

## Efecto del biofertilizante MICOFERT en la producción de dos variedades de lechuga en Perú

### Effect of the MICOFERT on the growth of two varieties of lettuce in Peru

Juan F. LEY-RIVAS\*, Luis ALIAGA R.\*\*\*, Cecilia MORON G.\*\*\* y Eduardo FURRAZOLA GÓMEZ\*

**RESUMEN.** El presente estudio muestra los resultados obtenidos con la aplicación del biofertilizante MICOFERT (producido por el Instituto de Ecología y Sistemática (IES-Cuba) en cultivos de lechuga en Perú. El objetivo fue evaluar el efecto de la aplicación del MICOFERT sobre el crecimiento, la producción de biomasa vegetal en dos variedades de lechuga (Romana y Lollo rossa), y la influencia en el período de producción. Se aplicó un análisis de varianza (ANAVA) de clasificación simple para detectar si existe diferencia significativa entre los tratamientos ensayados. Se obtuvo una mayor sobrevivencia de plantas incrementando la producción en un 10 % en la variedad Romana y 39 % en la variedad Lollo rossa, cuya diferencia en el peso fue muy significativa y se acortó el período del proceso productivo en 16 y 11 días (Romana y Lollo rossa), por lo que se demuestra que es muy beneficioso la aplicación del MICOFERT en este cultivo para las condiciones ensayadas.

**PALABRAS CLAVE.** biofertilizantes, MICOFERT, lechuga

**ABSTRACT.** The effect of the inoculation of biofertilizer MICOFERT (Institute of Ecology and Systematic of Cuba) was tested on the growth of two varieties of lettuce (Roman and Lollo rossa) in Peru. The growth and the increase of the vegetable biomass were analyzed and it was determined an influence of biofertilizer into the period of productive process. An analysis of variance (ANOVA) simple classification was applied to detect if significant differences existed among the tested treatments. A bigger survival of plants was obtained, the production was increased in a 10% and 39%, the difference of the plant weight was significant highly, the period of the productive process was shortened in 16 and 11 days (Roman and Lollo rossa), whereby the application of MICOFERT is economic and profitable in this crop under the conditions tested.

**KEY WORDS.** biofertilizers, MICOFERT, lettuce

### INTRODUCCIÓN

La necesidad de un aumento de la producción de alimentos más sanos y la preocupación por la degradación de los recursos naturales asociados a la agricultura han conllevado al uso de los biofertilizantes. Estos constituyen una de las alternativas para el desarrollo de una agricultura orgánica sostenible mediante la sustitución de insumos agroquímicos tóxicos y caros, por insumos alternativos ecológicos más benignos ambientalmente y más económicos que inciden en la productividad y rentabilidad del cultivo (Altieri, 1997).

El MICOFERT (marca registrada en la Oficina Cubana de Propiedad Intelectual (OCPI) y en INDECOPI, Perú), es un biofertilizante producido por el Instituto de Ecología y Sistemática (IES), perteneciente al Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) de Cuba mediante una ecotecnología desarrollada desde 1993 (Ferrer *et al.*, 2004; Ley-Rivas *et al.*, 2009; Herrera *et al.*, 2010). Está constituido por una mezcla de diferentes cepas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) procedentes de la Colección Cubana de Hongos Micorrizógenos Arbusculares (CCHMA) (Herrera *et al.*, 2010) que se asocian a las raicillas de las plantas, incrementando significativamente el área de absorción de la raíz. Al colonizar las raicillas de la planta, las hifas del hongo forman una amplia red en el suelo, que amplían significativamente la superficie de absorción de la raíz (Barea *et al.*, 1991; Torres, 2000) poniendo a disposición de la planta macronutrientes y micronutrientes además del agua, que de otra forma serían inaccesibles para ella (Varma, 1995; Sánchez de P., 1999). Estos hongos se encuentran

presentes en el suelo en forma natural y su asociación con las raíces de las plantas se considera la condición normal de la mayoría de las plantas en su hábitat natural (Sánchez de P., 2007).

Las plantas micorrizadas incrementan significativamente su rendimiento (Rivera *et al.*, 2003; Herrera *et al.*, 2010), rechazan las entradas de patógenos (Newsham *et al.*, 1995) y son más resistentes a la falta de agua (Ruiz-Lozano y Azcón, 1995; Navarro *et al.*, 2010a, Navarro *et al.*, 2010b), siendo por lo tanto, a la vez, un biofertilizante ecológico y un controlador biológico de gran interés para el productor.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una hortaliza consumida a nivel mundial cuya producción ha alcanzado 17 millones de toneladas en un año. Es una planta anual y autógama, perteneciente a la familia *Compositae* (www.infoagro.com). Es un cultivo que tiene un período vegetativo corto comprendido entre 2 y 3 meses, de manera que incrementar su rentabilidad supone utilizar tecnologías de rápida respuesta que incrementen la masa verde en forma significativa y en corto tiempo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación del MICOFERT sobre el crecimiento y la producción de biomasa vegetal en dos variedades de lechuga así como demostrar que el período del proceso productivo se puede disminuir con la aplicación del biofertilizante.

### MATERIALES Y MÉTODOS

**Producción del biofertilizante micorrizógeno.** El MICOFERT utilizado es el resultado de una mezcla de 4

Manuscrito recibido: 15 de Noviembre de 2010

Manuscrito aprobado: 10 de Enero 2011

\*Instituto de Ecología y Sistemática, C. P. 11900, La Habana 19, Cuba.

\*\*BIOVET PERÚ SAC, Perú.

\*\*\*MONTE FERTIL, Perú.

cepas de HMA *Glomus claroideum* Schenck & Smith, *Kuklospora kentinensis* (Wu & Liu) Oehl & Sieverd, *Diversispora spurca* (Pfeiffer, Walker & Bloss) Walter & Schuessler y *Glomus etunicatum* Becker & Gerdemann procedentes de la CCHMA radicada en el IES, con una concentración total de 107 443 esporas/dm<sup>3</sup>. Las cepas fueron reproducidas individualmente sobre un sustrato de turba negra y cáscara de arroz en contenedores plásticos de 55 litros de capacidad, en una casa de vegetación con techo de cristal, mallas plásticas de porosidad 1-2 mm en las paredes laterales y se aplicó riego por aspersión diario por un período de 13 semanas. Se detuvo el riego al finalizar este período y se dejó secar el sustrato al aire libre por espacio de una semana antes de procesar las muestras para su certificación de calidad.

**Cultivo empleado.** En el presente estudio se utilizaron dos variedades de lechuga: la Romana y la Lollo rossa, que se clasifican en los siguientes grupos botánicos, romanas: *Lactuca sativa* L. var. *longifolia* (no forman un verdadero cogollo, las hojas son oblongas, con bordes enteros y nervio central ancho) y de hojas sueltas: *Lactuca sativa* L. var. *inybacea*. (presentan las hojas sueltas y dispersas). El tiempo del proceso productivo para la variedad Romana es de 84 días y para la variedad Lollo rossa es de 91, este comprende desde la siembra hasta la cosecha. Se sembraron 120 plantas por cada tratamiento.

**Procedimiento empleado para el cultivo.** Para la evaluación del biofertilizante MICOFERT, Biovet Perú S.A.C seleccionó la empresa Monte Fértil, situada en Pachacamac, Lima, Perú, dedicada al cultivo de hortalizas orgánicas. El ensayo consistió de dos tratamientos, Con y Sin la aplicación del MICOFERT. La inoculación del MICOFERT se realizó en el sustrato de las bandejas de germinación al momento de la siembra.

El sustrato para las bandejas de germinación, está compuesto por una mezcla orgánica de humus y musgo a la que se le inoculó el MICOFERT (5:1 v/v). Luego se dispuso la mezcla orgánica inoculada en las bandejas de germinación de 128 alveolos. La siembra se realizó colocando una semilla por alveolo, se cubrieron con una capa muy fina de espesor inferior a 1 mm y se regó. El proceso de crecimiento se llevó a cabo en invernadero durante 5 semanas, edad de trasplante, con riego diario por aspersión. El trasplante definitivo se hizo a camas preparadas que garantizaron la homogeneidad de las condiciones ambientales en campo donde las plantas cumplieron su período de desarrollo, hasta el tiempo de cosecha.

Se evaluó el porcentaje de sobrevivencia de las plantas y el peso promedio por planta cosechada para determinar el rendimiento promedio de masa verde por el empleo del biofertilizante MICOFERT.

**Período del proceso productivo.** este tiempo estuvo determinado cuando el cultivo con aplicación de MICOFERT alcanzó la madurez comercial, momento en que se realiza la cosecha.

**Procesamiento estadístico.** Los datos del peso promedio por planta cosechada fueron procesados por un ANAVA

de clasificación simple para detectar si existe diferencia significativa entre los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Sobrevivencia de las plantas.** En la Tabla 1 se muestran los valores obtenidos de las variables evaluadas, observándose que el tratamiento inoculado con MICOFERT fue superior en todos los aspectos con respecto al tratamiento no inoculado.

En ambas variedades se obtuvo el mayor porcentaje de plantas en el tratamiento con MICOFERT, resaltándose que en la variedad Lollo rossa el resultado se incrementó en 39% con respecto al obtenido en el tratamiento sin MICOFERT.

Esta condición podría verse favorecida por mejoras nutricionales de las plantas, pues se conoce que la inoculación con HMA provoca un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes (Koide, 1991 y Marschner y Dell, 1994). Algunos de estos mecanismos fueron planteados por Siqueira y Franco (1988) y Bolan (1991), en los que podría mencionarse el aumento de la capacidad absorbente de la raíz, almacenamiento temporal de nutrientes en la biomasa fúngica o en las raíces evitando su inmovilización química y biológica o su lixiviación y la amortización o amenización de los efectos adversos de pH, Al, Mn, metales pesados, salinidad, estrés hídrico y ataque de patógenos radicales.

Tabla 1. Evaluación de las plantas de lechugas a la cosecha.

Concepto	var. Romana a los 68 días /plan 84 días		var. Lollo rossa a los 80 días / plan 91 días	
	Con MICOFERT	Sin MICOFERT	Con MICOFERT	Sin MICOFERT
No. de plantas logradas de 120	102	91	104	57
% sobrevivencia a la cosecha	85 %	75 %	87 %	48 %
No. plantas cosechadas / m <sup>2</sup>	11	9	11	6
Peso promedio por planta(g)	<b>188.19**</b>	72.52	<b>70.02**</b>	36.68
Desv. Est. del promedio	7.15	3.86	3.15	3.61
Peso total (Kg) /m <sup>2</sup>	2.087	0.707	0.791	0.227
% incremento / m <sup>2</sup>	195	0.00	248	0.00
No. lechuga / Kg	5.31	13.78	14.28	27.26

\*\* - muy significativo para p<0.01

**Peso promedio por planta.** Los resultados obtenidos con respecto al peso promedio por planta cosechada muestran que para las dos variedades ensayadas, el valor del tratamiento con MICOFERT es superior existiendo diferencias muy significativas para una p<0,01 (Tablas 2 y 3), lo cual implica la obtención de un producto de mayor calidad y de un rendimiento elevado. Estos resultados se corresponden con los reportados por Rubio *et al.* (1994) que evaluaron el efecto de las micorrizas en 3 variedades de lechuga (Conconina, Milanese y Romana blanca) y observaron un efecto

beneficioso de los HMA. Estos autores lograron a la mitad de su permanencia en vivero (o almacigo), un peso que aproximadamente triplica el alcanzado por las plantas no micorrizadas, en similar período de tiempo, confirmando el efecto beneficioso que representa el empleo de inóculos compuestos por HMA en el cultivo de lechuga. Igualmente Marulanda-Aguirre *et al.* (2008) obtuvieron diferencias significativas en el peso seco total de la planta cuando se emplea *Glomus constrictum* Trappe y *Glomus intraradices* Schenk & Smith como inóculos ya sea solos o en combinación con *Bacillus megaterium*.

Debemos señalar que la aplicación del MICOFERT elevó el rendimiento del cultivo y según los datos que nos muestra la Tabla 1. se obtuvo un ingreso de 1.9 a 2.4 veces mayor con respecto a la producción obtenida con la variante no tratada con biofertilizante micorrizógeno.

Tabla 2. Análisis de varianza del peso de las plantas a la cosecha (68 días) en la variedad Romana.

FUENTES DE VARIACIÓN	S.C	G.L	C.M	F	F <sub>tab</sub>
Tratamientos	643463.86	1	643463.86	189.23	6.85**
Entre Tratamientos	649468.19	191	3400.36		
Total	1292932.05	192			

\*\* muy significativo para  $p < 0.01$

Tabla 3. Análisis de varianza del peso de las plantas a la cosecha (80) días en la variedad Lollo rossa.

FUENTES DE VARIACIÓN	S.C	G.L	C.M	F	F <sub>tab</sub>
Tratamientos	40915.11	1	40915.11	43.83	6.85**
Entre Tratamientos	148410.28	159	933.40		
Total	189325.39	160			

\*\* muy significativo para  $p < 0.01$

**Período del proceso productivo.** La madurez comercial de los cultivos se alcanzó a los 68 días en la variedad Romana (Fig. 1 y 2) y a los 80 días en la variedad Lollo rossa (Fig. 3), momento en que se realizó la cosecha. De esta manera el biofertilizante MICOFERT adelantó el crecimiento y desarrollo de las plantas que alcanzaron características y calidad comercializables antes del periodo planificado, acortando los mismos en 16 y 11 días respectivamente, con relación a los tiempos cuando se utilizan las normas técnicas tradicionales en dicha Empresa (84 y 91 días).



Fig. 1. Lechugas de 65 días de edad Variedad Romana.



Fig. 2. Lechugas de 68 días de edad Variedad Romana



Fig. 3. Lechugas de 80 días de edad Variedad Lollo rossa

El obtener las plantas micorrizadas su madurez comercial en un tiempo menor al previsto es consecuencia de una mejor nutrición debido a que son capaces de hacer un mejor uso de los fertilizantes orgánicos, por la producción de fosfatasas por parte de los HMA y/o a la asociación existente entre las hifas de los mismos y los microorganismos que participan en la mineralización de la materia orgánica Cuenca *et al.*, (2007).

La aplicación de inoculantes micorrizógenos no solo conlleva el empleo de las micorrizas, los hongos micorrizógenos arbusculares son microorganismos que dentro de sus esporas contienen bacterias beneficiosas para las plantas (Velazco, 2000), entre ellos se establece una interrelación e interacción funcional donde se fortalecen los ciclos biogeoquímicos que conllevan a una mejor disponibilidad y accesibilidad de nutrientes para la nutrición de las plantas y la calidad de los ecosistemas, con ello se está contribuyendo a la conservación de los recursos microbiológicos (Sánchez de P., 2007).

### CONCLUSIONES

- ◆ El MICOFERT, incrementó la supervivencia en un 10% de la variedad Romana y en un 39% la variedad Lollo rossa.
- ◆ El MICOFERT logró mayor peso de las lechugas en el momento de la cosecha. La diferencia a favor del MICOFERT fue muy significativa ( $p < 0.01$ ) para ambas variedades.
- ◆ El MICOFERT acortó el período del proceso productivo en 16 y 11 días, en las lechugas variedad Romana y Lollo rossa, respectivamente.

**Agradecimientos.** A BIOVET PERÚ S.A.C, por el apoyo brindado en la confección de este artículo y todo el trabajo realizado, en especial a los Sres. Luis Sánchez Aliaga y Rolando Donet Valle.

### REFERENCIAS

Altieri, M.A. 1997. *Agroecología. Bases científica para una agricultura sustentable*. CLADES. ACAO. Tercera Edición. La Habana. 249p

Barea, J.M., C. Azcón-Aguilar, J.A. Ocampo, y R. Azcón. 1991. Morfología, anatomía y citología de las micorrizas vesículo-arbusculares. pp 149-173. En: Olivares, J. y Barea, J.M. Coordinadores): *Fijación y movilización biológica de nutrientes*. Vol. II. (Fijación de N y micorrizas). Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 259p.

Bolan, N.S. 1991. A critical review of a role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant Soil*. 134: 189 - 207.

Cuenca, G., A. Cáceres, G. Oirdobro, Z. Hasmy y C. Urdaneta. 2007. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia*. Vol 32, No. 001: 23-29.

El cultivo de la lechuga. <<http://www.infoagro.com/hortalizas/lechuga.htm>>

Ferrer, R.L., E. Furrázola y R.A Herrera. 2004. Selección de hospederos y substratos para la producción de inóculos micorrizógenos vesículo-arbusculares. *Acta Bot. Cub.* No. 168: 1-10.

Herrera, R.A., C. Hamel, F. Fernández, R.L. Ferrer, E. Furrázola: 2010. Soil-strain compatibility: the key to effective use of arbuscular mycorrhizal inoculants? *Mycorrhiza*. DOI 10.1007/s00572-010-0322-6.

Koide, R. T. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.* 117: 365 - 386.

Ley-Rivas, J.F., E. Furrázola, E. Collazo y M. Medina. 2009. Efecto de la aplicación de bentonita sobre la colonización micorrizica y la esporulación de hongos micorrizógenos. *Acta Botánica Cubana*. 206:34-37:

Marschner, H y B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*. 159, 89 -102.

Marulanda-Aguirre, A., R. Azcón, J.M. Ruiz-Lozano y R. Aroca. 2008. Differential Effects of a *Bacillus megaterium* Strain on *Lactuca sativa* Plant Growth Depending on the Origin of the Arbuscular Mycorrhizal Fungus Coinoculated: Physiologic and Biochemical Traits. *J Plant Growth Regul* 27:10–18 DOI 10.1007/s00344-007-9024-5

Navarro-Borrell, A., E. Furrázola, J. Ley-Rivas, C. Hamel y R. Rodés Garcia. 2010a. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in reactive oxygen species metabolism under drought conditions in black bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Saskatoon*. Conference of the Canadian Society of Soil Science & Canadian Society of Agronomy.

Navarro-Borrell, A., E. Furrázola, R. Rodés Garcia, Y. Torres, E. Collazo, O. Gomez, C. Massia y C. Hamel. 2010b. Influence of drought and arbuscular mycorrhizal fungi inoculation on growth and development of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Saskatoon*. Conference of the Canadian Society of Soil Science & Canadian Society of Agronomy.

Newsham K.K., A.H. Fitter, A.R. Watkinson. 1995. Arbuscular mycorrhiza protects an annual grass from root pathogenic fungi in the field. *J. Ecol.* 83: 991-1000.

Rubio, R., R. Uribe, F. Borie, E. Moraga y A. Contreras. 1994. Micorrizas vesículo-arbusculares (VA) en horticultura. Velocidad de infección en lechuga (*Lactuca sativa* L.) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y su incidencia sobre el desarrollo del cultivo. *Agricultura Técnica* (Chile) 54 (1): 7 – 14 (enero-marzo).

Rivera, R., F. Fernández, A. Hernández, J.R. Martín, K. Fernández. 2003. *El manejo efectivo de la simbiosis micorrizica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe*. Ediciones INCA. 167p.

Ruiz-Lozano J.M., R. Azcón. 1995. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. *Physiol. Plant*. 95: 472-478.

Sánchez de P., M. 1999. *Endomicorrizas en algunos agroecosistemas de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira. Editorial Feriva, Cali. 227p.

Sánchez de P., M. 2007. *Las Endomicorrizas: Expresión bioedáfica de importancia en el trópico*. pp. 27, 115. Palmira. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 352p.

Siqueira, J.O. y A.A. Franco. 1988. *Biotechnologia do solo. Fundamentos e Perspectiva*. MECESAL-FAEPE-ABEAS. Brasilia, D.F. 235 p.

Torres, J.T. 2000. *El papel del micélio externo de hongos que forman micorriza arbuscular asociado a barbechos mejorados en suelos degradados de ladera de Pescador (Cauca)*. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira 89p.

Varma, A. 1995. Ecophysiology and application of arbuscular mycorrhizal fungi in arid soils. pp. 561-591. En: Warma, A. y Hock, B. (Edit). *Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and Biotechnology*. Springer-Verlag, Berlin. 747.

Velazco, A., M. Medina, E. Furrázola, R.A. Herrera-Peraza. 2000. Caracterización de las comunidades de bacterias diazotróficas asociados a esporas de hongos micorrizógenos VA. *Relar*.