

Evaluación de abonos orgánicos en cultivos transitorios, fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*)

Evaluation of organic fertilizers in transitory cultivation, bean (*Phaseolus vulgaris*) and corn (*Zea mays*)

Esteves García, Horacio¹, Gómez León, Nancy Jemima¹ y Rodríguez Díaz, Edgar²
Fundación Universitaria de San Gil – UNISANGIL
Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Programa Ingeniería Agrícola
San Gil, Colombia

hestevez@unisangil.edu.co
nancygomez@unisangil.edu.co
erodriguez@unisangil.edu.co

Fecha de Recepción: julio 31 de 2019
Fecha de Aceptación: marzo 04 de 2020

Resumen — El presente proyecto de investigación y cuyo título es “Evaluación de abonos orgánicos en cultivos transitorios, fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*), en la vereda el Cucharó del municipio de San Gil, Santander”, durante el segundo semestre de 2018, se realizó en la finca La Loma, propiedad del sr. Gerardo Mayorga, ubicada a 1.1 km, vía San Gil-Cabrera. Tuvo como objetivo: Evaluar abonos orgánicos en la producción de cultivos transitorios, fríjol (*Phaseolus vulgaris*) y maíz (*Zea mays*), en el municipio de San Gil, Santander. Se utilizó como abonos orgánicos caprinaza, abimgra®, compost y mezcla (70% compost, 20% abimgra® y 10% cal dolomítica) y fertilizante químico usado como testigo, en el cultivo de fríjol, Rafos® 12-24-12 (175 kg/ha), Embajador® 20-3-18-3 (515 kg/ha) y Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (115 kg/ha), y en el cultivo de maíz Rafos® 12-24-12 (140 kg/ha), Embajador® 20-3-18-3 (575 kg/ha) y Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (50 kg/ha). Se aplicó un diseño experimental completamente al azar, empleando cinco tratamientos y tres repeticiones. De acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones, los tratamientos ensayados en el cultivo de fríjol obtuvieron diferencia significativa. El T1 (químico) logró un mejor comportamiento con una producción de 1751,98 kg/ha, mientras que el T4 (compost) presentó el menor rendimiento 1057,14 kg/ha. El tratamiento más rentable resultó siendo el químico alcanzando una relación B/C de 117% y C/B de 86%, mientras que los menos beneficiosos fueron la abimgra® y el compost teniendo ambos un B/C del 43%. En el cultivo de maíz no hubo diferencia significativa, por lo tanto, la aplicación de dichos tratamientos no afecta su producción. Sin embargo, el T4(Compost) logró un mayor rendimiento con 5507,94 kg/ha y el menor lo obtuvo el T1(Químico) con 4693,65 kg/ha. El tratamiento con una mayor rentabilidad fue el compost alcanzando una relación B/C de 74% y C/B de 135%, el que presentó menos utilidad fue la abimgra® con un B/C de 23% y un C/B de 441%. Con la aplicación de abonos orgánicos se puede igualar y superar los rendimientos

comparados con la fertilización química como en este estudio sucedió en el cultivo de maíz.

Palabras clave — Abonos orgánicos, fertilizantes, fríjol, maíz, rendimiento.

Abstract — The present research project entitled “Evaluation of organic fertilizers in transitory cultivation, bean (*Phaseolus vulgaris*) and corn (*Zea mays*), in the rural district of ‘El Cucharó’ of the municipality of San Gil, Santander”, during the second semester of 2018, it was carried out in the farm “La Loma”, property of Mr. Gerardo Mayorga, located at 1.1 km. - route San Gil-Cabrera – whose main objective is; to evaluate organic fertilizers in the production of transitory cultivation, bean (*Phaseolus vulgaris*) and corn (*Zea mays*), in the municipality of San Gil, Santander. Caprinaza, Abimgra®, compost and mixture (70% compost, 20% Abimgra® and 10% cal dolomitic) were used as organic fertilizers. And chemical fertilizers such Rafos® 12-24-12 (175 kg/ha), Embajador® 20-3-18-3 (515 kg/ha) and Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (115 kg/ha) were used as a control, in bean cultivation, and in the corn cultivation, Rafos® 12-24-12 (140 kg/ha), Embajador® 20-3-18-3 (575 kg/ha) and Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (50 kg/ha). A completely randomized experimental design was applied, using five treatments and three replicates. According to the results obtained, the following conclusions were reached, the treatments tested in bean cultivation obtained significant difference. The T1 (chemical) achieved a better performance with a production of 1751.98 kg/ha, while the T4 (compost) presented the lowest yield 1057.14 kg/ha. The most profitable treatment turned out to be the chemist reaching a B/C ratio of 117% and C/B of 86%, while the less beneficial were the abimgra® and the compost having both a B/C of 43%. In the corn cultivation there was no significant difference, therefore, the application of the treatments above mentioned do not affect its

¹ Ingeniero Agrícola, UNISANGIL

² Ingeniero Agrónomo, Especialista en Ordenamiento y Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Docente programa Ingeniería Agrícola, Coordinador semillero de investigación FISIS, UNISANGIL.

production. Nevertheless, the T4 achieved a major yield with 5507,94 kg / there is and the minor obtained it the T1 with 4693,65 kg / there is. The treatment with major profitability was the compost reaching a relation B/C of 74 % and C/B of 135 %, which presented less utility was the abimgra® with a B/C of 23 % and a C/B of 441 %. With the application of organic fertilizers, they can be equal and overcome the yields compared with the chemical fertilization as in this study it happened in the corn cultivation.

Keywords — Organic fertilizers, fertilizers, bean, corn, yield.

I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L) es considerado el más difundido entre las más de 30 especies que se conocen. Crece en los trópicos, subtropicos y zonas templadas. Se estima que en el mundo se siembran alrededor de 13 millones de hectáreas de frijol con una producción promedio de nueve millones de toneladas métricas destinadas al consumo seco. En América Latina se producen más de cuatro millones de toneladas de frijol al año, lo cual equivale al 88 % de la semilla producida en las regiones tropicales del mundo [1].

El maíz se ha convertido en uno de los cereales más consumidos en el mundo. Es utilizado para la alimentación humana y animal y como materia prima en la producción de almidón industrial y alimenticio, en la elaboración de edulcorantes, dextrinas, aceite y otros productos derivados de su proceso de fermentación, como son el etanol, el alcohol industrial, el dióxido de carbono (CO₂), diversos aminoácidos, antibióticos y plásticos, y como sustituto del petróleo y sus derivados que son recursos no renovables [2].

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), predijo que el consumo mundial de fertilizantes crecería un 1,8% anual hasta 2018, mediante informe “Tendencias y perspectivas mundiales de los fertilizantes para este año” [3].

Cada vez más, los consumidores prefieren alimentos libres del uso de agroquímicos, incluidos los fertilizantes inorgánicos. Se ha logrado desarrollar un sector de los consumidores conocido como “consumidor ecológico”, dispuesto a pagar un precio extra por adquirir alimentos obtenidos bajo un sistema de producción orgánico certificado [4].

En Colombia alrededor del 85% de los cultivos son tratados con fertilizantes sintéticos y agroquímicos que rompen el equilibrio natural del suelo afectando las relaciones y poblaciones de microorganismos en los suelos generando pérdida de fertilidad y erosión.

El papel, los residuos de cocina, el pasto, el estiércol, los residuos de los cultivos, los abonos verdes, los biosólidos de las agroindustrias, los residuos de alimentos procesados, una vez que son adecuadamente tratados a través del proceso de

composteo, son algunas de las fuentes potenciales de elementos nutritivos de los sistemas de producción orgánica, así mismo contribuyen a la actividad biológica de los suelos, en la restitución de nutrientes y en la conservación de la materia orgánica, como en los aumentos de producción de los cultivos y en su protección contra plagas y enfermedades [5].

El presente proyecto pretende evaluar el comportamiento de diferentes abonos orgánicos contra la fertilización sintética, así mismo contribuirá a la empresa ECOSANGIL a comparar la efectividad del compost elaborado allí con respecto a otros abonos orgánicos tales como; caprinaza, abimgra® y una mezcla, el cual contiene abimgra®, compost y cal dolomita versus la fertilización química.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. El material genético sembrado fue frijol Radical y el híbrido maíz Pioneer cuyas características se muestran a continuación en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DE LA VARIEDAD DE FRÍJOL RADICAL (*PHASEOLUS VULGARIS*)

	Características
Tipo	Arbustivo
Altitud	900 y 1900 m.s.n.m.
Período vegetativo	90 y 95 días
Rendimientos promedio	Por encima de los 1500 kg/ha
Número de vainas	Entre 18-44.
Peso por vaina	4-5 gramos
Color	rojo sólido brillante
Resistencia a enfermedades	Resistencia a la Antracnosis

TABLA 2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL MAÍZ (*ZEAMAYZ*) HÍBRIDO PIONEER® 3041

	Características
Posición de las hojas	Semi erecta
Floración femenina	61 a 87 días
Periodo vegetativo	135 a 165 días
Altura de planta	211 a 227 cm
Inserción de mazorca	110 a 115 cm
Resistencia al tumbado	Excelente
Enfermedades	Muy tolerante
Relación grano – coronta	83:17
Prolificidad	1.1 mazorcas por planta
Peso de 1000 granos	390 gramos
Numero de hileras	16 a 18
Tipo de grano	Duro
Potencial de rendimiento	Muy bueno
Estabilidad de producción	Excelente

Tratamientos. Para los cultivos de maíz Pioneer (*Zeamayz*) y frijol Radical (*Phaseolus vulgaris*), los tratamientos están constituidos por cuatro abonos orgánicos y un fertilizante químico usado como testigo, en el cultivo de frijol, Rafos® 12-24-12 (175 kg/ha), Embajador® 20-3-18-3 (515 kg/ha) y Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (115 kg/ha), y en el cultivo de maíz Rafos® 12-24-12 (140 kg/ha),

Embajador® 20-3-18-3 (575 kg/ha) y Nitrabor® 15-0-0-26 (CaO)-0.3 (B) (50 kg/ha), dando un total de cinco tratamientos y tres repeticiones para cultivo respectivamente.

Diseño experimental. El diseño experimental para los cultivos de fríjol y maíz fue mediante Bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones teniendo las siguientes características:

- Cada parcela experimental o tratamiento estará compuesta por cuatro surcos de cuatro metros de largo (en ensayos de nutrientes debe haber surcos de borde o sea en los surcos centrales se toman los datos experimentales que es la parcela útil y los otros son de borde de separación de cada tratamiento), esto es porque los nutrientes son móviles y así se asegura que los resultados son confiables.
- Para frijol la distancia de siembra entre surcos es de 0.70 m x 0.25 – 0.35 m entre plantas, es decir, por surcos 16 plantas de frijol y se siembran dos semillas por sitio.
- Para Maíz la distancia de siembra entre surcos es de 1.0 m x 0.50 m entre plantas, es decir, surco 8 plantas y se siembran dos granos por sitio [6].

A. Variables evaluadas en el cultivo de frijol

Número de vainas por planta. Se tomaron al azar 5 plantas y se contó el número de vainas de cada una, posteriormente se realizó un promedio.

Número de granos por planta. Para esta variable se contó el número de granos de una planta tomada al azar.

Peso de 100 granos. Por cada parcela se tomó 100 granos y se registró su peso. Este fue ajustado al 14% de humedad.

Rendimiento por hectárea. Para el cálculo de esta variable se cosechó todas las plantas de la parcela neta. Después de realizar la trilla manual, se pesó individualmente y el valor obtenido (en gramos) es transformado posteriormente a toneladas por hectárea (ha). El peso fue ajustado al 14% de humedad.

B. Variables evaluadas cultivo de maíz

Número de mazorcas por planta. Se tomó en 4 plantas al azar por tratamiento, contando el número de mazorcas comerciales de las mismas.

Diámetro de mazorca. Utilizando una cinta métrica, se midió la circunferencia de la mazorca, luego para obtener su diámetro éste valor se divide por el valor $\pi = 3,1416$, labor realizada en 4 plantas tomadas al azar por tratamiento.

Peso de mazorca. Medido posteriormente de la cosecha antes y después de desgranar, tomando las mazorcas de 4 plantas al azar dentro de la parcela útil y promediando.

Rendimiento por hectárea. Una vez cosechadas y desgranadas las mazorcas de la parcela útil se procedió a determinar el rendimiento de grano, ajustándolo al 14% de humedad; posteriormente los valores obtenidos se expresan en kg/ha.

III. ANÁLISIS DE DATOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A. Análisis y discusión de datos cultivo de frijol

Número de vainas por planta. Los resultados reflejados en la Figura 1, muestran que al utilizar fertilizante químico (T1) en comparación con los demás tratamientos, se obtuvo de manera significativa un mayor número de vainas por planta (26,13) y siendo menor el compost (T4) con solo (18,20) vainas por planta.



Fig. 1 Número de vainas por planta de frijol.

Número de granos por planta. En la Figura 2, se observa el número de granos por planta de cada uno de los tratamientos donde la caprinaza (T2) iguala al químico (T1) con 105,33 granos por planta, ocupando el tercer lugar la abimgra® (T3) con 103,33, seguido por la mezcla (T5) con 96 y por último el compost (T4) con 79,67 granos/planta respectivamente.

El cuajado de un mayor número de granos por planta se debe a las mejores condiciones nutricionales de las plantas y a las mejores condiciones físicas del suelo tras ser tratadas con el abono orgánico, ya que permite una mejor retención de agua, vital para el llenado de los granos [7].

Esto se reflejó en el resultado obtenido con la aplicación de caprinaza y abimgra® empleada en este estudio ya que la evidencia adquirida, aunque no es conclusiva, refleja que es posible obtener valores promedios similares a los de la fertilización sintética.



Fig. 2 Número de granos por planta.

Peso de 100 granos. Para la variable peso de 100 granos en el análisis de varianza, se acepta la hipótesis nula la cual indica que la aplicación de los diferentes tratamientos en el cultivo de frijol no afecta significativamente al peso de 100 granos secos. A pesar de lo dicho antes, en la Figura 3 se aprecia que al aplicar fertilizantes sintéticos se obtienen valores promedios superiores en comparación con los demás.



Fig. 3 Peso de 100 granos.

Rendimiento por hectárea. En la Figura 4, se observan los valores de rendimiento en kg/ha. El tratamiento con mayor producción la obtuvo el testigo (químico) con 1752 kg/ha, en segundo lugar, la abimgra® con 1429 kg/ha, en tercer lugar, la caprinaza con 1347 kg/ha, ocupando el cuarto lugar la mezcla con 1315 kg/ha y por último el compost con 1057 kg/ha respectivamente.



Fig. 4 Rendimiento (Kg/Ha) de frijol.

Clave: *Promedio departamental ** Promedio nacional.

Los promedios obtenidos son buenos excepto el rendimiento del compost, comparado con estadísticas de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (Fenalce) en el que pronosticó un rendimiento para 2017 B en Santander de 1,21 toneladas por hectárea, y a nivel nacional de 1,43 ton/ha [8], estando por encima únicamente el tratamiento químico.

Según los resultados obtenidos se corrobora lo dicho por algunos autores, los cuales señalan que los fertilizantes orgánicos tardan mayor tiempo en liberar los nutrientes y por lo tanto no se encuentran rápidamente disponibles para las plantas [9, 10,11]. Es posible que por esta razón la fertilización química sea más efectiva.

B. Análisis y discusión de datos cultivo de maíz

Número de mazorcas por planta. Los resultados expresados en la Figura 5, muestran que la caprinaza (T2), abimgra® (T3) y mezcla (T5), proporcionaron promedios iguales (1,83), en comparación con otros dos tratamientos, se obtuvo una diferencia significativa, el compost (T4) con (1,58) y el químico (T1) con un menor rendimiento (1,42), promedio de mazorca por plantas.

Los resultados obtenidos en este trabajo concuerdan con lo reportado por otros autores, quienes encontraron que los abonos orgánicos igualaron o superaron a los fertilizantes químicos en el suplemento de nutrientes a corto plazo; además, los abonos orgánicos en mezcla con gallinaza han resultado efectivos para aumentar la producción de maíz y frijol y mejorar la relación carbono/ nitrógeno[12], al igual a lo ocurrido en este estudio, donde T5 (mezcla con un 70% de compost, 20% de Abimgra® y 10% de cal dolomita), resultó más efectivo que el aplicaciones de solo compost.



Fig. 5 Promedio número de mazorcas por planta

Peso de mazorca desgranada. En la Figura 6, se observa el peso de mazorca desgranada de cada uno de los tratamientos, donde el compost (T4) es el de mayor peso con 131,23g, los otros cuatro tratamientos con un comportamiento muy parejo estando en segundo lugar el químico (T1) con 113,10g, ocupando el tercer lugar la Caprinaza (T3) con 112,65g, de cuartas la mezcla (T5) con 110,96g y por último la Abimgra® (T2) con 108,02g respectivamente.



Fig. 6 Peso de Mazorca desgranada (g).

Diámetro de mazorcas. En la Figura 7, se observa el diámetro de mazorca, se encontró que el tratamiento con mayor rendimiento fue el compost (T4) con 4,78cm muy similar al químico (T1) con 4,77cm, en tercer lugar, está la Abimgra® (T3) con 4,20cm, en el cuarto la Caprinaza (T2) con 3,83cm, y con el menor rendimiento se tiene la mezcla (T5) con 3,69cm.



Fig. 7 Diámetro de mazorcas.

Rendimiento por hectárea. El maíz al igual que otras plantas no puede producir altos rendimientos al menos que exista una disponibilidad de nutrientes en cantidades suficientes en el suelo [13].

En la Figura 8, se muestra el rendimiento en kg/ha, analizando los promedios mediante la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad se comprobó que no difieren estadísticamente, pero si numéricamente, rechazando la hipótesis alterna.

La mayor producción la obtuvo el compost (T4) con 5507,94 kg/ha, en segundo lugar, la caprinaza (T2) con 5345,24 kg/ha, en tercer lugar, la mezcla (T5) con 4957,94 kg/ha, en cuarto lugar, la Abimgra® (T3) con 4876,19 y con una menor producción el químico (T1) con 4693,65 kg/ha.



Figura 8. Rendimiento de maíz Kg/Ha.

Clave: *Promedio departamental ** Promedio nacional.

Los promedios obtenidos son aceptables, comparado con estadísticas de Fenalce, en el que pronosticó un rendimiento para 2017 B en Santander de 5,1 toneladas por hectárea estando por encima los tratamientos de caprinaza y compost, mientras que a nivel nacional de 5,69 ton/ha todos se encuentran por debajo de él.

C. Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó con el software estadístico IBM SPSS Statistics 22, corrido en Windows 10. Todas las variables evaluadas se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) y contrarrestar la hipótesis nula de que ningún fertilizante tiene diferencia significativa sobre las variables de rendimiento, se hizo una separación de medias mediante la prueba de Tukey a una $P \leq 5\%$ (intervalo de confianza del 95%).

TABLA 3. SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA, PARA LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE FRÍJOL RADICAL (PHASEOLUS VULGARIS) DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2018

Variable	Valor significancia	Significancia
Número de vainas por planta	0,010	S
Peso de 100 granos	0,499	NS
Número de granos por planta	0,006	S
Rendimiento (Kg/Ha)	0,000	S

Clave: S= significativo; NS= no significativo

El ANOVA realizado refleja que hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos usados en el cultivo de fríjol, encontrando significancia en las variables número de vainas por planta, número de granos por planta y rendimiento, esta última siendo la más representativa del experimento. Por el contrario, el peso de 100 granos no fue significativo, tabla 3.

En general, se rechaza la hipótesis nula y se deduce que hubo significancia en los diferentes tratamientos.

TABLA 4. SIGNIFICANCIA ESTADÍSTICA, PARA LAS VARIABLES DE RENDIMIENTO EN EL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYZ) HÍBRIDO PIONEER® 3041, DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2018

Variable	Valor significancia	Significancia
Número de mazorcas por planta	0,399	NS
Peso de mazorca desgranada	0,272	NS
Diámetro de mazorca	0,399	NS
Rendimiento de Maíz Kg/Ha	0,467	NS

Clave: S= significativo; NS= no significativo

El ANOVA realizado refleja que no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos usados en el cultivo de maíz, no encontrando significancia en las variables evaluadas, número de mazorcas por planta, peso de mazorca desgranada, diámetro de mazorca desgranada, y rendimiento de maíz kg/ha, tabla 4.

En general se acepta la hipótesis nula, y se induce que no hubo significancia en ninguno de los tratamientos evaluados.

Análisis económico cultivo de fríjol

En la tabla 5, se muestra el análisis económico de los tratamientos efectuados, en la cual se observan las relaciones B/C, cuando se aplicó fertilizante químico la relación B/C es de 117%, es decir, por cada peso invertido se obtienen 1,17, siendo éste el más rentable. Mientras que los menos beneficiosos fueron la abimgra® relación B/C de 43% y el compost con B/C de 43% respectivamente.

TABLA 5. PROYECCIÓN ECONÓMICA CULTIVO DE FRÍJOL

Tratamiento	Costo total	Beneficio bruto	Beneficio neto	Relación B/C
Químico	\$3.746.646	\$5.256.888	\$1.510.241	40%
Caprinaza	\$3.766.495	\$5.986.668	\$2.220.173	59%
Abimgra	\$4.451.863	\$5.461.332	\$1.009.469	23%
Compost	\$3.546.832	\$6.168.892	\$2.622.060	74%
Mezcla	\$3.698.882	\$5.552.892	\$1.854.010	50%

D. Análisis económico cultivo de maíz

En la tabla 6, se da a conocer el análisis económico de los tratamientos aplicados, en la cual se observan las relaciones B/C (beneficio/costo), cuando se aplicó compost la relación B/C es de 74%, es decir, por cada peso invertido se obtienen 0,74 pesos siendo éste el más rentable. Mientras que los menos beneficiosos fueron la abimgra® con relación B/C de 23%, y el químico con B/C de 40% respectivamente.

TABLA 6. PROYECCIÓN ECONÓMICA CULTIVO DE MAÍZ

Tratamiento	Costo total	Beneficio bruto	Beneficio neto	Relación B/C
Químico	\$3.783.644	\$8.198.892	\$4.415.248	117%
Caprinaza	\$3.790.901	\$6.303.024	\$2.512.123	66%
Abimgra	\$4.690.806	\$6.685.380	\$1.994.575	44%
Compost	\$3.468.218	\$4.947.228	\$1.479.010	43%
Mezcla	\$3.761.156	\$6.154.200	\$2.393.045	64%

IV. CONCLUSIONES

Los tratamientos ensayados en el cultivo de fríjol obtuvieron diferencia significativa. El T1 (químico) logró un mejor comportamiento con una producción de 1751,98 kg/ha, mientras que el T4 (compost) presentó el menor rendimiento 1057,14 kg/ha.

Con respecto a la producción promedio a nivel departamental de 1251 kg/ha el único tratamiento que estuvo por debajo es el T4 (compost) con un rendimiento de 1057,14 kg/ha.

En el cultivo de maíz no hubo diferencia significativa, por lo tanto, la aplicación de dichos tratamientos no afecta su producción. Sin embargo, el T4 (compost) logró un mayor

rendimiento con 5507,94 kg/ha y el menor lo obtuvo el T1 (químico) con 4693,65 kg/ha.

Los tratamientos T2 (caprinaza) y T4 (compost) con una producción 5345,24 kg/ha y 5507,94 kg/ha respectivamente, presentan un rendimiento mayor al promedio departamental de 5100 kg/ha.

En el cultivo de fríjol el tratamiento más rentable resultó siendo el químico alcanzando una relación B/C de 117%, mientras que los menos beneficiosos fueron la abimgra® y el compost teniendo un B/C del 44% y 43% respectivamente.

En el cultivo de maíz el tratamiento con una mayor rentabilidad fue el compost alcanzando una relación B/C de 74% y el que presentó menos utilidad fue la abimgra® con un B/C de 23%.

REFERENCIAS

- [1] L. A. Pupiro, Eneida Vilches, Eneida Núñez, Josefina Gómez, M. Báez y P. León. "Efecto del humus de lombriz sobre algunas poblaciones de organismos nocivos y el rendimiento en el cultivo del frijol (Phaseolus Vulgaris L)", *Cultivos Tropicales*, vol.25 No.1 pp.89-95, 2004. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193230179015>
- [2] C.D. Gande Tovar, B.S. Orozco Colonia. "Producción y procesamiento del maíz en Colombia", *Revista Científica Guillermo de Ockham*, vol. 11, núm. 1, enero-junio, 2013, pp. 97-110, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1053/105327548008.pdf>
- [3] FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2015). FAO - Noticias: El uso de fertilizantes sobrepasará los 200 millones de toneladas en 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/news/story/es/item/277654/icode/>
- [4] C. Márquez-Hernández, P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, J. A. Ávila-Díaz, N. Rodríguez-Dimas y J. L. García-Hernández, "Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero", *Revista Phytón*, vol. 82, pp. 55-61, 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.revistaphyton.fundromuloraggio.org.ar/vol82/MARQUEZ_HERNANDEZ.pdf
- [5] Márquez-Quiroz, C., Cano-Ríos, P., Moreno-Reséndez, A., Figueroa-Viramontes, U., Sánchez-Chávez, E., De la Cruz-Lázaro, E., & Robledo-Torres, V., "Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero". *Información técnica económica agraria ITEA*, vol. 110, pp. 3-17, 2014. [En línea]. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/e145/fa7a639c47f677ceff8a7b9a106c150bd058.pdf?_ga=2.252296586.2059371770.1604001745-2100062114.1604001745
- [6] C.E. León Moreno, C.E. Fuentes Cárdenas y H.A. Moreno Quintero (2018) CORPOICA Froilan: variedad de fríjol tipo radical para clima medio.Agrosavia. [En línea]. Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/15916?show=full>
- [7] E.A. Cáceres Acosta y E.S. Estévez Ayala. Evaluación del rendimiento de fríjol (Phaseolus vulgaris L.) variedad INIAP 484 centenario, bajo fertilización química, micronutrientes, y orgánica más Rhizobium sp. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniera Agrónoma. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE. 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14052>
- [8] Fenalce (2018). Estadísticas - FENALCE. [En línea]. Disponible en: http://www.fenalce.org/alfa/dat_particular/ar/ar_80337_q_APR_2018_B_Agosto1.pdf.
- [9] A. Castro, C. Henríquez y F. Bertsch, "Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos", *Agronomía Costarricense*. Vol. 33 (1). p 31-43, 2009. [En línea]. Disponible en: https://www.mag.go.cr/rev_agr/v33n01-031.pdf
- [10] L. Durán Henríquez, C. Henríquez, "El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta", *Revista Agronomía Mesoamericana*. Vol.21 (1). p 85-93, 2010. [En línea]. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212010000100009
- [11] O.A. Valle Hernández. Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol (Phaseolus vulgaris L.), El Rincón, Darío-Matagalpa, primera, 2010. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Departamento de Producción Vegetal, Universidad Nacional Agraria. UNA, Nicaragua, 2013.
- [12] C.I. Jaramillo Barrios, N. Escobar Escobar, y N. Jaime Romero. Efecto de abonos orgánicos en la productividad de alimentos base de agricultura familiar: maíz (Zea mays L.) y frijol (Phaseolus vulgaris L.). *Revista Agronomía Colombiana*, vol. 34(1Supl), pp. 770-772, 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327871883_Efecto_de_abonos_organicos_en_la_productividad_de_alimentos_base_de_agricultura_familiar_maíz_Zea_mays_L_y_frijol_Phaseolus_vulgaris_L
- [13] C.C. Elías Peñafiel (2009). Aplicación del método de diseño de mezclas en la sustitución de carne por harina texturizada de soja, En Cabanossi Tesis de posgrado Especialidad de Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2002. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1808/Q02.E4T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>