

INFLUENCIA DE LA CONCENTRACIÓN Y FORMA DE APLICACIÓN DEL AZOTOBACTER SOBRE LA GERMINACIÓN DE NUECES DE COCOTERO (*Cocos nucifera*)

Karen Alvarado, Albaro Blanco, Loexis Rodríguez, Roberto González y Norbelis Abreu

Centro de Desarrollo de la Montaña. E-mail: karen@cdm.gtmo.inf

RESUMEN

La germinación de nueces en el cultivo del cocotero, tiene gran importancia para la producción de posturas de calidad y en el posterior desarrollo del cultivo. Actualmente uno de los principales problemas que está afectando la producción de posturas de cocotero en los viveros es el bajo porcentaje de germinación de las nueces. El objetivo de este trabajo consistió en determinar la influencia de la concentración y forma de aplicación del azotobacter en la germinación de nueces de cocotero (*Cocos nucifera*). Para ello en el vivero Playa Duaba de la Empresa del Coco en Baracoa, Guantánamo, se desarrolló un experimento en el cual se empleó el ecotipo Indio verde. Se utilizaron nueces de 12 meses de edad con 1-1.5kg de peso las cuales fueron tratadas con diferentes concentraciones de la cepa de *Azotobacter* IB 588 (10, 20, 30 y 40%) aplicado por inmersión de las semillas y directo al suelo. Como resultado se encontró una respuesta positiva en la germinación de las nueces de cocotero a la inmersión en *Azotobacter* al 30% de su concentración.

Palabras Claves: Cocotero, *Cocos nucifera*, *Azotobacter*.

INTRODUCCIÓN

El cocotero es un árbol de gran importancia debido al sinnúmero de aplicaciones que posee. En nuestro país se cultiva fundamentalmente en el municipio Baracoa de la provincia Guantánamo. Uno de los principales problemas que está afectando la producción de posturas de cocotero en los viveros es el bajo porcentaje de germinación de las nueces, lo que influye indirectamente en la calidad de las mismas al final del proceso.

En la germinación de cualquier semilla, además de la calidad de los sustratos, existen otros aspectos que influyen en la obtención de una buena plántula, como son: la fertilización mineral, la utilización de sustancias estimuladoras del crecimiento y, en las últimas décadas, la incorporación de microorganismos del suelo como biofertilizantes, ya que estos no sólo son capaces de fijar nitrógeno atmosférico y aumentar la capacidad extractiva de los nutrientes por las raíces, sino que, además, producen sustancias promotoras del crecimiento vegetal y brindan cierta protección al sistema radical contra patógenos. (Bashan, Gina Holguín y Ferrera - Cerrato, 1996).

Teniendo en cuenta lo expresado anteriormente el siguiente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la influencia de la concentración y la forma de aplicación del azotobacter en la germinación de nueces de cocotero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló desde Mayo 2002 hasta Octubre 2004 en áreas pertenecientes a la Empresa del Coco del municipio Baracoa. Para todos los experimentos se aplicaron las normas establecidas por el MINAGRI (1990) para el cultivo del cocotero. Durante la investigación se trabajó con el cultivar de cocotero Indio Verde por ser el más

representativo dentro del municipio y el de mayor importancia para los productores por su alta productividad y resistencia a enfermedades.

Con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes concentraciones de azotobacter en la germinación de nueces de cocotero se emplearon parcelas de 1m² sobre suelo aluvial poco diferenciado (Tabla 1).

Tabla 1. Composición Química del suelo del vivero.

Parámetros	Playa Duaba
Tipo de suelo	Aluvial poco diferenciado
pH	8.34
M.O (%)	-
P2O5 (mg/100 g de suelo)	32.64
K2O (mg/100 g de suelo)	-

En las mismas se situaron las nueces en 5 hileras de 5 nueces cada una (con un peso entre 1-1.5 kg, 12 meses de edad, con entalladura y riego en días alternos), las cuales fueron tratadas al momento de la siembra con *Azotobacter chroococcum*(AZ) cepa IB 588 a una concentración de 11X10⁸ UFC mL⁻¹ suministradas por la Estación Provincial de Suelos a concentraciones de 10, 20, 30 y 40 % aplicado por inmersión de las semillas y directo al suelo cuyas combinaciones constituyeron los tratamientos. Se tomó como tratamiento control aquellas semillas que no fueron tratadas.

A los 60 días se realizó la evaluación y se evaluó:

- Germinación: Cuando el hipocótilo ha emergido 2 cm fuera de la epidermis.

A los 120 días posteriores a la siembra se evaluó:

- Altura (cm): con una regla graduada desde la base del tallo hasta el final de la hoja más larga.
- Diámetro del tallo (cm): con un pie de rey en la base del tallo.
- Número de hojas (NH): se contaron todas las hojas fotosintéticamente activas que poseía la planta.

Se empleó un diseño en bloques al azar con arreglo bifactorial y 6 réplicas. Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis de varianza factorial. Se evaluaron un total de 5 plantas por réplica para cada tratamiento, para un total de 30 plantas evaluadas por tratamiento. Fueron desechadas las plantas de los bordes. La prueba de comparación de medias empleada fue la de Duncan para un 5 % de probabilidad. El paquete estadístico empleado fue el Statgraphic plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de la germinación de las nueces de cocotero ante el empleo de diferentes formas de aplicación y concentraciones de *Azotobacter* se muestra en la tabla 2. Se encontró que el tratamiento en el cual las semillas fueron sumergidas en *Azotobacter* al 30%, logra los más altos valores para el porcentaje de nueces germinadas, sin diferencia significativa con los tratamientos donde se empleó el biofertilizante pero sí con el tratamiento control. El resto de los tratamientos no mostró diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento control.

Tabla 2. Respuesta de la germinación de las nueces de cocotero ante la aplicación de diferentes dosis y formas de aplicación de *Azotobacter*.

Tratamientos	Forma de aplicación	Concentraciones (%)	Germinación (%)
I	Directo al suelo	10	83,1 ab
II		20	82,6 ab
III		30	82,6 ab
IV		40	90 ab
V	Control	0	54 b
VI	Inmersión	10	82,6 ab
VII		20	90,6 ab
VIII		30	96 a
IX		40	82,6 ab
EsX			0.273631 *
CV (%)			24.2534

Letras iguales no difieren entre sí para Duncan $p \leq 0,05$.

Como se puede apreciar existe una tendencia a lograr una mayor influencia en la germinación con el empleo del *Azotobacter* por inmersión de las semillas, lo que pudiera estar asociado a una mejor absorción del producto por las semillas, que facilita una mayor hidratación del pericarpio, lo que provoca que alcancen rápidamente la humedad y el estado metabólico deseado, como consecuencia de la activación de numerosos procesos bioquímicos-fisiológicos relacionados con la germinación, lo que unido a la capacidad que presenta el *Azotobacter* de producir sustancias que estimulan diferentes procesos dentro de las plantas.

Diferentes autores (Bashan *et al.*, 1996; Altieri, 1997; Pérez, 2002; De Rosas y Salvador, 2006) informaron que el *Azotobacter* produce sustancias estimuladoras del crecimiento, las cuales pueden ejercer influencia en los procesos fisiológicos de las plantas, lo que explica porqué las nueces que fueron tratadas con este biofertilizante, logran mayores valores para la germinación.

A todo esto se suma el efecto que pudo ejercer el tratamiento de inmersión de las semillas durante la germinación, el cual favorece una rápida absorción de agua, que permitió se activaran los procesos enzimáticos para movilizar las reservas que participan en la división y crecimiento de las células. En estudios realizados por González; Sánchez y Fung, (2006) destacan entre los métodos más utilizados para incrementar la germinación de las semillas, los tratamientos de hidratación con o sin deshidratación.

En la tabla 3 se aprecian los resultados del crecimiento y desarrollo de las posturas de cocotero a los cuatro meses de germinadas, obtenidas a partir de la aplicación del biofertilizante *Azotobacter*. Para los parámetros; altura de las plantas y diámetro del tallo, se obtienen diferencias significativas entre los tratamientos, al manifestar influencia tanto de las dosis empleadas como de la forma de aplicación del producto. Para el número de hojas no arrojó diferencias significativas.

Para la variable altura, independientemente de la forma de aplicación el incremento de la dosis presupone un incremento en altura. Al sumergir las semillas en el biofertilizante a concentraciones del 30 y 40% (T-VIII y T-IX), se obtienen los mejores resultados, con diferencia significativa del resto de los tratamientos, seguido de los tratamientos VI y VII

entre los que no se apreció diferencias significativas, estos a su vez difieren con los demás tratamientos. Por otro lado al aplicar el biofertilizante directamente al suelo las concentraciones más altas mostraron un mejor efecto.

Tabla 3. Comportamiento de la altura, diámetro del tallo y número de hojas en posturas de cocotero de cuatro meses de edad a las que se les adicionó Azotobacter a diferentes dosis y formas de aplicación.

Tratam.	Formas de aplicación	Concentración empleada (%)	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número Hojas
I	Directo al suelo	10	76,4 e	2,41 cd	3,8
II		20	78,6 d	2,42 cd	4,2
III		30	84,8 c	2,34 d	3,3
IV		40	84,8 c	2,68 b	3,4
V	Control		74,8 e	2,46 e	3,4
VI	Inmersión	10	87,2 b	2,5 c	4,1
VII		20	87,2 b	2,74 a	3,4
VIII		30	91,7 a	2,85 a	3,7
IX		40	92,2 a	2,75 a	4,1
EsX			3.8891*	0.03606*	0.07928 n s
CV (%)			15.7439	9.24116	12.4697

Letras iguales no difieren entre sí para Duncan $p \leq 0,05$.

A su vez el diámetro del tallo mostró que los tratamientos donde el biofertilizante es aplicado por inmersión de las semillas a dosis de 30, 40 y 20% mostraron un comportamiento superior con diferencias significativas con relación a los demás tratamientos. Los resultados sugieren que para lograr un mejor desarrollo de las posturas, se realice la aplicación del Azotobacter por inmersión de las semillas, y que se empleen como dosis más recomendables las que se describen en los tratamientos VIII y IX.

Las respuestas obtenidas parecen estar influenciadas por el hecho de que al sumergir las nueces en el producto, este entra en contacto con el embrión de forma más rápida, y provoca una estimulación más acelerada de los procesos bioquímicos que sustentan el desarrollo morfológico de la planta. Por otra parte estas bacterias presentan la capacidad de producir sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, que al actuar sobre el sistema radical promueven un mayor desarrollo, que permite a las plantas explorar mayores volúmenes de suelo y acceder con mayor facilidad y efectividad a los nutrientes allí retenidos.

Diversos autores han destacado la capacidad de este biofertilizante como fijador de nitrógeno en vida libre y de sintetizar hormonas como auxinas, giberelinas, citoquininas y vitaminas (Corbera y Nápoles, 2000; Hernández, 2001 y De Rosas y Salvador, 2006).

Los resultados pudieran ser indicativos además de la efectividad de la biofertilización con Azotobacter para el desarrollo morfológico de las posturas de cocotero, expresado en un mejor comportamiento de los parámetros; altura y diámetro del tallo, elementos que reafirman el efecto beneficioso de este, microorganismo, cuyo efecto en determinadas condiciones ambientales, no se debe al nitrógeno fijado, donde la cantidad puede ser exigua, sino a las sustancias fisiológicamente activas que son excretadas al medio circundante - la rizosfera - de donde son tomadas por las raicillas absorbentes de las plantas, que producen en éstas un aumento del crecimiento al ser absorbidas en

determinadas concentraciones (Viñal y Villar, 1999 y Socorro, 2000). Entre estas sustancias se encuentran vitaminas, auxinas, citoquininas y giberelinas, de reconocido efecto estimulador del crecimiento vegetal, fosfolípidos, ácidos grasos, y un gran número de sustancias.

También se ha reportado la síntesis de sustancias fungistáticas que, al inhibir el crecimiento de los hongos fitopatógenos del suelo, promueven indirectamente el desarrollo de las plantas (Hernández, 2000), todas estas sustancias, mediante su acción conjunta, son capaces de estimular la germinación de las semillas y acelerar el crecimiento de las plantas, especialmente en sus primeros estadios y siempre que sea adecuada la concentración de organismos en el sistema radicular.

Patten y Glick (1996) se refirieron al *Azotobacter* como una bacteria que afecta positivamente la formación de algunas micorrizas lo cual está dado por la capacidad de liberar sustancias extracelulares entre las cuales se encuentran las fitohormonas, cuya producción es común entre la flora rizosférica y su papel en el crecimiento vegetal está más allá de toda duda.

La inoculación con *Azotobacter* aunque menos informada en la literatura se ha investigado en Cuba durante los últimos años y se tienen resultados de aplicaciones a diferentes cultivos (Viñal y Villar, 1999), al mismo estos autores destacan, que pudieran sustituir entre 25 y 40% del fertilizante químico e incrementar los rendimientos entre 30 y 50%, acción que se le atribuye por su capacidad de favorecer procesos fisiológicos en las plantas, como la fijación del nitrógeno, la secreción de hormonas, incrementos en el crecimiento de las raíces, la absorción de agua y minerales así como cambios en el metabolismo de las células vegetales.

Terán *et al.*, (1994) resaltaron los resultados logrados con el uso del *Azotobacter* en cultivos como la caña de azúcar, hortalizas, arroz, maíz, frutos menores, cítricos y forrajes y destacan las posibilidades como alternativa al uso de fertilizantes químicos, mientras que Ruíz-Lozano, (1995) refieren que la inoculación de las plantas influye en la velocidad de absorción de agua y nutrientes por las raíces y este efecto se hace más marcado en la medida en que existe una mayor especificidad planta-microorganismos, que se evidencia en la masa fresca del vegetal y en su estado nutricional, toda vez que el microorganismo permite una mayor asimilación de las fuentes minerales.

De igual forma se ha planteado que los microorganismos desempeñan un papel decisivo en el proceso de transformación de los compuestos minerales y orgánicos que se incorporan al suelo, lo que influye en el contenido y movilización de los macro y micronutrientes; así como en su balance y asimilación por las plantas (Dória, Melo y Britto, 2005).

Bashan *et al.*, (1996) plantearon que la caracterización de las bacterias rizosféricas y el estudio de los efectos que produce su inoculación en las plantas contribuye al esclarecimiento de la interacción planta- microorganismo, el empleo de esta como inoculante ha puesto en evidencia la influencia que ellos ejercen sobre algunas respuestas fisiológicas y bioquímicas en las plantas en cuyo caso se encuentran los compuestos fenólicos y las proteínas.

Para el número de hojas no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, lo que nos da a entender que el *Azotobacter* no ejerció influencia sobre este parámetro. Ohler, (1986) al referirse al número de hojas en las posturas de cocotero explica que el comportamiento de este pudiera estar dado a que el mismo dependerá de factores genéticos y de las condiciones de crecimiento.

CONCLUSIONES

Los resultados demostraron que la inmersión de las nueces de cocotero en *Azotobacter* al 30% de su concentración a los cuatro meses posteriores a la siembra, incrementó el porcentaje de nueces germinadas hasta 95,5.

La inmersión de las nueces de cocotero en *Azotobacter* al 30% de su concentración a los cuatro meses posteriores a la siembra, favoreció el incremento de las variables morfológicas; altura, diámetro y número de hojas en las posturas (92,2cm, 2,85cm y 3,7 respectivamente).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. (1996): Agroecología y agricultura sostenible. Módulo 2. Diseño y manejo de Sistemas agrícolas Sostenibles. Centro de Estudios de Agricultura Sostenible, ISCAH, p 25.
- Bashan, Y., Holguín, G. y Ferrera-Cerrato, R. (1996): Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. *Azospirillum*. TERRA. 14(2): 159-195.
- Corbera, J y María, Nápoles (2000): Evaluación agronómica de la coinoculación de *Bradyrhizobium japonicum* y hongo micorrizógenos arbusculares en el cultivo de la soya sobre suelo Ferralítico Rojo Compactado. Cultivos tropicales. 21(1): 21-25.
- Cuba. MINAGRI.(1990): Instructivo Técnico para el cultivo del Coco. Ciudad de la Habana: CIDA. 60 p.
- González, A.; Gores, A. (2003): Diferentes dosis de FITOMAS-E en el cultivo del tomate. Trabajo de Diploma (en opción al título de ingeniero agrónomo) Centro Universitario Guantánamo, 54 p.
- Patten, C. L. y Glick, B. R. (1996): Bacterial biosynthesis of indole-3- acetic-acid. Can. J Microbiol. 39:187-192.
- De Rosas Enríquez Ariana y L. Salvador. (2006): Evaluación de cepas autóctonas de *Azotobacter spp.* en plántulas de papaya Maradol. En. Congreso Científico del INCA (15. 2006, nov 7-10, La Habana). Memorias CD'ROM. Instituto Nacional de ciencias Agropecuarias, ISBN959-7023-36-9.
- Ruíz-,Lozano. (1995): Effects of arbuscular mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerant: Physiological and nutritional plant response. Applied and environmental Microbiology 61: 456-460.
- Socorro, A. R. (2000): Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola". Capítulo 5: "Manejo Agroecológico de Suelos y Nutrición Vegetal". Extraído el 15 Enero, 2005, de bioinfpcpri.org/protocols/cocoltc.htm - 22k.
- Terán, Z., Espinosa, R., Fernández, F. y Gras, G. (1994): La aplicación de biofertilizantes y cachaza en la obtención de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Red Creole. Cultivos Tropicales. INCA, Cuba. 15(1):32-35.
- Viñals M y Villar, J. (1999): Avances en la formulación y aplicación de inoculantes bacterianos de uso agrícola. Cultivos tropicales. 20(4): 9-17.
- Dibut, B. 1995. Producción de aminoácidos y citocininas por un acepa cubana de *Azotobacter chroococcum*. Cultivos tropicales. 16(1): 16-18.
- Pérez, N. (2002). Agricultura Orgánica: Una visión desde Cuba. *Agricultura Orgánica*, 2(8): 6-10.
- González, Y., Sánchez, J. A. y Fung, C. (2006): Efecto de los tratamientos de hidratación deshidratación en la emergencia y el crecimiento de *Macroptilium atropurpureum* y *crotonaria spectabilis*. *Pastos y Forrajes*, 29 (1), 31-37.
- Hernández, A. (2001). Manejo agronómico integral de sustratos. Métodos de siembra y biofertilización en la producción sostenible de tubérculos-semilla de papa por semilla sexual. *Cultivos tropicales*. 22(2), 21-27.

- Hernández, A., García, D., Soroa, M. R. y Hernández, A. N. (2000): Estudio de algunos géneros de bacterias asociados a la rizosfera de los cultivos de gerbera (*Gerbera jamesonii*) y clavel (*Dianthus barbatus*, *Dianthus Caryophyllus*). *Cultivos Tropicales*, 21(3), 15-18.
- De Rosas, E. y Salvador, L. (2006): Evaluación de cepas autóctonas de *Azotobacter spp.* en plántulas de papaya Maradol. En. Congreso Científico del INCA (15. 2006, nov 7-10, La Habana). Memorias CD'ROM. Instituto Nacional de ciencias Agropecuarias, ISBN 959-7023-36-9.
- Dória, C., Melo, E. Y Britto, C. H. (2005): Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 2 (2), 21-26.
- Ohler, J. G. (1986): El Cocotero. Árbol de la Vida. Roma, Italia: FAO.