

**Influencia de la concentración y forma de aplicación del *Azotobacter* en la germinación de nueces de cocotero (*Cocos nucifera* Linn).**

**Influence of the concentration and application form of the *Azotobacter* in the coconut tree germination (*Cocos nucifera* Linn).**

**Autores:** MsC. Karen Alvarado Ruffo<sup>1</sup>, MsC. Albaro Blanco Imbert<sup>1</sup>, Keyler Matos Thompson<sup>2</sup>, Roberto González Valladares<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Investigadores auxiliares del departamento de tecnología Agrícola del Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz. El Salvador. Guantánamo. Cuba. E-mail: [karen@cdm.gtmo.inf.cu](mailto:karen@cdm.gtmo.inf.cu)

<sup>2</sup> Técnico de la investigación científica del Departamento de Tecnología Agrícola del Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz. El Salvador. Guantánamo. Cuba.

<sup>3</sup> Especialista en Ciencia y Técnica del Departamento de Tecnología Agrícola del Centro de Desarrollo de la Montaña. Limonar de Monte Ruz. El Salvador. Guantánamo. Cuba.

**Resumen.**

El presente trabajo investigativo se desarrolló en el periodo comprendido entre Mayo 2002 hasta Octubre 2004 en áreas del vivero "Playa Duaba" perteneciente a la Empresa Integral del Coco en el municipio Baracoa, con el objetivo de determinar la influencia de la concentración y forma de aplicación del *Azotobacter* en la germinación de nueces de cocotero (*Cocos nucifera* Linn) Variedad Indio ecotipo verde. El mismo fue montado bajo un diseño en bloques al azar con arreglo bifactorial, un testigo de referencia y 6 réplicas. Se utilizaron nueces de 12 meses de edad con 1-1.5kg de peso las cuales fueron tratadas con diferentes concentraciones de *Azotobacter chroococcum* de la cepa INIFAT-8 (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*.

**Abstract.**

The present research work was carried out in the period between May 2002 and October 2004 in areas of Playa Duaba Nursery belonging to the Integral Company of Coco in Baracoa municipality. This work aims to determine the influence of the concentration and application form of the *Azotobacter* in the coconut tree germination (*Cocos nucifera* Linn), a variety Indian ecotype green. A randomized block design with bifactorial arrangement, a testing reference and six replicas was used. Nuts of 12 months of age were used with 1-1.5kg of weight which were treated with different concentrations of *Azotobacter chroococcum* of the stump INIFAT-8 (10, 20, 30 and 40%) applied by immersion of the seeds and direct to the soil. The result showed a positive answer in the germination from the coconut tree to the immersion at 30% of *Azotobacter* concentration.

**Key Words:** Coconut, *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 (Bashan *et al.*, 1996). El conjunto de estas sustancias, que son asimiladas por las plantas a través de las raíces, permite que cada una de ellas actúe en el momento en que la planta lo requiera; así, algunas estimulan el desarrollo de las raíces o el de la planta entera. Todos estos efectos permiten el desarrollo más precoz de plantas más vigorosas (Dibut, 2006).

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), a pesar de ello, no han sido reportado estudios para el cocotero.

Es por ello que 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. Se aplicaron las normas establecidas por Cuba (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.

Se emplearon parcelas de 1m<sup>2</sup> sobre suelo aluvial poco diferenciado. En las mismas se situaron las nueces en 5 hileras de 5 nueces cada una (con un peso entre 1-1.5kg, 12 meses de edad, con entalladura), las cuales fueron tratadas al momento de la siembra con *Azotobacter chroococcum* (AZ) cepa INIFAT-8 a una concentración de 11X10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup> producidas en la Dirección de Suelos de Guantánamo. Para la conservación e inoculación del producto se empleó medio Ashby (sólido) y Medio DIMARGON (líquido) para reproducción.

Tratamientos	Forma de aplicación	Concentraciones (%)
I	Directo al suelo por aspersion	10
II		20
III		30
IV		40
V	Control (Inmersión de las semillas durante 5 minutos en agua)	0
VI		10
VII		20
VIII		30
IX		40

**A los 60 días se evaluaron las siguientes variables:**

- Germinación: Cuando el hipocótilo ha emergido 2cm 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, un testigo y 6 réplicas. Para el procesamiento de los datos se utilizó un análisis de varianza con arreglo 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. Pudiéndose apreciar diferencias significativas solo para los tratamientos V (Control) y VIII (Inmersión de la semilla en *Azotobacter* al 30%). No obstante haberse encontrado poca diferencia entre los tratamientos, los mejores resultados se corresponden con los tratamientos I y VI ya que representan un menor gasto de producto y por ello una disminución de los costos.

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

Tratamientos	Germinación (%)
I	83,1 ab
II	82,6 ab
III	82,6 ab
IV	90 ab
V	54 b
VI	82,6 ab
VII	90,6 ab
VIII	96 a
IX	82,6 ab
Es ± x	0.273631 * ± 82.67
CV (%)	24.2534

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

El efecto ejercido por las diferentes concentraciones de *Azotobacter* cuando fue aplicado por inmersión de las semillas, pudiera estar asociado a una mejor absorción del producto, 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, unido además a la capacidad que presenta el *Azotobacter* de producir sustancias que estimulan diferentes procesos dentro de las plantas.

Investigaciones recientes indican que el uso de biofertilizantes en base a bacterias fijadoras de nitrógeno como es el *Azotobacter chroococcum* reduce el tiempo de germinación en las semillas y favorece el desarrollo de las plantas debido a la producción de hormonas de crecimiento vegetal, lo que al final se traduce en un aumento del 16% en la productividad de los cultivos con el ahorro correspondiente en el uso de fertilizantes químicos (Sarmiento, 2007).

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 *et al.*, (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 puede apreciar el efecto de la aplicación del *Azotobacter* en el crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero a los cuatro meses de germinadas. Para los parámetros; altura de las plantas y diámetro del tallo, se observó diferencias significativas entre los tratamientos. La variable número de hojas no arrojó diferencias significativas. Ohler, (1986) al referirse al número de hojas en las posturas de cocotero explica que el comportamiento de esta dependerá de factores genéticos y de las condiciones de crecimiento.

En cuanto a la altura el tratamiento VIII (*Azotobacter* al 30% aplicado por inmersión) mostró los mejores resultados, aunque sin diferencia significativa del tratamiento IX (*Azotobacter* al 40% aplicado por inmersión).

**Tabla 3.** Comportamiento de algunas variables morfológicas en posturas de cocotero de cuatro meses de edad a las que se les adicionó *Azotobacter*.

Tratam.	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Número Hojas
I	76,4 e	2,41 cd	3,8
II	78,6 d	2,42 cd	4,2
III	84,8 c	2,34 d	3,3
IV	84,8 c	2,68 b	3,4
V	74,8 e	2,46 e	3,4
VI	87,2 b	2,5 c	4,1
VII	87,2 b	2,74 a	3,4
VIII	91,7 a	2,85 a	3,7
IX	92,2 a	2,75 a	4,1
Es ± x	3.8891*± 84.18	0.03606*± 2.57	0.07928 ± 3.7ns
CV (%)	15.7439	9.24116	12.4697

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

Se pudo apreciar una acción estimulante de los tratamientos VII, VIII y IX sobre el diámetro del tallo, presentándose diferencias significativas con el resto de los tratamientos empleados.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio, se recomienda el empleo de la variante VIII para lograr un mejor desarrollo de las posturas. 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 (Hernández, 2001, De Rosas y Salvador, 2006 y Dibut, 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 (Socorro, 2000).

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 (Peticari, 2006), 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.

Algunos autores como Martínez, (2008) se han referido al hecho de que el *Azotobacter* que es 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.

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 *et al.*, 2005).

## Conclusiones.

Las nueces sumergidas en azotobacter mostraron sensibles incrementos de las variables altura y diámetro con respecto al tratamiento control.

Se demostró la posibilidad de incrementar las variables; germinación, altura y diámetro con la inmersión de las nueces de cocotero en Azotobacter al 10%.

## Bibliografía.

Bashan, Y., Holguín, G. & Ferrera, C. R. (1996). Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. I. Azospirillum. *Revista TERRA*, 14(2), 159-195.

Cuba, Ministerio de la Agricultura. (1990). *Instructivo Técnico para el cultivo del Coco*.

De Rosas, E. A. & Salvador, L. (2006, noviembre). Evaluación de cepas autóctonas de *azotobacter spp.* en plántulas de papaya maradol. Ponencia presentada en Congreso Científico del Instituto Nacional de ciencias Agropecuarias: CD-ROM ISBN 959-7023-36-9, La Habana, Cuba.

Dibut, A. B. (2006). Biofertilizantes como insumos en agricultura sostenible. Ciudad de la Habana: HUMIWORM S. P. R. De R. L.

Dória, C., Melo, E. & 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.

González, Y., Sánchez, J. A. & Fung, C. (2006). Efecto de los tratamientos de hidratación deshidratación en la emergencia y el crecimiento de *Macropodium atropurpureum* y *crotolaria spectabilis*. *Revista 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. *Revista Cultivos tropicales*, 22(2), 21-27.

Martínez, V. R. (2008). *Introducción al conocimiento sobre los biofertilizantes bacterianos*. Ciudad de la Habana: INIFAT. Manuscrito no publicado.

Socorro, A. R. (2000). Modelo Alternativo para la Racionalidad Agrícola / Capítulo 5: "Manejo Agroecológico de Suelos y Nutrición Vegetal" [Documento en línea] <http://www.bioinfcpcri.org/protocolos/cocoltc.htm> [consultado: 15 Enero 2005]

Ohler, J. G. (1986). *El Cocotero. Árbol de la Vida*. Roma, Italia: FAO.

Perticari A. & Medana, M. (2006, Junio) Uso de inoculantes microbianos en Argentina. Estado actual y perspectivas. Ponencia presentada en Taller de Inoculantes BIOFAG-CyTED, Montevideo, Uruguay.

Sarmiento, M. N., Moreno, R. L. & Uribe, V. (2007). Biofertilizantes para la Agricultura en Colombia En *Biofertilizantes en Iberoamérica: Una Visión Técnica, Científica y Empresarial* (pp. 75-78). Uruguay: Imprenta DENAD INTERNACIONAL S.A.

Viñals, M. & Villar, J. (1999). Avances en la formulación y aplicación de inoculantes bacterianos de uso agrícola. *Revista Cultivos tropicales*, 20(4), 9-17.

**Fecha de recibido: 19 may. 2011**

**Fecha de aprobado: 25 jul. 2011**