

RESPUESTA DEL MAÍZ HÍBRIDO (*ZEA MAYS* L) AL SUMINISTRO DE NITRÓGENO Y APLICACIÓN DE ECOMIC® Y BIOPRODUCTOS

Alfredo Calderón, Ramón Rivera, Luis R. Fundora, José V. Martín, David Lara, Yosnel Marrero, José L. Alfonso, Lázaro A. Pedroso, Jorge Corbera y Maida Calderón

Resumen

El experimento se realizó en el Departamento de Servicios Agrícolas del INCA sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (Hernández, 1999) correlacionado como nitisol eútrico (WRB, 2006), se estudiaron 15 tratamientos en el cultivo del maíz (Híbrido H 6 X 1) en un diseño experimental de bloque al azar con diferentes dosis de Nitrógeno y una de NPK al 100 %, fueron aplicados varios bioproductos como: Fitomas-E®, Biobras-16 y QuitoMax a los 20 y 40 días después de la siembra (dds) y se utilizó como biofertilizante el EcoMic® con la cepa de HMA *Glomus cubense* para conocer la respuesta del cultivo al nitrógeno. Los resultados arrojaron para el análisis foliar una mayor concentración de N en las hojas de los tratamientos: 75 % N con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E® y Biobras-16 y en este mismo tratamiento pero además con aplicación de QuitoMax. El P en el de 75 % N con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E® y Biobras-16. Para el K la menor concentración se obtuvo con 100 % de Nitrógeno. El mayor rendimiento se alcanzó en el de 75 % N inoculado con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E®, Biobras-16 y QuitoMax el que solamente manifestó diferencias estadísticas con los tratamientos de 0 y 50 % de N. Las mayores variables micorrízicas fueron con 50 % N y EcoMic® y 75 % N y EcoMic®.

Palabras claves: *maíz, nitrógeno, EcoMic® y bioproductos.*

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las poáceas y es una planta anual dotada de un amplio sistema radicular fibroso, junto con el trigo y el arroz es uno de los cereales más importantes del mundo, ya que suministra elementos nutritivos a los seres humanos y a los animales y es una materia prima básica de la industria de transformación, con la que se producen almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y, desde hace poco, combustible (Colección FAO, 1993). En el trabajo nos propusimos con este híbrido conocer la respuesta al nitrógeno, el EcoMic® y los bioproductos.

Materiales y métodos

Condiciones experimentales

El experimento se llevó a cabo en las áreas de la Máquina Eléctrica de Pivote Central en el Departamento de Servicios Agrícolas del INCA, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (MINAG, 1999) correlacionado como nitisol eútrico (WRB, 2006) a 138 msnm, cuyas características agroquímicas aparecen en la Tabla I. La siembra se realizó el 24 de junio 2013 y se cosechó el 14 de octubre de 2013.

Tabla I. Característica agroquímica del suelo usado en el experimento.

Muestra	pH	M.O (%)	P (mg.100g)	K	Ca	Mg	Na
				cmol. Kg ⁻¹			
RI M1	7,9	4,50	478	0,79	32,5	7,5	0,04
RI M2	7,4	4,82	372	0,98	25,0	7,0	0,06
RI M1	7,5	5,36	373	0,78	25,0	7,8	0,04
RII M2	7,1	5,07	334	0,74	25,0	7,1	0,04
RIII M1	7,0	4,93	297	0,82	30,0	8,0	0,04
RIII M2	6,9	4,93	297	0,79	30,4	8,0	0,05
RIV M1	6,9	4,93	304	0,80	30,0	8,0	0,05
RIV M2	6,9	4,93	312	0,79	25,0	8,2	0,04

Material biológico: maíz híbrido HS 6X1, sembrado a una distancia de 0,90 x 0,30 y 6 surcos en cada parcela con un área = 0,00324 ha.

Material microbiológico: con la cepa de HMA *Glomus cubense* conteniendo 83 esporas por gramos, fue inoculada a la semilla de maíz antes de la siembra mediante el método de recubrimiento.

Tabla II. Tratamientos empleados en el experimento.

- 0 % Nitrógeno
- 25 % Nitrógeno
- 50 % Nitrógeno
- 75 % Nitrógeno
- 100 % Nitrógeno
- 125 % Nitrógeno
- 100 % NPK (Nitrógeno Fósforo y Potasio)
- 50 % Nitrógeno+EcoMic®
- 50 % Nitrógeno+EcoMic®+Fitomás-E.
- 50 % Nitrógeno+EcoMic®+Fitomás-E+Biobras-16.
- 50 % Nitrógeno+EcoMic®+Fitomás-E+Biobras-16 +QuitoMax.
- 75 % Nitrógeno+EcoMic®
- 75 % Nitrógeno+EcoMic®+ Fitomás-E.
- 75 % Nitrógeno+EcoMic®+Fitomás-E+Biobras-16.
- 75 % Nitrógeno+EcoMic®+Fitomás-E+Biobras-16 +QuitoMax.

Aplicaciones foliares: Dos aplicaciones de Fitomas-E®, Bíobras-16 y QuitoMax a los 20 y 40 días después de la siembra (dds)

Análisis químico de suelo: el pH por el método potenciométrico en la relación suelo:agua (1:2,5), la materia orgánica por digestión húmeda con dicromato en medio ácido (Walkley y Black). El potasio y sodio por extracción con acetato de amonio y fotometría de llama, el calcio y magnesio por valoración con EDTA (Paneque *et al.*, 2010). El fósforo disponible por extracción con ácido sulfúrico 0,1 N (Oniani, 1999).

Análisis foliar: Después de determinar la masa seca de las hojas, las muestras fueron entregadas al laboratorio para determinar las concentraciones de NPK. El nitrógeno por el

método colorimétrico y reactivo de Nessler, el fósforo con Azul de molibdeno y el potasio por fotometría de llamas (Paneque *et al.*, 2010).

Análisis micorrízicos: se extrajeron las plantas, se lavaron las raíces, tomándose la más finas, las que fueron desmenuzadas y se entregaron al laboratorio 200 mg de cada tratamiento, para teñirlas con azul de tripan (Phillips y Hayman, 1970), la evaluación se realizó por el método de los interceptos (Giovannetti y Mosse, 1980) para determinar la presencia de HMA. La intensidad de la colonización fue realizada según metodología de (Trouvelot y Gianniazzi y Person, 1986).

Diseño experimental: Bloque al azar con cuatro repeticiones.

Análisis estadístico: Se efectuó con el paquete Statgraphic_Plus-5.1-Pro_Esp para Window, las medias de los tratamientos se compararon por la dócima de Duncan.

Resultados y discusión

En el análisis foliar Tabla III, las mayores concentraciones de Nitrógeno se encontraron en los tratamientos: 75 % Nitrógeno con la semilla inoculada con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E y Biobras-16 y en el de 75 % Nitrógeno con la semilla recubierta con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E, Biobras-16 y QuitoMax, a diferencia del de 75 % Nitrógeno con EcoMic® y aplicación foliar de Fitomas-E solamente. Estos tratamientos mostraron diferencias estadísticas con el resto.

Las mayores concentraciones de fósforo se encontraron en el tratamiento 75 % Nitrógeno con EcoMic® y aplicaciones foliares de Fitomas-E y Biobras-16, las otras concentraciones más altas se hallaron en los tratamientos 75 % Nitrógeno con EcoMic® y Fitomas-E y la de 75 % Nitrógeno con EcoMic®, Fitomas-E, Biobras-16 y QuitoMax, los que resultaron estadísticamente diferentes a los demás.

Para el potasio las menores concentraciones fueron en el tratamiento 100 % NPK, los demás no manifestaron diferencias significativas entre ellos. El resultado con el potasio puede deberse a las altas concentraciones que permanecen en estos suelos (Calderón *et al.*, 2011).

Tabla III. Concentración de NPK en las hojas de maíz.

Tratamientos	N (%)	(P)	K (%)
0 % N	0,95 c	0,18 c	159 a
25 % N	0,94 c	0,19 c	1,61 a
50 % N	0,94 c	0,19 c	1,59 a
75 % N	0,96 c	0,19 c	1,58 ab
100 % N	1,02 c	0,19 c	1,50 b
125 % N	1,02 c	0,21 c	1,58 ab
100 % NPK	1,04 c	0,20 c	1,61 a
50 % N + EcoM	0,97 c	0,20 c	1,56 ab
50 % N + EcoM + Fit.	0,99 c	0,21 c	1,61 a
50 % N + E+F+BB	1,02 c	0,20 c	1,63 a
50 % N + E+F+BB+Q	0,99 c	0,20 c	1,58 ab
75 % N + EcoM	1,02 c	0,20 c	1,60 a
75 % N + EcoM + Fit.	1,82 b	0,34 b	1,60 a
75 % N + E+F+BB	2,73 a	0,50 a	1,60 a
75 % N + E+F+BB+Q	2,72 a	0,41 b	1,60 a
Es X = +/-	0,120285 *	0,026376 *	0,0260155 *

Tabla IV: Resultados de las variables fúngicas en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Colonización (%)	Densidad visual (%)	Masa endófito (mg)
50 % N	77,17 ab	7,68 bc	15,36 bc
75 % N	74,88 ab	6,68 c	13,44 c
50 % N + EcoMic	84,80 a	10,36 ab	20,742 ab
50 % N + E+F+BB+Q	72,32 b	6,56 c	13,13 c
75 % N + EcoMic	81,38 ab	12,13 a	24,27 a
75 % N + E+F+BB+Q	70,80 b	6,37 c	12,74 c
EsX = +/-	3,57621 -	0,983932 *	1,97807 *

Referencias bibliográficas

1. CUBA, MINAG. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los Suelos de Cuba. La Habana, Agrinfor, 1999, p. 64.
2. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for soil resources. World Soil Resources Reports. FAO, Rome, 2006, No. 103, 128 p.
3. Colección FAO (1993). El maíz en la nutrición humana. Alimentación y nutrición, N° 25. Roma, ISBN 92-5-303013-5.
4. ACOSTA, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. En: Cultivos Tropicales, vol. 30, no. 2, p. 113-120.
5. Paneque, V. M.; Calaña, J. M.; Calderón, M.; Borges, Y.; Hernández, T. y Caruncho, M. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. INCA, 2010, ISBN: 978-959-7023-50-0, 92 p.
6. ONN. Calidad del suelo-determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Norma cubana-52. Editado por: Oficina Nacional de Normalización. La Habana, 1999, p 12.
7. Phillips, J. M. y Hayman, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Tranfer. Britanic: Mycology Society, 1970, vol. 55, p. 158-161.
8. Giovannetti, M. y Mosse, B. An evaluation of techniques to measure vesicular–arbuscular infection in roots. New Phytology, 1980, vol. 84, p. 489-500.
9. Trouvelot, A.; Kough, J. y Gianinazzi-Pearson, V. Mesure du Taux de Mycorhization VA d'un Systeme Radiculaire. Recherche de Methodes d'Estimation ayant une Signification Fonctionnelle. Pro-ceedings of the 1st European Symposium on Mycorrhizae: Physiological and Genetical Aspects of Mycorrhizae, Dijón, 1-5 July, 1985. (V. Gianinazzi Pearson y S. Gianinazzi, eds.). INRA, Paris. p. 217-222, 1986.
10. Calderón, A., Lara, D. O. y Cabrera, A. Confección de Mapas Temáticos para Evaluar la Fertilidad del Suelo en las áreas agrícolas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Cultivos Tropicales, 2012, vol. 33, no. 1, p.11-18. ISSN: 0258-5936.