

Efecto de dos biopreparados de *Azotobacter* en el desarrollo de posturas de *Coffea arabica* L.

Effect of two biopreparations of the *Azotobacter* in the development of *Coffea arabica* L. postures

René Cupull Santana¹, Ceferino González Fernández¹, María del C. Cupull², Ciro Sánchez Esmori¹.

1- Estación de Investigaciones de café. Rincón Naranjo, Jibacoa, Manicaragua, Villa Clara, E-mail: invcafe@eima.vcl.cu

2- Instituto de Ciencias Médicas, Santa Clara, Villa Clara, E-mail: ingles@capiro.vcl.sld.cu

E-mail: invcafe@eima.vcl.cu

RESUMEN. El experimento se realizó en el vivero de la Estación de Investigaciones de Café Jibacoa, provincia de Villa Clara, con el objetivo de determinar la efectividad del biopreparado a base de miel final, levadura de torula y carbonato de calcio (MLC) con el de Dimargón, y el impacto en las poblaciones de *Azotobacter* en el suelo, en la estimulación de la germinación y en el desarrollo de las posturas de *Coffea arabica* L. var. Caturra amarillo. Se ensayaron 3 tratamientos con 4 réplicas y un diseño de bloques al azar, en un suelo ferzialítico pardo rojizo que se mezcló con materia orgánica en la proporción 3:1. Los parámetros que se evaluaron fueron por ciento de germinación, la altura, el diámetro del tallo, el número de pares de hojas, la masa seca total y la dinámica poblacional de la bacteria en el suelo. Se realizó un análisis estadístico y comparación de medias con el test de Duncan. El análisis de los resultados mostró que se puede usar el biopreparado MLC ya que fue superior en el por ciento de germinación, en los índices morfológicos y en las poblaciones de la bacteria.

Palabras clave: *Azotobacter*, *Coffea arabica* L., Dimargón.

ABSTRACT. The experiment was carried out at the *Coffea* research station at Jibacoa, in the province of Villa Clara, the objective is to determine the effectivity of the biopreparation with final honey torula yeast and the calcium carbonate (MLC) with Dimargon, and the impact in the populations of *Azotobacter* in the soil, in the stimulation of germination and in the development of *Coffea arabica* L. var. postures, yellow *Caturra*. Three treatments with four replics and a randomized block design were tested in a Ferzialitic brown redness soil, and organic matter was joined in 3:1 proportion. The evaluated parameters were germination percent, height, and diameter of the Brach, the number of leaves couples, the total of dry mass and the dynamic population of the bacterium in the soil. An statistic analysis and an average comparison was done with the Duncan's test. The results of the analysis showed the biopreparation MLC can be superior in the morphological indexes and in the bacterium populations.

Key words: *Azotobacter*, *Coffea arabica* L., Dimargon.

INTRODUCCIÓN

La producción de biopreparados con *Azotobacter* se ha incrementado en los últimos años. Según Martínez (1986) esta bacteria aporta vitaminas y sustancias fisiológicamente activas que es capaz de sintetizar, así *Azotobacter chroococcum* sintetiza tiamina, ácido nicotínico, ácido pantoténico, biótina y otras vitaminas.

En la actualidad los biopreparados que se utilizan para la multiplicación de *Azotobacter* requieren de reactivos químicos en su composición que en su mayoría son de importación. Con el biopreparado

a base de miel final, levadura de torula y carbonato de calcio (MLC) se ahorran estos productos. (Cupull y Pérez, 1992)

Frobisher (1967, citado por Cupull *et al.*, 2002 expone que los hidratos de carbono que se añaden al suelo en forma de melazas o desechos de almidón estimulan la acumulación de nitrógeno en este a través del crecimiento de *Azotobacter* y de otros gérmenes no simbióticos que fijan nitrógeno.

El empleo de los microorganismos, no solo es una necesidad en la producción agrícola cubana en estos momentos, sino también una alternativa

ecológicamente factible para la agricultura científica del futuro. (Altieri, 1997)

Este trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto que produce el biopreparado MLC en la

estimulación de la germinación, los índices morfológicos y su incidencia en las poblaciones de *Azotobacter* en el suelo al compararlo con el Dimargón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el vivero de la Estación de Investigaciones de café Jibacoa, provincia de Villa Clara, a 340 msnm, en el periodo comprendido desde noviembre de 2004 hasta junio de 2005.

Se realizó la siembra en bolsas de polietileno

(14 x 22 cm) a razón de dos semillas por bolsa para dejar una sola planta después de la germinación de *Coffea arabica* Lin. Var. Caturra amarillo. Se utilizó un suelo ferzialítico pardo rojizo (Hernández *et al.*, 1999) cuyas características agroquímicas esenciales se ofrecen en la tabla 1.

Tabla 1. Análisis agroquímico del suelo antes de la inoculación con *Azotobacter*

Tratamientos	pH (KCL)	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Materia Orgánica (%)
		mg/100 g suelo		meq/100 g suelo		
Suelo	4,7	25,4	10,0	4,0	0,4	3,63
3:1	6,2	35,82	50,48	7,6	1,2	4,74

En el vivero se empleó un diseño de bloques al azar con tres tratamientos y cuatro réplicas, compuestas por 10 bolsas cada una y la combinación de suelo y materia orgánica en la proporción 3:1 (v:v).

Las variantes ensayadas en los tratamientos fueron:

- 1- Testigo (sin *Azotobacter*)
- 2- Biopreparado MLC
- 3- Biopreparado Dimargón

Estas bacterias se multiplicaron en los biopreparados Dimargón, (Dibut *et al.*, 1994) y MLC. (Cupull y Pérez, 1992)

La composición del biopreparado Dimargón es la siguiente:

Sacarosa (azúcar blanca).....20 g
 K₂HPO₄.....1 g
 Mgso₄ 7 H₂O.....0,2 g
 Na Cl.....0,2 g
 FESO₄ 5 H₂O.....0,15 g
 CaCO₃.....5 g
 NH₄ NO₃.....3 g
 Solución de Micro elementos.....1 mL
 H₂O.....1 L
 pH.....6,5- 7

La composición del biopreparado MLC es la siguiente:

Miel Final.....30 g
 Levadura de Torula.....10 g
 CaCO₃.....2 g
 H₂O.....1L
 pH.....6,5- 7

La inoculación de *Azotobacter* fue paletizando la semilla, la cual consistió en inocular la bacteria en la materia orgánica. Después se colocó al aire para su secado, el título de las células bacterianas fue de 10¹⁰ UFC/ml. Las semillas fueron recubiertas con un gel de almidón de yuca al 8 % para facilitar que el recubrimiento con la materia orgánica inoculada fuese homogéneo en todas las semillas. Antes de la siembra se realizó un conteo de esta bacteria en los diferentes sustratos empleados y cada 30 días para cuantificar la supervivencia en el suelo.

Se evaluó el porcentaje de semillas germinadas a partir de los 40 días de la siembra y los índices morfológicos: altura, diámetro del tallo a 1 cm del suelo, número de pares de hojas y la masa seca total a los 7 meses, evaluándose 20 plantas por tratamiento.

Al vivero se le realizaron las demás atenciones agrotécnicas según el Instructivo Técnico del café y cacao. (Cuba MINAGRI, 1999)

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza con testigo de referencia y las medias fueron comparadas por el rango múltiple de Duncan. (Lerch, 1977)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se analizaron las características agroquímicas del suelo y de las mezclas utilizadas en el experimento, se pudo apreciar que con la aplicación de la materia orgánica el pH mejoró ligeramente, el porcentaje de materia orgánica de 3,63 % en el suelo solo pasó a 4,74 % en la mezcla; los mayores valores de P₂O₅, K₂O, Ca y Mg se observaron en la mezcla, lo que pudo estar dado por la incorporación de materia orgánica la cual favoreció el incremento de estos compuestos, haciéndolo adecuado para la producción de posturas de café, según expresó Salazar (1977), citado por Sánchez *et al.* (2002).

La población de *Azotobacter* antes de la inoculación era baja en el suelo solo y la materia orgánica, al realizar las mezclas, se incrementó ligeramente en la combinación 3:1 a 4,5 X 10³ UFC/g de suelo (Figura 1). Esto corrobora lo informado

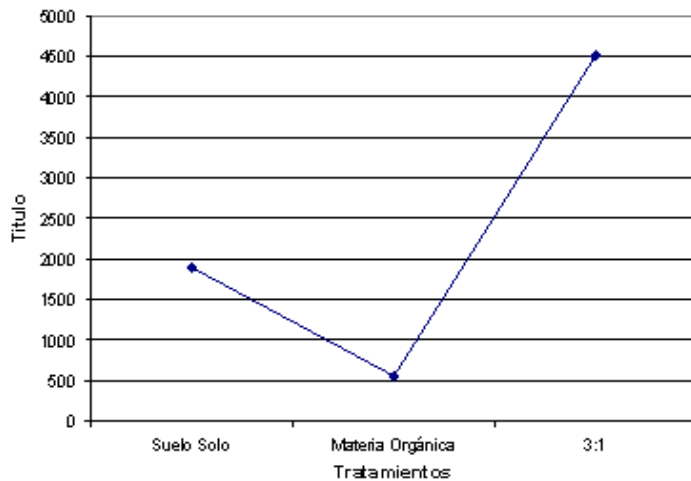


Figura 1. Conteo de *Azotobacter* antes de la inoculación

por Martínez (1986), citado por Méndez y Bermúdez (2003), que señalan que siempre debe existir materia orgánica para estimular el crecimiento de las bacterias, especialmente por el efecto de las trazas y de los compuestos coloidales que contienen.

Al realizar el conteo de *Azotobacter* en el suelo a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, se aprecia que en los tratamientos inoculados se mantuvieron elevadas las poblaciones. A los 90 días hubo un salto motivado por la realización de una segunda aplicación después de los 60 días. (figura 2)

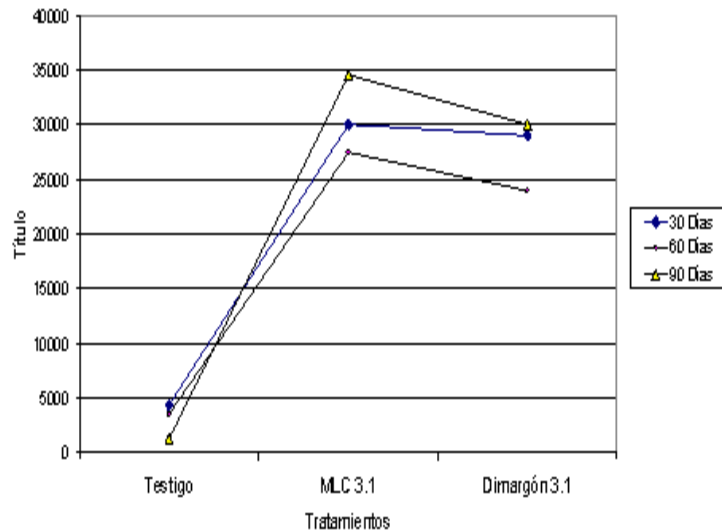


Figura 2. Conteo de *Azotobacter* después de la inoculación

Los conteos efectuados a los 120, 150 y 180 días, se observó una disminución de las poblaciones, apreciándose que los mejores tratamientos fueron donde se usó el biopreparado MLC que mantuvo niveles elevados de la bacteria hasta los 180 días y donde se ensayó el biopreparado de Dimargón también se presentaron niveles aceptables, aunque inferiores a los de MLC. (Figura 3)

Esta disminución de la población de *Azotobacter* pudo estar ocasionada por el pH ácido del suelo que no es el más apropiado para el desarrollo de esta especie. Según Frobisher (1969) el *Azotobacter* crece en suelos bien aireados, neutros o ligeramente alcalinos (pH alrededor de 7,5). Otra de las causas de la disminución de *Azotobacter* a los 180 días, pudo

estar dada por la influencia de la humedad del suelo, la temperatura, el pH, la lixiviación provocada por el riego, los antagonismos entre los microorganismos que se encuentran en el suelo y debido a que en esa fase de vivero el microorganismo no puede establecer intercambio con el sistema radical de la

planta, corroborando lo informado por Pequeño (1996), citado por Díaz y Rojas (2001), el cual expresa que después de la germinación las bacterias se encuentran en estrecha relación con el sistema radical de la planta, lo que es sumamente importante tanto para la planta como para el microorganismo.

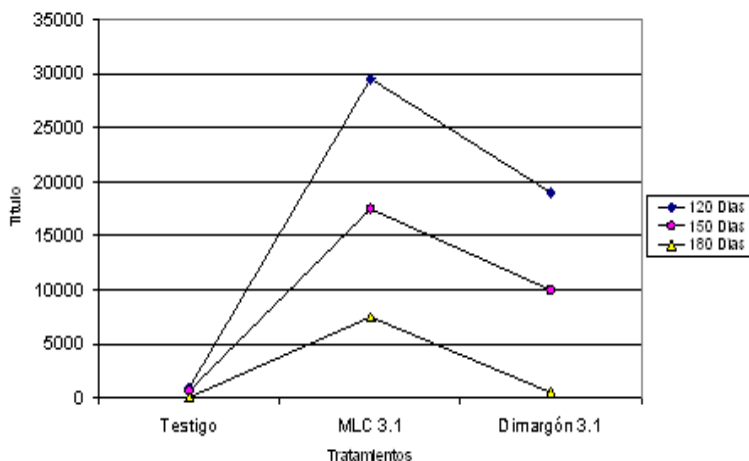


Figura 3. Conteo de *Azotobacter* después de la inoculación

Al analizar la respuesta germinativa, (tabla 2), se aprecia el mayor por ciento de germinación a los 40 días en el tratamiento (T-2) con un 90 % y el (T-3) con 72,5 % con diferencia significativa respecto a los demás tratamientos, y a los 50 días se mantuvo como el mejor el (T-2) con el 100 % y el (T-3) con el 90 %. De los dos biopreparados ensayados el de mejor

estimulación fue el MLC

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Martínez y Hernández (1985) y Cupull *et al.* (2000) quienes informaron que el *Azotobacter* estimula la germinación de las semillas debido a que segrega un grupo de sustancias fisiológicamente activas que favorecen la misma.

Tabla 2. Efecto de *Azotobacter* en la estimulación de la germinación (%)

Tratamientos	Frecuencia de las Evaluaciones	
	40 días	50 días
1- Testigo	52,5 c	77,5 b
2- MLC	90,0 a	100 a
3- Dimargon	72,5 b	90,0 b
E. S. ±	0,114 **	0,137 *
C. V. (%)	10,987	10,417

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente, según Dócima de Duncan para $P < 0,05$.

En el desarrollo de las posturas de cafetos (Tabla 3), se aprecia que en los principales índices morfológicos el mejor tratamiento fue el (T-2), mostrando diferencia estadística, la altura, el diámetro del tallo, el número de pares de hojas y el peso seco respecto a los demás tratamientos. Como se aprecia, con la utilización del biopreparado MLC inoculado con *Azotobacter* se lograron posturas de óptima calidad, lo que pudo estar motivado, según Frobisher (1967), por la aplicación de hidratos de

carbono que se añaden al suelo en forma de melazas. Con la utilización del biopreparado MLC y *Azotobacter* se lograron posturas de óptima calidad, que puede estar motivado, según plantea Frobisher (1967) con la aplicación de hidratos de carbono que se añaden al suelo en formas de melazas.

Estos resultados corroboran los alcanzados por Chung y Baker (1986), Rodríguez y Blanco (1992)

y Salazar y González (1999), donde reportaron incrementos del desarrollo de las plantas con la aplicación de biopreparados.

Tabla 3. Efecto de *Azotobacter* sobre algunos índices morfológicos

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del Tallo (cm)	Nº Pares de Hojas	Peso Seco Total (g)
1- Testigo	22,1 b	0,29 c	6,5 c	2,9 b
2- M.L.C.	26,7 a	0,38 a	8,0 a	3,8 a
3- Dimargon	25,3 a	0,35 b	7,1 b	3,1 b
E. S ±	0,627 *	0,007 **	0,133 **	0,151 *
C. V. (%)4.380	3,430	3,208	3,208	8,002

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente, según Dócima de Duncan para P<0.001

CONCLUSIONES

1. En los conteos efectuados al suelo para determinar sus poblaciones el que mantuvo los mayores títulos fue el biopreparado MLC.
2. En la estimulación de la germinación el mejor tratamiento fue el biopreparado MLC al mostrar a los 40 días un 90 % de germinación y diferencia estadística.
3. En el desarrollo de las plántulas el mejor tratamiento fue el biopreparado MLC al mostrar diferencia significativa en todos los índices morfológicos evaluados.
4. El biopreparado a base de miel final, levadura de torula y carbonato de calcio fue el mejor ya que incidió en las poblaciones de la bacteria en el suelo, en la estimulación de la germinación y en los índices morfológicos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Altieri, M. A.: *Agroecología. Bases científicas para la agricultura sostenibles*, Tercera parte, La Habana; 249 pp., 1997.
2. Cuba: Ministerio de la Agricultura: Indicaciones técnicas generales para el cultivo del café. Estación Central de Investigaciones de café y cacao, Santiago de Cuba, 1999.
3. Cupull, S. R. y C. Pérez: Medio de cultivo y metodología para la producción de *Azotobacter*, VII Forum de Ciencia y Técnica,

6 pp., 1992.

4. Cupull, S. R. et al: "Efecto de *Trichoderma* y *Azotobacter* en el control de *Rhizoctonia solani* y la estimulación del crecimiento de posturas de cafetos," *Cuaderno de Fitopatología y Entomología* 66: 203-206, 2000.

5. Cupull, S. R. y María del C. Cupull: "Comportamiento de cepas nativas de *Azotobacter* spp. en dos lugares diferentes del Escambray Villaclareño y evaluación de su actividad estimuladora en *Coffea arábica L.*," *Centro Agrícola* (29)4, 10-14, 2002.

6. Dibut, B. et al.: Dimargon nuevo medio de cultivo para la producción industrial de biopreparados a base de *Azotobacter chroococcum*, "*Cultivos Tropicales* 15(1): 12-14, 1994.

7. Frobisher, M: *Microbiología*. Salvar Editoriales S. A. España, 642 pp., 1969.

8. Hernández, A. J. et al.: Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos MINAGRI, La Habana, 64 pp., 1999.

9. Leisy Díaz García y Yaneisy Rojas Pérez: Efecto de la aplicación de *Azotobacter chroococcum* y *Azotobacter paspali* en la producción de posturas de *Coffea arábica L.* (Trabajo de Diploma), 50 pp., 2001.

10. Lerch, G.: *La experimentación de las Ciencias Biológicas y Agrícolas*, Ciencia y

Técnica, La Habana, 469 pp., 1977.

11. Martínez, R. y G. Hernández: Los biofertilizantes en la Agricultura Cubana, en II Encuentro Nacional de Agricultura, La Habana, pp. 43-48, 1995.

12. Martínez, R.: Ciclo biológico del nitrógeno del suelo, Editorial Científico Técnica, La Habana, 71 pp., 1986.

Recibido: *12/Septiembre/2006*

Aceptado: *23/Noviembre/2007*