

Efecto de hongos formadores de Micorriza arbuscular (hma) con fertilización en caña de azúcar, en Tepalcatepec Michoacán



Colaboración

Del Val Díaz Ramón, Unidad de Servicios Biotecnológicos (USB) Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 70, Valencia Maldonado Julissa Gómez Leyva Juan Florencio, Instituto Tecnológico de Tlajomulco de Zúñiga, Gómez Sánchez Luis Enrique; Preciado Sánchez Víctor Manuel, Instituto Tecnológico Superior de Coalcomán

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de HMA en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en diferentes dosis de fertilización en el valle de Tepalcatepec Michoacán, México.

Se realizó inoculación con cepas de HMA, en 6 tratamientos, con diferentes niveles de fertilización, los cuales variaron desde el testigo (T1) sin fertilizantes, hasta el de máxima fertilización (T6) con 2500 kg Kg/Ha de mezcla de fertilizante, que consistió en un 30% de sulfato de amonio y 70% de urea, se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, las variables evaluadas fueron altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), concentración de azúcares (CA), producción de biomasa (PB), los resultados fueron analizados con pruebas de Duncan con análisis de Diferencia Mínima Significativa (DMS) con $p = 0.5$ en el sistema de análisis estadístico [1]. Se determinó diferencia significativa con la aplicación de HMA en las variables evaluadas.

PALABRAS CLAVE: HMA, biofertilizantes, caña, biotecnología, micorriza.

ABSTRACT: The objective of the present work was to determine the effect of AMF in sugarcane (*Saccharum officinarum*) in different doses of fertilization in the Tepalcatepec Michoacán Valley, Mexico.

Inoculation with HMA strains was performed in 6 treatments, with different levels of fertilization, which varied from the control (T1) without fertilizers, to the maximum fertilization (T6) with 2500 kg Kg / Ha of fertilizer mixture, which it consisted of 30% ammonium sulfate and 70% urea, a randomized block design with four repetitions was used, the variables evaluated were plant height (AP), plant diameter (DP), sugar concentration (CA), biomass production (PB), the results were analyzed with Duncan tests with Minimal Significant Difference (DMS) analysis with $p = 0.5$ in the statistical analysis system [1]. Significant difference was determined with the application of AMF in the evaluated variables.

KEYWORDS: HMA, biofertilizers, rod, biotechnology, mycorrhizal.

INTRODUCCIÓN

La producción de caña de azúcar es de gran importancia en el mundo y se cultiva en más de 130 países en una superficie de 25.4 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 80 t ha⁻¹ [2].

El cultivo de caña de azúcar en México presenta un gran potencial para poderse consolidar como una actividad eficiente, rentable y competitiva a nivel global. Parte de las ventajas que se tienen en México son de tipo ambiental (suelos y climas en su mayoría benéficos) y las estrategias de innovación que se implementen deberían

enfocarse a aspectos técnicos (desarrollo de nuevas variedades con mayor capacidad para producir biomasa y sacarosa, y resistentes o tolerantes a factores bióticos y abióticos, uso eficiente del agua, mayor infraestructura para riego, uso eficiente de fertilizantes, generación y aplicación de biofertilizantes y abonos, desarrollo de variedades biotecnológicas [3].

Los biofertilizantes son productos a base de uno o más microorganismos no patógenos que, al ser inoculados a plantas, pueden vivir asociados o en simbiosis, incrementando el suministro, la disponibilidad y el acceso físico de nutrientes que favorecen mayor crecimiento [4]. La simbiosis entre los Hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) y las plantas es una de las asociaciones más antiguas: más de 400 millones de años, y se sugiere que permitió la adaptación de plantas a los ecosistemas terrestres, considerándose la existencia de coevolución HMA-plantas [5], [6]. El intercambio de nutrientes es la base de esta asociación, en donde la planta suministra al hongo carbohidratos para su metabolismo y el hongo facilita los nutrientes que la planta requiere, en ambientes donde la disponibilidad de éstos, especialmente si es restrictiva para el crecimiento vegetal [7].

La caña de azúcar es un cultivo altamente extractor de nutrientes del suelo y requiere considerables dosis de fertilización de macro y micronutrientes para suplir sus necesidades. Lo anterior se debe a su elevada capacidad de producción de biomasa (tallos molederos, follaje, cepa y raíces), que significa entre 20 y 35 t ha⁻¹ de materia seca; en peso fresco alcanzan un valor cercano o superior a 100 t ha⁻¹, lo cual asociado a la prolongada duración de su ciclo, implica una extracción de nutrientes del suelo de entre 800 a 1500 kg ha⁻¹ por año, sobresaliendo el potasio y silicio, seguidos de nitrógeno, fósforo y otros nutrimentos. Estudios en Brasil demuestran que con la fertilización con bajos niveles de nitrógeno (menos de 50 kg ha⁻¹) se obtienen rendimientos semejantes a los de países donde los cultivos se fertilizan con altas dosis de este mismo elemento (120-300 kg ha⁻¹), como es el caso de Estados Unidos (Hawái), Cuba, Venezuela y México [8]. Se han reportado ganancias económicas por sustitución de los fertilizantes químicos en rangos de 25 a 32% en más de 76% de las experiencias evaluadas en campo, mostrando respuesta positiva e incrementos de entre 25% y 35% en el rendimiento [9]. En ese contexto, se evaluó el efecto de los HMA en caña de azúcar comparados con cinco niveles de fertilización mineral.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación del experimento. El experimento se realizó en Tepalcatepec Michoacán localizado en 19°11'21"N 102°50'46"O, se contó con el apoyo de la UNIDAD DE SERVICIOS BIOTECNOLÓGICOS (USB) y la empresa CAÑAVERALES MEXICANOS S.P.R. de R.L. S. A. de C.V., quienes proporcionaron las cepas de HMA y material vegetal para los experimentos.

Preparación del terreno. Se realizaron las labores culturales del suelo tales como barbecho, rastreo, surcado, la distancia entre surco y surco fue de 1.5 m. y entre planta y planta de 7 cm.

Inoculación de HMA. Se realizó con cepas proporcionadas por la USB, Su inoculación se realizó mediante la técnica de recubrimiento d en el momento de la plantación [10], se aplicó MycovalleR que contiene 60 propágulos mínimo por gramo de las especies *Sclerocystis sinuosa*, *Acaulospora excavata*, *Acaulospora morowiae*, *Funneliformis mosseae*, *Acaulospora kentnensis*, *Acaulospora scrobiculata*, se preparó una solución de sacarosa al 70% y con ella se impregno la caña de siembra y se aplicó el inóculo en una dosis de 2 kg por Ha.

Siembra. Se realizó de forma manual colocando 14 yemas vegetativas de caña por metro lineal.

Manejo agronómico. Se llevó a cabo de forma tradicional, las fertilizaciones se realizaron en tres ocasiones dividiendo el total de fertilizante en las tres aplicaciones.

Diseño experimental. se establecieron 6 tratamientos (figura 1), T1 testigo, T2 aplicación de HMA, T3 HMA+500 Kg/Ha de mezcla de fertilizante, T4 aplicación de HMA+1000 Kg/Ha de mezcla de fertilizante, T5 HMA+1500 Kg/Ha de mezcla de fertilizante y T6 HMA+2500 Kg/Ha de mezcla de fertilizante, la mezcla de fertilizante consistió en un 30% de sulfato de amonio y 70% de urea. el diseño se realizó en bloques al azar con cuatro repeticiones, el tamaño de las parcelas fue de 5X10 m, lo que hace un área de 50 m², las variables evaluadas fueron altura de planta (AP), diámetro de planta (DP), concentración de azúcares (CA), producción de biomasa (PB) en toneladas Ha⁻¹, los resultados fueron analizados con pruebas de Duncan con análisis de Diferencia Mínima Significativa (DMS) con p = 0.5 en el sistema de análisis estadístico [1].



Figura 1. Diferentes tratamientos en campo de caña de azúcar.

Cosecha. Se efectuó a los nueve meses una vez que alcanzó la madurez fisiológica, se realizó de forma ma-

nual para tener mayor control en el peso de cada tratamiento (figura 2) y pesado en bascula digital de capacidad de 100 kg marca ITEMNO.



Figura 2. Cosecha de caña.

Determinación de oBrix. Se realizó bajo la norma oficial mexicana NMX-F-436-SCFI-2011 [11] con el refractómetro digital marca PAL ATAGO, al finalizar la cosecha.

RESULTADOS.

Preparación del terreno. Se logró tener un suelo adecuado para la siembra de la caña con las características de manejo adecuado.

Inoculación de HMA. Se llevó a cabo de forma adecuada, la adherencia de esporas y propágulos con el uso de sacarosa al 70%, se considera adecuado este método de inoculación.

Cosecha. Se efectuó la cosecha a los nueve meses, una vez que se alcanzó la madurez fisiológica de la caña de azúcar, logrando reducir el tiempo de producción tradicional que es a los 12 meses.

Efecto de HMA. Los resultados obtenidos por el efecto de HMA en caña se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Efecto de HMA en caña de azúcar en diferentes dosis de fertilización.

Tratamiento	AP (m)	DP (cm)	CA (°Brix)	PB (Ton/Ha)
T1	1.25 ^B	1.55 ^B	17.03 ^B	65.45 ^B
T2	2.44 ^A	2.96 ^A	24,33 ^A	93.53 ^A
T3	2.42 ^A	2,24 ^A	22,815	95.48 ^A
T4	2.42 ^A	2,8 ^A	23,54 ^A	87.49 ^{AB}
T5	2.38 ^A	2,96 ^A	24,12 ^A	97.09 ^A
T6	2.42 ^A	2.86 ^A	24,08 ^A	96.71 ^A

**Letras iguales no existe diferencia significativa

En el diámetro de planta (DP) para Tahuico, 2005 [12], no presentaron diferencia entre las plantas con HMA y las fertilizadas con un promedio de 2.4 cm., mientras que de la tabla 1 se observa que en el tratamiento T1 el diámetro fue de 1.55, en el tratamiento 2 (T2) que corresponde a la aplicación de HMA el diámetro que se obtuvo fue de 2.96 cm. Y con la máxima fertilización de 2.86 cm, encontrando diferencia significativa en los tratamientos.

En la altura de planta (AP), Tahuico, 2005 [12], logró con aplicación de HMA una altura de planta promedio de 1.17 m., con la aplicación de fertilizantes de 1.30 m., en este experimento la altura de planta (AP) alcanzada fue de 2.44 m. con la aplicación de HMA (T2) y 2.42 m. con la máxima fertilización (T6) sin tener diferencia significativa entre estos dos tratamientos, sin embargo respecto al T1 que es el testigo si existe diferencia significativa alcanzando una altura de planta de 1.25 m.

Por lo que se refiere a la concentración de azúcares (CA) en la tabla 1 se observa que con la aplicación de HMA alcanzó una concentración de 24.33 oBrix, mientras que con la máxima aplicación de fertilizante (T6) se obtuvieron 24.08 oBrix sin tener entre ambos tratamientos diferencia significativa, no así el T1 que corresponde al testigo que presentó una concentración de 17.03 oBrix con respecto a los anteriores si existe diferencia significativa, Tahuico, 2005 [12], obtuvo una concentración de 18.4 oBrix en experimento aplicando HMA y 18 oBrix mediante el uso de fertilizantes.

Por lo que respecta a la producción de biomasa (PB), Tahuico, 2005 [12], obtuvo como resultados de la aplicación de HMA en caña de azúcar un rendimiento de 159 ton/Ha, igual que con la aplicación de fertilizantes, en el presente experimento se obtuvieron 93.53 ton/Ha. Con la aplicación de HMA mientras que con la dosis máxima de fertilizantes que corresponde al tratamiento 6 (T6) fue de 96.71 ton/Ha, no presentó diferencia significativa.

CONCLUSIONES.

Se reconoce el efecto que tienen los HMA en la producción de caña de azúcar el cual puede llegar a sustituir los fertilizantes minerales considerando previamente la fertilidad del suelo. La utilización de biofertilizantes, como en este caso los HMA pueden llegar a producir hasta 93.5 toneladas de biomasa, una concentración de azúcares de 24.3 oBrix, y una altura de planta de caña de los 2.44 m. sin adicionar o aplicar fertilizantes minerales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo a los Institutos Tecnológicos de Tlajomulco y Coalcomán, a las empresas UNIDAD DE SERVICIOS BIOTECNOLÓGICOS (USB) y la empresa CAÑAVERALES MEXICANOS S.P.R. de R.L. S. A. de C.V., así como al CBTA 70, por las facilidades otorgadas a la realización del presente proyecto.

BIBLIOGRAFÍA.

[1]. S.A.S. 2011. *Statistical Analysis System* versión 9.3, 2011.

[2]. FAO STAT. 2013. *Estadísticas de producción de alimentos. Caña de azúcar*. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

[3]. Gómez-Merino, F.C.; Trejo-Téllez, L.; Morales-Ramos, V.; Salazar-Ortiz, J.; Velasco-Velasco, J.; Senties-Herrera, H.E.1 ; Ladewig, P. 2014. *Necesidades de innovación en la producción de caña de azúcar (Saccharum spp.)*. *Agroproductividad*. año 7. Vol 7. Num. 2. ISSN-0188-7394. 22-26

[4]. Barea J.M., Azcón R., Azcón-Aguilar C. 2002. *Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality*. *Antonie Van Leeuwenhoek International Journal of General and Molecular Microbiology*, 81(1-4): 343-351.

[5]. Remy W., Taylor T.N., Hass H., Kerp H. 1994. *Four hundred million year old vesicular arbuscular mycorrhizae*. *Proc Natl Acad Sci USA*. 91: 11841-11843.

[6]. Bonfante P., Genre A. 2008. *Plants and arbuscular mycorrhizal fungi: an evolutionary developmental perspective*. *Trends in Plant Science*. 13(9): 492-498.

[7]. Genre, A.; Chabaud, M.; Timmers, T.; Bonfante, P. and Barker, D. (2005). *Arbuscular Mycorrhizal Fungi Elicit a Novel Intracellular Apparatus in M. truncatula Root Epidermal Cells before Infection*. *Plant Cell*. 17: 3489-3499.

[8]. Caballero-Mellano J., Fuentes-Ramírez L.E., Reis V.M., Martínez-Romero E. 1995. *Genetic structure of acetobacter diazotrophicus populations and identification of a new genetically distance group*. *Applied and Environmental Microbiology* 61:3008-3013

[9]. Ortega E., Fernández L.; Ortega-Rodés P., Rodés R. 2009 *La fijación biológica del nitrógeno en la caña de azúcar*. (En línea) La Habana: Laboratorio de Fisiología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de la Habana (Consultado: 12/2/2009 Disponible en: <<http://www.uh.cu/...Ortega/...Ortega/>>).

[10]. Gerdemann, J. W. y Nicolson, T. H. "Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting". *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 46, no. 2, 1963, pp. 235-244, ISSN 0007-1536, DOI 10.1016/S0007-1536(63)80079-0.

[11]. NMX-F-436-SCFI-2011 *Industria azucarera y alcohólica - determinación de grados brix en jugos*

de especies vegetales productoras de azúcar y materiales azucarados. Método del refractómetro.

[12]. Tahuico R.J.S., 2005.. *Respuesta de caña de azúcar a la inoculación con micorrizas vesícula arbusculares en el Ingenio Tres Valles, Zamorano, Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria Noviembre Honduras.*