

Artículo de investigación

Efecto de abonos biológicos y fertilizantes químicos en el cultivo de maíz, FLASA Cojedes Venezuela.

Effect of biological fertilizers and chemical fertilizers in corn cultivation, FLASA Cojedes Venezuela.

Flores Yadira E.¹, Romero Antonio J.², Torres Andrew M.³, Briceño Freddy A.⁴, García Alberto J.⁵

¹Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Centro de Creación Intelectual Gestión Ambiental y Desarrollo Industrial, AA 2201 Correo: yaflo62@gmail.com. ²Fundación La Salle de Ciencias Naturales, Estación de Investigaciones Agropecuarias (EDIAGRO), Campus Cojedes, San Carlos, AA 2201. Correo: romerof.antonio@gmail.com.

³Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Centro de Creación Intelectual Gestión Ambiental y Desarrollo Industrial, AA 2201. Correo: andrewtorresm@gmail.com. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Av El limón, Edo Aragua, AA 2103. Correo: freddy3743@gmail.com. ⁵Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora, Centro de Creación Intelectual Gestión Ambiental y Desarrollo Industrial, AA 2201. Correo: albersport01@gmail.com.

RESUMEN

El maíz es un cultivo de importancia para la alimentación de los venezolanos, cuyo rendimiento se ve afectado por la aplicación de nutrimentos. En la actualidad existen problemas para conseguir estos productos, sobre todo si son inorgánicos, por lo que se deben buscar alternativas, tal es el caso de los biofertilizantes, los cuales causan un menor impacto ambiental y son más económicos, por lo antes expuesto el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de abonos biológicos y fertilizantes químicos en el rendimiento del cultivo de maíz, Fundación La Salle de Ciencias Naturales, San Carlos Cojedes Venezuela. La metodología consistió en realizar una siembra con la variedad INIA-7, se utilizó un diseño de bloques al azar con 3 tratamientos y 2 repeticiones, en dos lotes de terreno con diferente fertilidad, los cuales se dividieron en parcelas de 160 m², donde se sembraron 4 hilos, dejando 2 de bordura y 2 de muestreo. La distancia de siembra fue de 0,8 m entre hilera y 15 cm entre plantas. La muestra fue de 25 plantas. Los tratamientos evaluados fueron T1 fertilizante químico de origen inorgánico, a través de una fórmula completa 15-15-15 SP y una fuente nitrogenada a base de Urea perlada con 46 % de nitrógeno amoniacal en dosis estimadas de 400 kg/ha y 200 kg/ha de urea. T2: Fertilizantes químicos + biofertilizante y T3: Biofertilizante (microorganismos beneficiosos). Se realizaron 2 evaluaciones; fase de grano pastoso o mazorca tierna y de grano seco. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ni entre los lotes. Las condiciones particulares de los suelos donde se efectuó la evaluación como la temperatura, humedad, acidez y otros componentes químicos del suelo, pudieron haber influido en la respuesta de las comunidades microbianas que constituyen la composición del biofertilizante empleado.

Palabras clave: biofertilizantes, fertilizantes químicos, maíz, nutrientes, suelo, rendimiento.

ABSTRACT

Corn is an important crop for the diet of Venezuelans, whose performance is affected by the application of nutrients. Currently, there are problems in obtaining these products, especially if they are inorganic, so alternatives must be sought, such is the case of bio fertilizers, which cause less environmental impact and are cheaper, for the above stated objective The work was to determine the effect of biological fertilizers and chemical fertilizers on the yield of the corn crop, La Salle Foundation for Natural Sciences, San Carlos Cojedes Venezuela. The methodology consisted of sowing with the INIA-7 variety; a random block design with 3 treatments and 2 repetitions was used, in two lots of land with different fertility, which were divided into plots of 160 m², where they planted 4 threads, leaving 2 of border and 2 of sampling. The sowing distance was 0.8 m between rows and 15 cm between plants. The sample was 25 plants. The treatments evaluated were T1 chemical fertilizer of inorganic origin, through a complete formula 15-15-15 SP and a nitrogenous source based on pearl Urea with 46% ammoniac nitrogen in estimated doses of 400 kg / ha and 200 kg / has urea. T2: Chemical fertilizers + bio fertilizer and T3: Bio fertilizer (beneficial microorganisms). 2 evaluations were carried out; phase of pasty grain or tender ear and dry grain. The results indicate that there were no significant differences between the treatments or between the batches. The particular conditions of the soils where the evaluation was carried out, such as temperature, humidity, acidity and other chemical components of the soil, could have influenced the response of the microbial communities that constitute the composition of the bio fertilizer used.

Keywords: biofertilizers, chemical fertilizers, corn, nutrients, soil, yield.

Recibido: 10-02-2021

Aceptado: 03-04-2021

Publicado: 05-04-2021

Autor de correspondencia: Flores Yadira Esperanza.
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora,
Vice rectorado de procesos Industriales. Carretera vía Manrique, San
Carlos, Edo. Cojedes. Venezuela. Correo: yaflo62@gmail.com

Introducción

En Venezuela, desde la época colonial el maíz ha sido el cultivo anual más ampliamente extendido, por la base energética de la alimentación para la mayoría de la población y por su fácil adaptación a diversas condiciones de clima, suelos y pisos altitudinales, llegando a constituir la principal actividad agrícola de muchas familias, siendo su mayor fuente de ingresos (González, 2000).

En Venezuela, desde el punto de vista agroalimentario, el cultivo del maíz es uno de los cereales de mayor importancia, de acuerdo con Barrios *et al.* (2012), es posiblemente el único con una racionalidad económica y socio cultural, que pudiera explicar los esfuerzos que en él se inviertan, tanto recursos necesarios para la investigación en todos los aspectos del manejo del cultivo como las oportunidades y políticas necesarias y adaptadas a la realidad de los productores venezolanos.

Este trabajo resulta muy pertinente, porque Venezuela tiene una agroindustria procesadora de cereales con gran capacidad instalada y con avance tecnológico para su procesamiento, distribución y comercialización, respaldada con gran sinergia por los patrones culturales de consumo y nutrición, los cuales se han afianzado y diversificado sustancialmente por el intercambio cultural debido a la mayor educación de la población y la inmigración europea de la segunda parte del siglo pasado (Torres e Iribarren, 2008). El país y el estado Cojedes poseen amplísimas posibilidades de aumentar la superficie de siembra y agregación de valor de arroz, maíz y sorgo.

Malaguti (1993), señala que los rendimientos del maíz se veían fuertemente afectados por factores abióticos, como suelos pobres y salinos, hechos estos reflejados por los bajos promedios nacionales en relación con los obtenidos en otros países bajo condiciones similares.

En cuanto al uso eficiente de la fertilización en maíz, según Barrios y Bolotín (2012), es uno de los factores del manejo agronómico del cultivo más importantes para obtener altos rendimientos, sostenibilidad del cultivo y resultados económicos positivos. El nitrógeno y el fósforo constituyen los nutrientes más limitantes en la productividad del cultivo en muchas de las regiones maiceras. Referente a los requerimientos de nitrógeno, estos deben estar basarse en las necesidades del cultivo, determinando los momentos del ciclo en los que la absorción de nitrógeno por la planta es mayor. En cuanto al fósforo es un elemento indispensable para un buen crecimiento inicial de la planta y está más disponible cuando se aplica con el nitrógeno.

Para realizar una fertilización es necesario contar con el análisis de suelo preliminar, para determinar la capacidad de aporte de nitrógeno del suelo, ya que, para producir una tonelada de grano, el maíz demanda cerca de 20 a 25 kg N/ha; es decir, el cultivo debería tener disponible de 200 a 250 kg N/ha (López *et al.*, 2008). El maíz comienza a absorber nitrógeno a una tasa mayor cuando tiene 6 a 8 hojas completamente expandidas, por lo que el abono de base (mitad de la dosis de nitrógeno) debe aplicarse al momento de la siembra, con todo el fósforo y el potasio (en caso de

suelos de texturas medias a pesadas). Por el contrario, si los suelos son de textura gruesa, el potasio debe fraccionarse al igual que el nitrógeno; posteriormente se realiza un reabono (segunda mitad del nitrógeno) alrededor de los 30 días después de la siembra, de manera de estimular la producción de materia seca y haya suficiente nitrógeno para el llenado de las mazorcas y granos (Barrios *et al.*, 2012)

En el rubro maíz, de acuerdo con la Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios de Venezuela FEDEAGRO (2020), los rendimientos por hectáreas descendieron de manera significativa, debido a la falta de fertilizantes, agroquímicos, así como, la maquinaria necesaria para siembra y la cosecha, debido a la grave crisis económica que ha sufrido el país en los últimos años. Esta falta de insumos agrícolas ha ocasionado una marcada disminución en la producción de granos, lo que ha traído como consecuencia la sustitución de la superficie tradicional de cultivo de cereales por legumbres, tubérculos y hortalizas.

En cuanto al uso de agroquímicos, son escasos en el país, lo cual dificulta su adquisición, por lo que se deben buscar alternativas para sustituirlos y mantener la producción de este rubro de suma importancia para los venezolanos. En este mismo orden de ideas, a nivel mundial existe la necesidad de disminuir el uso de productos químicos, ya que causan una diversidad de impactos ambientales, económicos y sociales. En la República Bolivariana de Venezuela, se adelantan acciones institucionales e interdisciplinarias dirigidas a redimensionar y reorientar las prácticas de manejo convencionales basada en altos insumos, que incluye elevadas aplicaciones de fertilizantes inorgánicos en los principales agrosistemas del país. Este manejo ha ocasionado degradación en todos los componentes del sistema (López *et al.*, 2008).

Una alternativa para sustituir el uso excesivo de fertilizantes químicos es el empleo de microorganismos del suelo. Al respecto, usar bacterias fijadoras de nitrógeno (N) y hongos formadores de micorrizas mejoran el crecimiento de diferentes cultivos (Díaz-Franco *et al.*, 2008)

Continuando con el tema relacionado con la escasez de insumos y a la necesidad de producir alimentos para disminuir la situación agroalimentaria que vive el país, se deben buscar alternativas que minimicen la situación planteada, por lo que los bioinsumos se presentan como una alternativa para de fertilización para el cultivo de maíz.

En este mismo orden de ideas, están los biofertilizantes y bioestimuladores que representan un componente vital de los sistemas agrícolas sustentables, constituyendo un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable, permitiendo reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de microorganismos del suelo debidamente seleccionados, capaces de aportar a los cultivos nitrógeno fijado de la atmósfera, fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, ocasionan una mayor activación del metabolismo (López *et al.*, 2008).

Continuando con el hilo discursivo, según Martínez *et al.* (2018), el uso de biofertilizantes en cultivos básicos ha dado resultados satisfactorios en muchas regiones tropicales, ya que al inocularlos a la semilla favorecen la velocidad de toma de nutrimentos de las plantas por efecto directo en las raíces, así como hacer más eficiente la absorción de estos. Además, permiten reducir hasta la mitad el uso de fertilizantes sintéticos, fundamentalmente el nitrógeno, fósforo y potasio. Al reducir la fertilización química, disminuye también los costos de producción de maíz, se aprovecha el fósforo y potasio nativo del suelo, y se reduce el efecto acidificante de los fertilizantes nitrogenados amoniacales (Martínez *et al.*, 2018).

Por todo lo antes expuesto, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de abonos biológicos y fertilizante químicos en el cultivo de maíz, en terrenos experimentales de Fundación La Salle (FLASA) Campus Cojedes, Venezuela.

Materiales y métodos

Esta investigación está sustentada bajo el paradigma positivista y según Hernández *et al.* (2014), sostiene a la investigación que tenga como objetivo comprobar una hipótesis por medios estadísticos o determinar los parámetros de una determinada variable mediante la expresión numérica. Referente al enfoque de la investigación es cuantitativo porque los datos de trabajo son numéricos y se basan en valores reales. De acuerdo con lo referido por Hernández *et al.* (2014), un enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El diseño de esta investigación es de campo experimental, tipo aplicativa nivel explicativo. De acuerdo con Hernández *et al.* (2014), es experimental debido a que son estudios que se realizan con la manipulación deliberada de variables.

Ubicación del ensayo. El ensayo se realizó en terrenos experimentales de Fundación La Salle (FLASA), San Carlos, estado Cojedes, Venezuela. La siembra de maíz se realizó en dos lotes con las siguientes coordenadas UTM:

Lote 1N: 9.668663 O: -68.5695535

Lote 2: N: 9.67099 O: -68.571149

Se realizaron análisis físicos químicos de suelos a los dos lotes, en la tabla 1 se observa que ambos suelos presentan deficiencias de nutrientes, resaltando el suelo del lote 1, donde el fosforo está muy bajo, el potasio bajo, con valores de pH ácidos.

Tabla 1. Resultado de los análisis de suelos de los lotes 1 y 2.

Lote	Textura	Fósforo	Potasio	Calcio	pH	Materia orgánica
1	Fa	B	M	M	5	B
2	FA	MB	B	M	5	M

MB: muy bajo, B: bajo, M: media. Fuente: Autores

La preparación del terreno se realizó con un pase de arado y 4 de rastra, en una superficie de 1000 m². Se dividió el terreno en parcelas de 160 m², donde se sembraron 4 hilos, dejando 2 de bordura y 2 de muestreo. La distancia de siembra fue de 0,8 m entre hilera y 15 cm entre plantas.

Se sembró la Variedad INIA7, cuyas características cuantitativas son las siguientes: altura de la planta 2,30 m, peso de la mazorca 236 gramos, número de granos por hilera 38, número de hileras por mazorca 14, diámetro de la mazorca 4,8 cm, longitud de la mazorca 19 cm, peso de la mazorca 236 gramos.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar, con 3 tratamientos y 2 repeticiones por tratamiento, con una muestra de 25 plantas tomadas al azar, de las 2 hileras centrales de cada repetición, dejando 2 hileras de bordura por repetición. Y comparando a su vez 2 lotes de diferentes fertilidades pertenecientes a un mismo terreno.

Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Fertilizantes químicos.

T2: Fertilizantes químicos + biofertilizante.

T3: Biofertilizante.

Se utilizó el fertilizante químico o completo 15-15-15 SP, en dosis de 400 kg/ha y 200 kg/ha de urea. Mientras que el biofertilizante empleado fue a base de microorganismos beneficiosos (bacterias fotosintéticas, ácido láctico y levaduras en concentraciones de 1x10⁹ ufc/mL) en dosis de 4 L/ha. La aplicación de los tratamientos se realizó a los 20 días después de sembrado el cultivo.

Se efectuaron 2 evaluaciones:

Una en la fase de “jojotos” o de mazorcas tiernas a los 65 días después de sembrado, donde se midieron los parámetros altura de planta, número de mazorcas por planta, número de hileras por mazorca, diámetro de la mazorca y peso de las mazorcas.

En la fase de granos secos (21 % de humedad), sólo se midió el peso de los granos por planta y el rendimiento en kg/ha. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente, empleando el programa SPSS, versión 19.1.

Resultados

Evaluación en fase de jojoto.

En la tabla 2, se muestran los resultados de la prueba de medias (ANOVA) de cada uno de los parámetros por cada lote. Como se puede apreciar, los únicos parámetros que dan significativos, en el lote 1, son la altura de planta, número de mazorcas y el diámetro de las mazorcas. Sin embargo, eso no se reflejó en el peso de las mazorcas, que dio no significativo. Mientras que en el caso del lote 2, sólo resultó significativo el diámetro de las mazorcas.

Al determinar las diferencias entre las medias del peso de las mazorcas entre los tratamientos y entre lotes, se observa que no existen diferencias entre los tratamientos ni entre los lotes.

Tabla 2. Resultados de la ANOVA ($P < 0,05$) por parámetro y por lote.

Parámetro	Lote 1	Lote 2
Altura de planta (m)	Significativo	No significativo
Número de mazorcas/planta	Significativo	No significativo
Largo mazorca (cm)	No significativo	No significativo
Diámetro de la mazorca (cm)	Significativo	Significativo
Peso de la mazorca (g)	No significativo	No significativo
Número de hileras/mazorca	No significativo	No significativo

Fuente: Autores.

Evaluación de peso seco.

En la tabla 3, se presenta los resultados de los datos promedios del peso seco de los granos por planta, el rendimiento por hectárea de los tratamientos y los resultados de la comparación de medias de los tratamientos en cada lote. Al comparar los resultados, se puede observar que los mayores valores del peso de los granos y del rendimiento, corresponde al tratamiento 3 del lote 1, (L1B2T3) seguido del tratamiento 2, del lote 2 (L2B1T2). Sin embargo, al realizar la Anova entre los lotes con respecto al peso de los granos por planta, no se presentaron diferencias significativas entre los lotes. Al no existir diferencias significativas entre los lotes, con respecto al peso de los granos por planta, tampoco habría, con relación a los rendimientos.

Tabla 3. ANOVA de promedio del peso de los granos/mazorca/planta y el rendimiento.

Lote	Bloques	Tratamiento	Peso granos/planta (g)	Rendimiento (kg/ha)	ANOVA (<0,05)
1	1	T1	58,55	2.927,42	NS
1	1	T2	92,26	4.613,07	NS
1	1	T3	64,31	3.215,54	NS
1	2	T1	102,64	5.131,92	NS
1	2	T2	98,34	4.916,96	NS
1	2	T3	110,03	5.501,35	NS
2	1	T1	36,08	1.804,00	NS
2	1	T2	106,22	5.311,06	NS
2	1	T3	42,42	2.120,83	NS
2	2	T1	81,17	4.058,66	NS
2	2	T2	76,93	3.846,32	NS
2	2	T3	66,53	3.326,31	NS

NS: No significativo. Fuente: Autores.

Discusión

Altura de la planta

En el lote 1, los resultados de la prueba de comparación de medias de Duncan, indica que el tratamiento químico

presentó los mayores resultados para altura de la planta (2,26), seguido del tratamiento biológico (2,1), estos resultados no coinciden con los encontrados por Zankar *et al.* (2017), quienes encontraron que los fertilizantes biológicos usados superaron a los fertilizados con químicos, esta diferencia podría deberse a que los microorganismos deben superar una etapa de adaptación. Las diferencias en la altura de la planta entre los lotes I y II pueden explicarse a partir de las condiciones edáficas más favorables, para la retención de agua y nutrientes, observadas entre los lotes en estudio.

Sin embargo, los resultados obtenidos concuerdan con los logrados por López *et al.* (2008), donde el mejor tratamiento para altura de planta fue cuando se aplicó la fertilización química 160-46-30, seguido de Azospirillum brasilense +80-23-15 y Azospirillum brasilense +160-46-30, mientras que la menor altura se tuvo con el testigo absoluto.

En cuanto al lote dos, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que los resultados fueron similares a los indicados por Uribe-Valle y Dzib-Echeverría (2006), quienes encontraron que no hubo diferencias significativas en la altura de las plantas con fertilizantes y microorganismos, y señalaron que, el efecto de la biofertilización fue en razón de diferentes factores agronómicos y ambientales: temperatura, humedad, acidez y otros componentes químicos del suelo, tales como el contenido de N, P, Ca, S, Mg, Mo, Fe y Co, los cuales pueden disminuir rápidamente la población de cualquier especie microbiana edáfica introducida (Grageda-Cabrera *et al.*, 2012), lo anterior podría explicar porque el tratamiento dos, donde se realizó una fertilización combinada, no produjo un mejor efecto que cuando se aplicaron los tratamientos químicos y biológicos separados.

Entre los factores de importancia que pudieran estar afectando esos resultados es el pH, ya que, los lotes donde se realizó el ensayo son ácidos y en esos suelos tal como lo señalan Jaramillo (2002) el P se encuentra fijado, además el Ca y el Mg han sido lavados y hay una disminución de la actividad microbiana (Astigarraga, 2011)

Continuando con el hilo discursivo, se debe recordar que en ambos lotes el pH del suelo es bajo (5), por lo tanto, son suelos ácidos, y en estos los hongos son mejores competidores que las bacterias y en este caso, el biofertilizante está constituido por bacterias fotosintéticas, lo que pudiera explicar el resultado obtenido. Aunado a lo anterior, y de acuerdo con Reyes y Valery (2007), se ha demostrado que la estructura de las comunidades microbianas es influenciada por el pH y las condiciones nutricionales del suelo, en ensayos a corto plazo. Así mismo, Reyes y Valery (2007), afirman que el flujo de la biomasa microbiana del suelo está determinado por el pH y el carbono orgánico presente en el suelo. Esto es similar a lo encontrado por Suzuki *et al.* (2005), quienes señalan que la fertilización orgánica tuvo poco impacto mientras que la inorgánica con amonio ejerció un fuerte efecto sobre la estructura de las comunidades microbianas, es decir sobre la abundancia relativa de los diferentes grupos microbianos. En cuanto a los macronutrientes NPK, Reyes y Valery (2007), hallaron que la aplicación de estos nutrientes disminuyó las mismas

poblaciones bacterianas, lo que es posible que sea a consecuencia del efecto de la roca fosfórica, la cual podría estar prefiriendo una microflora bacteriana específica para la disolución de este tipo de fosfatos.

Sin embargo, a pesar de lo antes expuesto, la altura de la planta de la Variedad INIA7, cuyas características cuantitativas es de 2,30 m, y los resultados de la presente investigación, presentaron promedios de altura de 2,10 y 2,26 m, lo que pudiera indicar que si se manifestó el potencial genético de la variedad sembrada.

Diámetro de la mazorca

En la variable diámetro de la mazorca, hubo diferencias significativas ($p < 0,05$), siendo el tratamiento (T2), el que presentó un mayor promedio con 4,76 cm, lo cual va acorde con las características de la variedad sembrada.

Rendimiento

En cuanto al rendimiento, a pesar de que no hubo diferencias significativas entre tratamiento. Los mejores promedios se presentaron en los tratamientos 3, biofertilizante (lote 1) y T2 biofertilizante + químico (lote 2), con 5.501,35 y 5.311,06 kg.ha⁻¹, respectivamente, pero al no haber diferencias significativas no se puede asegurar que ningún tratamiento sea mejor que otro. Sin embargo, estos resultados concuerdan con los presentados por Robledo *et al.* (2017), quienes encontraron que el rendimiento en siembras de maíz aplicando fertilizantes químicos y biofertilizantes, fue estadísticamente similar, donde el rendimiento del tratamiento con biofertilizantes fue de 8.310 kg.ha⁻¹, y el del tratamiento sin biofertilizante de 8.279 kg.ha⁻¹. Sin embargo, estos resultados no coinciden con los obtenidos por Tadeo *et al.* (2017), quien obtuvo aumentos hasta de 21 % en rendimiento en parcelas tratadas con *Glomus intraradices*. Igualmente, las deducciones logradas en este trabajo no se corresponden con los de Grageda-Cabrera *et al.* (2012), los que hallaron un incremento superior a 11 % en comparación con el testigo, en el rendimiento de grano de maíz con la biofertilización de *A. brasilense* y *Glomus intraradices*.

Los resultados de esta investigación no concuerdan con los obtenidos por Barrios y Pérez (2018), quienes encontraron diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados, alcanzando valores de 8.142,5 kg.ha⁻¹ con la dosis más alta de estiércol biológico.

Estos resultados difieren también de los presentados por Grageda-Cabrera *et al.* (2012), quienes investigaron tratamientos con y sin biofertilizante, también contrastan con los de Montejo-Martínez *et al.* (2018), quienes reportaron rendimientos de maíz de 10.069 kg.ha⁻¹ en parcelas biofertilizadas con micorriza, y de 9.336 kg.ha⁻¹ en el tratamiento testigo, lo que significó una diferencia del 8 %. Por su parte González-Camarillo *et al.* (2012), en dos parcelas de validación con el híbrido de maíz H-565 y la dosis de fertilización de 90-60-00 aplicada al testigo y a parcelas tratadas con micorriza INIFAP, reportó un rendimiento promedio de 6.900 kg.ha⁻¹ para el testigo y de 7.700 kg.ha⁻¹ para el tratamiento con micorriza; esta

diferencia representa 11 % más de rendimiento utilizando micorriza INIFAP.

Conclusiones

Con los resultados de este trabajo se pudo establecer que las diferencias entre la biofertilización y la fertilización tradicional inorgánica en el cultivo del maíz, no resultó muy diferenciada una de la otra en cuanto a rendimientos obtenidos.

Factores abióticos tales como pH ácidos y baja fertilidad, pueden incidir en la eficiencia de los biofertilizantes a bases de bacterias biofotosintéticas benéficas.

La variedad utilizada respondió a los tratamientos expresando su potencial genético, en cuanto a variables de su descriptor varietal, como altura de planta y diámetro de la mazorca, entre otras.

Las condiciones particulares de los suelos donde se efectuó la evaluación como la temperatura, humedad, acidez y otros componentes químicos del suelo, tales como el contenido de N, P, Ca, S, Mg, Mo, Fe y Co, pudieron haber influido en la respuesta de las comunidades microbianas que constituyen la composición del biofertilizante empleado.

Con base a la comparación de los resultados con los obtenidos por otros investigadores se pudo constatar que la mayor respuesta de los biofertilizantes se obtienen cuando se emplean microorganismos específicos como *Azospirillum brasilense* y *Glomus intraradices*.

La aplicación de biofertilizantes en suelos ácidos resultaría poco eficaz.

Referencias

- Astigarraga, P. (2011). *Suelos y Abonos*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Colección Cuadernos Técnicos FLSN. Serie Ciencia y Tecnología N° 11. Caracas, Venezuela 187 p.
- Barrios, M., Bolotín, R. (2012). *Análisis de la producción de maíz (Zea mays L.) en Venezuela entre 1999-2010*. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve>.
- Barrios, M., y Pérez, D. (2018). Efecto de la aplicación continua de estiércol bovino sobre el crecimiento y producción de maíz y características químicas del suelo, *Bioagro*, 30(2), 117-124. <file:///C:/Users/WINDOWS%207/Downloads/473-Article%20Text-358-1-10-20180620.pdf>
- Barrios, M., Villarreal, K. y Basso, C. (2012). Evaluación del efecto de tres fuentes nitrogenadas sobre la absorción de nitrógeno y el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*), *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 29(2), 202-227.
- Confederación de Asociaciones de Productores Agropecuarios de Venezuela FEDEAGRO. (2020). *Situación en el campo es compleja para este 2020*. <https://fedegro.org/situacion-en-el-campo-es-compleja-para-este-2020/>

- Díaz-Franco, A., Salinas, G., Garza, C. y Mayek, P. (2008). Impacto de labranza e inoculación micorrízica arbuscular sobre la pudrición carbonosa y rendimiento de maíz en condiciones semiáridas, *Rev. Fitotec. Mex.*, 31, 257-263.
- González-Camarillo, M., Gómez-Montiel, J., Muñoz-Espíritu, F., Valencia-Espinosa, D., Gutiérrez-Guillermo, H., Figueroa-López, L. y Orlando, H. (2012). Rendimiento del maíz de riego tratado con zeolita más fertilizantes en el estado de Guerrero, *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 3, 1129-1144.
- González, C. (2000). *Distribución geográfica y producción nacional. Estadísticas sobre la producción de maíz*. In: Maíz en Venezuela. Comp. H. Fontana C. González. Fundación Polar, Caracas- Venezuela. 530p.
- Grageda-Cabrera, O., Díaz-Franco, J., Peña-Cabriales, J. y Vera-Núñez, J. (2012). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.*, 3, 1261-1274.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias. Medellín, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López, M., Martínez, R., Brossard, M., Bolívar, A., Alfonso, N., Alba, A. y Pereira, H. (2008). Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos, *Agronomía Tropical*, 58(4), 391-401. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2008000400008&lng=es&tlng=es.
- López, M., López de Rojas, I., España, M., Izquierdo, A. y Herrera, L. (2007). Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrícicos arbusculares en plantaciones de *Theobroma cacao* L., *Agronomía Tropical*, 57(1), 31-43.
- Malaguti, G. (1993). *Principales enfermedades del maíz en el área andina*. In: Experiencias en el cultivo del maíz en el área andina, IICA-PROCIANDINO. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Volumen II. 56p.
- Martínez, L., Aguilar, C., Carcaño, M., Galdámez, J., Gutiérrez, A., Morales, J., Martínez, F., Llaven, J., Gómez, E. (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* l.) en Villaflores, Chiapas, México, *Siembra*, 5(1), 026-037. <https://doi.org/10.29166/siembra.v5i1.1425>
- Montejo-Martínez, D., Casanova-Lugo, F., García-Gómez, M. Oros-Ortega, I. DíazEcheverría, V., Morales-Maldonado, E. (2018). Respuesta foliar y radical del maíz a la fertilización biológica-química en un suelo Luvisol, *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 324-340. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43755165008>
- Reyes, I. y Valery, A. (2007). Efecto de la fertilidad del suelo sobre la microbiota y la promoción del crecimiento Del maíz (*zea mays* l.) Con azotobacter spp., *Bioagro*, 19(3), 117-126. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-3612007000300001&lng=es&tlng=es.
- Robledo, M., García, J., Alcántar, J., Lobato, R., Gómez, N., Sierra, M., Irizar, M., Valdivia, R., Zaragoza, B., Martínez, B. López, C. Espinosa, A. y Turrent, A. (2017). Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los Valles Altos de México, *Terra Latinoamericana*, 35, 65-72. <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v35n1/2395-8030-tl-35-01-00065.pdf>
- Suzuki, C., Kunito, T., Aono, T., Liu, C. T. y Oyaizu, H. (2005). Microbial indices of soil fertility, *J. Appl. Microbiol.*, 98, 1062-1074.
- Tadeo Robledo, M., García Zavala, H., Alcántar Lugo, R., Lobato Ortiz, N., Gómez Montiel, M., Sierra Macías, M., Irizar Garza, R., Valdivia Bernal, J., Zaragoza Esparza, B., Martínez Yáñez, C., López López, A. Espinosa Calderón y Turrent Fernandez, A. (2017). Biofertilización en híbridos de maíz androestériles y fértiles para los Valles Altos de México, *Terra Latinoamericana* 35, 65-72. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/573/57349581007.pdf>.
- Torres, A. e Iribarren, D. (2008). *Análisis de las operaciones de la agroindustria de cereales del edo. Cojedes*. Unellez. 2008.
- Uribe-Valle, G. U. y Dzib-Echeverría, R. (2006). Micorriza arbuscular (*Glomus intraradices*), *Azospirillum brasilense* y *Brassino* esteroide en la producción de maíz en suelo Luvisol, *Agric. Téc. Méx.*, 32, 67-76.
- Zankar, G., Abarza, S., Boccoardo, J., Altamirano, F. (2017). Microorganismos promotores del crecimiento vegetal Efecto de la combinación de microorganismos benéficos en el rendimiento de maíz para grano, *Agrotecnia* 25. XI Reunión Nacional Científico-Técnica de Biología de Suelos-Corrientes (Argentina). <file:///C:/Users/WINDOWS%207/Downloads/2458-7427-1-PB.pdf>.

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) (CC BY-NC-SA 4.0)

