 ab | 8,23 b |
| 30 min de imbibición | 10,21 c |  2,83 bc | 8,14 b |
| 30 min de imbibición + 1 aplicación foliar | 16,58 a |  3,83 a | 10,26 a |
| Testigo sin inocular | 9,08 c | 2,50 c | 5,15 d |
| ES x |  0,68 \*\*\* |  0,21 \*\*\* |  0,04\*\*\* |

 Medias con letras comunes no difieren significativamente para p<0,001.

Sin embargo, para la variable número de hojas, igualmente la imbibición durante 30 min, más la aspersión foliar, tuvo mayor efecto, aunque en este caso no difirió significativamente del tratamiento donde se imbibió durante 15 min con una aplicación foliar.

El género *Pseudomonas sp*presenta propiedades que lo ubican dentro de las PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria), debido a que las [bacterias](http://www.monografias.com/trabajos/bacterias/bacterias.shtml) de este [grupo](http://www.monografias.com/trabajos14/dinamica-grupos/dinamica-grupos.shtml) tienen la capacidad de crecer colonizando los órganos de las plantas tales como raíces y tubérculos, utilizan un gran número de sustratos orgánicos comúnmente encontrados en exudados radicales, y producen una gran variedad de metabolitos secundarios. Walker *et al*. (2004), han demostrado que en la colonización radicular, *P. aeruginosa* forma biofilmes que confieren resistencia contra los antibióticos segregados por las raíces.

Igualmente, otros estudios han demostrado que *Pseudomonas aeruginosa* cepa IE6, coloniza las raíces de las plantas y promueve su crecimiento, es supresora de *Fusarium solani* y *Rhizoctonia solani* en tomate, a través del secuestro de hierro en el suelo, según ha sido demostrado por Díaz de Villega *et al*. (2002). Por otra parte, la inoculación de *P. aeruginosa* en el cultivo del tomate (van Wess, 1999) demostró que la cepa 7NSK-562 no produce ácido salicílico ni sideróforos del tipo piochelin, por lo que la respuesta en el cultivo podría estar relacionada con la presencia de otros determinantes bacterianos que hayan sido reconocidos por la planta hospedera.

En la evaluación de alguno de los componentes del rendimiento del cultivo (tabla 4) se encontró que, para el número de racimos, con sólo la imbibición durante 15 o 30 min se estimula este parámetro del rendimiento, no siendo así para el número de frutos por planta, la masa fresca de los frutos y el rendimiento agrícola donde, el hecho de imbibir las semillas durante 30 min, más la aspersión foliar, provoca un efecto positivo en cada una de estas variables.

 **Tabla 4.** Efecto del Gluticid*®* en el rendimiento y algunos de sus componentes

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tratamientos** | **Número de racimos. planta-1** | **Número de frutos.planta-1** | **Masa fresca promedio. fruto-1 (g)** | **Rendimiento (t/ha-1 )** |
| 15 min de imbibición | 4,92 b | 10,33 d | 78,33 d | 20,44 d |
| 15 min de imbibición + 1 aplicación foliar | 4,75 b | 13,08 c | 80,14 c | 23,05 c |
| 30 min de imbibición | 6,83 a | 15,25 b | 85,33 a | 28,02 b |
| 30 min de imbibición + 1 aplicación foliar | 7,50 a | 17,33 a | 83,67 b | 30,55 a |
| Testigo sin inocular | 5,25 b | 15,33 b | 85,23 a | 27,66 b |
| ES x |  0,55 \*\* |  1,10 \*\*\* |  34,65 \*\*\* | 0,97 \*\*\* |

 Medias con letras comunes no difieren significativamente para 0,01 p<0,001

En estudios realizados con diferentes cepas de *Peudomonas* sp, se ha demostrado que producen sideróforos y ácido salicílico, compuestos que podrían estar involucrados en la respuesta en el estímulo del crecimiento y desarrollo de las plantas así como con la inducción de resistencia a la presencia de patógenos (Hernández *et al*., 2002).

Respecto a la utilización de microorganismos benéficos o los metabolitos activos de estos, se plantea la idea de acelerar la respuesta de las plantas mediante la aplicación de inductores de resistencia sistémica (bióticos o abióticos, respetuosos con el medioambiente), la cual es del todo atractiva y supondría, al mismo tiempo, una alternativa biológica, ambiental y comercialmente viable (Walker *et al*., 2004).

**Conclusiones**

Se demuestra el efecto positivo del producto Gluticid*®*,a base de *Pseudomona aeruginosa*,sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del tomate, siendo favorecido este efecto por dos vías diferentes de aplicación: la imbibición de las semillas durante 30 min, combinado con la aspersión foliar a los 10 días posteriores a la siembra.

**Referencias bibliográficas**

Cuba. MINAG. 1984. Instructivo Técnico para semillero de tomate. Folleto, 48 p.

Díaz de Villegas, Villa, P., Frías, A. 2002. Evaluation of the siderophores production by *Pseudomonas aeruginosa* PSS. Revista Latinoamericana de Microbiología 44 (3-4): 112-117.

Ezziyyani, M., Requena, M., Pérez-Sánchez, C., Candela, M. 2005. Efecto del sustrato y la temperatura en el control biológico de *Phytophthora capsici* en pimiento(*Capsicum annuum*L.).Anales de Biología 27: 119-126.

Hernández, A. J. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Ministerio de la Agricultura. 23 p.

Hernández, A., Caballero, A., Hofte, M., Heydrich, M. 2002. Rizobacterias asociadas al maíz y su aplicación en la agricultura. Contribución a la Educación y la Protección Ambiental 3: 136-139.

Hernández, A., Hernández, A. N., Velásquez, M., Bigiramana, Y., Audenaert, K., Hofte, M. 2004. Aplicación de rizobacterias para inducir resistencia en los sitemas frijol (*Phaseolus vulgaris* L) – *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc.Y Magnus). Revista Mexicana de Fitopatología 22 (1): 100-106.

ICIDCA. 2007. Biopreparados. Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico.

INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas). 1999. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. La Habana. 90 p.

Morte, A. 2009. Biofertilizantes de última generación. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. España. Disponible en: http/hortalizas.com/quality and safety [Fecha de consulta: 10 de enero de 2010].

Prithiviraj, B., Bais, H., Weir, T., Suresh, B., Najarro, E., Dayakar, B., Schweizer, H., Vivanco J. 2005. Down regulation of virulence factors of Pseudomonas aeruginosa by salicylic acid attenuates its virulence on Arabidopsis thaliana and Caenorhabditis elegans. Infect Immun 73 (9): 5319-28.

van-Wess, S. 1999. Rizobacteria Mediated Induced Systemic Resistance in Arabidopsis Signal Transduction and Expresion. Ph.D. Thesis. University of Utrecht. Utrecht The Netherlands. 112 p.

Walker, T. S., Bais, H. P., Déziel, E., Schweizer, H. P., Rahme, L. G., Fall, R., Vivanco, J. M. 2004. *Pseudomonas aeruginosa-*plant root interactions. Pathogenicity, biofilm formation, and root exudation. Plant Physiol 134: 320-331.

1. \*Dra.C. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) Carretera de Tapaste km 3 ½. San José de las Lajas. La Habana, Cuba. E-mail: terry@inca.edu.cu.

\*\*MsC. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) E-mail: fefita@inca.edu.cu

\*\*\*MsC. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). E-mail: ttejeda@inca.edu.cu [↑](#footnote-ref-2)
2. [↑](#footnote-ref-3)
3. [↑](#footnote-ref-4)