

# Evaluación de tres plantas graníferas en condiciones de sequía

## Evaluation of three grain plants under conditions of drought

Francisca Suárez Soria; Manuel Riera Nelson y Dannis Arebalo

Centro Universitario de Guantánamo.

E-mail: [franci@fam.cug.co.cu](mailto:franci@fam.cug.co.cu)

---

**RESUMEN.** El experimento se realizó durante los meses de octubre de 2004 a marzo de 2005 en la finca agroecológica situada en la carretera Guantánamo-El Salvador perteneciente a la Facultad Agroforestal de Montaña, sobre un suelo pardo con carbonatos. En este trabajo se utilizaron semillas de 3 especies de granos: frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), girasol (*Helianthus annus* L.) y maíz (*Zea mays* L.) con el objetivo de determinar la respuesta de los mismos ante las condiciones de estrés hídrico propias de la zona y a la aplicación de biofertilizantes. El experimento fue conformado en un diseño de bloques al azar con 3 réplicas y 8 tratamientos, para un total de 24 parcelas. Los mejores resultados se observaron en girasol y frijol, siendo éstos los más resistentes a las condiciones de estrés imperantes en el territorio y lográndose un uso más eficiente de la tierra.

Palabras clave: *Helianthus annus*, *Phaseolus lunatus*, sequía, estrés, *Zea mays*.

**ABSTRACT.** The experiment was carried out during the months of October 2004 to March 2005 in the agroecological farm, with brown carbonate soils, belonging to the Mountain Agroforestry Faculty, located between Guantánamo and El Salvador. In this work, seeds of 3 grain species were used: bean (*Phaseolus lunatus*), sunflower (*Helianthus annus* L.) and corn (*Zea mays* L.) The objective was to determine their response to conditions of water stress in the region as well as to the application of biofertilizers. The experiment was implemented using a random block design with 3 replicas and 8 treatments, for a total of 24 parcels. The best results were observed in sunflower and bean, being these the most resistant to the conditions of prevailing stress in the region and, as such, achieving a more efficient use of the land.

Key words: *Helianthus annus*, *Phaseolus lunatus*, drought, stress, *Zea mays*.

---

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Guantánamo posee un régimen de precipitaciones muy por debajo de la media nacional. Los municipios de Guantánamo y El Salvador, a pesar de presentar una agricultura variada, poseen esta característica.

El frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), el girasol (*Helianthus annus* L.) y el maíz (*Zea mays* L.), son tres especies de plantas graníferas empleadas en esta zona para el alimento humano y animal, por lo que conocer y determinar sus respuestas y rendimientos en los suelos secos de esta región reviste gran importancia. Es por ello que se realizó un trabajo con el objetivo de determinar la respuesta de los mismos ante las condiciones de estrés hídrico propias de la zona y a la aplicación de biofertilizantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante los meses de octubre de 2004 a marzo de 2005 en la finca agroecológica situada en la carretera Guantánamo-El Salvador perteneciente a la Facultad Agroforestal de Montaña, sobre un suelo pardo con carbonatos.

En este trabajo se utilizaron semillas de 3 especies de granos: frijol caballero (*Phaseolus lunatus*), girasol (*Helianthus annus* L.) y maíz (*Zea mays* L.).

El experimento fue conformado en un diseño de bloques al azar con 3 réplicas y 8 tratamientos, para un total de 24 parcelas. El girasol se sembró a un marco de plantación de 0,70 m x 0,30 m. El frijol de 0,90 m x 1 m y de 0,50 m x 1 m, y el maíz se

sembró con un marco de plantación de 0,90 m x 0,25 m. El área de cálculo estuvo representada por 10 plantas en cada parcela de los cultivos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T 1: Girasol + Micorriza + *Rhizobium*.
- T 2: Girasol solo (control).
- T 3: Frijol 0,90 x 1m.
- T 4: Frijol 0,90 x 1m + Micorriza + *Rhizobium*.
- T 5: Frijol 0,50 x 1m (control)
- T 6: Frijol 0,50 x 1m + Micorriza + *Rhizobium*.
- T 7: Maíz + Micorriza + *Rhizobium*.
- T 8: Maíz solo (control)

Para la inoculación se aplicó la Tecnología de Recubrimiento de Semillas momentos antes de la siembra para el caso del *Rhizobium*, según Fernández y Rodríguez (1996) y Gómez (1996). En el caso de la micorriza se aplicaron de 5 g de producto sólido por nido de las semillas a la hora de la siembra. Se plantaron 3 semillas por nido.

Las evaluaciones se realizaron en 10 plantas por parcela, correspondiente al área de cálculo, a las que se les realizaron las mediciones siguientes:

**Girasol:** Diámetro de la cabeza (cm), Número de semillas por cabeza, Peso de 1 000 semillas (g), Rendimiento por planta en kg/m<sup>2</sup>, Rendimiento en t/ha.

**Frijol:** Número de vainas por planta, Rendimiento t/ha.

**Maíz:** Número de hojas por planta, Peso seco del tallo (g), Peso seco de las hojas por plantas (g), Largo del tallo (m).

Las temperaturas se comportaron elevadas manteniéndose entre los 30 °C y los 34 °C, y sólo cayeron durante el período 16 mm de lluvia.

El análisis fue realizado por el paquete estadístico Statgraphics versión 4.1 en ambiente Microsoft Windows. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y las comparaciones de medias se realizaron según la prueba de rangos múltiples de Duncan (1955), en

los casos en que se encontraron diferencias significativas, según Lerch (1997).

Para la valoración económica de los resultados se utilizó la metodología propuesta por la FAO (1980).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al evaluar el efecto que provocó la aplicación de micorrizas (tratamiento 1) en relación con la no aplicación del biofertilizante (tratamiento 2) sobre el diámetro de la cabeza y el número de semillas por cabeza (figura 1) se demostró la influencia que ejerce este biofertilizante sobre estos indicadores del rendimiento al diferir significativamente del tratamiento 2. Esta diferencia puede estar dada por el efecto que ejercen estos biofertilizantes sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, haciendo más permeable el agua y el aire, lo que contribuye a la fijación del nitrógeno atmosférico, así como a la adquisición de los nutrientes presentes en el suelo con más facilidad. Estudios realizados en condiciones controladas por Barea (1991) pusieron de manifiesto que por cada metro

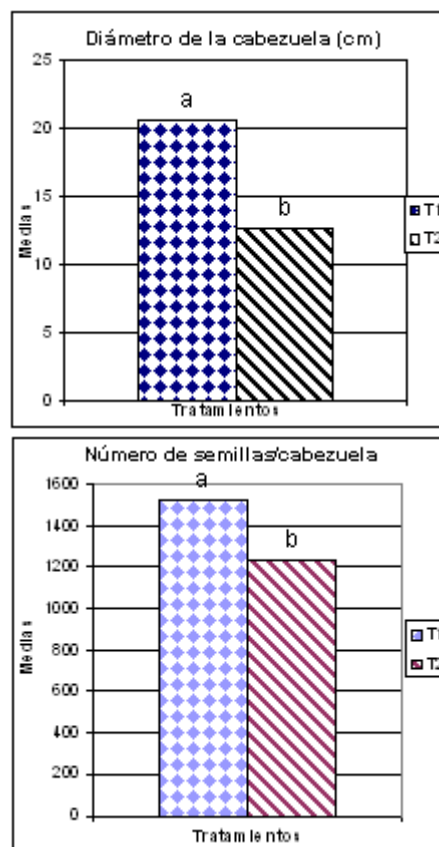


Figura 1. Diámetro de la cabeza (cm) y el número de semillas/cabezuela en el cultivo del girasol

de raíz colonizada se producen entre 7 m y 250 m de hifas externas del hongo, en dependencia de la especie implicada en la simbiosis y de sus condiciones de crecimiento.

Resultados similares fueron obtenidos por Ruiz (2001) y Riera (2003) en este cultivo al evaluar el efecto de la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias, donde se alcanzó un balance nutricional a través de una eficiente asociación entre las plantas, los hongos y las bacterias, la que permitió un mejor uso del nitrógeno, una mayor absorción de fósforo y mejores condiciones de las propiedades físicas del suelo

desarrollo de las plantas, así como el rendimiento. Estos resultados se corresponden con los señalados por Riera (2003) quien expresa que cuando se aplican biofertilizantes al suelo los cultivos aumentan los rendimientos considerablemente.

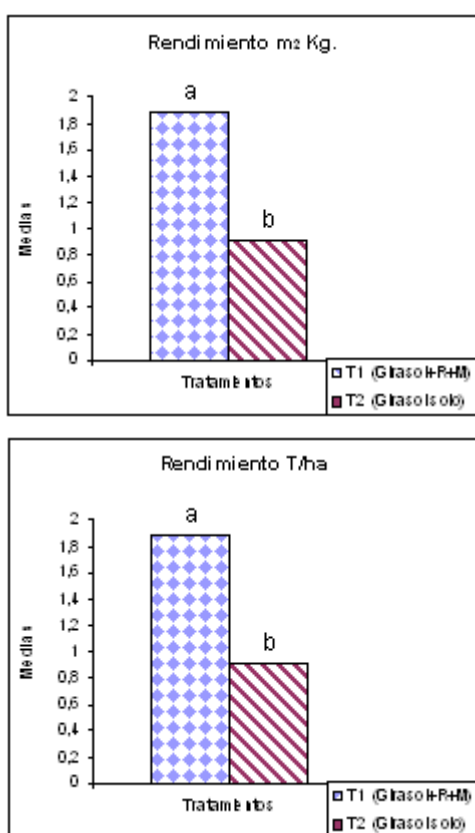


Figura 2. Rendimiento en el cultivo del girasol

Con respecto al rendimiento por planta en kg/m<sup>2</sup> y el rendimiento en t/ha podemos observar que con la aplicación de los biofertilizantes en el tratamiento 1 (girasol + Micoriza + *Rhizobium*) se obtuvieron mayores resultados en relación con el control (T2), donde se nota diferencia significativa, por lo que muestra la actividad mejoradora de estos biofertilizantes sobre las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo por la incorporación de diferentes nutrientes indispensables para el crecimiento y

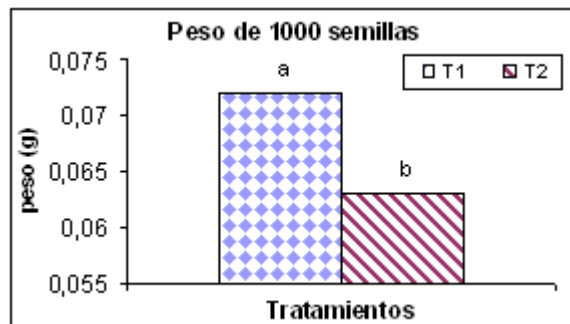


Figura 3. Peso de 1 000 semillas en el girasol

El peso de las semillas demostró que es un indicador proporcional al empleo de biofertilizante, con diferencia significativa respecto al control.

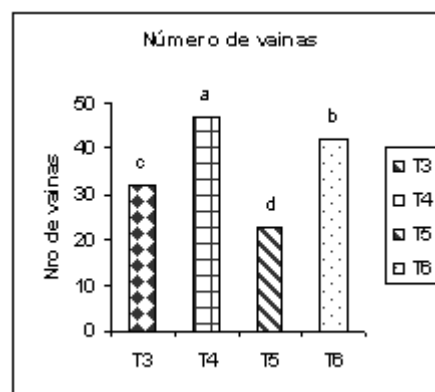


Figura 4. Número de vainas en el frijol

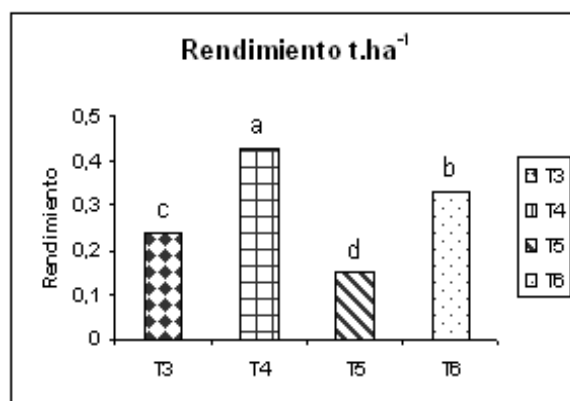


Figura 5. Rendimiento t/ha de frijol

Al medir el número de vainas por planta, se observó que los mejores resultados correspondieron a los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes, sin importar la distancia de siembra (T4 y T6). Al mismo tiempo, se hizo evidente que la coinoculación fue eficiente en la fijación y utilización del nitrógeno atmosférico. Este componente del rendimiento evidencia que en el cultivo del frijol influye en el número vainas la distancia a la que se encuentra una planta de otra permitiendo esto un mayor número de ramas secundarias y, por ende, una mayor y mejor floración en las plantas donde se utilizó el mayor marco de plantación y se aplicó el biofertilizante, por lo que este componente se corresponde con el rendimiento.

Las evaluaciones sobre los componentes del rendimiento demostraron que cuando se inoculó con los biofertilizantes, se produjo un aumento considerable del mismo.

Diversos estudios comprueban también la efectividad de los biofertilizantes, cuya aplicación en forma de biopreparados mejora significativamente la producción de cultivos tales como la papa, el trigo, el ajo, el maíz, la cebolla, las hortalizas, entre otros. Las pruebas de campo han demostrado incrementos en el rendimiento entre 15 % y 30 % y el ahorro entre 15 % y 20 % de fertilizantes nitrogenados y fosforados. (Gomero *et al.*, 2005)

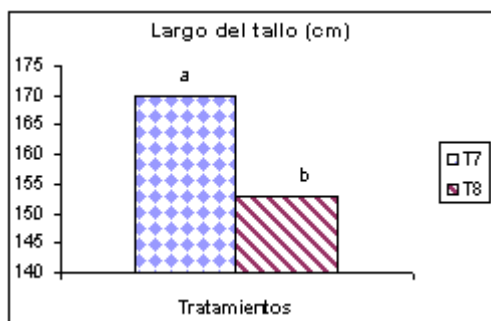


Figura 6. Largo del tallo en el maíz

El largo del tallo del maíz tuvo diferencia significativa en el maíz + Micorriza + *Rhizobium* con respecto al maíz solo (control), lo que demuestra la efectividad de estos biofertilizantes sobre el crecimiento de este cultivo.

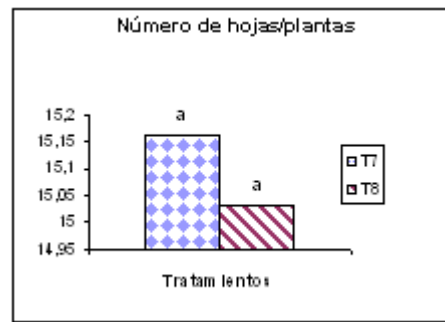


Figura 7. Número de hojas por planta de maíz

El número de hojas en los dos tratamientos se mantuvo con resultados parecidos, sin diferencia significativa entre los tratamientos donde se inoculó con bioestimuladores del crecimiento y el control.

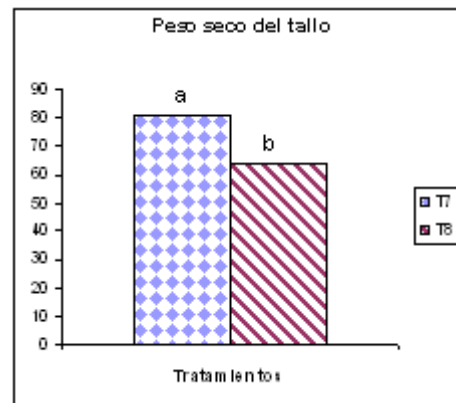


Figura 8. Peso seco del tallo

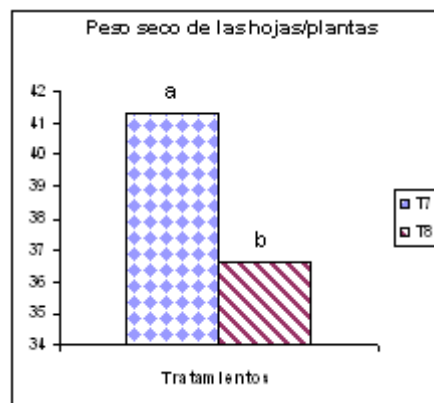


Figura 9. Peso seco en las hojas por planta

El peso seco del tallo y de las hojas por planta tuvo diferencia significativa entre los tratamientos, obteniéndose los mayores resultados en el tratamiento maíz + Micorriza + *Rhizobium*, lo que demuestra la efectividad de los biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo de este cultivo.

Resultados similares fueron alcanzados por Álvarez (1999), quien encontró valores similares de producción de masa seca. Riera (2003), alcanzó resultados significativos con la aplicación de bioestimuladores del crecimiento en relación con el control no inoculado.

Todo lo anterior evidencia la influencia positiva, en general, de la coinoculación con HMA y rizobacterias en la producción de masa seca, muy probablemente a través del mejoramiento de la nutrición vegetal de las plantas. Estos resultados coinciden con los trabajos de Liu y otros (2002), los que encontraron correlaciones positivas entre la micorrización y el incremento de la producción de biomasa en plantas de maíz.

## CONCLUSIONES

1. Las plantas de girasol respondieron positivamente a la inoculación con biofertilizante.
2. Los mejores resultados de producción de masa seca y rendimientos se obtuvieron cuando se inoculó con los biofertilizantes. Donde se alcanzaron, además, los valores más elevados de los indicadores del rendimiento.
3. Los cultivos que mejor se adaptaron bajo estas condiciones de sequía fueron el girasol (*Heliantus annuus*) y el frijol (*Phaseolus lunatus*). No así el maíz (*Zea mays*), en el que los rendimientos esperados no fueron significativos.

## BIBLIOGRAFÍA

BAREA, J. M. ET AL.: *Morfología, Anatomía y Citología de las Micorrizas va en fijación y movilización de nutrientes*, tomo II, Madrid, pp. 15-173, 1991.

BONFANTE, P. Y V. BICANCIOTO: "Saprotrophic versus symbiotic phase in endomycorrhizal fungi: morphology and cytology", en *Mycorrhizas: Molecular biology and biotechnology*, Springer-Verlag, pp. 229-247, 1995.

DUNCAN, D. B.: *Múltiple range and Múltiple, F Tests Biometrics*, 1955.

FERNÁNDEZ, F.: "The effect of comercial arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculantson rice (*Oryza sativa*) in different types of soils", *Cultivos*

*Tropicales* 18 (1): 5-9, 1997.

GOMERO, L. Y H. VELÁSQUEZ: Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos extraído de: *Manejo Ecológico de Suelos/Conceptos, Experiencias y Técnicas*, en <http://www.ciedperu.org/bae/bae71/b71b.htm>.

NÚÑEZ, M.: *Manual de Técnicas Agroecológicas*, PNUMA. IPIAT, Venezuela, p. 129, 1997.

RIERA, M.: Manejo de la biofertilización con hongos micorrízicos arbuscular y rizobacterias en secuencias de cultivos sobre suelo ferralítico rojo, Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas, INCA, La Habana, 2003.

RIVERA, E. R.; E FERNÁNDEZ; J. HERNÁNDEZ; T MARTÍN Y S. FERNÁNDEZ: El manejo efectivo de la micorriza, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio del caso: El Caribe, INCA, La Habana, 2003.

RIVERA, R. A. ET AL.: Efectividad de la simbiosis micorrízica, suministro de nutrientes y nutrición de las plantas, en XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de las Ciencias del Suelo, Programa y Resúmenes 15, p. 113.

SIEVERDING, E.: *Vesicular Arbuscular Mycorrhiza in Tropical Agrosystem*. GTZ, Munich, 1991.

SOCORRO, M. A. Y D.S. MARTÍN: *Granos*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1998.

Recibido: 20/Diciembre/2006

Aceptado: 12/Febrero/2007