

Artículo de Investigación

Evaluación de dosis de biofertilizante y sanialgas en la producción de maíz (*Zea mays L.*) forrajero en la Comarca Lagunera

Dosage evaluation of biofertilizer and sanialgas in the production of corn (*Zea mays L.*) forage in the Comarca Lagunera

Ana Cecilia Báez Portillo

Estudiante de Ingeniero en Sistemas Agrícolas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo
anacecibaez@hotmail.com

Fenando Renteria Simental

Estudiante de Ingeniero en Sistemas Agrícolas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo
estefaniaop95@hotmail.com

Pedro Renteria Soria

Estudiante de Ingeniero en Sistemas Agrícolas. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo
renteriasoriapedro@gmail.com

Fecha de envío: 30/09/2018

Fecha de Revisión: 10/10/2018

Fecha de Aprobación: 20/11/2018

DOI: 10.25054/22161325.1932

Resumen

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes a nivel nacional. La magnitud de este sistema de producción plantea la necesidad de implementar estrategias para la producción de forraje para su manutención. El objetivo del presente estudio fue identificar las dosis y efecto del biofertilizante (FerbiliQ®) y sanialgas® sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en maíz forrajero. Se estableció un experimento en Bloques al Azar con tres repeticiones en arreglo de Parcelas Divididas, donde las parcelas grandes fueron las dosis de micorrizas (600 mL (100%), 300 mL (50%) y el testigo (0%) y las parcelas chicas fueron las dosis de sanialgas (con y sin) 0 y 100% respectivamente. Se midió la altura de planta (cm), volumen de raíz (cm³) y rendimiento de forraje fresco (ton ha⁻¹). No hubo ningún efecto por la aplicación del biofertilizante en el crecimiento de la planta (altura) ni para el volumen de raíz; el rendimiento se afectó negativamente al inocular al 100% la semilla. Sin embargo, cuando se aplicó sanialgas® la planta tuvo mayor desarrollo y repercutió en un incremento significativo del 10% en la producción de forraje verde, respecto a cuándo no se aplicó el bioproducto.

Palabras clave: agricultura orgánica; sanialgas; *zea mays*

Abstract

The Comarca Lagunera is one of the most important milk basins nationwide. The magnitude of this production system raises the need to implement strategies for the production of forage for their maintenance. The objective of the present study was to identify the doses and effect of biofertilizer (FerbiliQ[®]) and sanialgas[®] on growth, development and yield in forage corn. An experiment was established in Random Blocks with three repetitions in arrangement of Divided Plots, where the large parcels were the mycorrhizal doses (600 mL (100%), 300 mL (50%) and the control (0%) and the plots girls were the doses of sanialgas (with and without) 0 and 100% respectively, plant height (cm), root volume (cm³) and fresh forage yield (ton ha⁻¹) were measured. the application of the biofertilizer in the plant growth (height) or the root volume, the yield was negatively affected when the seed was inoculated 100%, however, when sanialgas[®] was applied, the plant had greater development and resulted in an increase a significant 10% in the production of green forage, with respect to when the bioproduct was not applied.

Keywords: organic agricultura; sanialgas; Zea mayz

1. Introducción

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. En México se sembraron de temporal cerca de 420 mil hectáreas de maíz forrajero, con un rendimiento medio de 20.014 ton ha⁻¹, en el año agrícola 2015 mientras que bajo riego se sembraron 138,432 miles de hectáreas, con un rendimiento de 49.30 ton ha⁻¹ (SIAP, 2015). El maíz es el único entre los cereales mayores que se puede consumir como verdura elote y jilote y grano seco, y es también el único en el que una enfermedad, el carbón del maíz conocido como cuitlacoche, es consumida como una delicadeza (Pereales, 2014).

La Comarca Lagunera es una de las cuencas lecheras más importantes en el ámbito nacional ocupando el 3 lugar en producción de leche (SIAP, 2012), con aproximadamente 443,526 cabezas de ganado bovino lechero en producción, que producen 6 millones de litros de leche diarios (SIAP, 2014). La magnitud de este sistema de producción plantea la necesidad de implementar estrategias para la producción de forraje para su manutención. La importancia del maíz como forraje en la alimentación del ganado, radica en su capacidad de producir elevadas cantidades de materia seca, alto nivel energético y además que sea palatable.

En los últimos años ha llamado la atención el incremento del uso de insumos agroquímicos utilizados en cultivos para mejorar la producción. Existen estudios realizados en México por Waliszewski (1996) revelan un grave daño en el área ambiental, debido a que estos niveles de contaminación han ocasionado graves daños a la salud en zonas expuestas a estos productos (UNODC, 2010). Uno de los requerimientos más importantes es el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Tradicionalmente, la deficiencia de nutrimentos, especialmente la de N, es corregida a través de la adición de fertilizantes (Duxbury, 1994).

En cambio el uso de biofertilizantes en la producción de forrajes, se ha comprobado que resulta beneficioso en el crecimiento de raíces de las plantas y favorecen su nutrición, no contaminan ni causan daño en el suelo e incrementan el rendimiento de los cultivos a un bajo costo, aplicados directamente o favoreciendo la acción de los microorganismos benéficos que existen de manera natural en el suelo, lo cual tiene como perspectiva disminuir fertilización química, que tanto ha dañado a los agroecosistemas.

El presente estudio se planteó obtener la dosis óptima de biofertilizantes tomando como indicadores el desarrollo fenológico y rendimiento del cultivo de maíz forrajero.

2. Materiales y métodos

2.1 Ubicación geográfica

El experimento se realizó en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo

(Figura 1), localizado en el Municipio de Mapimí entre las coordenadas 103°53'34.33" y 103°36'04" longitud Oeste y los 26°50'24" y 25°28'48" de latitud Norte con una altitud de 1115 msnm. Limita al Norte con el Estado de Chihuahua, al Oriente con el Municipio de Tlahualilo; por el sur a los municipios de Gómez Palacio, Lerdo y San Pedro del Gallo.



Gráfica 1. Ubicación geográfica del experimento

2.2 Siembra del maíz

Diseño experimental. Se utilizó un Bloques al Azar con tres repeticiones en arreglo de Parcelas Divididas), donde las parcelas grandes fueron las dosis de micorrizas (600 mL (100%), 300 mL (50%) y el testigo (0%) y las parcelas chicas fueron las dosis de sanialgas (con y sin) con una dosis de aplicación de 115 mL ha⁻¹ en 200 litros de agua. Fue un total de 18 tratamientos, producto del factorial 3 x 2 x 3.

2.3 La unidad experimental

Constó de 36 surcos de 90 m de largo y 75 cm de ancho, cada uno, el muestreo se realizó en los dos surcos del centro de cada tratamiento para que las plantas estuvieran en competencia completa. Se sembró el maíz el día 23 de Abril del 2014, el tipo de suelo fue franco arcilloso con pH ligeramente alcalino, la siembra se llevó a cabo con sembrador de precisión tipo Gaspardo a una densidad de población

de 88,886 plantas ha⁻¹. Para la inoculación del maíz híbrido Arrayan, se empleó el producto comercial fue FerbiliQ[®] en presentación líquida, con dos microorganismos *Azospirillum brasilense* (bacteria) y *Glomus intraradices* (hongo) que fueron adheridos a la semilla de maíz antes de la siembra. Cuando se utilizó la dosis de 100% (600 mL ha⁻¹) se utilizó 45.1 mL Kg⁻¹ de semilla mientras que en la dosis de 50% (300 mL ha⁻¹) se utilizó 22.5 mL Kg⁻¹ de semilla.

En tanto que las sanialgas[®] se aplicaron 30 días después de la siembra asperjadas entre la parte baja del tallo y el suelo con una mochila aspersora 501 SW con una dosis de 200 mL ha⁻¹ lo que equivale a 134.6 mL en la parcela mezclada en 200 litros de agua para facilitar su aplicación.

2.3.1 Diseño y establecimiento de tratamientos

El riego fue superficial con válvulas alfalferas. Se

aplicó 1 riego de aniego con una lámina de riego de 15 cm y tres riegos de auxilio. Así mismo; una aplicación de insecticida con clorpirifos para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)), a los 50 DDS.

2.3.2 Variables evaluadas

Se efectuaron las mediciones en volumen de raíz, altura de la planta y rendimiento (114 DDS).

2.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey de los promedios de los datos de variables de altura de la planta, volumen de raíz y rendimiento utilizando el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0.

3. Resultados y Discusión

3.1 Altura de la planta

El análisis general mostró un efecto significativo de tratamientos para altura de plantas (Tabla 1) donde el comportamiento promedio de alturas a 30 DDS fue más alto cuando se agregó extracto algas

más FerbiliQ[®] (0.5770 ± 0.0302), *versus* cuando no se aplicó (0.4854 ± 0.0302). Concuerta con Mora, *et al.*, (2012), reporta que la inoculación de micorrizas en maíz tuvo un efecto significativo en la altura de la planta, las plantas inoculadas presentaron una mayor biomasa total ($p \leq 0.0037$) y aérea ($p \leq 0.0038$) que las plantas no inoculadas.

El comportamiento que se tiene a los 60 días, muestra el efecto de interacción entre FerbiliQ[®] y sanialgas[®], mostró un efecto significativo (1.4864 ± 0.0876) se ha comprobado que cuando la micorriza es aplicada junto con bacterias se tiene un efecto sinérgico en nutrición mineral (Loredo, *et al.*, 2007) y en desarrollo vegetativo y productivo, lo cual significa que existe un efecto sinérgico de los hongos endomicorrízicos con otros microorganismos del suelo. Mena (2013) menciona que al analizar las variables altura de las plantas y diámetro del tallo se observó, de forma integral, que los mejores tratamientos fuer on los que se inocularon con *Glomus cubense*, estos resultados corroboran la eficiencia de la especie *Glomus cubense* y su efectividad en el cultivo del maíz, Sin embargo, la altura de la planta para los 90 – 114 días no hubo efecto significativo, esto se supone que es por ser un híbrido cumple con las características de altura máxima.

Tabla 1. Efecto de tratamientos en altura (m) de las plantas de maíz (*Zea mays*) por etapas de 30 días de crecimiento fenológico en nivel de micorrizas y sanialgas.

Sanialgas	Micorriza mL	Altura 30 DDS*	Altura 60 DDS*	Altura 90 DDS*	Altura 114 DDS*
Con	0	0.551 ^a	1.483 ^a	1.524 ^a	1.953 ^{ab}
	300	0.635 ^a	1.423 ^a	1.656 ^{ab}	2.112 ^a
	600	0.544 ^a	1.552 ^a	1.744 ^b	1.995 ^{ab}
Sin	0	0.554 ^a	1.353 ^b	1.563 ^a	1.883 ^b
	300	0.478 ^b	1.567 ^a	1.752 ^b	1.963 ^{ab}
	600	0.423 ^b	1.178 ^b	1.593 ^{ab}	1.727 ^b
Error Estándar		0.03	0.087	0.067	0.068

* Prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Cifras con la misma letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales

3.2 Volumen de raíz

A los 30 DDS el volumen de raíz no hubo

diferencia significativa ($P > 0.05$) en parcelas donde se inoculó FerbiliQ[®] y se adiciono sanialgas al suelo con un promedio de ($3.21 \pm 0.2703 \text{ cm}^3$) (Tabla 2).

(Gardezi, *et al.* 2000), menciona que la colocación de los hongos al cultivo expresa más rápidamente sus beneficios en corto tiempo. Sin embargo, a los 60 DDS, tuvo efecto significativo cuando se aplicó 300 mL del biofertilizante FerbiliQ[®] y sanialgas, lo que concuerda a lo obtenido por Enríquez (2008), quien obtuvo respuesta en altura a partir de los 75 DDS en el cultivo de palmito, confirmando que la simbiosis micorriza-planta tiene un periodo de incubación variable, durante este lapso de tiempo

incluso puede haber un retardo en el crecimiento del hospedero hasta que se establezca la simbiosis.

El comportamiento del volumen de raíces para los últimos periodos de crecimiento de la planta (90 – 114 días) no se vio afectado mediante la inoculación de FerbiliQ[®] y sanialgas al suelo, obteniendo un volumen de raíz promedio final a los 114 DDS de $93.30 \pm 4.1827\text{cm}^3$ y FerbiliQ^{®sin} sanialgas a $88.49.8 \text{ cm}^3 \pm 4.1827\text{cm}^3$.

Tabla 2. Efecto de micorrizas y sanialgas en el volumen de raíz (cm³) de las plantas de maíz (*Zea mays*).

Sanialgas	Micorriza mL	Volumen 30 DDS	Volumen 60 DDS	Volumen 90 DDS	Volumen 114DDS
Con	0	3.893 ^a	52.654 ^b	86.356 ^a	93.888 ^a
	300	3.603 ^a	65.362 ^a	80.456 ^a	92.462 ^a
	600	2.895 ^a	49.321 ^b	80.463 ^a	93.566 ^a
in	0	3.123 ^a	32.367 ^c	73.541 ^a	88.354 ^a
	300	3.125 ^a	32.121 ^c	74.214 ^a	89.359 ^a
	600	2.673 ^a	52.496 ^b	85.874 ^a	87.764 ^a
Error Experimental		0.275	3.847	4.03	4.182

*Prueba de Tukey (P≤0.05). Cifras con la misma letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales

3.3 Rendimiento en ton ha⁻¹

En el presente estudio se obtuvo un promedio de $48.215 \pm .9436$ toneladas de forraje fresco por hectárea, Sin embargo, mostro diferencia significativa (P>0.05) cuando se aplicó la dosis de 50% (300 mL) del biofertilizante FerbiliQ[®] y sanialgas con un rendimiento de $58.315 \text{ ton ha}^{-1}$ (Tabla 3), como resultado de esta interacción se

logró mayor rendimiento comparado con los demás tratamientos. Pajarito, *et al.*, (2008), menciona que, en maíz en diferentes localidades de Durango, los biofertilizantes no afectaron la producción de materia seca, las diferencias observadas entre localidades pudieron deberse solo a las condiciones ambientales.

Tabla 3. Efecto de tratamientos en el rendimiento de forraje verde del cultivo de maíz (*Zea mays*).

Sanialgas	Micorriza (%)	Rendimiento *	Error estándar
Con sanialgas	0	49.227 ^b	0.496
	50 (300 mL)	58.315 ^a	1.742
	100 (600 mL)	46.810 ^b	0.533
Sin sanialgas	0	47.459 ^b	1.382
	50 (300 mL)	44.620 ^c	0.621
	100 (600 mL)	42.861 ^c	0.888

* Prueba de Tukey (P≤0.05). Cifras con la misma letra dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales

4. Conclusiones

La inoculación de biofertilizante mejora las condiciones de crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz principalmente en la raíz, mostrando su establecimiento hasta los 60 DDS. La altura de planta y volumen de raíz; los mejores resultados se obtuvieron cuando se inoculó 300 mL del biofertilizante y sanialgas[®] en el suelo, optimizando un mayor rango de exploración para obtener nutrientes. El máximo rendimiento con el tratamiento del 50% (300 mL) del biofertilizante y sanialgas[®].

5. Referencias Bibliográficas

Duxbury, J. M. 1994. The significance of agricultural sources of greenhouse gases. *Fert.Res.* 38: 151-163

Gardezi, A. K., Cetina A. D., Talavera M. R., 2000. Efecto de inoculación con endomicorriza arbuscular y dosis creciente de fertilización fosfatada en el crecimiento de chapulixtle (*Dodonaea viscosa*). *Terra Latinoamericana* 18: 153-159.

Loredo, O. C., Beltrán S. L., Peña del Río A. (2007). Uso de biofertilizantes para la producción de maíz forrajero en condiciones de temporal. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, México. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-05-04>

Enríquez, F. G., 2008. Evaluación de la efectividad de cuatro dosis de micorrizas arbusculares bajo cuatro niveles de fósforo en vivero de palmito (*Bactris gasipaes*, HBK), en la zona de Santo Domingo de los colorados. Santo Domingo: Tesis de Maestría. <https://doi.org/10.29019/eidos.v0i1.40>

Mena Echevarría, Aracely; Olalde, Víctor; Fernández, Kalyanne; Serrato, Rosalinda (2013). Diferencias en la respuesta del maíz (*zea mays* l.) a la inoculación con *glomuscubense* (y. rodr. & dalpé) y con un conglomerado de especies de hongos micorrízicos arbusculares (HMA). *Cultivos Tropicales*, vol. 34, núm. 2, abril-junio, pp. 12-15. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. ISSN digital: 1819-4087. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.1998.02.017>

Pereales, H. R., 2014. Maíz riqueza en México. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico, D.F. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-01-01>

SIAP. Servicio de Información y Estadísticas Agroalimentaria y Pesquera (2012). Sistemas de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON). Recuperado en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=362

SIAP. Servicio de Información y Estadísticas Agroalimentaria y Pesquera (2015). Sistemas de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

SIAP. Servicio de Información y Estadísticas Agroalimentaria y Pesquera (2014). Sistemas de Información Agropecuaria de Consulta (SIACON).

UNODC (2010). Oficina de las Naciones Unidas Contra la Droga y el Delito. Informe Analítico. Problemática ambiental y la utilización de agroquímicos. Recuperado en: <http://www.oficinacionesunidas/unodc.html>. <https://doi.org/10.18356/dcfe304c-es>

Waliszewski, S., Pardio, S., Chantiri, P. y Aguirre, G. (1996). Organochlorine pesticide body burnen of young Mexican. *Fresenius environmental Bulletin*. Veracruz. México

La Revista Ingeniería y Región cuenta con la Licencia **Creative Commons** Atribución (BY), No Comercial (NC) y Compartir Igual (SA)

