



# Efecto de la inoculación de *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride* sobre el crecimiento aéreo y radicular de *Capsicum annum* var. *longum*.

Effect of inoculation of *Rhizobium etli*, and *Trichoderma viride* on root and aerial growth of *Capsicum annum* var. *longum*.

Sandra Neyra Vazallo<sup>1</sup>, Luz Terrones Ramírez<sup>1</sup>, Lizeth Toro Carranza<sup>1</sup>,  
Bernardo Zárate García<sup>1</sup> y Bertha Soriano Bernilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela AP de Microbiología y Parasitología. <sup>2</sup>Departamento de Microbiología y Parasitología. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú.

## RESUMEN

Con el fin de determinar la efectividad de *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride* para ayudar a mantener la estabilidad en las producciones hortícolas así como mejorar la protección del medio ambiente y salud humana, se estudió el efecto de estos microorganismos sobre plántulas de *Capsicum annum* var *longum* sembradas en un semillero sobre tierra estéril con el fin de disminuir carga microbiana. Se realizó tres ensayos, considerando un grupo control inoculado con 5ml de agua destilada estéril, un grupo experimental inoculado con 5 ml de la suspensión *R. etli* a una concentración aproximada de  $10^8$  UFC/ml y otro grupo experimental inoculado con 5 ml de una suspensión de  $10^8$  esporas/ml de *T. viride*. Las variables agronómicas; longitud, peso húmedo y peso seco de tallo y raíz se tomaron como indicativo de crecimiento y desarrollo vegetal. Se encontró un efecto positivo en la estimulación del crecimiento de las plántulas de *C. annum* var. *longum* por los microorganismos empleados, por lo cual podría recomendarse como potenciales PGPR (Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal) y PGP (Promotor de crecimiento vegetal) en este cultivo, como alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos.

**Palabras clave:** *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride*, *Capsicum annum*, promotor de crecimiento

## ABSTRACT

In order to determine the effectiveness of *Rhizobium etli* and *Trichoderma viride* to help maintain stability in horticultural products and to improve environmental protection and human health, effect of these microorganisms on seedlings planted *Capsicum annum* var. *longum* hotbed of sterile soil in order to reduce microbial load was determined. Three trials were conducted, assuming a control group inoculated with 5ml sterile distilled water inoculated with experimental group 5 ml *R. etli* suspension to a concentration of approximately  $10^8$  CFU / ml and one experimental group inoculated with 5 ml of a suspension of  $10^8$  spores / ml of *T. viride*. The agronomic variables, length, wet weight and dry weight of shoot and root were taken as indicative of plant growth and development. We found a positive effect in stimulating the growth of seedlings of *C. annum* var. *longum* by the microorganisms employed, thus could be recommended as potential PGPR (plant growth promoting rhizobacteria) and PGP (plant growth promoter) in this crop, as an alternative to reduce the use of chemical fertilizers.

**Keywords:** *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride*, *Capsicum annum*, growth promoter



## INTRODUCCIÓN

Las hortalizas constituyen un grupo de cultivos fundamentales dentro de la producción agrícola, representando un renglón importante desde los puntos de vista tanto económico como social para muchos países, al jugar un papel importante en la alimentación humana por su riqueza en vitaminas, ácidos orgánicos fácilmente asimilables, sales minerales y aceites esenciales, lo que ha motivado el incremento continuo de su producción a escala mundial.<sup>(1)</sup>

Los fertilizantes minerales usados indiscriminadamente llegan a generar serios desequilibrios en los agroecosistemas por contaminación del suelo, el agua, el aire y los alimentos, pudiendo provocar la degradación de los suelos y la resistencia a plagas, la destrucción de los controles naturales y hasta poner en peligro la salud humana. Por tal motivo es de gran interés restaurar la microflora del suelo mediante estrategias que permitan mejorarlo en relación a la productividad agrícola y de una manera no contaminante.<sup>(1)</sup>

A finales de la década de los 70 Kloepper y Schroth utilizaron el término PGPR (rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal) para referirse a aquellas bacterias que se encuentran libres en el suelo, capaces de adaptarse, colonizar y permanecer en la rizósfera de la planta.<sup>(3)</sup> Recientemente, la denominación se ha extendido a microorganismos PGP para incluir hongos y cualquier organismo a fin.<sup>(4, 12)</sup>

Un considerable número de especies bacterianas asociadas con la rizósfera de las plantas son capaces de ejercer un efecto benéfico en el crecimiento de plantas. Este grupo de bacterias llamadas rizobacterias promotoras del crecimiento en plantas (PGPR) incluye el género *Rhizobium*. Estas bacterias se caracterizan por su habilidad de facilitar directa o indirectamente el desarrollo de la raíz y del follaje de las plantas. La estimulación directa puede incluir la producción de hormonas, disolución y mineralización de fosfatos, fijación asimbiótica de nitrógeno atmosférico y producción de sideróforos y antibióticos.<sup>(6, 7)</sup> El ingreso del nitrógeno permite la estimulación de los procesos microbianos en la transformación de la materia orgánica y reciclaje de nutrientes necesarios en los sistemas agrícolas productivos, así como en aquellos considerados como agroecosistema sostenibles.<sup>(2)</sup> La capacidad PGPR de *Rhizobium* ha sido estudiada porque la agricultura sustentable demanda mejorar la eficiencia de la fijación de nitrógeno a través del uso de bacterias competitivas capaces de extender la ventaja de la simbiosis a otros cultivos no leguminosos.<sup>(6)</sup>

Para microorganismos PGP (Promotores de crecimiento vegetal) como *Trichoderma* ayudan al control del crecimiento de algunos patógenos que podrían estar presentes en la rizósfera, actuando como bioestimulador y su potencial fijación biológica del fósforo, logra disminuir la incidencia de enfermedades en el cultivo en más del 60% y estimula el desarrollo vegetativo del cultivo observándose mayor vigor, tallos normales con abundante follaje y mejor crecimiento radical.<sup>(4, 8, 9, 10)</sup> Los bioestimulantes son compuestos orgánicos que difieren los nutrientes, los cuales en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican los procesos fisiológicos de las plantas.<sup>(8)</sup> Un efecto remarcable se observa sobre el sistema radicular, en donde se incrementa el desarrollo de raíces adventicias y pelos absorbentes, estos últimos muy importantes para la absorción del fósforo, importantes en el empleo de la agricultura.<sup>(4, 11)</sup>

El uso de biofertilizantes y bioestimulantes ha mejorado la comprensión de la relación planta microorganismo en su contribución a minimizar los riesgos de degradación de suelos y a maximizar el regreso de energía a los sistemas de producción. Estas consideraciones han tomado importancia en las últimas tres décadas para establecer las fronteras a la agricultura, no solo desde el punto de vista de lograr una máxima producción sostenida, sino buscando la estabilización de los sistemas de producción a largo plazo. El incremento en la productividad a base de grandes cantidades de energía (como es el caso de la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos) no puede ser mantenido indefinidamente, existe un límite en la capacidad de producción que va a estar regulada por los costos externos de la energía que se introduce en los sistemas de producción.<sup>(12)</sup>

Una de las posibles alternativas propuestas contra tal situación, es la biofertilización con microorganismos del suelo.<sup>(1)</sup> Hoy en día los biofertilizantes son considerados como un componente del manejo integrado de la nutrición vegetal y han sido definidos como sustancias que contienen microorganismos vivos que al aplicarse a las semillas, superficies de las plantas o al suelo, colonizan la rizósfera o el interior de la planta y promueven su crecimiento aumentando la disponibilidad de los nutrientes y la sanidad vegetal en la planta hospedera.<sup>(5)</sup>



Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la inoculación de *Rhizobium etli* y *Trichoderma viride* sobre el crecimiento aéreo y radicular de las plántulas de *Capsicum annum* L. var. *Longum*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Material de estudio:

- Semillas de *Capsicum annum* L. var. *longum* “páprika” comercializado por HORTUS S.A. De la provincia de Trujillo, departamento La Libertad; mayo – 2012
- *Rhizobium etli* proporcionado por el Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Universidad Nacional de Trujillo.
- *Trichoderma viride* proporcionado por el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Trujillo.

### Microorganismos

Se utilizó una cepa de *R. etli* (Rf 188-03) proporcionado por el Laboratorio de Microbiología Ambiental y un cultivo de *T. viride* proporcionado por el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Trujillo. <sup>(6)</sup>

### Caracterización morfológica y fisiológica

Las bacterias se caracterizaron físicamente mediante la observación al microscopio con la prueba de Gram. Se utilizó como prueba fisiológica para *Rhizobium* el medio de ELMARC. <sup>(5)</sup>

### Preparación del Inóculo bacteriano y fúngico

A partir de la cepa de *R. etli* (Rf 188-03), se realizó la preparación del inóculo. En condiciones de esterilidad se hicieron suspensiones en tubos de ensayo conteniendo 10 ml de agua destilada estéril hasta obtener una concentración final de acuerdo al tubo N° 3 del nefelómetro de Mac Farland (9 x 10<sup>8</sup> UFC/ml). <sup>(5)</sup>

De un cultivo puro de *T. viride* se preparó el inóculo, realizando una cosecha de esporas con agua destilada estéril, se hizo un recuento de cámara de Neubauer y finalmente se estandarizó a una concentración de 10<sup>8</sup> esporas/ml. <sup>(15)</sup>

### Desinfección y germinación de las semillas

Las semillas se lavaron con agua corriente eliminando los productos químicos de la certificación de la semilla y 10 veces con agua destilada estéril. Luego se desinfectó por inmersión en etanol al 70% durante tres minutos y se lavó cinco veces consecutivas con agua destilada estéril. Seguidamente se les agregó hipoclorito de sodio al 2.25% por un minuto y se lavó 10 veces consecutivas con agua destilada estéril. Dichas semillas fueron colocadas en placas Petri con algodón humedecido para su posterior germinación en siete días. <sup>(5,19)</sup>

### Crecimiento de las plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum*

Se utilizó suelo procedente del CEPCAM (Centro experimental de producción de cultivos y animales menores) de la Universidad Nacional de Trujillo, este fue tamizado, esterilizado en autoclave y secado en el horno. El suelo fue colocado en un semillero que contiene pocillos de 200 g de capacidad, en los cuales se introdujeron tres semillas germinadas en cada uno de manera equidistante. Posteriormente se inoculó el suelo para cada sistema experimental con 5ml de suspensión de *Rhizobium etli* y 5ml de suspensión de *Trichoderma viride*; y para el sistema control, 5ml de agua destilada estéril. <sup>(6, 15,18)</sup>

Se determinó el efecto sobre el crecimiento de las plántulas evaluando las siguientes variables agronómicas: longitud, peso húmedo y peso seco del tallo y raíz así como el índice de efectividad de la inoculación (IEI) de las plántulas evaluadas en 10, 20 y 40 días, calculado mediante la siguiente expresión,

$$IEI = \left[ \frac{\text{Trat Inoculación} - \text{Control Sin Inoculación}}{\text{Control Sin Inoculación}} \right] \times 100$$

### Análisis estadístico

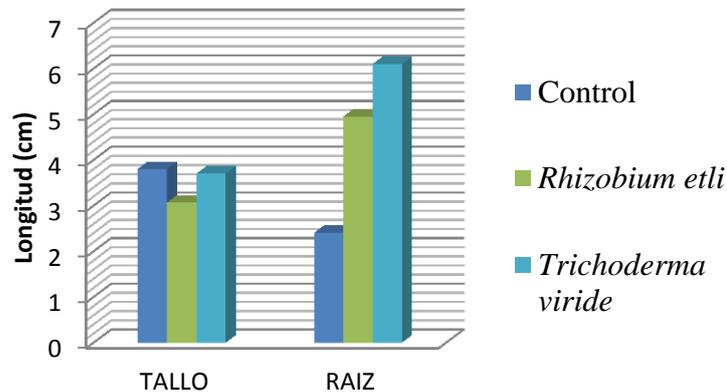
Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $P=0.05$ ) para determinar las diferencias entre tratamientos. Los promedios para las tres variables agronómicas (longitud, peso húmedo y peso seco del tallo y raíz) se ordenaron de mayor a menor y el promedio de estos órdenes se utilizó para establecer el valor de orden global (ranking) de los tratamientos estudiados. (6, 13, 14, 16, 17)

## RESULTADOS

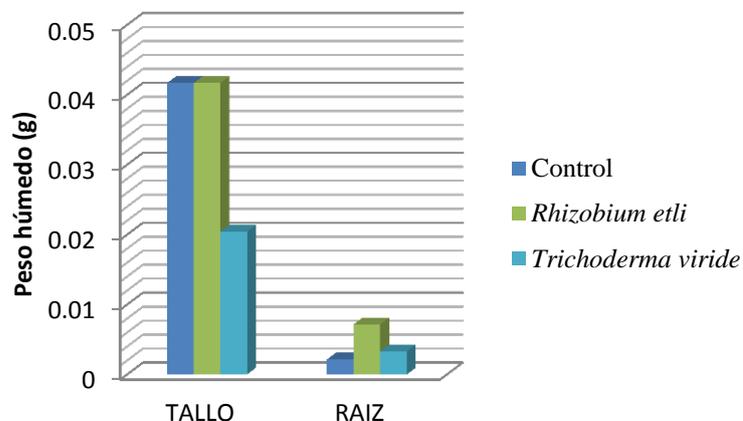
Se encontró que las raíces de *C. annuum* tratadas tanto con *R. etli* como con *T. viride* alcanzaron mayores longitudes promedio que el control (Fig. 1), sin embargo, cuando se examinó el peso húmedo no sucedió lo mismo, porque fue mayor en los tallos (Fig. 2).

Cuando se examinó el peso seco total, se encontró que no hubo diferencia en el tallo y más bien algo de diferencia en las raíces (Fig. 3), así mismo, y por el contrario a los 20 días, la longitud promedio fue mayor en los controles (Fig. 4).

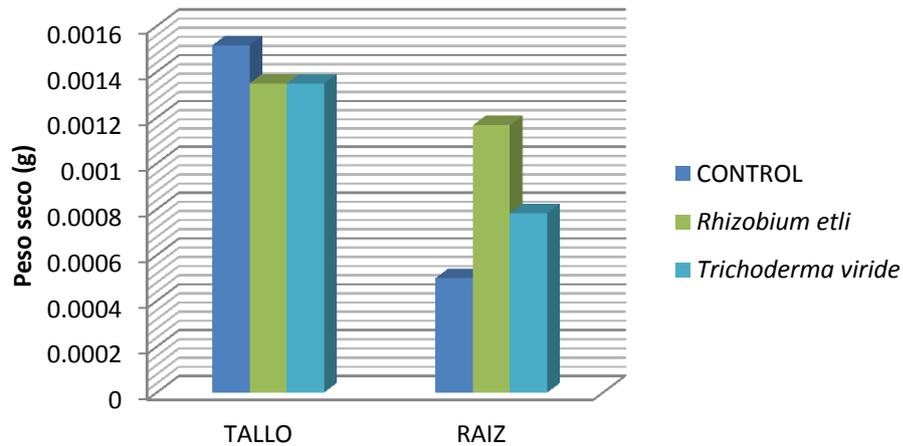
Igualmente, a los 20 días de cultivo, el peso húmedo siguió siendo mayor en los controles y el peso seco permaneció, casi, sin diferencia (Figs. 5 y 6); sin embargo, a los 40 días el promedio de longitud de raíz y tallo fue mayor, mas no hubo mucha diferencia en cuanto al peso (Figs. 7 y 8)



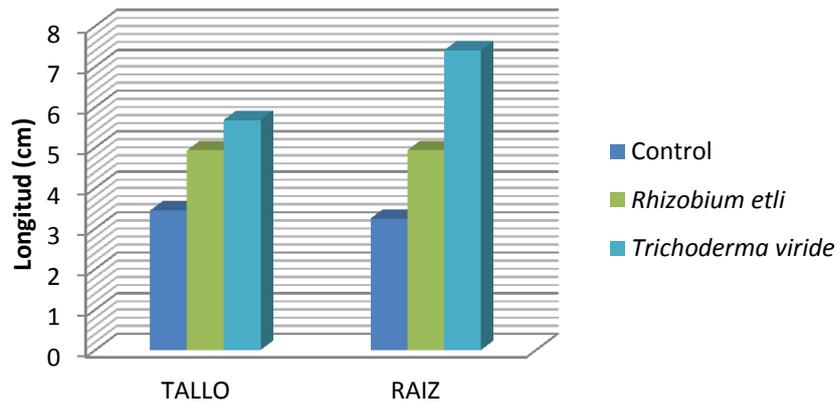
**Fig. 1:** Longitud promedio de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annuum* L. var. *longum* a los 10 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



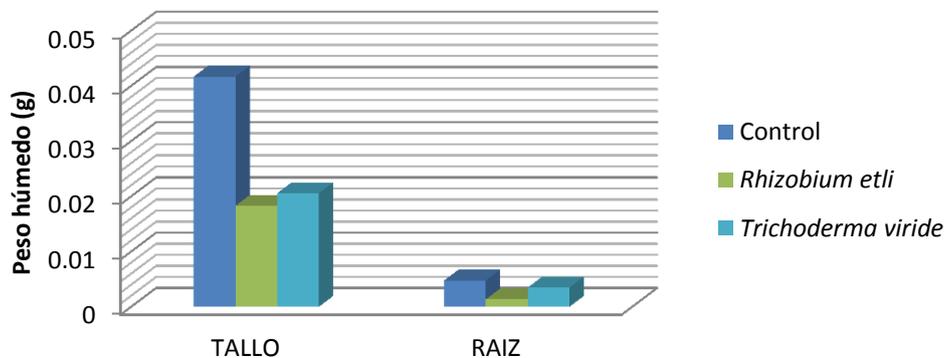
**Fig. 2.** Promedio de peso húmedo total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annuum* L. var. *longum* a los 10 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



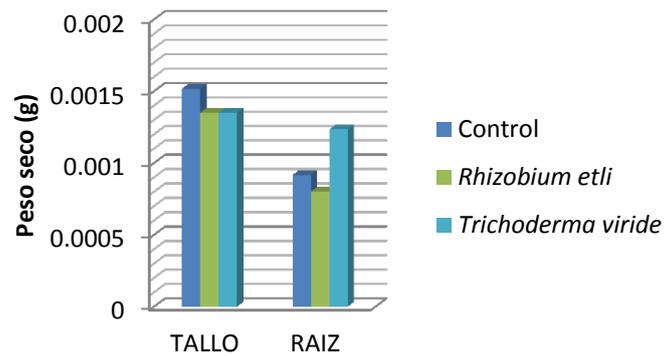
**Fig. 3:** Promedio de peso seco total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 10 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



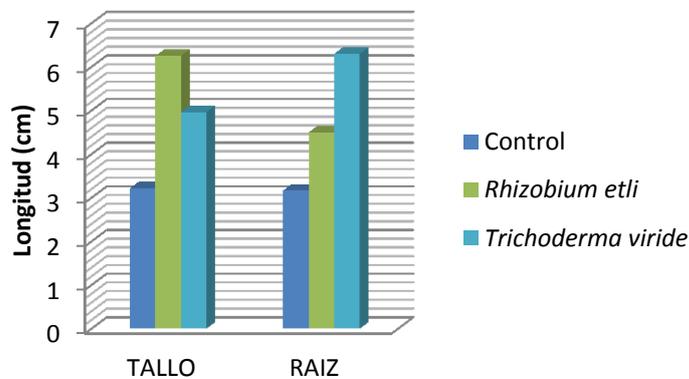
**Fig. 4:** Longitud promedio de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 20 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



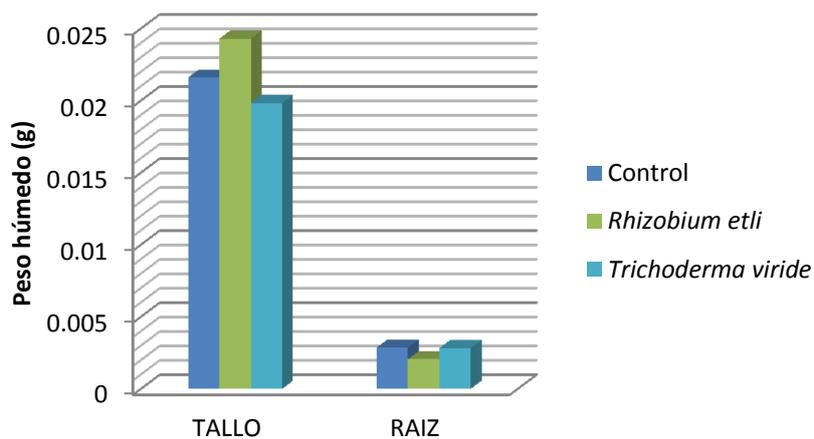
**Fig. 5:** Promedio de peso húmedo total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 20 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



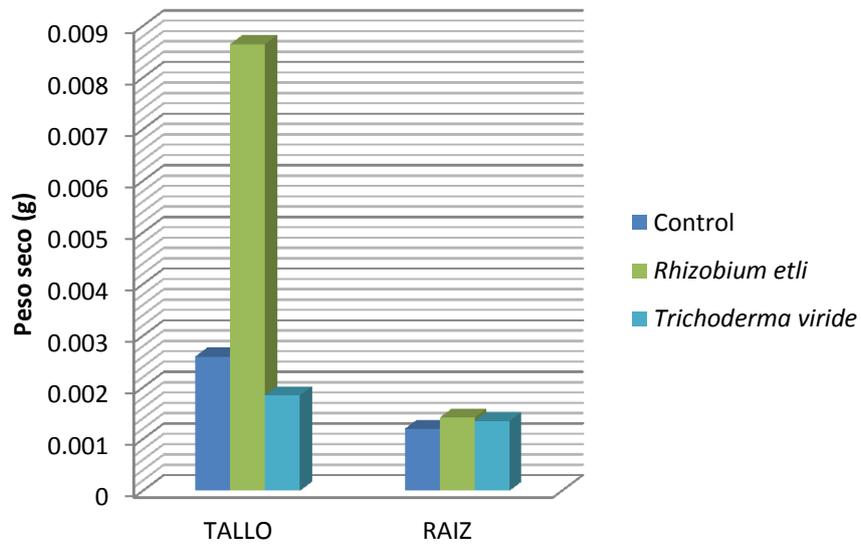
**Fig. 6:** Promedio de peso seco total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 20 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



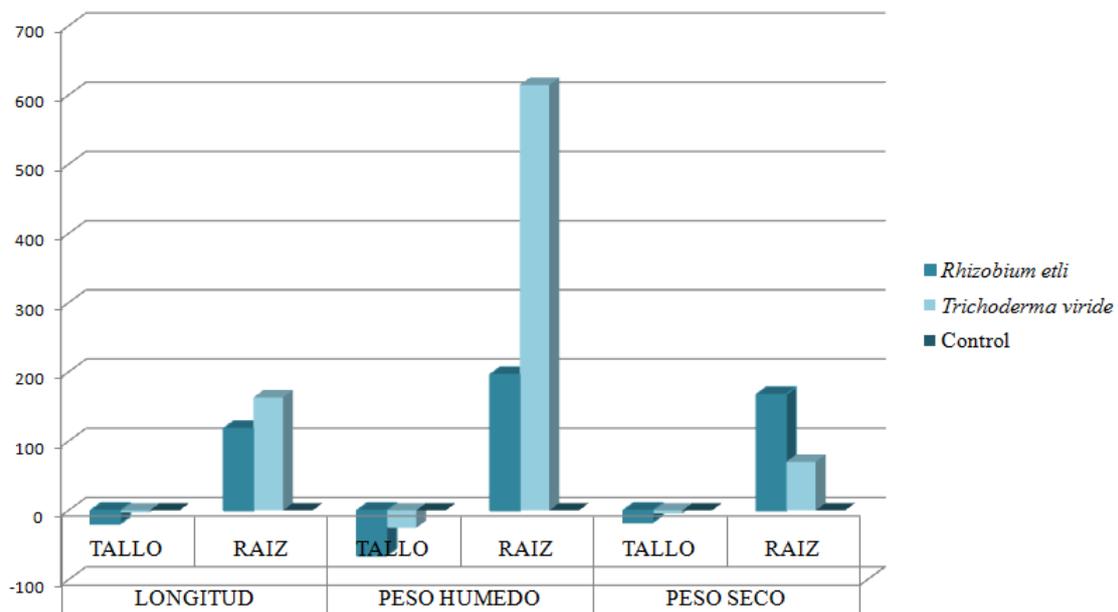
**Fig. 7:** Longitud promedio de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 40 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*



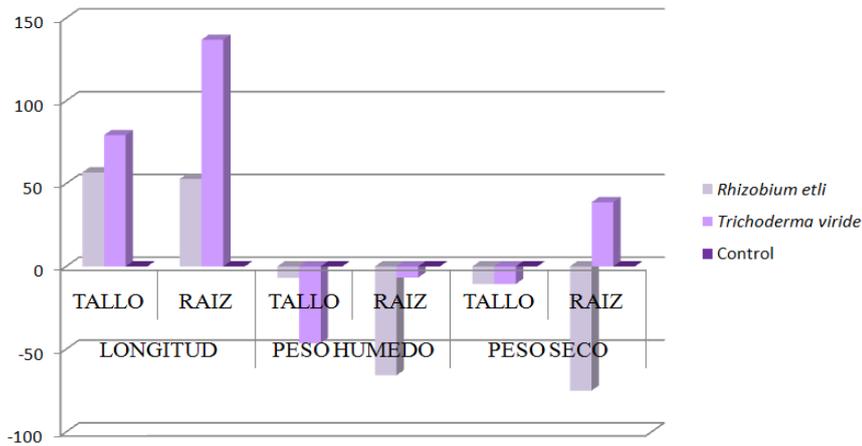
**Fig. 8:** Promedio de peso húmedo total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 40 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



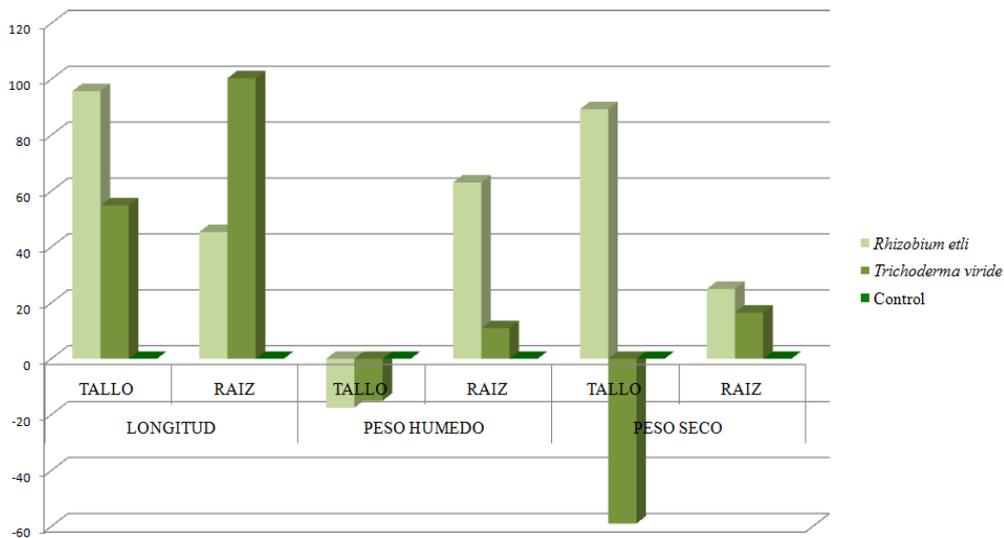
**Fig. 9:** Promedio de peso seco total de tallo y raíz de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* a los 40 días después de los ensayos realizados con *Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control *in vitro*.



**Fig. 10:** Índice de efectividad de la inoculación (IEI) en 10 días, expresado en porcentaje de seis variables agronómicas (longitud, peso húmedo y peso seco del tallo y raíz) en los tres ensayos realizados (*Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control) *in vitro*.



**Fig. 11:** Índice de efectividad de la inoculación (IEI) en 20 días, expresado en porcentaje de seis variables agronómicas (longitud, peso húmedo y peso seco del tallo y raíz) en los tres ensayos realizados (*Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control) *in vitro*.



**Fig. 12:** Índice de efectividad de la inoculación (IEI) en 40 días, expresado en porcentaje de seis variables agronómicas (longitud, peso húmedo y peso seco del tallo y raíz) en los tres ensayos realizados (*Rhizobium etli*, *Trichoderma viride* y Control) *in vitro*.



## DISCUSIÓN

En la actualidad, la agricultura sustentable, plantea mejorar la eficiencia en la fijación del nitrógeno mediante el uso de plantas leguminosas y no leguminosas, rizobios y algunos hongos competitivos, capaces de ser usados en la biorremediación y fitorremediación, de esta manera extender las ventajas de la simbiosis a otros cultivos; en tal sentido, las investigaciones se han orientado al estudio de rizobios y hongos como promotores de crecimiento de plantas leguminosas y no leguminosas.<sup>(6)</sup>

Al analizar los índices de efectividad, para cada variable agronómica evaluada, se observa una mayor efectividad de *T. viride* respecto a la longitud de tallo y raíz, *R. etli* muestra su efectividad en el peso húmedo y ambos microorganismos muestran una diferencia significativa en el peso seco, por los valores negativos que muestra la inoculación con *T. viride*, que pueden deberse a la mala calibración de la balanza analítica, a la poca muestra y al tiempo insuficiente de secado.

Los resultados obtenidos en la presente investigación muestran en general diferencias significativas para la longitud de tallo y raíz de la plántula de *C. annum* var. *longum* en la inoculación de *R. etli* y *T. viride* y esto se corrobora con otros investigadores quienes dicen que el efecto favorable que se puede alcanzar en los cultivos de importancia económica con la aplicación de organismos PGPR y PGP, es promoviendo el crecimiento y desarrollo de posturas, aun cuando en ocasiones, estas no alcanzaron las dimensiones requeridas para considerarlas adecuadas.<sup>(1,21)</sup> Algunos autores atribuyen el efecto de estas rizobacterias a lo que ellos denominan “hipótesis aditiva” en la que más de un mecanismo está involucrado en la asociación planta – rizobacteria, los cuales operan simultáneamente o en asociación.<sup>(17)</sup>

Esto debido a que *R. etli*, es capaz de penetrar la corteza de la raíz y segregar un grupo de sustancias fisiológicamente activas a la rizósfera, tales como giberelinas, auxinas, citocinas y ácido absísico, que contribuyen al desarrollo de plantas al influir sobre su metabolismo, ya sea inhibiendo o promoviendo su crecimiento o desarrollo, además provocan el aumento en la absorción de agua y nutrientes por las raicillas de las plantas provocando un efecto beneficioso en el rendimiento de los cultivos. Esto ocurre por un aumento de la división celular al alargar la raíz y promover la formación de pelos radicales, y en consecuencia, la resistencia al estrés osmótico por aumento de clorofila, K, Ca, azúcares solubles y contenido de proteínas.<sup>(1, 3, 5, 28)</sup>

Por tal motivo, *Rhizobium* es un microorganismo capaz de fijar el nitrógeno asimbioticamente favoreciendo la nutrición de la plántula y también tiene la capacidad de disolver fosfatos, cualidad que lo convierte en un microorganismo con capacidad de PGPR.<sup>(6, 27)</sup> En cuanto al mecanismo de acción mediante el cual se promueve el crecimiento vegetal se plantea que posiblemente más de un mecanismo de acción esté involucrado y la asociación y que estos operan simultáneamente o en sucesión, la suma de los diferentes mecanismos refleja los cambios observados en el crecimiento de las plantas, cuando son inducidos bajo condiciones ambientales propicias.<sup>(17)</sup> Se observó también incrementos en el peso seco de la raíz y el tallo, por sus moléculas promotoras de crecimiento presente en la rizósfera o en los tejidos de las plantas estimulando un mayor desarrollo de raíz y tallo por la absorción de nutrientes.<sup>(6, 26)</sup> Además el proceso por el cual las bacterias se mueven hacia la raíz y la colonizan, no es muy claro. No obstante, se han propuesto algunos factores que favorecen el aumento en peso húmedo como las condiciones favorables de humedad, tiempo de generación, quimiotaxis y la capacidad de movimiento.<sup>(21,22)</sup>

Las rizobacterias ofrecen una alternativa ecológica para controlar el ataque de patógenos y/o mejorar el rendimiento de cultivos, por lo que actualmente se utilizan técnicas de avanzada para entender sus mecanismos de acción. Pueden promover el crecimiento por vías directas e indirectas, cuyos elementos específicos no han sido debidamente caracterizados. Los efectos directos pueden evidenciarse en ausencia de otros microorganismos, es decir, la planta solo interactúa con el microorganismo en estudio, mientras que los mecanismos indirectos se pueden observar en la interacción del microorganismo de interés con un fitopatógeno, mediante la cual se reducen los efectos dañinos en el vegetal.<sup>(29)</sup>

Por su parte, los resultados obtenidos en *T. viride* se deben a la participación en la biotransformación de la celulosa, aceleración de la reproducción celular, mineralización del nitrógeno y de algunas proteínas presentes en el suelo, permitiendo que estos procesos biológicos de degradación favorezcan el crecimiento de la planta.<sup>(8)</sup>

El efecto bioestimulador de este hongo se demuestra en la longitud de raíz cuando se comparó con el control, a pesar que no fué la que mostró los mejores resultados in vitro fué la que evidenció un mejor efecto sobre la elongación de la raíz de la plántula de *Capsicum annum* L. var. *longum* reportando incrementos en el crecimiento que se atribuyen a la obtención de un mayor desarrollo



radical, estimulado por el complejo enzimático que se origina en la rizósfera de las plantas; solubilización del fósforo inorgánico, elemento fundamental en la fotosíntesis y en la respiración celular, y necesario para el desarrollo de estructuras reproductivas. La disponibilidad de este elemento para ser asimilado por la planta, mejora la calidad del cultivo.<sup>(8,10, 22, 26)</sup> Este incremento de las plántulas parece que varían según las comunidades microbianas asociadas a la rizósfera, la especie de la plántula, tipo de sustrato y prácticas culturales.<sup>(23)</sup>

Por lo antes dicho se debe considerar que *Trichoderma* es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de una variedad de compuestos microbianos. Igualmente, debido a la existencia de transposones en sus moléculas se considera estimulador de crecimiento vegetal e inductor de resistencia sistémica, debido a que modula o estimula algunas respuestas de las plantas.<sup>(24)</sup>

No solo los microorganismos ejercen su efecto sobre la planta, sino que ésta también actúa, a través de sus exudados, determinando la composición de la comunidad rizosférica, incluso en las diferentes zonas de las raíces varían las estructuras y las especies de la comunidad rizosférica.<sup>(25)</sup>

Es difícil entender por completo el funcionamiento de un sistema biológico. La complejidad de las interacciones planta – suelo – microorganismo - ambiente son variadas; una comprensión completa de todas las relaciones en cuestión es poco probable; sin embargo, los efectos benéficos de las interacciones biológicas que estimulan los rendimientos de los cultivos y mejoran la sanidad de las plantas pueden ser evaluados y quedar en evidencia algunas estrategias generales de la interacción.<sup>(24)</sup>

La sustentabilidad de los sistemas agrícolas a largo plazo debe fomentar el uso y manejo efectivo de los recursos internos de los agroecosistemas. En este sentido, los biofertilizantes e inoculantes microbianos, así como los bioestimulantes son un componente vital de los sistemas sustentables, ya que constituyen un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable de reducir los insumos externos y de mejorar la calidad y cantidad de los recursos internos.<sup>(30)</sup> La continuidad de esta línea de investigación, contribuirá al conocimiento más certero de esta práctica agronómica.

## CONCLUSIÓN

- La inoculación de 5ml de la suspensión de *Trichoderma viride* a una concentración aproximada de  $10^8$  esporas/ml y de *Rhizobium etli* a  $10^8$  UFC/ml estimula el desarrollo de plántulas de *Capsicum annum* L. var. *longum* “paprika” en condiciones de laboratorio. Encontrándose diferencias significativas en las variables agronómicas longitud de tallo, longitud de raíz, peso seco de la parte aérea y peso seco de la raíz.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pulido L. E, Medina N, Cabrera A. Biofertilización con rizobacterias y hongos micorrízicos arbusculares en la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) y cebolla (*Allium cepa* l.). i. crecimiento vegetativo. Redalyc 2003; 24(1): 15-24.
2. Ferrera Cerrato R, Alarcón A. La Microbiología del Suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum 2001; 8(2): 175 – 183.
3. Rives N, Acebo Y, Hernández A. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* l.). perspectivas de su uso en cuba. Redalyc 2007; 28(2): 29 – 38.
4. Curá JA, Ribaudó CM, Gaetano AM, Ghiglione HO. Utilidad de las bacterias promotoras del crecimiento y fijadoras de nitrógeno en el cultivo de arroz durante las primeras etapas de desarrollo. 2005.
5. Reyes I, Alvarez L, El Ayoubi H, Valery A. Selección y Evaluación de Rizobacterias Promotoras del Crecimiento en Pimentón y Maíz. Bioagro 2008; 20(1): 37-48.
6. Santillana N, Arellano C, Zuñiga D. Capacidad del *Rhizobium* de promover el crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* miller). Redalyc 2005; 4(1-2): 47-51.
7. Torriente D. Aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de la caña de azúcar. Perspectivas de su uso en cuba. Scielo 2010; 31(1): 1-10.
8. Cupull Santana R, Andreu Rodríguez CM, Pérez Navarro C, Delgado Pérez Y, Cupull Santana MC. Efecto de *Trichoderma viride* como estimulante de la germinación, en el desarrollo de posturas de cafetos y el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Centro Agrícola 2003; 30(1): 21-25.



9. Cupull Santana R, Delgado Pérez Y, Cupull Santana MC, Andréu Rodríguez CM. Efecto de dos biopreparados y micorriza en la estimulación de la germinación, el control de *Rhizoctonia solani* y el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L. Centro Agrícola 2003; 30(2): 9-13.
10. Cupull Santana R, Ortiz Arbolaez A, Sánchez Esmori C. Efecto de *Trichoderma viride* Rifai en el desarrollo de los injertos hipocotiledonares de café. Centro Agrícola 2010; 37(4):37-40.
11. Pérez Torres E, Milanés Virelles P, Rodríguez González N, García Rivero G, Torres Ávila O, Martínez Estrada H, Viamontes Viamontes R, Tamayo Escobar Y, Pérez Cerezález E y Prada Fernández J. Acción de *Trichoderma harzianum* Rifai en el incremento de biomasa en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Rev. prod. anim. 2009; 21(2): 127-130.
12. Aguirre Medina JF, Irizar Garza MB, Durán Prado A, Grajeda Cabrera OA, Peña del Río MA, Loredó Ostil C y Gutiérrez Baeza A. Los Biofertilizantes microbianos: alternativa para la agricultura en México. Inifap 2009; 5: 1-86.
13. Vilorio de Z. A, Arteaga de R. L, Pire R. Desarrollo radical del pimentón (*Capsicum annum* L.) bajo tres distancias de siembra y su relación con el peso de los frutos. Bioagro 1998; 10(3): 80-83.
14. Terry Alfonso E, Leyva Galán A. Evaluación Agrobiológica de la coinoculación Micorrizas-Rizobacterias en tomate. Agronomía Costarricense 2006; 30(1): 65-73.
15. Jiménez C, Sanabria de Albarracín N, Altuna G, Alcano M. Efecto de *Trichoderma harzianum* (Rifai) sobre el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.). Fac. Agron. (LUZ) 2011; 28: 1-10.
16. Galeano M, Mendez F, Urbaneja A. Efecto de *Trichoderma harzianum* rifai (cepa T-22) sobre cultivos hortícolas. Koppert Biological Systems; 286 (65): 1-11.
17. Terry Alfonso E, Leyva A, Hernández A. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Rev. Colomb. Biotecnol 2005; 7(2): 47-54.
18. Bécquer CJ, Ramos Y, Nápoles JA, Arioza MD. Efecto de la interacción Trichoderma-rizobio en *Vigna luteola* SC-123. Pastos y Forrajes 2004; 27(2): 139-145.
19. Cubillos Hinojosa J, Valero N, Mejía L. *Trichoderma harzianum* como promotor del crecimiento vegetal del maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener). Scielo 2009; 27(1): 1-11.
20. Nuñez Sosa DB, Liriano Gonzáles R, López Ceballos C. Evaluación de biofertilizantes (*Azospirillum* y Micorrizas) y diferentes niveles de materia orgánica en bolsa y organóponico, en el cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.). Centro agrícola 2005; 32(2): 5-10.
21. Loredó Osti C, López Reyes L, Espinosa Victoria D. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas. Redalyc 2004; 22(2): 225 – 239.
22. Camelo R. M, Vera M. SP, Bonilla B. RR. Mecanismos de acción de las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Corpoica 2011; 12(2), 159-166.
23. Sánchez López DB. Efecto de la inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal sobre el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum* var. *Sofía*) bajo invernadero [Tesis Maestría]. Bogotá D.C, 2011.
24. Alejandro Cano M. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. U.D.C.A 2011; 14(2): 15 – 31.
25. Ezziyani M, Pérez Sánchez C, Sid Ahmed A, Requena MA, Candela MA. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). Anales de Biología 2004; 26: 35-45.
26. Martínez B, Reyes Y, Infante D, Gonzáles E, Baños H, Cruz A. Selección de Aislamientos de *Trichoderma* spp. Candidatos a biofungicidas para el control de *Rhizoctonia* sp. En arroz. Protección Veg. 2008; 23(2): 118-125.
27. Díaz Medina A, Suárez Pérez C, Pujol Marco Y, Sánchez Esmoris C, Orrantía Cardenas I, Castro Alvarez P. Efecto de la aplicación de *Azotobacter chroococcum* (BFN) sobre el desarrollo de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Centro Agrícola 1999; 26 (1).
28. Barreto D, Valero N, Muñoz A, Peralta A. Efecto de Microorganismos Rizosféricos sobre Germinación y Crecimiento Temprano de *Anacardium Excelsum*. Zonas áridas 2007; 11(1): 240-250.
29. Huape Gonzales LM. Bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) una opción en agricultura sustentable. [Tesis Título profesional]. México, 2009.
30. Rodríguez Hernández A, Heydrich Pérez M, Velázquez del Valle MG, Hernández Lauzardo AN. Perspectivas del empleo de Rizobacterias como agentes de control biológico en cultivos de importancia económica. Redalyc 2006; 24(1): 42-49.