

Respuesta del frijol variedad Zaragoza (*Phaseolus vulgaris* L.), a la aplicación de tres dosis de Nitrógeno Orgánico Reina en floración para la prevención de caída de flores y frutos bajo condiciones agroecológicas del municipio de Socorro, Santander

Anderson Antonio Solano Angarita

Diana Marcela Rojas Torres

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Agronomía

Bucaramanga

2020

Respuesta del frijol variedad Zaragoza (*Phaseolus vulgaris* L.), a la aplicación de tres dosis de Nitrógeno Orgánico Reina en floración para la prevención de caída de flores y frutos bajo condiciones agroecológicas del municipio de Socorro, Santander

Anderson Antonio Solano Angarita

Diana Marcela Rojas Torres

Trabajo para optar al título de Agrónomo

Director:

I. A. Nebis Mercedes Saucedo Serrano

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Programa de Agronomía

Bucaramanga

2020

Página de Aceptación

I. A. Nebis Mercedes Saucedo Serrano

Director Trabajo de Grado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

A Dios. A mis padres Heriberto (QEPD) y Carmen María. A mi esposa Jeniffer Lorena Roperó

Rojas y a nuestro hijo Mathías Andrés.

Anderson

A mi esposo y a mis hijas.

Diana Marcela

Agradecimientos

A Dios padre todopoderoso por bendecirme enormemente. A mi esposa y a mi hijo, por su amor y su apoyo incondicional. A la UNAD por contribuir a este logro académico.

Anderson

A Dios por darme la oportunidad de culminar este proceso educativo. A mi familia por su comprensión y apoyo para poder seguir adelante. A la Universidad y su grupo de tutores, ya que sin ellos no hubiese sido posible terminar la carrera; será para mí un honor poder servir a la sociedad con los conocimientos adquiridos.

Diana Marcela

Resumen

variedad Zaragoza, a la aplicación de tres dosis del fertilizante edáfico líquido completo Nitrógeno Orgánico Reina en floración, utilizando 10, 15 y 20 litros/hectárea más fertilización química, comparado con un tratamiento testigo sin aplicación, para la prevención de caída de flores y frutos. Adicionalmente se identificaron las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza, bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Socorro (Santander) y por último se determinó la rentabilidad del cultivo en cada uno de los tratamientos, reconociendo el impacto a nivel productivo del fertilizante aplicado.

(4) bloques (cuatro tratamientos en cada bloque), se evaluaron las variables: altura de la planta, número de brotes foliares, grosor del tallo, número de flores producidas, porcentaje de floración, número de vainas, número de granos por vaina y peso de la producción. Esta última variable permitió realizar el cálculo de la rentabilidad y por ende identificar el mejor tratamiento. A su vez se identificaron los días de cada una de las etapas fenológicas del cultivo dadas las condiciones edafoclimáticas de la zona.

químico más 20 litros/hectárea del fertilizante edáfico líquido en etapa de floración, fue sobresaliente en cada una de las variables evaluadas, convirtiéndose en el mejor tratamiento teniendo en cuenta la respuesta positiva del cultivo. Por ello, los fertilizantes orgánicos se convierten en una alternativa a nivel productivo amigable con el medio ambiente ya que además de contribuir a su preservación, estimula el crecimiento de las plantas al mejorar la fertilidad de los suelos.

Palabras claves: fertilización, tratamientos, agroecología, rentabilidad, alternativa.

Abstract

Zaragoza variety, to the application of three doses of the complete liquid soil fertilizer Nitrogen Organic Reina in flowering, using 10, 15 and 20 liters/ hectare plus chemical fertilization, compared to an unensured witness treatment, for the prevention of flower and fruit fall. In addition, the phenological stages of the Zaragoza bean crop were identified, under the agroecological conditions of the municipality of Socorro (Santander) and finally the profitability of the crop was determined in each of the treatments, recognizing the productive impact of the fertilizer applied.

Through a random complete block design (DBCA), with four (4) treatments and four (4) blocks (four treatments in each block), variables were evaluated: plant height, number of foliar shoots, stem thickness, number of flowers produced, flowering percentage, number of pods, number of grains per sheath and weight of production. The latter variable allowed to perform the calculation of profitability and therefore identify the best treatment. In turn, the days of each of the phenological stages of the crop were identified given the edaphoclimatic conditions of the area.

liters/hectare of liquid soil fertilizer was applied at the flowering stage, was outstanding in each of the variables evaluated, becoming the best treatment taking into account the positive response of the crop. Therefore, organic fertilizers become an alternative at the productive level friendly to the environment since in addition to contributing to their preservation, it stimulates the growth of plants by improving soil fertility.

Keywords: fertilization, treatments, agroecology, profitability, alternative.

Tabla de contenido

Lista de tablas.....	11
Lista de gráficas	12
Lista de anexos.....	13
1. Introducción.....	14
2. Planteamiento del problema.....	16
3. Justificación	17
4. Objetivos.....	18
4.1. Objetivo General	18
4.2. Objetivos específicos.....	18
5. Marco teórico	19
5.1. Generalidades del frijol Zaragoza	19
5.1.1. Taxonomía.....	19
5.1.2. Morfología.....	19
5.1.3. Condiciones edafoclimáticas	20
5.1.4. Fertilización en frijol.....	21
5.1.5. Requerimientos nutricionales	21
5.1.6. Cosecha.....	22
5.1.7. Postcosecha.....	23
5.2. Antecedentes	23
6. Materiales y métodos.....	27
6.1. Ubicación	27
6.2. Materiales.....	27

6.2.1. Materiales de campo.....	27
6.2.2. Materiales de apoyo	27
6.3. Diseño experimental.....	27
6.3.1. Establecimiento del ensayo	29
6.3.2. Tratamientos	30
6.4. Método.....	30
6.4.1. Evaluación del rendimiento productivo del frijol Zaragoza.....	30
6.4.2. Identificación de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza	32
6.4.3. Determinación de la rentabilidad del cultivo de frijol Zaragoza	32
7. Presupuesto	33
8. Cronograma de actividades.....	34
9. Resultados y discusión	35
9.1. Evaluación del rendimiento productivo del frijol Zaragoza	35
9.1.1. Variable 1. Altura de la planta por tratamiento expresada en centímetros... 35	
9.1.2. Variable 2. Numero de brotes foliares por tratamiento	36
9.1.3. Variable 3. Grosor del tallo de las plantas por tratamiento expresada en milímetros	37
9.1.4. Variable 4. Numero de flores producidas por tratamiento	38
9.1.5. Variable 5. Porcentaje de floración por tratamiento	39
9.1.6. Variable 6. Número de vainas por tratamiento	40
9.1.7. Variable 7. Número de granos/vaina por tratamiento	41
9.1.8. Variable 8. Peso de la producción por tratamiento expresado en gramos....	42
9.2. Identificación de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza	43
9.3. Determinación de la rentabilidad del cultivo de frijol Zaragoza	46

	10
10. Conclusiones	50
11. Recomendaciones.....	51
Referencias bibliográficas.....	52
Anexos	55

Lista de tablas

Tabla 1. Tratamientos evaluados y dosis de fertilizantes aplicados.....	30
Tabla 2. Resultados de las ocho (8) variables evaluadas.....	35
Tabla 3. Etapas de desarrollo en el cultivo de frijol.....	44
Tabla 4. Etapas de desarrollo de una planta de frijol variedad Zaragoza en condiciones agroecológicas del Socorro – Santander (Colombia)	45
Tabla 5. Resultados de la determinación de la rentabilidad	46

Lista de gráficas

Gráfica 1. Distribución en campo de los tratamientos en la parcela experimental	28
Gráfica 2. Diseño en campo de cada unidad experimental.....	29
Gráfica 3. Altura de la planta por tratamiento expresada en centímetros.....	36
Gráfica 4. Número de brotes foliares por tratamiento	37
Gráfica 5. Grosor del tallo de las plantas por tratamiento expresado en milímetros	38
Gráfica 6. Número de flores producidas por tratamiento	39
Gráfica 7. Porcentaje de floración por tratamiento	40
Gráfica 8. Número de vainas por tratamiento	41
Gráfica 9. Número de granos/vaina por tratamiento	42
Gráfica 10. Peso de la producción por tratamiento expresado en gramos.....	43
Gráfica 11. Etapas de desarrollo de una planta de frijol variedad Zaragoza	45
Gráfica 12. Ingreso bruto en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental	47
Gráfica 13. Ingreso neto en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental	48
Gráfica 14. Relación beneficio/costo en cada tratamiento de la parcela experimental.....	48
Gráfica 15. Rentabilidad en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental	49

Lista de anexos

Anexo A. Análisis de suelo.....	55
Anexo B. recomendaciones basadas en el análisis de suelo	56
Anexo C. Registro fotográfico	59
Anexo D. Análisis de varianza.....	62

Introducción

El frijol es originario del continente americano, específicamente de países como México, Perú, y algunas zonas de Norte América. Para el año 2013 Colombia produjo 100.619,1 toneladas de frijol, siendo Huila el principal departamento productor con 25.588 toneladas, seguido por Tolima con 22.847 toneladas, Cundinamarca con 14.665 toneladas, Norte de Santander con 10.990 toneladas y Santander con 7.194 toneladas. Existen más de 35 especies, sin embargo, comercialmente las más conocidas son: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius* (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

El frijol Zaragoza (*Phaseolus vulgaris* L.) es una planta diploide con 22 cromosomas y, debido al interés del hombre por esta leguminosa, las selecciones realizadas han originado un gran número de variedades diferentes y en consecuencia diversos nombres en cada uno de los países donde se cultiva.

El frijol que se produce y consume en Colombia, proviene en gran parte de genotipos nativos o criollos, y en menor nivel de variedades mejoradas, las cuales presentan ventajas agronómicas y también de calidad. En ambos casos, pero particularmente en los genotipos nativos, cuya siembra tradicionalmente es para autoconsumo, es común, además de la producción de grano seco, aprovechar el cultivo para obtener vainas tiernas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Existen factores que modifican las cualidades del grano durante el periodo de postcosecha, haciéndolo más duro debido al contacto directo con el aire (oxidación), y a su tiempo de almacenamiento, esto hace que su tiempo de cocción sea más prolongado; sin embargo, su calidad también puede verse afectada por factores como la clase del mismo grano, el

manejo agronómico que reciba, e incluso por factores externos del terreno de cultivo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Los atributos del grano que el consumidor prefiere son los que determinan la calidad comercial del mismo. Tanto el consumo familiar como el industrial demandan granos de colores preferentes, de acuerdo a los hábitos alimenticios de la zona, que además sean de rápida cocción, y con características sensoriales de color, textura y sabor agradables, y según su lugar de cultivo pueden ser de clima frío, templado y cálido.

Actualmente se tiene al frijol como uno de los principales granos más usados dentro del mejoramiento de la fertilidad de los suelos, así como en la fijación del nitrógeno atmosférico en los programas de rotación, el cual además de contar con un alto porcentaje proteico para sus consumidores, (21,8%), se encuentra entre los alimentos más demandados por la población hispanoamericana, gracias también a su bajo contenido calórico, y su versatilidad a la hora de su ingesta.

Para la mayoría de los departamentos de la región andina, el cultivo de frijol, y su variedad Zaragoza, se sitúa entre uno de los principales, destinando aproximadamente un 60% de sus hectáreas para el mismo en los meses de octubre y noviembre, donde las precipitaciones son frecuentes, con lo que se pretende un cultivo exitoso; sin embargo, pese a la alta demanda que tiene el grano en los departamentos de las regiones andina y caribe, aun no existe un proceso investigativo que permita determinar el empleo de tecnología en la producción de este alimento.

Planteamiento del problema

Dentro de los muchos factores que pueden afectar el cultivo del frijol Zaragoza, se encuentran las propiedades biológicas y químicas del suelo; esto claramente genera un decrecimiento en su rendimiento y calidad. A su vez, las diversas condiciones ambientales en las que se incluyen entre otras, el viento, la sequía y las altas temperaturas, pueden inducir el aborto de las flores, aumentando la tasa de evapotranspiración y ocasionando el marchitamiento de la planta si hay un suministro insuficiente de humedad en el suelo.

El uso excesivo de agroquímicos sumado a los contaminantes tóxicos presentes en el aire, pueden producir daños severos en el cultivo. Las variaciones en las propiedades físicas y químicas del suelo influyen directamente en la apariencia y vigor de las plantas, aun en zonas específicas dentro de un mismo terreno.

Uno de los factores más determinantes en la producción de frijol Zaragoza en el municipio de Socorro (Santander), es la no disponibilidad de los nutrientes esenciales para la planta, ya que son suelos medianamente fértiles, pobres en calcio (Ca^{++}), fósforo (P^+) y nitrógeno (N^+), por lo que, es necesario suministrar aquellos nutrientes que son deficientes, para obtener las producciones deseadas de acuerdo a las condiciones agroecológicas predominantes en la zona. Por lo tanto, con la aplicación del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, dada su formulación, se pretende fortalecer el cultivo en las etapas de floración y fructificación, que permita disminuir la cantidad de abortos que se puedan presentar entre la floración y formación de las vainas.

Pregunta de investigación. ¿Se puede reducir la pérdida de flores y frutos en el cultivo de frijol Zaragoza, así como el proceso de su llenado, mediante la utilización de complementaria de fertilizante edáfico líquido orgánico?

Justificación

Con la ejecución del presente proyecto se pretende mejorar sustancialmente la producción del frijol Zaragoza en el municipio del Socorro, donde a través de la aplicación de fertilizantes orgánicos como alternativa de nutrición vegetal, se aprovechen al máximo las condiciones medio ambientales que ofrece la zona de forma sostenible. A su vez se pretende fortalecer la relación entre el cultivo de frijol, con los cultivos de mediano y tardío rendimiento, de tal manera que se permita un aprovechamiento óptimo del suelo en la etapa improductiva de estos últimos.

El desarrollo de este tipo de sistemas productivos, en los que se involucran fertilizantes orgánicos, busca mejorar el cultivo en cada una de las etapas del ciclo fenológico, protegiendo el suelo y su microfauna, y reduciendo la presión de las diferentes plagas y/o enfermedades que puedan aparecer. Al tiempo, se espera que el cultivo de frijol se posicione como un negocio rentable, con miras a fortalecer la demanda del grano en la región, así como en la región caribe, donde el frijol tiene una gran demanda.

El establecimiento del frijol Zaragoza a través de una parcela experimental permitirá demostrar a la comunidad del municipio de Socorro, que la implementación de cultivos en los que se minimice o sustituya el uso de agroinsumos, pueden reducir los costos de producción y por lo tanto hacer un mejor uso de los recursos naturales que ofrece la zona; de tal manera se reduce considerablemente el impacto ambiental que puede llegar a generar el monocultivo del café, y así obtener mayores utilidades que sirvan de apalancamiento a la económica familiar: Por su parte este proyecto permite promover la investigación y generar nuevos conocimientos con

respecto a la fertilización, al utilizar como complemento la fertilización edáfica líquida con un producto como el Nitrógeno Orgánico Reina, el cual además de mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, permite el incremento de la producción de la plantación..

Objetivos

4.1. Objetivo general

Evaluar la respuesta del frijol Zaragoza (*Phaseolus vulgaris* L.), a la aplicación de tres dosis del fertilizante edáfico líquido completo Nitrógeno Orgánico Reina, en floración, para la prevención de caída de flores y frutos, bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Socorro, Santander.

4.2. Objetivos específicos

Evaluar los rendimientos de producción del frijol Zaragoza, a la aplicación de 3 dosis de un fertilizante edáfico líquido (Nitrógeno Orgánico Reina) de 10, 15 y 20 litros por hectárea más fertilización química según análisis de suelos, comparado con un testigo sin aplicación en etapa de floración.

Identificar los días de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza, bajo las condiciones agroecológicas del municipio de Socorro (Santander) haciendo énfasis en la floración y llenado de vainas.

Determinar la rentabilidad del cultivo de frijol Zaragoza en cada uno de los tratamientos, reconociendo el impacto a nivel productivo del fertilizante edáfico líquido completo (Nitrógeno Orgánico Reina) en el municipio de Socorro.

Marco teórico

5.1. Generalidades del frijol Zaragoza

5.1.1. Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Lineo en 1753. Pertenecce a la tribu *Phaseolae* de la subfamilia *papilionoidae* dentro del orden Rosales (Debouck e Hidalgo, 1985).

5.1.2. Morfología

El frijol Zaragoza se clasifica según su hábito de crecimiento como Tipo I (hábito de crecimiento determinado arbustivo) en el cual, el tallo principal es vigoroso y presenta 5 a 10 internudos comúnmente cortos. La altura de las plantas varía normalmente entre 30 y 50 cm (aunque existen casos de plantas enanas con 15 a 25 cm de altura). El crecimiento de la planta se detiene una vez aparece la inflorescencia que se ubica en la punta del tallo principal y en las ramas laterales. La etapa de floración es rápida y la madurez de las vainas ocurre en forma bastante concentrada (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Henríquez, Prophete & Orellana (1995) describen las partes de una planta de frijol así:

- Raíz. El sistema radical es poco profundo (20 cm de profundidad del suelo) el cual tiende a ser fasciculado, fibroso en algunos casos. Presenta nódulos distribuidos en las raíces laterales de la parte superior y media del sistema radical, los cuales son colonizados por bacterias del género *Rhizobium*, que fijan nitrógeno atmosférico.

- Tallo y ramas. El tallo principal puede ser identificado como el eje central de la planta y está formado por una sucesión de nudos y entrenudos. Varía dependiendo del hábito de crecimiento de la variedad.
- Hojas. Simples y compuestas. Las simples o primarias que aparecen en el segundo nudo del tallo y se forman en la semilla durante la embriogénesis y las hojas compuestas, trifoliadas, son las hojas típicas de frijol. Tienen tres folíolos, un pecíolo y un raquis.
- Flor. En el proceso de desarrollo de la flor se pueden distinguir dos estados; el botón floral y la flor completamente abierta. La morfología floral de *Phaseolus vulgaris* L. favorece el mecanismo de autopolinización.
- Fruto. El fruto es una vaina con dos valvas, las cuales provienen del ovario comprimido. Puesto que el fruto es una vaina, esta especie se clasifica como leguminosa.
- Semilla. Las reservas nutritivas de la semilla se concentran en los cotiledones, los cuales pueden ser de varias formas: cilíndrica, de riñón, esférica u otras y su tamaño (pequeño, mediano y grande) se expresa como el peso en gramos de 100 semillas escogidas al azar.

El desarrollo de la planta de frijol comprende de manera general dos fases sucesivas: la vegetativa y la reproductora. La fase vegetativa se inicia en el momento en que la semilla dispone de condiciones favorables para germinar, y termina cuando aparecen los primeros botones florales; en esta fase se forma la mayor parte de la estructura vegetativa que la planta necesita para iniciar su reproducción. La fase reproductora se inicia con la aparición de los primeros botones o racimos florales y termina cuando el grano alcanza el grado de madurez necesario para la cosecha. A lo largo de las fases vegetativa y reproductora se han identificado 10 etapas de desarrollo bien definidas (Henríquez et al., 1995).

Condiciones edafoclimáticas

Estas variables influyen directamente en el desarrollo y producción del cultivo de frijol. Según la Cámara de Comercio de Bogotá (2015) en su manual frijol, el cultivo se adapta a diferentes pisos térmicos que van desde los 900 a hasta los 2700 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una temperatura entre 15 y 27 °C y una humedad relativa de 60 a 75 %. Los requerimientos de agua para el cultivo son de alrededor de 500 mm/ciclo, bien distribuidos en las diferentes etapas de desarrollo, y requiere de suelos bien drenados (suelos franco-limosos y franco arcillosos profundos). El pH del suelo, debe estar entre 5,5 a 6,5.

Fertilización en frijol

La fertilización del frijol debe hacerse al momento de la siembra, ya que la planta del frijol tiene un ciclo de vida muy corto, y si se hace después de la siembra, el cultivo no alcanza a aprovechar gran cantidad del fertilizante. Al igual que las demás plantas en la naturaleza, el frijol requiere de ciertos nutrientes en un balance correcto garantizando así el óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo. El frijol obtiene de la atmosfera elementos como el nitrógeno, oxígeno, y carbón y la deficiencia en cualquiera de estos ocasiona en la planta un bajo rendimiento, una incidencia directa en la floración y en la tasa de crecimiento de la planta (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Requerimientos nutricionales

Guerrero (1995) reporta que los requerimientos nutricionales del cultivo de frijol para producir 2.5 ton/ha/cosecha son de 105 kg/ha de nitrógeno (N), 10 kg/ha de fosforo (P₂O₅), 120 kg/ha de potasio (K₂O) y 10 kg/ha de magnesio (MgO). Los requerimientos nutricionales de un cultivo serán directamente proporcionales al rendimiento. Por consiguiente, la dosis de fertilización dependerá del potencial de producción o rendimiento esperado, el cual a su vez está determinado por el potencial genético, la productividad del suelo, las condiciones climáticas y el nivel de tecnología aplicado al cultivo.

De acuerdo con The Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, citado por Gaviria & Ordoñez (2019), el cultivo de frijol requiere una aplicación de macronutrientes tales como nitrógeno, fósforo y potasio. En cuanto al nitrógeno, normalmente tiene un mayor efecto en el crecimiento, rendimiento y calidad del cultivo que cualquier otro nutriente. Pero está claro que su uso excesivo puede ser un derroche económico y dar lugar a problemas. Por tanto, a la hora de realizar la fertilización nitrogenada hay que tener cuenta tres aspectos fundamentales:

- Los requerimientos de nitrógeno por el cultivo.
- La cantidad de nitrógeno que el suelo puede suministrar al cultivo.
- Los costes de los fertilizantes y el valor esperado de la cosecha.

El nitrógeno disponible en el suelo es la cantidad de nitrógeno (kg/ha de N) en el suelo que se encuentra disponible para la asimilación por el cultivo desde el establecimiento hasta el final de la fase de crecimiento, teniendo en cuenta las pérdidas que se pueden dar. En lo que respecta al fósforo y potasio, el cultivo, en este caso el frijol, también los necesita. El fósforo tiene un papel importante en muchos procesos fisiológicos, principalmente durante la germinación y desarrollo de la plántula, desarrollo radicular, fecundación e inicio del fructificación. Pero hay que tener particular cuidado para evitar llegar a niveles elevados de fósforo en el suelo, que son innecesarios. Esto supone un coste importante y aumenta la pérdida de fósforo de los suelos, lo que puede causar la contaminación de las aguas superficiales. En cuanto al potasio, su mayor importancia está en el papel que juega como regulador fisiológico en varios procesos: permeabilidad de las membranas celulares, equilibrio ácido-básico intracelular, formación y acúmulo de sustancias de reserva, regulador del estatus hídrico de los cultivos.

Cosecha

De acuerdo con Restrepo, Martínez & Carmona, citado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2015), la cosecha en el cultivo del frijol es de vital importancia, ya que de esta depende en gran parte la calidad final del producto. Esta labor se debe hacer en un punto óptimo de recolección, el cual se da de acuerdo al contenido de humedad del grano que debe ser de aproximadamente el 20% de su peso total, o cuando el 75% de las vainas están secas, ya que así se facilita la realización de las labores de secado y de acondicionamiento del producto.

Postcosecha

De acuerdo con Restrepo, Martínez & Carmona, citado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2015), el frijol se cosecha con un grado de humedad de aproximadamente 20%. Por lo tanto, para llevarlo al proceso de almacenamiento es necesaria la implementación del secado. Este es un proceso vital en el manejo de la postcosecha de la semilla, ya que bajo condiciones de humedad este se deteriora fácilmente. El proceso de secado debe realizarse cuando aún el frijol se encuentra en la vaina, es decir, antes del desgrane, para evitar que la semilla se dañe por el aumento en la temperatura.

Posteriormente se procede a la trilla o desgrane. Esta actividad consiste en la separación del grano de la vaina y depende del uso del grano. Es decir, si el frijol es destinado para la producción de semilla o cuando son cantidades pequeñas, el desgrane se debe realizar de forma manual para así evitar lastimar el grano. El apaleo o garrote del frijol, es usado para frijol de consumo; es realizado también de forma manual, mediante el golpeteo con un palo de las vainas que se encuentran extendidas sobre una lona, hasta lograr retirar el producto de la vaina. Aunque es más eficiente que el anterior, tiene como restricción el daño que causa al grano (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Antecedentes

En el desarrollo del presente proyecto se identificaron antecedentes de trabajos investigativos con énfasis en la fertilización del frijol en Colombia, mas no se encontró evidencia específica de fertilización edáfica líquida orgánica.

Bautista et al. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. El objetivo del presente trabajo, fue determinar el efecto en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* var. Cerinza con la aplicación de enmiendas orgánicas (compost y lombricompost) y fertilizante comercial. Se evaluó la altura de la planta, el contenido de pigmentos fotosintéticos, número de hojas y estructuras reproductivas, materia seca, peso fresco, área foliar, e índices de crecimiento: área foliar específica (AFE), tasa de crecimiento de cultivo (TCC) y tasa de asimilación neta (TAN). Los resultados a los 56 días después de siembra mostraron diferencias significativas en altura, en donde los tratamientos de compost y lombricompost, presentaron mayores valores con relación a la fertilización comercial; en otras variables de crecimiento no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Gaviria & Ordoñez (2019). Evaluación de cuatro niveles de macronutrientes (NPK) en la producción de dos variedades nuevas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos ambientes diferentes de cultivo del Departamento de Risaralda. Evaluaron 4 formulaciones de fertilizante NPK para determinar la opción con los mejores rendimientos de producción de dos nuevas variedades de crecimiento arbustivo de frijol obtenidas por la UNAD, denominadas “Zandú” y “Yari”. Para ello se empleó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y cuatro tratamientos. Las variables de respuesta evaluadas fueron: Altura de la planta, número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 semillas, peso de granos por planta, a fin de identificar la formulación de fertilizante más adecuado para las dos variedades de frijol que permita obtener su mayor producción y rentabilidad para los productores.

Jácome et al. (2013). Fertilización orgánica e inorgánica en fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisol con propiedades ándicas. El presente trabajo tuvo como propósito evaluar el uso de un lombricompost producido por los agricultores de la vereda La Virgen del municipio de Dagua (Valle) en las propiedades del suelo y en características del fríjol variedad cargamanto rojo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos aplicados fueron: lombricompost (T1) en dosis equivalente a 5 Mg ha⁻¹, fertilizante inorgánico 10-30-10 (T2) en dosis de 300 kg ha⁻¹, lombricompost más fertilizante inorgánico (T3) en dosis de 5 Mg ha⁻¹ y 300 kg ha⁻¹, respectivamente, y el tratamiento control (T4) sin ninguna aplicación. Los resultados mostraron que la combinación de lombricompost y fertilizante inorgánico tuvieron un efecto positivo sobre las propiedades del suelo y sobre las variables agronómicas del cultivo de fríjol.

Pupiales et al. (2008). Respuesta del frijol lima (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de fique, el Tambo, departamento de Nariño, Colombia. Se estudió la respuesta del fríjol var. Lima (*Phaseolus vulgaris* L) a la fertilización con base en la preparación de residuos sólidos de fique en el municipio de El Tambo, departamento de Nariño, mediante la evaluación de las variables altura de plantas, vainas por planta, granos por vainas, peso de cien semillas y rendimiento. Se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$) para todas las variables menos en el peso de cien semillas. Los resultados parciales mostraron como el tratamiento 7 fertilizante orgánico elaborado a partir de residuos sólidos de fique + estiércol de vaca + melaza + urea igualó a los tratamientos 1 y 2 con Urea y 13-26-6 en las variables altura, número de vainas por planta y granos por vaina y al tratamiento 1 en la variable rendimiento. Se encontró que el tratamiento 3 o testigo sin fertilización presentó los más bajos promedios en todas las variables analizadas. El tratamiento 4 fertilizante orgánico a partir de residuos sólidos de fique descompuesto ofreció una tasa de retorno marginal atractiva

con 866% en comparación con el tratamiento 1 con Urea que presentó una tasa de retorno marginal de 386%.

Tamayo & Bernal (2018). Respuesta productiva del cultivo del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la fertilización química y biológica en zonas productoras de Colombia. La investigación se realizó en 2015 en cinco localidades productoras de frijol en Colombia. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos de fertilización química y biológica sobre el rendimiento de frijoles volubles y arbustivos. De acuerdo con los resultados obtenidos, en Antioquia, es posible reemplazar la fertilización química por fertilización biológica en el frijol voluble Corpoica LAS-106 y el arbustivo Citará. En Cundinamarca, similar situación se presentó con el frijol “Cargamanto Rojo”. En Santander, se encontró que la combinación de micorrizas (AMF) y *Rhizobium* mejora el rendimiento de los fríjoles arbustivos ICA-Rovirense (2839,5 t ha⁻¹) e ICA-Radical-J1J1 (1955,7 t ha⁻¹), con respecto al rendimiento promedio nacional (1,2 t ha⁻¹). El uso de biofertilizantes (hongos formadores de micorriza y *Rhizobium*) mejoró los rendimientos en el cultivo del frijol, con los materiales utilizados (volubles y arbustivos) y en las localidades estudiadas. Existe un efecto aditivo en las aplicaciones de los biofertilizantes evaluados, ya que se observó un mayor rendimiento en el cultivo de frijol cuando estos se aplicaron combinados que individualmente.

Materiales y métodos

Ubicación

El proyecto se realizó en la finca Quintas de María José, ubicada en la vereda Alto de Chochos del municipio de Socorro, Santander. El predio se encuentra en las coordenadas geográficas $6^{\circ}27'55.9''N$ $73^{\circ}12'40,6''O$ a una altitud promedio de 1.594 msnm.

Materiales

Materiales de campo

Semilla de frijol variedad Zaragoza, nitrógeno orgánico Reina (fertilizante edáfico liquido), fertilizantes químicos simples (DAP y KCl), corrector (acondicionador orgánico mineral biológico de suelos), picas, machetes, estacas, cabuya, agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas)

Materiales de apoyo

Cinta métrica, balanza digital, pie de rey, cámara fotográfica y planillas para registro de datos.

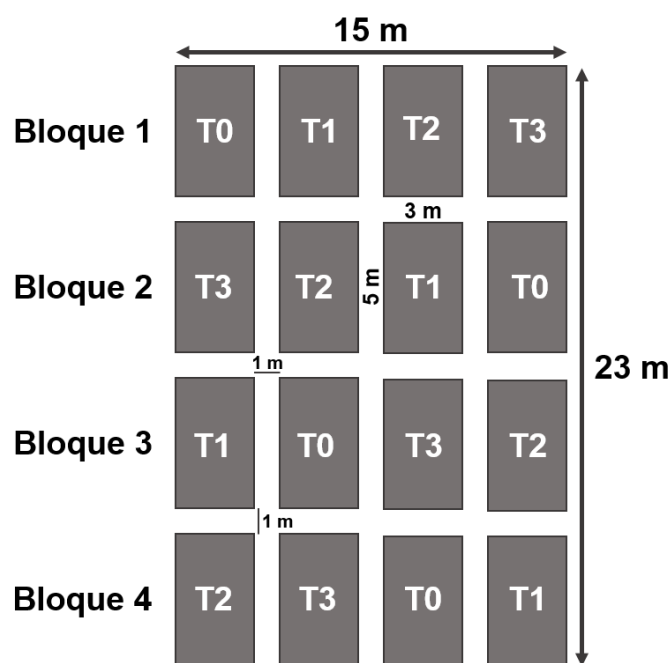
Diseño experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro (4) tratamientos y cuatro (4) bloques (cuatro tratamientos en cada bloque), donde uno de los tratamientos fue un testigo (T0), es decir, sin aplicación del fertilizante edáfico líquido, para

un total 16 unidades experimentales. El tamaño total de la parcela experimental fue de 345 m² (Ver Gráfica 1).

Gráfica 1.

Distribución en campo de los tratamientos en la parcela experimental



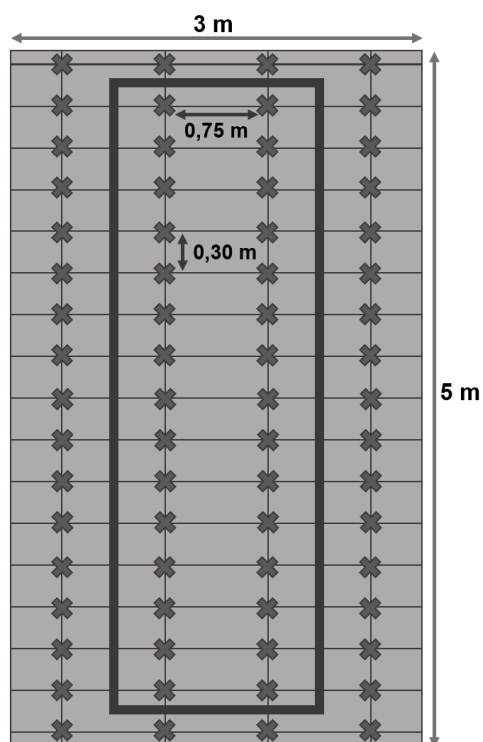
Fuente. Autores

Cada unidad experimental contó con 5 metros de largo por 3 metros de ancho. En los tratamientos se manejó una distancia de siembra de 0,75 metros entre surco por 0,3 metros entre planta y se depositaron de 3 semillas por sitio. 10 días después de la emergencia se realizó un aclareo, dejando una (1) planta por sitio. Se tuvo en cuenta la densidad de siembra y el efecto de

bordes en la evaluación de las variables, y por lo tanto solo se evaluaron las plantas ubicadas en la parte central de la unidad experimental (Ver área demarcada de la Grafica 2).

Gráfica 2.

Diseño en campo de cada unidad experimental



Fuente: Autores

Las plantas evaluadas en total fueron cuatrocientas ochenta (480), es decir, ciento veinte (120) plantas por cada uno de los tratamientos (30 plantas por unidad experimental), que

equivalen al 44% de los sitios totales de la parcela experimental y a las que se les hizo el seguimiento una vez germinadas hasta su cosecha.

Establecimiento del ensayo

Se realizó la aplicación de los fertilizantes químicos simples DAP (fosfato diamónico 18-46-0) más KCl (cloruro de potasio 0-0-60) en mezcla por una sola vez al momento de la siembra en cada uno de los tratamientos, los cuales fueron aplicados e incorporados al suelo a 5 cm al fondo y al lado del surco de siembra. Igualmente se aplicó el fertilizante edáfico líquido (Nitrógeno Orgánico Reina) en etapa de floración (34 días después de la siembra) en sus diferentes dosis directamente en el suelo mediante aspersión, excepto al tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo.

Tratamientos

En la Tabla 1 se presentan los tratamientos a evaluar y las dosis de fertilizantes a aplicar en cada uno de ellos expresadas en kilogramos/hectárea (fertilizantes químicos) y en litros/hectárea (fertilizante orgánico).

Tabla 1.

Tratamientos evaluados y dosis de fertilizantes aplicados

Tratamiento	Fertilizantes químicos aplicados (kg/ha)		Fertilizante edáfico líquido (l/ha)
	DAP	KCl	Nitrógeno Orgánico Reina
T0	163	25	0
T1	163	25	10
T2	163	25	15
T3	163	25	20

Fuente. Autores

Método

Evaluación del rendimiento productivo del frijol Zaragoza

Las evaluaciones morfoagronómicas se realizaron cada quince (15) días, contando a partir de la fecha de siembra. Las variables a evaluadas son:

- Variable 1. Altura de la planta: La longitud de la planta se midió desde el cuello de la raíz hasta la yema terminal, tomándose un total de cinco (5) registros cada quince (15) días, contando desde el día de la siembra y hasta la etapa de llenado de vainas.
- Variable 2. Número de brotes foliares: Se evaluó cincuenta y seis (56) días después de la siembra, tomando un único registro en la etapa de llenado de vainas.
- Variable 3. Grosor del tallo: El diámetro se midió (con un pie de rey) a una altura de 15 cm a partir del cuello de la raíz de la planta, tomándose un total de cinco (5) registros cada quince (15) días, contando desde el día de la siembra y hasta la etapa de llenado de vainas.
- Variable 4. Número de flores producidas: Se evaluó treinta y nueve (39) días después de la siembra, tomando un único registro en la etapa de floración.
- Variable 5. Porcentaje de floración: Se evaluó treinta y nueve (39) días después de la siembra, tomando un único registro en la etapa de floración. Para analizar esta variable se tomó como referencia el número máximo de flores producido por una planta dentro de la parcela experimental, el cual se registró en el tratamiento tres (T3) del bloque tres (B3), y que correspondió a veintiocho (28) flores.
- Variable 6. Número de vainas: Se evaluó cincuenta y seis (56) días después de la siembra, tomando un único registro en la etapa de llenado de vainas.

- Variable 7. Número de granos por vaina: Se evaluó ochenta y cuatro (84) días después de la siembra, tomando un único registro en la etapa de maduración.
- Variable 8. Peso de la producción: Se evaluó una vez pasados los ochenta y cuatro (84) días que duró el ciclo fenológico del cultivo de frijol variedad Zaragoza en las condiciones agroecológicas de Socorro, Santander.

Identificación de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza

Según las condiciones agroecológicas del municipio de Socorro (Santander) y del diseño experimental, se identificaron los tiempos de las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Determinación de la rentabilidad del cultivo de frijol Zaragoza

Se calcularon los ingresos brutos, los ingresos netos, la relación beneficio/costo y la rentabilidad del cultivo frijol Zaragoza según los tratamientos aplicados en la parcela experimental.

Presupuesto

Ítem	Descripción	Valor total
1.	Utensilios de papelería	
1.1	Impresiones y fotocopias	120.000
1.2	Útiles de escritorio	50.000
1.3	Empastes	50.000
	Subtotal	\$220.000
2.	Transporte	
2.1	Traslados al sitio del proyecto	100.000
2.2	Transporte para llevar la muestra de suelos	50.000
	Subtotal	\$150.000
3.	Análisis de laboratorio	
3.1	Análisis muestras de suelo.	150.000
	Subtotal	\$150.000
4.	Compra de insumos	
4.1	Fertilizantes DAP y KCl	\$90.000
4.2	Nitrógeno orgánico reina (1 l)	\$30.000
4.3	Semillas de frijol Zaragoza	\$10.000
4.4	Agroquímicos (herbicida, fungicida, insecticida)	\$30.000
4.5	Correctivos para el suelo	\$60.000
	Subtotal	\$270.000

5.	Otros	
5.1	Herramientas	\$97.000
5.2	Cabuya para trazar	\$3.000
5.3	Jornales (8 x \$35.000)	\$280.000
	Subtotal	\$380.000
	Subtotal proyecto	\$1.170.000
	Imprevistos (10%)	\$117.000
	Valor total	\$1.287.000

Resultados y discusión

Evaluación del rendimiento productivo del frijol Zaragoza

En la Tabla 2 se presentan los resultados de cada una de las ocho (8) variables evaluadas en los cuatro (4) tratamientos de la parcela experimental, con valores promediados:

Tabla 2.

Resultados de las ocho (8) variables evaluadas

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Altura de la planta (cm)	32,34	36,25	43,00	50,84
Número de brotes foliares	24,89	27,50	29,04	32,64
Grosor del tallo (mm)	8,58	8,72	8,90	9,00
Numero de flores	15,88	18,30	20,03	25,20
Porcentaje de antesis (%)	56,70	65,36	71,52	90,00
Número de vainas	9,15	11,35	13,30	18,14
Número de granos por vaina	3,97	4,05	4,13	4,26
Peso de la producción (gramos)	2746,20	3530,30	4218,60	5932,70

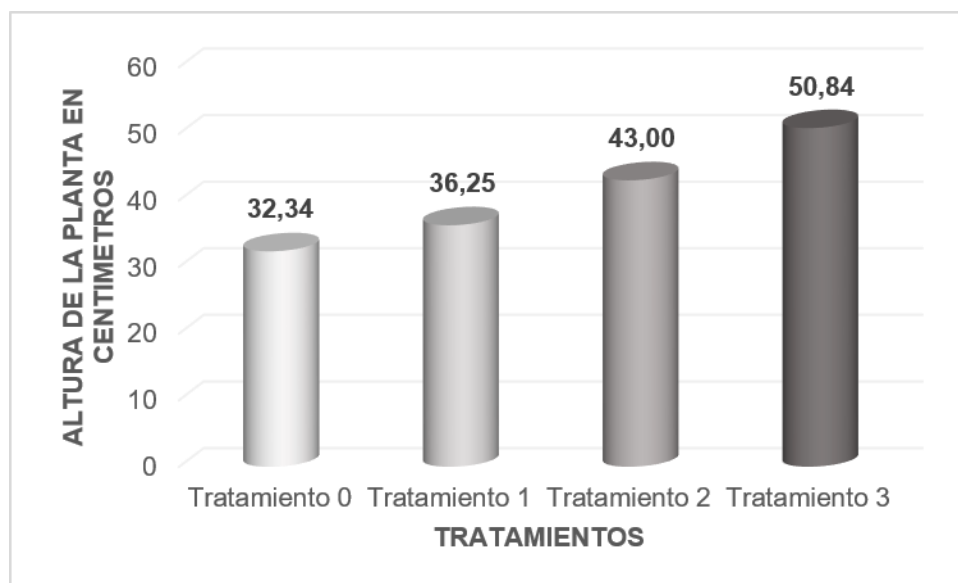
Fuente: Autores

Variable 1. Altura de la planta por tratamiento expresada en centímetros

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 3, la mayor altura se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 50,84 cm. La menor altura se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 32,34 cm. Los valores relacionados en esta variable corresponden al último registro.

Grafica 3.

Altura de la planta por tratamiento expresada en centímetros



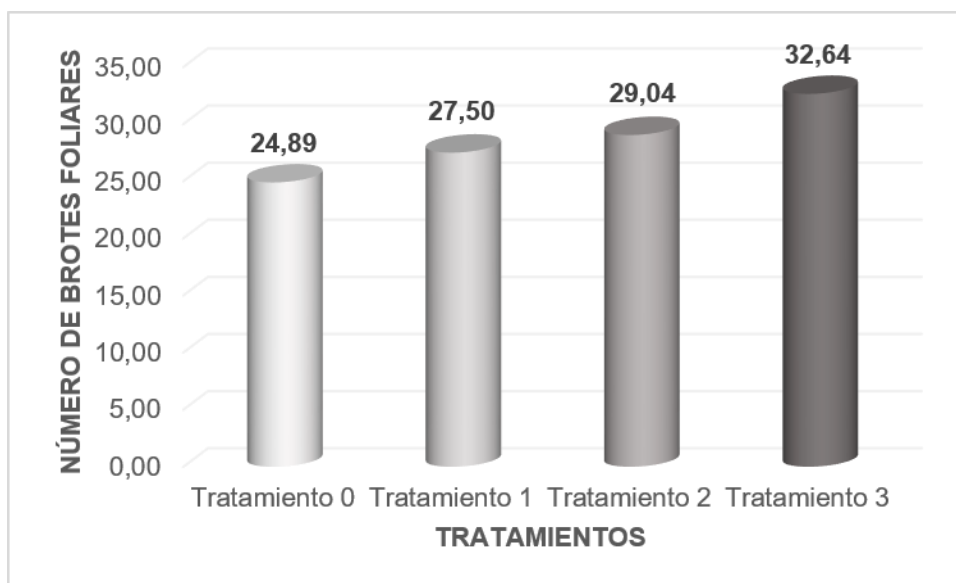
Fuente: Autores

Variable 2. Número de brotes foliares por tratamiento

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 4, el mayor número de brotes foliares se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 32,64 brotes foliares. El menor número de brotes foliares se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 24,89 brotes foliares.

Grafica 4.

Número de brotes foliares por tratamiento



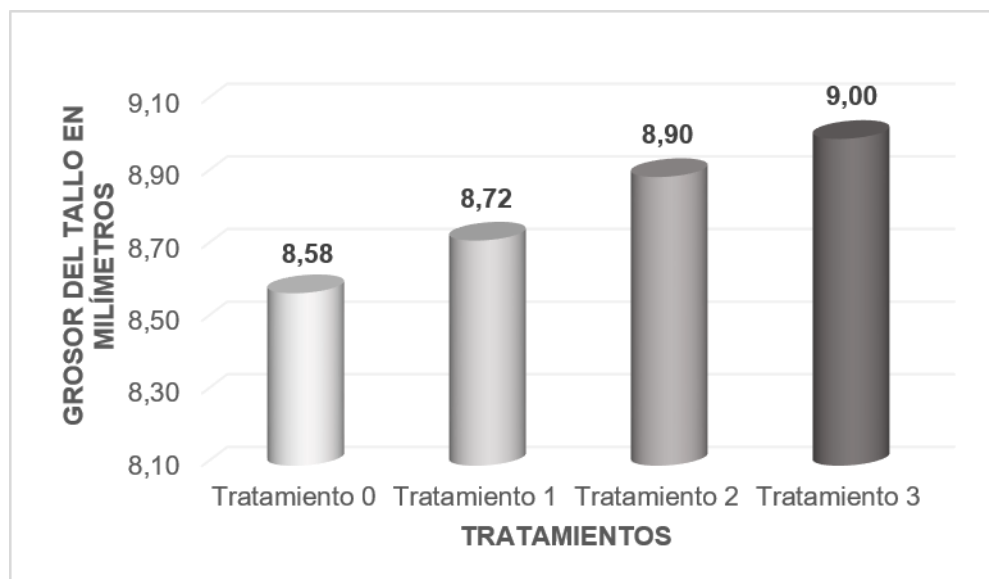
Fuente: Autores

Variable 3. Grosor del tallo de las plantas por tratamiento expresado en milímetros

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 5, el mayor diámetro se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 9,00 mm. La menor altura se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 8,58 mm. Los valores relacionados en esta variable corresponden al último registro.

Grafica 5.

Grosor del tallo de las plantas por tratamiento expresado en milímetros



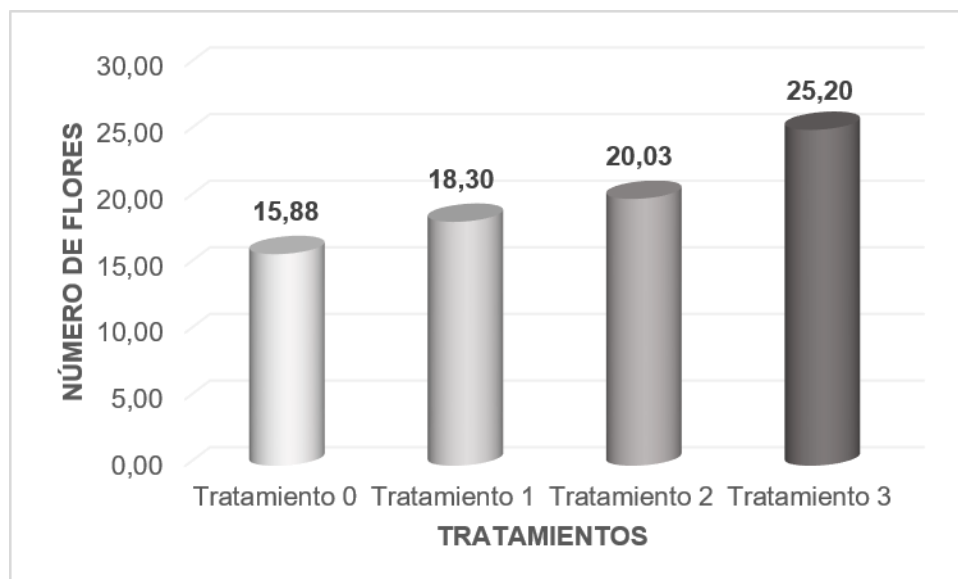
Fuente: Autores

Variable 4. Número de flores producidas por tratamiento

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 6, el mayor número de flores se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 25,20 flores/planta. El menor número de flores se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 15,88 flores/planta.

Gráfica 6.

Número de flores producidas por tratamiento.



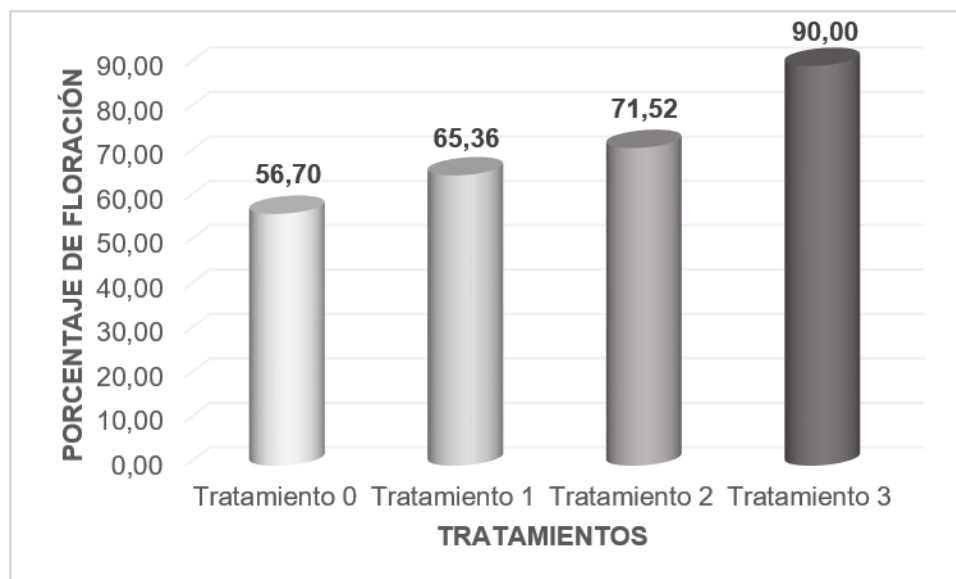
Fuente: Autores

Variable 5. Porcentaje de floración por tratamiento

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 7, el mayor porcentaje de antesis (floración) se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico liquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 90% de floración. El menor porcentaje de floración se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 56,70 %.

Gráfica 7.

Porcentaje de floración por tratamiento



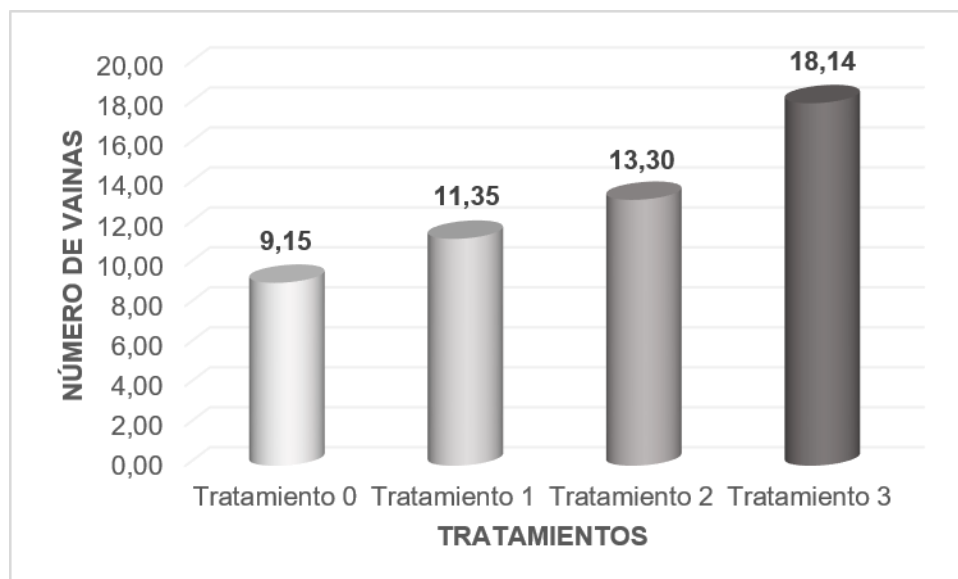
Fuente: Autores

Variable 6. Número de vainas por tratamiento

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 8, el mayor número de vainas se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 18,14 vainas/planta. El menor número de vainas se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 9,15 vainas/planta.

Gráfica 8.

Número de vainas por tratamiento



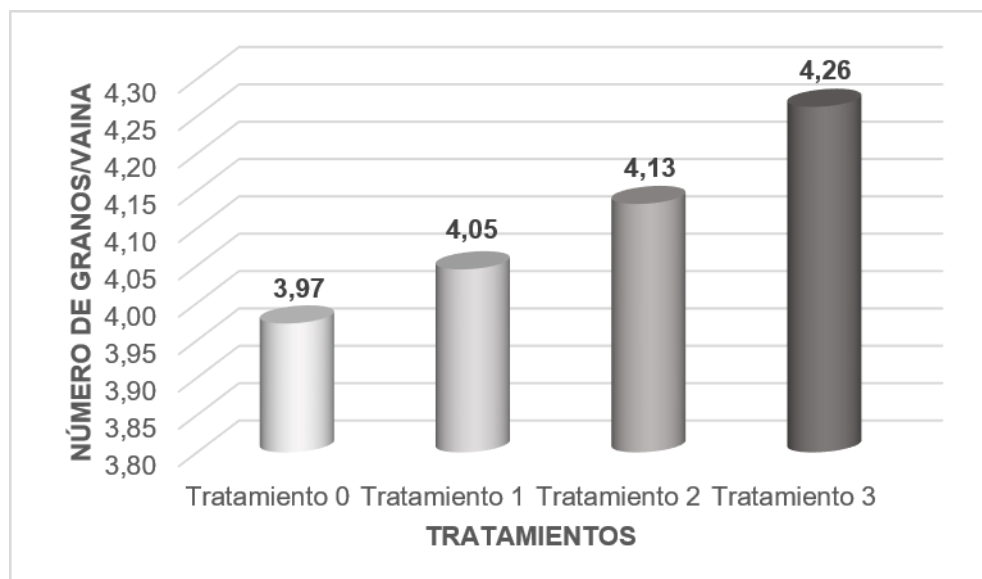
Fuente: Autores

Variable 7. Número de granos/vaina por tratamiento

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 9, el mayor número de granos/vaina se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un promedio aproximado de 4,26 granos/vaina. El menor número de granos se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un promedio aproximado de 3,97 granos/vaina.

Gráfica 9.

Número de granos/vaina por tratamiento



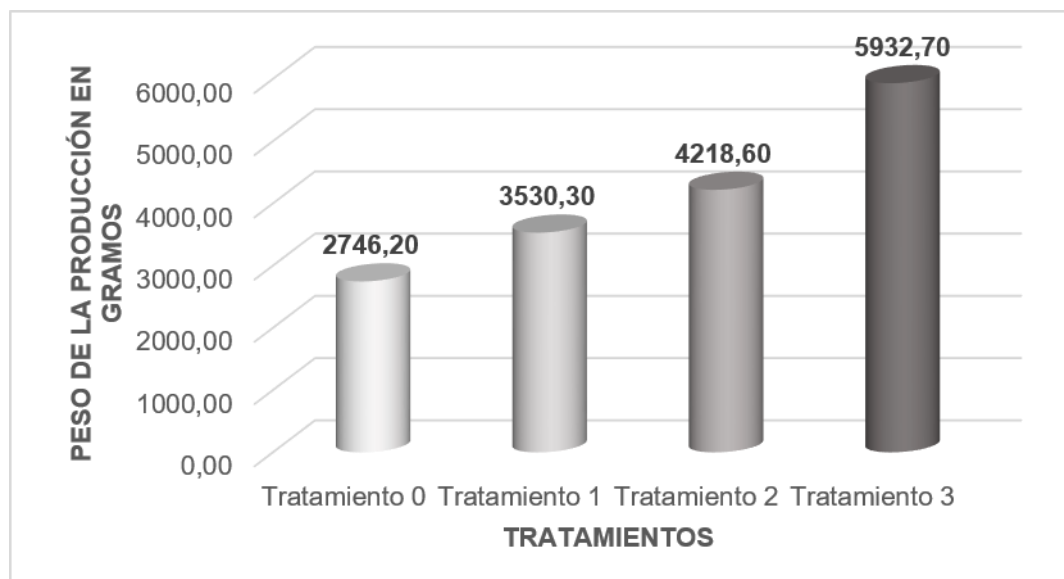
Fuente: Autores

Variable 8. Peso de la producción por tratamiento expresado en gramos

Como se puede ver en la Tabla 2 y en la Gráfica 10, el mayor peso se registró en el tratamiento tres (T3) en el cual se aplicó el fertilizante químico al momento de la siembra y por una sola vez en etapa de floración 20 L/ha del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina, alcanzando un total aproximado de 5.932,7 gramos. El menor peso se presentó en el tratamiento cero (T0) o tratamiento testigo, en el cual se aplicó solamente fertilizante químico, con un total aproximado de 2.746,2 gramos.

Gráfica 10.

Peso de la producción por tratamiento expresado en gramos



Fuente: Autores

Identificación de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza

A continuación, en la Tabla 3, se describen las etapas de desarrollo de una planta de frijol variedad Zaragoza, en condiciones agroecológicas del Socorro – Santander (Colombia) y del diseño experimental:

Tabla 3.

Etapas de desarrollo en el cultivo de frijol

Fase	Etapas (Código)	Evento con que se inició cada etapa
vegetativa	Germinación (V0)	Se presentó en condiciones óptimas de humedad dadas las precipitaciones ocurridas en la zona en la época de siembra.
	Emergencia (V1)	El 50% de la población esperada presentó cotiledones visibles a nivel del suelo.
	Hojas primarias (V2)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó las hojas primarias totalmente desplegadas.
	Primera hoja trifoliada (V3)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó la primera hoja trifoliada.
	Tercera hoja trifoliada (V4)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó la tercera hoja trifoliada desplegada.
Reproductiva	Prefloración (R5)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó el primer botón o el primer racimo.
	Floración (R6)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó la primera flor abierta.
	Formación de vainas (R7)	El 50% de las plantas de la parcela experimental presentó la primera vaina con la corola de la flor colgada o desprendida.
	Llenado de vainas (R8)	El 50% de las plantas de la parcela experimental empezaron a llenar la flor colgada o desprendida.
	Maduración (R9)	El 50% de las plantas de la parcela experimental iniciaron la decoración y secado de la primera vaina.

Fuente: Autores (Adaptado de Fernández, Gepts & López, 1986).

Gráfica 11.

Etapas de desarrollo de una planta de frijol variedad Zaragoza



Fuente: Arias, Rengifo & Jaramillo (2007)

Tabla 4.

Etapas de desarrollo de una planta de frijol variedad Zaragoza, en condiciones agroecológicas del Socorro – Santander (Colombia)

Fase	Etapas	Código	Días Después de Siembra (DDS)
Vegetativa	Germinación	V0	0 – 5
	Emergencia	V1	5 – 7
	Hojas primarias	V2	7 – 12
	Primera hoja trifoliada	V3	12 – 18
	Tercera hoja trifoliada	V4	18 – 25
Reproductiva	Prefloración	R5	25 – 34
	Floración	R6	34 – 39
	Formación de vainas	R7	39 – 48
	Llenado de vainas	R8	48 – 67
	Maduración	R9	67 – 84

Fuente: Autores (Adaptado de García, 2009, p. 9)

Determinación de la rentabilidad del cultivo de frijol Zaragoza

Para comenzar el cálculo de la rentabilidad fue necesario determinar el ingreso bruto, el cual es igual a la producción en kilogramos de cada tratamiento por el precio de venta de un (1) kilo de frijol Zaragoza, que en este caso fue de \$5.200. Según Cámara de Comercio de Bogotá (2015), se estima que los costos de producción para un cultivo de frijol alcanzan un 83.2%; bajo este porcentaje se realizó el cálculo del tratamiento cero (T0), con un aumento de 10, 15 y 20% en los tratamientos uno, dos y tres (T1, T2 y T3) respectivamente, sobre el costo de producción del tratamiento testigo, que representa el valor del fertilizante edáfico líquido Nitrógeno Orgánico Reina y su aplicación. El ingreso neto se calculó a través de la diferencia del ingreso bruto menos los costos de producción. La relación beneficio/costo se halló dividiendo el ingreso bruto sobre el costo de producción de cada uno de los tratamientos y, por último, la rentabilidad expresada en porcentaje, se consiguió dividiendo los ingresos netos sobre los costos de producción multiplicado por cien (100). Los resultados se pueden ver en la Tabla 5.

Tabla 5.

Resultados de la determinación de la rentabilidad

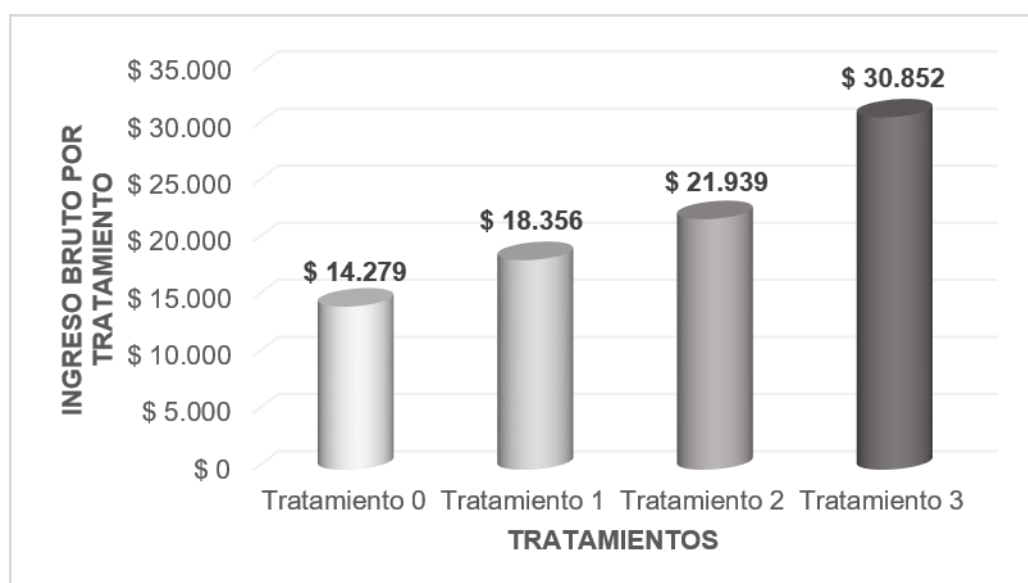
Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Producción tratamientos (kg)	2,746	3,530	4,219	5,933
Ingreso Bruto	\$14.279	\$18.356	\$21.939	\$30.852
Costos de producción (83,2%)	\$11.881	\$13.069	\$13.663	\$14.257
Ingreso Neto	\$2.398	\$5.287	\$8.276	\$16.595
Relación Beneficio/Costo	1,20	1,40	1,61	2,16
Rentabilidad (%)	20,2	40,5	60,6	116,4

Fuente: Autores

Como se puede ver en la Tabla 5 y en las Gráfica 12, 13, 14 y 15 el tratamiento tres (T3) fue el que generó mayor ingreso bruto, mayor ingreso neto, mayor relación beneficio/costo y mayor rentabilidad dentro de la parcela experimental, seguido del tratamiento dos (T2) y del tratamiento uno (T1). El tratamiento cero (T0) fue el que presentó los menores valores.

Gráfica 12.

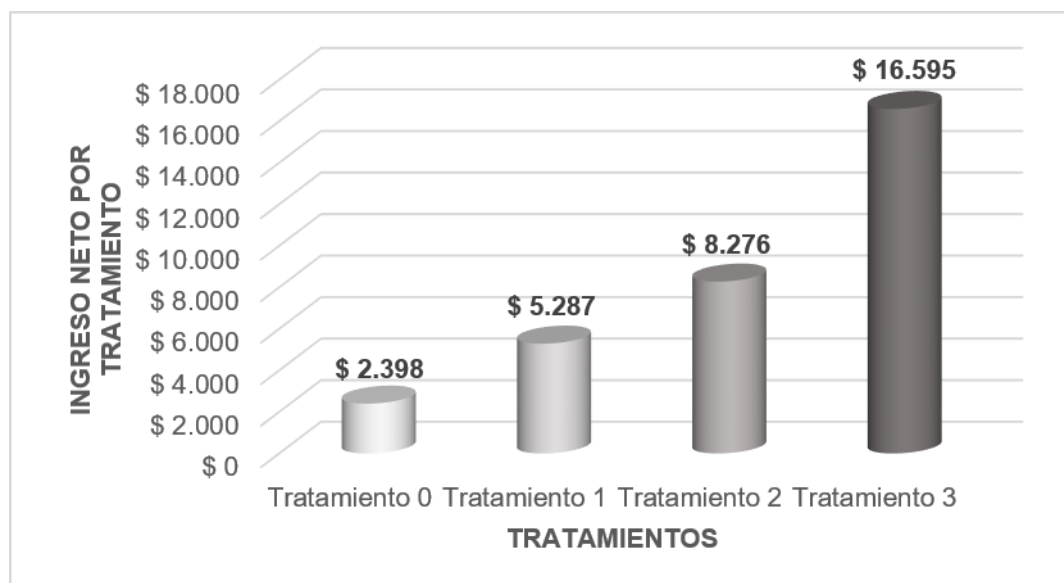
Ingreso bruto en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental



Fuente: Autores

Gráfica 13.

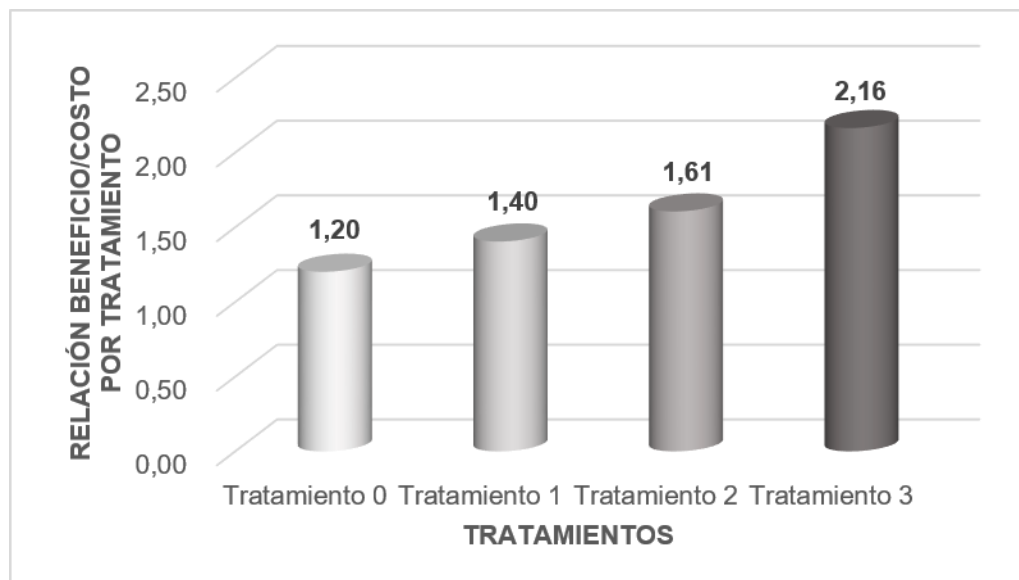
Ingreso neto en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental



Fuente. Autores

Gráfica 14.

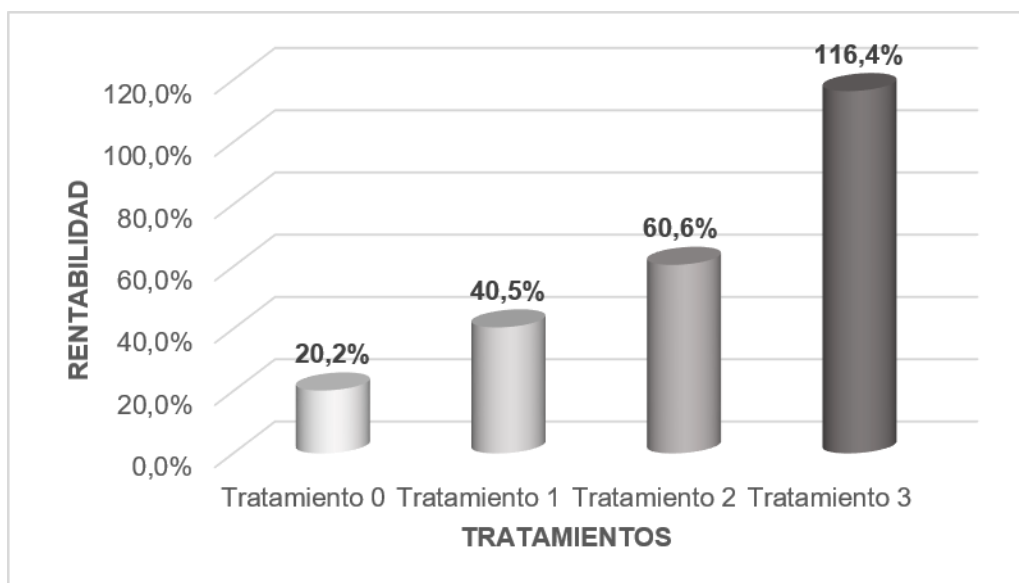
Relación beneficio/costo en cada tratamiento de la parcela experimental



Fuente: Autores

Gráfica 15.

Rentabilidad en cada uno de los tratamientos de la parcela experimental



Conclusiones

En la evaluación del rendimiento productivo del frijol Zaragoza, se pudo determinar que el mejor tratamiento fue el número tres (T3) en el cual se aplicó fertilizante químico al momento de la siembra más una dosis de 20 L/hectárea de Nitrógeno Orgánico Reina en etapa de floración, evidenciando que éste fue sobresaliente en cada una de las variables evaluadas a lo largo del desarrollo del cultivo. Se evidenció que en el tratamiento tres (T3) donde se presentó un mayor porcentaje de floración se logró prevenir, en comparación con los demás tratamientos, la caída de flores y por ende el mayor cuaje de vainas.

En la identificación de las etapas fenológicas del cultivo de frijol Zaragoza, se logró determinar que dadas las condiciones agroecológicas presentes en el municipio de Socorro (Santander) en la época de desarrollo del cultivo (meses de abril, mayo y junio del año 2020) el ciclo del cultivo fue de 84 días (desde la siembra hasta la cosecha), encontrando que en su fase reproductiva la etapa de floración (R6) se presentó entre los 34 y 39 días después de la siembra, y la etapa de llenado de vainas (R8) se presentó entre los 48 y 67 días después de la siembra.

Por su parte, en la determinación de la rentabilidad, se identificó que en el tratamiento tres (T3) se obtuvo el mayor ingreso bruto dentro de la parcela experimental con un valor de \$30.850; un mayor ingreso neto de \$16.593; una relación beneficio/costo de 2,16 y por ende una mayor rentabilidad de 116,4%, lo que sugiere que el proyecto es económicamente viable. Aunque los valores obtenidos en la relación beneficio/costo de los tratamientos dos (T2), uno (T1) y cero (T0) fue >1 y en todos los tratamientos se presentó un porcentaje de rentabilidad, el tratamiento tres (T3) fue superior en todos los aspectos a los demás tratamientos.

Recomendaciones

Se recomienda realizar ensayos donde se manejen menores distancias de siembra entre plantas y entre surcos con esta variedad permitiendo mayores poblaciones, y por ende mayor aprovechamiento de los recursos.

Es necesario evaluar el fertilizante orgánico edáfico líquido con mayores dosis a las evaluadas en el presente proyecto aplicado, a fin de determinar la dosificación óptima para lograr una producción rentable del cultivo de frijol Zaragoza.

Se recomienda que el tratamiento tres (T3) sea evaluado en zonas que ofrezcan diversidad de condiciones agroecológicas que permitan validar las conclusiones de este proyecto y donde se pueda incluir el uso de paquetes tecnológicos.

Referencias bibliográficas

Ancín Rípodas, M. (2011). Evaluación de diferentes tipos de fertilizantes químicos y orgánicos en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L. var. Alubia) en el distrito de San Juan de Castrovirreyra-Huancavelica (Perú). Sitio web:

<https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arias Restrepo, J. H.; Rengifo Martínez, T., & Jaramillo Carmona, M. (2007). Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en la producción de frijol voluble. Corpoica, Gobernación de Antioquia, FAO. Medellín, Colombia, 49-81. Sitio web:

<http://www.fao.org/3/a-a1359s.pdf>

Bautista Zamora, D. M., Chavarro Rodríguez, C. L., Cáceres Zambrano, J., & Buitrago Mora, S. (2017). Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. Sitio web:

https://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/ciencias_hortícolas/article/download/5496/pdf

Cámara de Comercio de Bogotá (2015). Manual fríjol. Sitio web:

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14313/Frijol.pdf?s>

Debouck, D. G., & Hidalgo, R. (1985). Morfología de la planta de frijol común. Programa de las Naciones Unidas (PNUD). Sitio web:

<https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/81884/morfologia-7eba331e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fernández de Córdova, F.; Gepts, P. L., & López Genes, M. (1986). Etapas de desarrollo de la planta de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Sitio web:

http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/28093.pdf

García Mendoza, E. (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucia, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua. IICA, Managua (Nicaragua). Proyecto Red de Innovación Agrícola, Managua (Nicaragua). Cooperación Suiza en América Central, Managua (Nicaragua). Sitio web:

<http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>

Gaviria Hernández, Y. A., & Ordoñez Osorio, J. A. (2019). Evaluación de cuatro niveles de macronutrientes (NPK) en la producción de dos variedades nuevas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos ambientes diferentes de cultivo del Departamento de Risaralda. Sitio web:

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35367/jordonez.pdf?sequence=1>

Grupo Agroindustrial Reina (2019). Productos. Sitio web:

<https://www.pycrein Ltda.org/productos>

Guerrero, R. (1995). Fertilización de cultivos en clima medio. Barranquilla, Colombia:

Monómeros Colombo Venezolanos. Fertilidad de los suelos de clima medio en Colombia, 15-20.

<http://www.monmeros.com/descargas/dpmanualmedio.pdf>

Henríquez, G. R., Prophete, E., & Orellana, C. (1995). Fascículo 5: manejo Agronómico del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Sitio web:

<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/79750/Fasciculo4malezas.pdf?sequence=1>

Infostat (2020). Software estadístico. Sitio web: <https://www.infostat.com.ar/>

Jácome, A. R., Peñarete, W., & Daza, M. C. (2013). Fertilización orgánica e inorgánica en fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisol con propiedades ándicas. Ingeniería de

Recursos Naturales y del Ambiente, (12), 59-67. Sitio web:

<https://www.redalyc.org/pdf/2311/231130851006.pdf>

Pupiales Criollo, H. A.; Pupiales Criollo, J. A. & Parra Silva, A. (2008). Respuesta del frijol lima (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de abono orgánico a base de residuos sólidos de

fique, el Tambo, departamento de Nariño, Colombia. Sitio web:

<http://sired.udenar.edu.co/5386/1/79812.pdf>

Tamayo Vélez, A., & Bernal Estrada, J. A. (2018). Respuesta productiva del cultivo del fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la fertilización química y biológica en zonas productoras de


Colombia. Sitio web:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/72392>

Anexos

Anexo A: Análisis de suelo

Secretariado Diocesano de Pastoral Social - SEPAS
INSTITUTO TÉCNICO PARA EL DESARROLLO RURAL
IDEAR
NIT. 800.127.759-1
LABORATORIO PEÑAFLOR
Km. 3 Via a Bucaramanga
Teléfono : (97) 7235032
San Gil, Santander



LABORATORIO
PEÑAFLOR
IDEAR Nit. 800.127.759-1



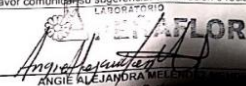
CODIGO: 002	DEPARTAMENTO: SANTANDER	VEREDA: ALTO DE CHOCHOS
PROPIETARIO: DIANA MARCELA ROJAS	MUNICIPIO: ISOCORRO	FINCA: QUINTAS DE MARIA JOSE
RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: ENERO 28-2020	CULTIVO: FRIJOL Y CAFE	ENTREGA DEL ANALISIS: FEBREO 14-2020


MUESTRA:	TEXTURA	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Na	Al	CIC	CIC Efectiva	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		Unidades de pH	%	%	(ppm)				meq /100 g suelo								
COMPLETO	Franco Arcilloso Arenoso	4.6	7.3	0.37	8	0.93	2.54	0.60	0.11	1.7	29.7	5.77	135.7	0.75	0.37	1.04	1.12

PARAMETRO	MÉTODO ANALÍTICO	PARAMETRO	MÉTODO ANALÍTICO
pH: Potencial de Hidrogeno	Potenciométrica: Relación 1:1 agua destilada	MO: Materia orgánica	Colorimétrico: Walkley Black
P: Fósforo Disponible	Colorimétrico: Bray II	Fe, Mn, Cu, Zn	Absorción Atómica Extracción con DTPA
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico	Titolométrico: Extracción Acetato de Amonio	B: Boro	Colorimétrico: Extracción agua caliente
Ca, Mg, Na, K: Bases Intercambiables	Absorción Atómica Extrac. Acetato de Amonio	N: Nitrógeno	Calculado en base al % de Materia Orgánica
Al: Aluminio Intercambiable	Absorción Atómica Extrac. Cloruro de Potasio	CIC Efectiva	Calculado

NOTAS

Nota 1: Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
 Nota 2: Estos resultados son válidos únicamente para la muestra suministrada por el cliente.
 Nota 3: Los métodos analíticos aplicados en el laboratorio son válidos únicamente para muestras de suelos y no a otros materiales de características físicas similares.
 Nota 4: La contramuestra de la muestra analizada se almacenará por un periodo de tiempo de 6 meses a partir de la fecha de emisión del resultado.
 Nota 5: Información y muestra sugerencia, observación o reclamo al teléfono 7235032 - 314 473 7140 o al correo electrónico: lab.pennaflor@gmail.com
 Nota 6: Por favor comunicarse su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 7235032 - 314 473 7140 o al correo electrónico: lab.pennaflor@gmail.com


 ANGE ALEJANDRA MELÉNDEZ
 Químico. Matrícula Profesional 1295279610

	LABORATORIO DE ANALISIS AGUAS Y SUELOS PEÑAFLOR -LASP
	Formato para Análisis de Resultados y Recomendaciones
Versión 01 Página 78 de 80	LASP-T-IR-F07 Vigencia: 2020

Fecha de Emisión:	Febrero 28 del 2020	Cultivo:	FRIJOL
Código Muestra:	002	Edad:	A ESTABLECER


ANÁLISIS DE RESULTADOS: Es un suelo muy fuertemente ácido, puesto que el pH es de 4,6. El contenido de Materia Orgánica (MO) es alto (7,3). El porcentaje de Nitrógeno Total (N) calculado en base al % MO es alto (0,37). El contenido de Fósforo (P) es muy bajo. (8) Respecto a las bases de cambio, tenemos un nivel de Potasio (K) alto, Magnesio (Mg) muy bajo y un nivel de Calcio (Ca) bajo. El nivel de Sodio (Na) es Normal, aunque no es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, es importante para el diagnóstico de suelos, ya que pueden tener problemas de erosión por altas concentraciones. La capacidad de intercambio catiónica (CIC) es alta. El contenido de Aluminio (Al) en el suelo, nos muestra que hay presencia de saturación de aluminio que no afecta el cultivo de frijol; debido a que el porcentaje de saturación de aluminio es de 28,96%, respecto a la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CIC efectiva), es baja. La Textura Franco arcillo arenoso es adecuada para el cultivo. Respecto a los elementos menores, tenemos niveles de Boro (B) alto, (Fe) alto, Manganeseo (Mn) bajo, Cobre (Cu) bajo y con contenido bajo de Zinc (Zn).

RECOMENDACIÓN: El suelo tiene una fertilidad de moderada a baja, se hace necesario realizar un plan de nutrición adecuado para lograr buenos rendimientos del cultivo de frijol.

Se hace necesario realizar aplicación de óxido de magnesio con el objetivo de elevar este contenido en el suelo a razón de 5 gramos por sitio o por plántula de frijol, ya que la relación Ca/Mg es de 4,23; lo que nos interpreta que sus contenidos están muy bajos en el suelo y nos muestra una deficiencia de magnesio en el suelo, se requiere estar bien provisto de materia orgánica, el suelo cuenta con un alto contenido de materia orgánica por lo que se hace necesario realizar una buena preparación de terreno donde se pueda incorporar micorizas a razón de 40 gramos por metro lineal para buscar aumentar el nivel de fósforo en el suelo. En el momento de las lluvias aplique los siguientes fertilizantes con el objetivo de enriquecer los nutrientes necesarios para un mejor desarrollo vegetativo del cultivo de frijol, aplique 4 bultos de Urea por hectárea, mezclados con 3 bultos de **Difosfato de amonio (DAP)** por hectárea, más un bulto de **Cloruro de Potasio** por hectárea; ya que la relación Ca/K es de 2,73, es decir no hay deficiencia de potasio; si se utiliza la distancia sugerida de 60cms entre surcos y 15 cms entre plantas se estaría aplicando aproximadamente 4 gramos por sitio o plántula de frijol. Como en elementos menores los contenidos de manganeso, cobre y zinc se encuentran muy bajos, se hace recomendable que se realice aplicaciones de agrimins a razón de 3gramos por sitio de frijol, 30 días después de realizado el aporque, en las primeras horas de la mañana aplique 5 gramos de urea por plántula para obtener una muy buena producción de hojas y mejorar la producción. Recuerde que preferiblemente este cultivo no tolera encharcamiento ni humedad excesiva en el ambiente. Realizar nuevamente análisis de suelos en 12 meses.

NOTAS:

Nota 1: Prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
 Nota 2: Estos resultados son válidos únicamente para la muestra suministrada por el cliente.
 Nota 6: Por favor comunicarse su sugerencia, observación o reclamo al teléfono 7235032 - 314 473 7140 o al correo electrónico: lab.pennaflor@gmail.com

REALIZADO POR: 
EDGAR RODRIGUEZ
 Ingeniero Agrónomo – Universidad de Córdoba.
 T.P.13.056 del Ministerio de agricultura.

Fuente: Laboratorio Peñaflor (2020)

Anexo B. Recomendaciones basadas en el análisis de suelo

Teniendo en cuenta el valor del pH (4.6) fue necesario realizar el encalado de la parcela experimental utilizando como enmienda el corrector acondicionador orgánico mineral biológico de suelo en relación de 1.450 kg/ha, es decir, 50 kg para el área de la parcela experimental, el cual fue aplicado treinta y cinco (35) días antes de la siembra.

Corrector (Acondicionador orgánico mineral biológico de suelos)



Fuente: Grupo Agroindustrial Reina (2019)

Recomendaciones de fertilización del cultivo de frijol dados los resultados del análisis de suelo

Resultados del análisis			Fertilización recomendada		
M.O.	P	K	N	P2O5	K2O
%	Bray II (ppm)	meq/100g	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
7,3 (medio – alto)	8 (bajo)	0,93 (alto)	29	75	15

Fuente: Autores

Fertilización química utilizada

Fertilizante	Dosis (kg/ha)	Dosis ajustada al área de la parcela (kg)	Época de aplicación	Forma de aplicación
DAP* 18-46-0	163	5,6	A la siembra	5 cm al fondo y al lado del surco de siembra
KCl* 0-0-60	25	0,9		

Fuente: Autores

Nota. Los fertilizantes relacionados son compatibles y por tanto factibles de mezclarse

Fertilización edáfica líquida utilizada (Nitrógeno Orgánico Reina)

Tratamiento	Dosis (litros/ha)	Dosis ajustada al área de la parcela (ml)	Época de aplicación	Forma de aplicación
T0	0	0	N/A	N/A
T1	10	86,3	En floración (34 DDS)	Directamente en el suelo mediante aspersión
T2	15	129,4		
T3	20	172,5		

Fuente: Autores

Nota. N/A = No Aplica; DDS = Días Después de la Siembra

Nitrógeno Orgánico Reina

Es un abono orgánico mineral de suelo líquido, con materia orgánica oxidada y silicato de magnesio. Ayuda a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, facilita la absorción de nutrientes que son fuente en el desarrollo de las plantas logrando un incremento de la producción. Propicia resistencia a plagas y enfermedades.

Nitrógeno Orgánico Reina

 **Lea completamente la ETIQUETA antes de usar el producto**
Manténgase fuera del alcance de los niños

El producto debe ser agitado y filtrado antes de su aplicación. 

El Nitrógeno Orgánico Reina

Es un abono orgánico mineral de suelos líquido, con materia orgánica oxidada, silicato de magnesio. Ayuda a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, facilita la absorción de nutrientes que son fuente en el desarrollo de las plantas logrando un incremento de la producción. Propicia resistencia a plagas y enfermedades

ADVERTENCIAS

EL NITRÓGENO ORGÁNICO REINA

No es tóxico para humanos ni para animales, sin embargo evite su ingestión, así como el contacto con los ojos y mucosas por que puede causar irritación.

MEDIDAS DE MANEJO

El operario debe utilizar equipos de aplicación reglamentarios y lavarse con abundante agua y jabón después de la aplicación.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Cualquier residuo de este envase es soluble en agua y jabón después de la aplicación.

ALMACENAMIENTO

Conserve en un lugar ventilado y bajo llave.



Productora y Comercializadora
REINA LTDA.
"INTEGRANDO AL SERVIDOR DEL CAMPEÑO"

NITROGENO ORGANICO REINA

**LIQUIDO CONCENTRADO O SOLUBLE
USO AGRICOLA**

NITROGENO TOTAL(N)	55.00 gr/lit
FOSFORO ASIMILABLE	10.50 gr/lit
POTASION SOLUBLE	30.00 gr/lit
CALCIO	2.16 gr/lit
MAGNESIO	0.85gr/lit
AZUFRE	4.85 gr/lit
SILICE	8.60 gr/lit
BORO	20.00 gr/lit
COBRE	20.00 gr/lit
ZINC	20.00 gr/lit
CARBONO ORGANICO	62.00 gr/lit
MATERIA ORGANICA	89.50 gr/lit
Rel(C/N)	1.13 gr/lit
ph	8.75 gr/lit
C.E.	1.613 mmnos/cm
DENSIDAD	1.26 gr/cc

LA VENTA Y APLICACIÓN DE ESTE PRODUCTO DEBE HACERSE POR RECOMENDACIÓN DE UN INGENIERO AGRÓNOMO, CON BASE EN ANÁLISIS DE SUELOS O TEJIDO FOLIAR

CONTENIDO NETO: 20 Litros

FABRICADO Y DISTRIBUIDO PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA REINA LTDA
Planta de producción km 7 vía Nelva-Palermo
Tel.: 3114625430-3043359852-8758391

RECOMENDACIONES DE USO Y MANEJO

EL NITRÓGENO ORGÁNICO REINA

Debe aplicarse directamente al suelo mediante aspersión. Debe cubrir totalmente toda las superficies a aplicar y hacerlo junto o después de la fertilización y el suelo debe presentar humedad suficiente.

DOSIS RECOMENDADA Y EPOCAS DE APLICACIÓN

Como dosis para cultivos se **recomienda 10 a 20 litros** del Nitrógeno Orgánico Reina por Hectárea.
Se puede aplicar en pre siembra, siembra y mensualmente al suelo.

AVISO DE GARANTIA: el fabricante garantiza que las características fisicoquímicas del producto, corresponden a las anotadas en la etiqueta y mediante registro oficial de venta se verifico que es apto para los fines aquí recomendados de acuerdo con las indicaciones de ejemplo.

LOTE: 012001
FECHA DE FORMULACION:
15 enero 2018
FECHA DE VENCIMIENTO:
31 diciembre 2022

Fuente: Grupo Agroindustrial Reina (2019)

Anexo C. Registro fotográfico

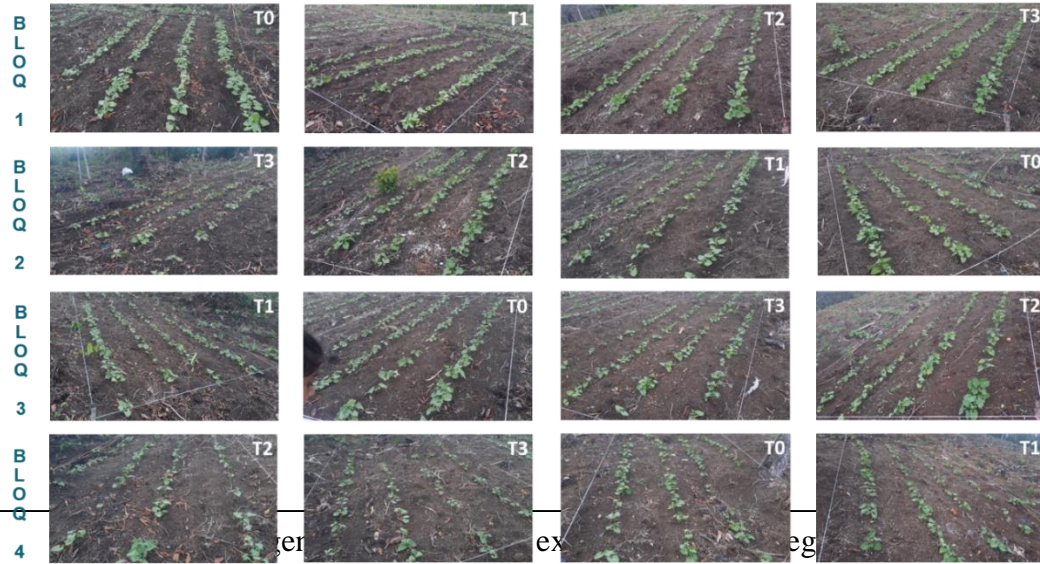


Toma de la	
Aplicación de correctivos (29/febrero/2020) Fuente: Autores	Semilla de frijol variedad Zaragoza (rosado) Fuente: Autores

Delimitación de la parcela y sus unidades experimentales
 (28/enero/2020)
 Fuente: Autores



Siembra
 (4/abril/2020)
 Imagen del bloque 1 donde se observan los 4 tratamientos
 Fuente. Autores



(23/abril/2020)
Fuente: Autores



Registro en fase reproductiva del
Tratamiento 0 Bloque 4
(9/mayo/2020)
Fuente: Autores



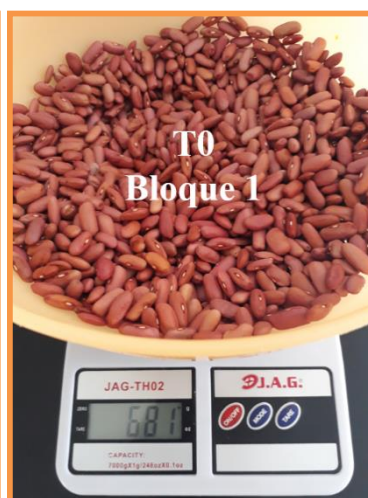
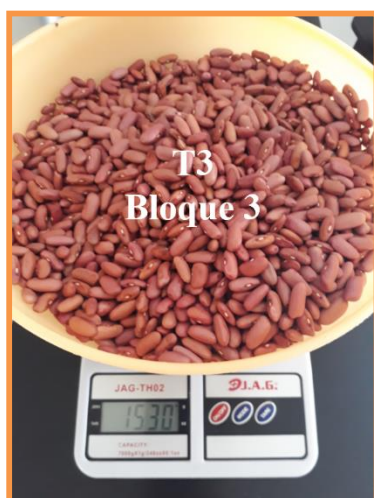
Registro en fase reproductiva del
Tratamiento 3 Bloque 1
(9/mayo/2020)
Fuente: Autores



Registro fase reproductiva
Etapa de floración R6
(13/mayo/2020)
Imagen Izquierda: Tratamiento 0 Bloque 2
Imagen derecha: Tratamiento 3 Bloque 2
Fuente: Autores



Registro fase reproductiva
Etapa de llenado de vainas R8
(30/mayo/2020)
Imagen Izquierda: Tratamiento 0 Bloque 3
Imagen derecha: Tratamiento 3 Bloque 4
Fuente: Autores



Pesaje de la producción (mayor y menor producción)
Imagen Izquierda: Tratamiento 3 Bloque 3
Imagen derecha: Tratamiento 0 Bloque 1
Fuente: Autores

Anexo D. Analisis de varianza

Altura de la planta por tratamiento expresada en centímetros

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	16	1,00	1,00	0,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	791,37	6	131,89	831,61	<0,0001
Tratamiento	790,87	3	263,62	1662,17	<0,0001
Bloque	0,50	3	0,17	1,05	0,4158
Error	1,43	9	0,16		
Total	792,79	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1586 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	32,34	4	0,20	A
T1	36,25	4	0,20	B
T2	43,00	4	0,20	C
T3	50,84	4	0,20	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Número de brotes foliares por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de brotes foliares	16	0,91	0,85	4,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	132,68	6	22,11	14,89	0,0003
Tratamiento	125,94	3	41,98	28,26	0,0001
Bloque	6,74	3	2,25	1,51	0,2766
Error	13,37	9	1,49		
Total	146,05	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1,4854 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	24,89	4	0,61	A
T1	27,50	4	0,61	B
T2	29,04	4	0,61	B
T3	32,64	4	0,61	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Grosor del tallo de las plantas por tratamiento expresado en milímetros

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (mm)	16	0,99	0,99	0,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,4378	6	0,0730	196,01	<0,0001
Tratamiento	0,4241	3	0,1414	379,79	<0,0001
Bloque	0,0136	3	0,0045	12,22	0,0016
Error	0,0034	9	0,0004		
Total	0,4411	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0004 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	8,58	4	0,01	A
T1	8,72	4	0,01	B
T2	8,90	4	0,01	C
T3	9,00	4	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Número de flores producidas por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de flores	16	0,99	0,99	1,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	188,54	6	31,42	271,93	<0,0001
Tratamiento	187,43	3	62,48	540,65	<0,0001
Bloque	1,12	3	0,37	3,22	0,0757
Error	1,04	9	0,12		
Total	189,58	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,1156 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	15,88	4	0,17	A
T1	18,30	4	0,17	B
T2	20,03	4	0,17	C
T3	25,20	4	0,17	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Porcentaje de floración por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de floración	16	0,99	0,99	1,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2404,70	6	400,78	272,14	<0,0001
Tratamiento	2390,49	3	796,83	541,06	<0,0001
Bloque	14,22	3	4,74	3,22	0,0756
Error	13,25	9	1,47		
Total	2417,96	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 1,4727 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	56,70	4	0,61	A
T1	65,36	4	0,61	B
T2	71,52	4	0,61	C
T3	90,00	4	0,61	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Número de vainas por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de vainas	16	1,00	1,00	1,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	176,53	6	29,42	513,22	<0,0001
Tratamiento	175,98	3	58,66	1023,20	<0,0001
Bloque	0,56	3	0,19	3,23	0,0749
Error	0,52	9	0,06		
Total	177,05	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0573 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T0	9,15	4	0,12	A
T1	11,35	4	0,12	B
T2	13,30	4	0,12	C
T3	18,14	4	0,12	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Número de granos/vaina por tratamiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº de granos/vaina	16	0,96	0,93	0,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,20	6	0,03	35,32	<0,0001
Tratamiento	0,19	3	0,06	66,67	<0,0001
Bloque	0,01	3	3,7E-03	3,97	0,0469
Error	0,01	9	9,3E-04		
Total	0,21	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0009 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	3,97	4	0,02 A
T1	4,05	4	0,02 B
T2	4,13	4	0,02 C
T3	4,26	4	0,02 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).

Peso de la producción por tratamiento expresado en gramos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso (gr)	16	0,99	0,99	2,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1390457,73	6	231742,95	261,11	<0,0001
Tratamiento	1382504,23	3	460834,74	519,23	<0,0001
Bloque	7953,50	3	2651,17	2,99	0,0885
Error	7987,77	9	887,53		
Total	1398445,50	15			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 887,5301 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T0	686,55	4	14,90 A
T1	882,58	4	14,90 B
T2	1054,68	4	14,90 C
T3	1483,18	4	14,90 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autores

Nota. Análisis realizado a través del software estadístico Infostat (2020).