



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Tesis

**Evaluación de diferentes fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Variedad Rojo Extrema Sequía, Centro Experimental las Mercedes, 2020**

### **Autor**

Br. Jayder Johan Rugama Arauz

### **Asesor**

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2021**



"Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible"

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Tesis

**Evaluación de diferentes fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Variedad Rojo Extrema Sequía, Centro Experimental las Mercedes, 2020**

### **Autor**

Br. Jayder Johan Rugama Arauz

### **Asesor**

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

**Presentado a la consideración del Honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo**

**Managua, Nicaragua  
Octubre, 2021**

Hoja de aprobación del Comité Evaluador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

***Ingeniero Agrónomo***

---

Miembros del comité Examinador

Dr. Víctor Aguilar Bustamante

Msc. Jorge Antonio Gómez  
Martínez

---

Presidente

Secretario

Ing. Luis Ruiz Obando

---

Vocal

Lugar y Fecha: 06 de octubre 2021

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
INDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
<b>I</b>	
<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>II</b>	
<b>OBJETIVOS</b>	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
<b>III.</b>	
<b>MARCO DE REFERENCIA</b>	3
3.1. Generalidades del cultivo del frijol	4
3.1.1. Generalidades de la variedad del frijol	4
3.1.3. Importancia	4
3.1.4. Producción	4
3.2. Requerimientos climáticos del cultivar de frijol	5
3.2.1. Temperatura	5
3.2.2. Duración del día (luz)	5
3.2.3. Humedad relativa	5
3.2.4. Vientos	5
3.3. Requerimiento nutricional del cultivo de frijol	5
3.3.1. Fertilización sintética (Ferti frijol)	6
3.3.2. Fertilización orgánica (compost)	6
3.4. Factores externos y climáticos que afectan el cultivo de frijol	7
3.4.1. Efectos del estrés hídricos en la planta de frijol	7
3.4.2. Efectos del exceso de agua en el frijol	7
3.5. Estudios realizados	7
<b>IV.</b>	
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	9
4.1. Ubicación del estudio	9
4.1.1. Clima	9
4.1.2. Suelo	9
4.2. Diseño metodológico	10
4.2.1. Descripción del diseño experimental	10
4.2.2. Descripción de los tratamientos	11
4.2.3. Condiciones	11
4.2.4. Descripción de la variedad	11
4.2.5. Variables para evaluar	12
4.3. Recolección de datos	12
4.4. Análisis de datos	13
4.5. Análisis económico	13
4.5.1. Costos variables (CV)	13
4.5.2. Costos fijos (CF)	13

4.5.3	Costo total	13
4.5.4	Beneficio bruto (BB)	13
4.5.5	Beneficio neto (BN)	13
4.6	Manejo agronómico del cultivo de frijol	14
4.6.1	Preparación de suelo	14
4.6.2	Siembra	14
4.6.3	Fertilización	14
4.6.4	Control de malezas	14
4.6.5	Cosecha	14
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	15
5.1.	Evaluación de los diferentes fertilizantes en las variables de crecimiento	15
5.1.1	Altura de planta (cm)	15
5.1.2	Número de plantas por metro lineal	16
5.1.3	Número de hojas trifoliadas por plantas	16
5.1.4	Número de rama por planta	17
5.2	Evaluación de los diferentes fertilizantes en las variables del componente de rendimiento	18
5.2.1	Número de vaina por planta	18
5.2.2	Número de granos por vaina	19
5.2.3	Peso de cien semillas (g)	20
5.2.4	Rendimiento kg / ha	21
5.3	Análisis económico	22
5.3.1	Análisis de presupuesto parcial	23
5.3.2	Análisis de dominancia	24
5.3.3	Análisis de la tasa retorno marginal	25
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	26
<b>VII.</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	27
<b>VIII.</b>	<b>ANEXOS</b>	31

---

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis de grado especialmente a **Dios** por haberme dado la vida, salud, sabiduría y la fuerza para siempre salir adelante gracias a dios he sido un hombre que lucha por lo que quiere ha estado para mí en cada etapa de mi vida y sobre todo por mi carrera universitaria superando los obstáculos que ha pasado en mi vida.

A mis queridos padres, **Juan Luis Rugama Rugama y Norma Lisseth Arauz Salgado** por su apoyo incondicional y los buenos valores que me inculcaron en la vida Madre desde el cielo espero que vea mi triunfo y mis logros son cosechas de los buenos valores que me infundiste, por estar conmigo casi en mi último momento de mis estudios universitarios. A mi padre te agradezco por siempre confiar en mí y esa solidaridad que siempre has tenido conmigo, a mis hermanos del alma Jelder Rugama Arauz, José Luis Rugama Arauz, Norman Rugama Arauz y Marleydis Rugama Arauz los amo gracias por confiar en mi persona siempre.

A mi asesor, Ing. Miguel Jerónimo Ríos quien nunca desistió al enseñarme, apoyándome en el campo, en los análisis estadísticos y redacción de mi tesis por haber depositado su confianza en mí.

A mis amigos y compañeros de la universidad quienes estimo mucho y compartimos momentos buenos y malos Kenneth Romero, Jayson Ruiz, Axel Torrez, Silke Herrera, Elvin Rodríguez, Olga Blandón, Yelsin Valenzuela, Josstin Santos, Thania Ruiz, Marlen Casanova y Yorman Herrera Casanova gracias por su apoyo bendiciones para todos.

***Br. Jayder Johan Rugama Arauz***

## **AGRADECIMIENTO**

A ti Dios, te doy las gracias y te alabo porque me has dado sabiduría e iluminaste mi mente para culminar mis estudios universitarios dándome fuerzas y fortalezas para superar diferentes obstáculos que se interpusieron en mi camino.

A nuestra alma mater, Universidad Nacional Agraria por contribuir a la formación de excelentes profesionales.

A la (DUEP) por materiales y apoyo económico, a mi asesor; Ing. Miguel Jerónimo Ríos por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de tesis.

A la dirección de servicio estudiantil por permitirnos gozar a lo largo de la universidad, de mi beca interna durante los cuatro años y medio y finalmente la beca tesis de nuestra carrera universitaria y al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA) por su apoyo incondicional proporcionando documentación y herramientas para nuestra formación profesional a la Lic. Ruth Velia Gómez, que me brindó su apoyo en material de investigación. También la atención del personal Lic. Meyling Flores, que siempre me apoyaron en mi situación sentimental y laboral de mis estudios.

***Br. Jayder Johan Rugama Arauz***

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Demanda nutricional del frijol	6
2.	Propiedades químicas del suelo	10
3.	Dimensiones de parcelas, bloques y área total	10
4.	Descripción de los tratamientos en estudio	11
5.	Características agronómicas del cultivo a evaluar	11
6.	Altura de la planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, 2020	15
7.	Número de plantas por metro lineal en diferentes momentos de evaluación. Las Mercedes, 2020.	16
8.	Números de hojas trifoliadas por planta en diferentes momentos de evaluación. Las Mercedes 2020.	17
9.	Evaluación de números de ramas por planta, Las Mercedes 2020.	18
10.	Evaluación de números de vainas por planta, Las Mercedes 2020.	19
11.	Evaluación de números de granos por vaina, Las Mercedes 2020.	20
	Evaluación de peso de cien semillas, Las Mercedes 2020.	21
12.	Rendimiento kg / ha del frijol, Las Mercedes 2020.	21
13.	Resultados del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en estudios. Las Mercedes 2020.	22
14.	Análisis de dominancia ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) variedad rojo extrema sequía, Mercedes, 2020.	23
15.		
16.	Análisis de la tasa retorno marginal	24

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Ubicación del centro experimental las Mercedes	9

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Plano de campo empleado en el establecimiento del cultivo de frijol	31
2	Siembra de la semilla de frijol	32
3	Plantación de frijol 20 después de la siembra (DDS)	32
4	Números de vainas por plantas de frijol	33

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó para evaluar diferentes tipos de fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Variedad Rojo Extrema Sequía, Centro Experimental Las Mercedes, 2020. Evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad extrema sequía utilizando fertilizantes orgánicos (compost) y sintético ferti frijol (12- 28- 12), y combinado. En el campo se estableció un ensayo con el diseño experimental, bloques completamente al azar (BCA) con cuatros repeticiones (seis surcos por parcelas una distancia 0.60 m entre surcos), la preparación del área y siembra del cultivo se realizó de manera tradicional. Los tratamientos evaluados consistieron en: T<sub>1</sub>=sintético (férti frijol), T<sub>2</sub>= combinado (compost + férti frijol), T<sub>3</sub> = orgánico (compost), se evaluaron el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol variedad rojo extrema sequía como una alternativa viable al cambio climático, por ser un genotipo resistente a la sequía, para obtener una buena producción en los análisis estadísticos se utilizó MINITAB y separaciones de medias (Tuckey), al 95 % de confianza. El T<sub>1</sub> en la variable número de ramas por plantas hubo diferencias significativas, obteniendo mayor promedio con 2.85 ramas. En número de vainas por planta T<sub>1</sub>, obtuvo un promedio de 10 vainas por planta dividido en dos categorías los tratamientos restantes estadísticamente fueron similares. En el análisis económico evidentemente mejores rendimientos en kg ha<sup>-1</sup> lo obtuvo tratamiento combinado (T2), fue más rentable en comparación con los demás tratamientos por cada dólar que el productor invierta, este tendrá una ganancia de U\$ 1.04.

**Palabras clave:** sintético, compost, cambio climático

## ABSTRACT

The present work was carried out to evaluate different types of fertilizers in the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.), Extreme Drought Red Variety, Las Mercedes Experimental Center, 2020. Evaluate the growth and yield of the bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.) variety extreme drought using organic fertilizers (compost) and synthetic ferti bean (12-28-12), and combined. In the field, a trial was established with the experimental design, completely randomized blocks (BCA) with four repetitions (six rows per plots with a distance of 0.60 m between rows), the preparation of the area and planting of the crop was carried out in a traditional way. The evaluated treatments consisted of: T1 = synthetic (ferti bean), T2 = combined (compost + ferti bean), T3 = organic (compost), the growth and yield of the extreme drought variety red bean crop were evaluated as a viable alternative to the climate change, as it is a genotype resistant to drought, to obtain a good production in the statistical analyzes, MINITAB and mean separations (Tuckey) were used, at 95% confidence. In the T1 variable, number of branches per plants, there were significant differences, obtaining a higher average with 2.85 branches. In number of pods per plant T1, obtained an average of 10 pods per plant divided into two categories, the remaining treatments were statistically similar. In the economic analysis, evidently better yields in kg ha<sup>-1</sup> were obtained by the combined treatment (T2), it was more profitable compared to the other treatments for every dollar that the producer invests, this will have a profit of U \$ 1.04.

**Keywords:** synthetic, compost, climate change

## I. INTRODUCCIÓN

Paz y Delmelle (2007), afirman que, la producción de frijol en Nicaragua es una actividad caracterizada por pequeños productores en las diferentes zonas del país. Se ha cultivado el grano históricamente en función de la dieta alimenticia básica del nicaragüense, compuesta por maíz, frijol y arroz. Otros países centroamericanos también son consumidores de frijol, particularmente los vecinos: El Salvador y Costa Rica.

El frijol es importante en Centroamérica, a pesar de la producción de este rubro se define por tener niveles de rendimiento y productividad bajos, sobre todo en Nicaragua. El cultivo es altamente vulnerable a daños climáticos (propios del trópico) e incidencias de plagas, y no alcanza el desarrollo tecnológico (p. 4, 5).

En las diferentes zonas que se ocupa en la producción de frijol, el uso de variedades mejoradas para tolerancia a sequía y enfermedades, con el objetivo de mejorar la producción y obtener una buena calidad de grano; y la posibilidad de incrementar el rendimiento en forma estable, de modo que se asegure el retorno económico de los agricultores (Jarquín, Gonzalez y Joya, 2013, p. 1).

El impulso de variedades de frijol adaptadas a condiciones de estrés por sequía a través de mejoramiento genético es una estrategia muy importante para enfrentar los nuevos retos y garantizar la seguridad alimentaria en zonas marginales. Por lo tanto, el implementar herramientas que permitan acelerar y hacer más eficientes los programas de mejoramiento, tales como los marcadores moleculares y la ampliación de los criterios de selección por medio de la identificación de características morfo-fisiológicas de la planta exclusivamente relacionadas con el rendimiento (Polania, 2011, p. 17).

Carvajal (2010) menciona que, el uso de fertilizantes sintéticos desarrollan el ciclo de nutrientes, afectando las propiedades físicas; mientras que el manejo de fertilizantes orgánicos mejora la calidad del suelo y suministran nutrientes a la planta, pero la liberación es mucho más lenta en comparación con los sintéticos, razón por la que muchos agricultores no lo utilizan, mientras que los fertilizantes biológicos ayudan a la planta a propagar su sistema radical y, por ende, hacer un mayor y mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo (Mejía, 2016, p. 28).

La producción de frijol ha tenido una serie de problemas, debido que ha sido afectada por el manejo de fertilización. Esto a la falta de acceso de los materiales, por la inadecuada estrategia y uso deficiente de los fertilizantes orgánicos y sintéticos, ya que no se rigen bajo un análisis de suelos y esto trae como resultados altos costos de producción. Un buen manejo de fertilización en base al requerimiento del cultivo y lo que aporta el suelo está estrechamente ligado con el crecimiento y rendimiento del cultivo.

En el presente estudio se evaluó el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol variedad extrema sequía como una alternativa viable al cambio climático, por ser un genotipo resistente a la sequía, para obtener una buena producción utilizando fertilizantes orgánicos, sintéticos y la combinación de ambos usando orgánico compost y sintético ferti frijol (12-28- 12) la combinación de ambos para valorar cuál de los tratamientos nos llevará a lograr beneficios económicos y productivos para la zona.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar el crecimiento y rendimiento del cultivo frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad extrema sequía utilizando fertilizante orgánico (compost) y sintético ferti frijol (12- 28- 12), y combinado.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar la variable crecimiento del cultivo frijol variedad extrema sequía aplicando fertilizantes orgánico (compost) y sintético ferti frijol (12- 28- 12 ) y la combinación de ambos.
- Determinar los componentes de rendimiento del cultivo frijol variedad extrema sequía utilizando fertilizante orgánico (compost) y sintético ferti frijol (12- 28- 12) y la combinación de ambos.
- Determinar la rentabilidad económica de los tratamientos, mediante un presupuesto económico parcial.

### **III. MARCO DE REFERENCIA**

#### **3.1 Generalidades del cultivo del frijol**

##### **3.1.1 Generalidades de la variedad del frijol**

La variedad rojo-extrema sequía muestra una alternativa viable al cambio climático, por ser un genotipo que combina fuentes de resistencia a sequía, con aceptable rendimiento, con un sistema radicular profundo, apariencia de planta erecto, madurez temprana y un color de grano rojo claro similar a las variedades criollas (Guzmán, 2019, p. 19).

##### **3.1.2 Importancia**

A nivel mundial el frijol es la leguminosa alimenticia más importante aproximadamente para 300 millones de personas, la mayoría viven en países de vías de desarrollo es por ende que el cultivo, es conocido como “la carne de los pobres” es un alimento poco costoso para consumidores de pocos recursos (Berrios y Carvajal, 2005, p. 1).

INTA (2013) conceptualiza que, el cultivo de frijol es importante ya que radica al ser una de la fuente de proteína más baratas para los pobladores del área rural y urbana de Nicaragua, el aporte nutricional de este grano es muy alto debido al contenido aminoácidos esenciales equivalentes a 8457 mg / 100 g de frijol, con una concentración alta en lisina y ofrece un excelente aporte de carbohidratos, minerales y vitaminas del complejo B 10, asimismo que forma una fuente importante en la generación de ingresos a las familias productoras ( p. 26).

##### **3.1.3 Producción**

IICA, (2015) reporta que, al inicio de 1998 la producción del Frijol ha incrementado a una producción 3.8 millones de quintales en el ciclo del 2001/2002. Las cantidades de Frijol se aumentaron a una tasa promedio anual del 12 % en la última década, determinado por un 8 % del crecimiento del área y un 4 % de los rendimientos. Esto significa que el crecimiento de la producción del Frijol, al igual que en el resto de la agricultura, se debe principalmente al incremento de las áreas sembradas más que al mejoramiento de los rendimientos. A pesar de los problemas de inestabilidad climática que ha sufrido en los últimos años el país y que han afectado a los diferentes sectores productivos (p. 27).

## **3.2 Requerimientos climáticos del cultivar de frijol**

### **3.2.1 Temperatura**

El rango de las temperaturas para el cultivo de frijol oscila entre 10 a 27 °C. La variedad bajo estudio es resistente a la sequía se adapta a altas temperaturas.

Según Reyes, Moreno, Rueda y Rodríguez, (2012) mencionan que, las temperaturas extremas causan la falta de floración, caída intensa de botones florales, flores, vainas y esterilidad de las plantas afectando el rendimiento del cultivar en un realizado los resultados obtenidos mostraron un punto máximo de 45.33 °C y un mínimo de 13.19 °C (194).

### **3.2.2 Duración del día (luz)**

Jarquín et al., (2013) afirman que, la luz solar es esencial al estar relacionada con la fotosíntesis, ya que esto influye en las etapas de desarrollo y la morfología. El fríjol necesita de días cortos, cuando se muestran días largos la floración y la maduración se retardan. En Nicaragua ninguna variedad de las cultivadas es afectada por el fotoperiodo de manera negativa. La longitud del día es de 11 horas en febrero y 13 horas en junio.

### **3.2.3 Humedad relativa**

La humedad relativa para que no haya incidencia de enfermedades fungosas en el cultivo del fríjol es de 40-60%.

### **3.2.4 Vientos**

El viento combinado con temperaturas altas induce desecación en el follaje, también acame en la época de floración y formación de vainas desprende las plantas, además de producir pérdidas de yemas florales, flores y reduciendo los rendimientos del cultivo (p. 11).

## **3.3 Requerimientos Nutricional del cultivo de frijol**

La nutrición del suelo contribuye a mejorar la producción del grano calidad y cantidad al influir en la obtención de clorofila y la elaboración de carbohidratos y proteínas. La deficiencia o el exceso de los elementos pueden disminuir en forma considerable los rendimientos del cultivo. Para adquirir beneficios en la producción de frijol, la aplicación del fertilizante es preciso considerar el momento de la aplicación, ya que el frijol es corto el ciclo vegetativo en comparación con otros cultivos, por tanto, la aplicación del fertilizante debe hacerse en el momento indicado (Estrada y Peralta, 2004, p.6).

Según Quintana et al., (1992), la demanda nutricional del cultivo de frijol para producir 1.5 (ton ha<sup>-1</sup>), son las siguientes en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Demanda nutricional del frijol.

<b>Cultivo</b>	<b>Rendimiento (ton ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>N (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (kg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
Frijol	1.5	80	30	60

Fuente: Quintana,1992, p.23.

### **3.3.1 Fertilización sintética (ferti frijol)**

Según Brady y Weil (1999), un mito común acerca de los fertilizantes es que afectan directamente a la planta y el ciclo biológico de los nutrientes por las aplicaciones de fertilizantes. La realidad es que los nutrientes incorporados por aplicaciones normales ya sean orgánicos o inorgánicos son incorporados dentro del ciclo de nutrientes del suelo, y respectivamente una pequeña cantidad de los nutrientes se quedan en la planta que fue fertilizada la aplicación durante el ciclo de producción (p. 26).

Ferti frijol es un fertilizante diseñado a la medida para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo de Frijol. Posee una concentración balanceada de macronutrientes que favorece la formación y llenado de vainas del frijol (DISAGRO, s.f, p.1).

### **3.3.2 Fertilización orgánica (compost)**

Según Brady y Weil (1999), las enmiendas orgánicas estabilizan los agregados, reducen la plasticidad, cohesión y viscosidad de la arcilla, ayudando que los suelos sean laborables y aumenta la capacidad de retención de agua. Los ácidos húmicos también atacan los minerales del suelo y aceleran su descomposición, disminuyendo nutrientes esenciales como cationes intercambiables. Influyen además en la biología del suelo al proveer alimento a los organismos del suelo (Flores, 2001, p. 12).

El compost es un abono orgánico sólido, accesible a los productores por su sencilla preparación y facilidad de aplicación; además de beneficios visibles para los suelos en cuanto a sus propiedades físicas y químicas. Es un mejorador de las condiciones de los suelos, ya que con su aplicación se vuelven menos compactos, más porosos; con más capacidad de

retención de agua y aire y al ser fuente de materia orgánica, optimiza la nutrición, crecimiento y rendimiento de los cultivos, de manera sustentable (IICA, 2015, P.17).

### **3.4 Factores externos y climáticos que afectan el cultivo de frijol**

#### **3.4.1 Efectos del estrés hídricos en la planta de frijol**

Reyes et al., (2012) Conceptualiza que, el 60% de la producción mundial de frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) se consigue en circunstancias de déficit hídrico, este factor es el que más contribuye en la reducción del rendimiento después de las enfermedades. El estrés por sequía es ocasionado por la baja disponibilidad de agua en el suelo, modifica negativamente la productividad del frijol. Siendo afectada dependiendo de la intensidad, estabilidad de la escasez de agua y de la rapidez con la que alcanza dicha intensidad y asimismo de la etapa fenológica en que el efecto ocurra, así como el preacondicionamiento de la planta.

El frijol es extremadamente sensible al estrés hídrico y el calor con frecuencia de forma simultánea en las etapas fenológicas más sensitivamente de la planta: para favorecer el rendimiento en el inicio de la floración, inicio de crecimiento de las vainas y llenado de grano en las áreas de secano; este tipo de estrés abiótico disminuye el rendimiento y calidad de la producción (p. 28).

#### **3.4.2 Efectos del exceso de agua en el frijol**

Berrios y Carvajal, (2005) establecen que, la cantidad de agua que se infiltran y se desplazan por las capas de aire que están entre los poros del suelo que tiene la disponibilidad de oxígeno se vuelve inferior. Por ende, el proceso de intercambio gaseoso de las raíces se reduce o se opaca definiendo e interrumpiendo primero el funcionamiento del sistema radicular y luego a toda la planta, llegando inclusive a causar la muerte por ahogamiento (p. 19).

### **3.5 Estudios realizados**

En la Universidad Nacional Agraria se realizó un estudio utilizando tres dosis de biol y una de completo 12-30-10 los resultados adquiridos fueron. El tratamiento T4 completo 130 kg ha<sup>-1</sup>(12-30-10) presentó diferencia significativa en las variables de crecimiento; altura de la planta, diámetro del tallo y número de hojas por planta en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento T3 12 800 l ha<sup>-1</sup>(biol 3) dominó en las variables número de

ramas por planta (2.65) y número de vaina por planta (13.9), para la variable número de grano por vaina no se encontró diferencia significativa y el mayor rendimiento con 529.48 kg ha<sup>-1</sup> se logró con el tratamiento T1 7 120 kg ha<sup>-1</sup> (biol 1) (Aguirre y Gutiérrez, 2018 p. 23).

En otro estudio de la Universidad Nacional Agraria evaluaron tres dosis de biol y un testigo de completo 12-30-10 obtuvo los resultados siguientes. De los cuatro tratamientos estudiados los 194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10 demostró promedios mayores en todas las variables de crecimiento y de igual manera para las variables número de vainas por planta y granos por vaina. Las dosis de 12 809.70 y 9 963.10 l ha<sup>-1</sup> de biol, superaron a los 194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10 en un 8.02 y 6.75 % en cuanto al rendimiento (García y Umanzor, 2018, p. 23).

En la Universidad Nacional Autónoma Nicaragua- León ( UNAN- León), En el campus agropecuario de la universidad se realizó un estudio sobre la validación de cuatro variedades bajo la fertilización sintética de forma fraccionada aplicando 15-15-15 a los 30 días de sembrado se aplicó Urea 46 % N, en la fertilización orgánica se utilizó compost en los resultados obtenidos, las cuatro variedades (INTA Rojo, Santa Elena, Línea y Pueblo Nuevo) bajo la fertilización sintética y orgánica presento mayor altura fue, Pueblo Nuevo con 35 cm e INTA Rojo con 26 cm bajo fertilización orgánica, en la precocidad de la floración el INTA Rojo a los 30 días y 42 días para el punto máximo de floración, destacándose en el número mayor de vainas longitud de la misma en las dos fertilizaciones (Berrios y Carvajal, 2005, p. 48).

La Universidad Nacional Agraria, realizó un estudio sobre (Efecto de la fertilización orgánica y sintética sobre el rendimiento de grano de tres variedades de frijol. El Rincón, Darío-Matagalpa, primera, 2010). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El valor promedio de altura de plantas se vio afectado marcadamente por el efecto combinado de la variedad y el tipo de fertilizante, mostrando la variedad INTA Masatepe fertilizada con abono completo 18-46-0 las plantas más altas. De los dos factores en estudio el tipo de fertilizante aplicado permitió una mayor diferenciación entre los valores promedios de un mayor número de variables entre ellas las siguientes: área foliar, número de vainas por planta y número de granos por vaina. Para las tres variables indicadas, los mayores valores promedios se obtuvieron con el uso del fertilizante sintético (Valle, 2013, p. 23).

## IV. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en el centro experimental Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el km 11 carretera norte, entrada al CARNIC 800 m al Norte. Sus coordenadas geográficas corresponden a: 12°10'14" a 12°08'05" de latitud Norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud Oeste, a 56 msnm. El ensayo se realizará en la época de postrera, del año corriente.

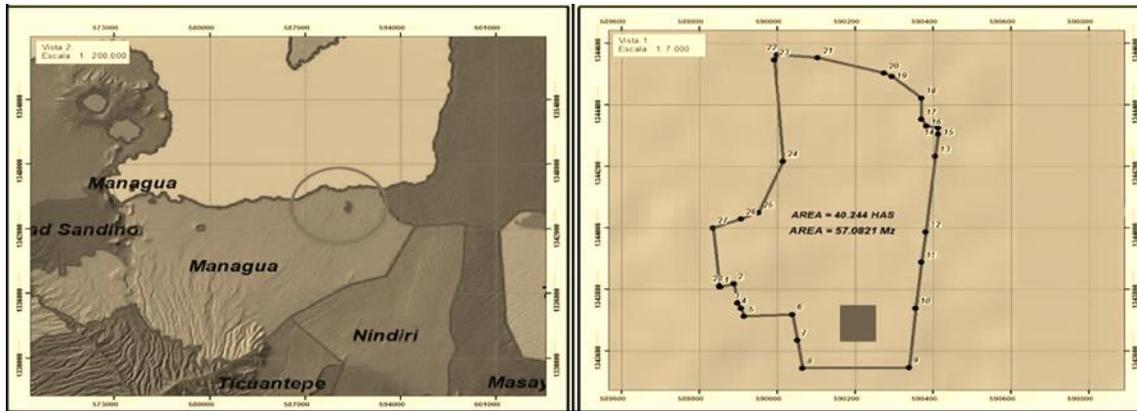


Figura 1. Ubicación del centro experimental las Mercedes

#### 4.1.1 Clima

La temperatura promedio es de 32.7 °C, con una precipitación de 1 400-1 450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 7 ms<sup>-1</sup>.

#### 4.1.2 Suelo

El suelo donde se realizará el experimento pertenece al orden de los inceptisol, la textura es franco arcilloso y derivados de cenizas volcánicas. Conciene a la serie Las Mercedes taxonómicamente son suelos jóvenes pocos desarrollados que muestran capas endurecidas que conduce a lo que se traduce como perfiles con diferentes secuencias texturales, otras subunidades del suelo tienen mal drenaje, pero también existen otros que son adecuadamente drenados, Estos suelos contienen un alto contenido de potasio (INETER, 2019, p. 3).

Las propiedades químicas se representan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Propiedades químicas del suelo

<b>Análisis de suelo del campus Las Mercedes. Área vivero</b>											
pH	M.O	N	P	K	CE	Ca	Mg	Na	CIC	Da	Prof. De muestreo
		%	ppm	meq/100g	μS/cm		meq/100g			g/cm <sup>3</sup>	cm
6.82	3.8	0.19	3.9	4.19	111	27.45	9.24	0.28	46.64	1.02	25
	M	M	M	A							

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA.

A: Alto M: Medio B: Bajo.

## 4.2 Diseño metodológico

### 4.2.1 Descripción del Diseño Experimental

El ensayo se estableció en un diseño experimental de Bloques Completos al Azar (BCA), con cuatro repeticiones y tres tratamientos. Las dimensiones del ensayo se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Dimensiones de parcelas, bloques y área total

	<b>Dimensiones del experimento</b>
Unidad experimental	7 m x 3.6 m = 25.2 m <sup>2</sup>
Bloque experimental	21 m x 3.6 m = 75.6 m <sup>2</sup>
Área experimental	21 x 16 m = 336 m <sup>2</sup>
Área total	23 m x 19 m = 437 m <sup>2</sup>

El área experimental está conformada por un total de 12 parcelas; los tratamientos están formados por seis surcos espaciados a 0.6 m de 7 metros de ancho y 4 metros de longitud,

### 4.2.2 Descripción de los tratamientos

El primer tratamiento (T<sub>1</sub>) comprende el uso del fertilizante sintético Ferti frijol (12-28-12), el (T<sub>2</sub>) se usó la combinación del fertilizante sintético y el fertilizante orgánico (T<sub>3</sub>) compost este último es obtenido de la vaqueriza de la finca las Mercedes, la estimación de dosis se realizó mediante el análisis químico del suelo y también la cantidad de fertilizantes que utilizan los productores de la zona productiva se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Descripción de los tratamientos en estudio

<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Dosis (kg ha<sup>-1</sup>)</b>
T <sub>1</sub>	Ferti frijol	12-28-12	200
T <sub>2</sub>	Ferti frijol + Compost	12-28-12	100 + 5 000
T <sub>3</sub>	Compost		10 000

#### 4.2.3 Condiciones

El establecimiento del experimento se realizó el día dos de octubre y a los 80 días después de siembra se ejecutó la cosecha el veinte de diciembre del 2020.

#### 4.2.4 Descripción de la variedad Rojo Extrema Sequia

El porte de planta erecto, madurez temprana y un color de grano rojo claro similar a las variedades criollas con un sistema radicular profundo y resistente a la sequía se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Características agronómicas del cultivo a evaluar

<b>Características Agronómicas</b>	<b>Variedad Rojo extrema sequia</b>
Progenitores	SCR 16 X (SMC 16xSMC 36) F1/-MC-1C-MQ7C-MC-MC
Habito de crecimiento	IIA
Días de flor	32
Días a madurez fisiológica	62
Color del follaje	Verde claro
Mosaico común	Resistente
Mosaico dorado	Tolerante
Mancha angular	Susceptible
Sequia	Tolerancia
Tamaño del grano	Pequeño
Color del grano	Rojo claro
Rendimientos obtenidos (kg/ ha)	1521 kg/ ha
Sistema radicular	Profundo
Enfermedades	Resistencia recesiva al mosaico común (bc-3)

Fuente: Guzmán (2019).

## 4.2.5 Variables para evaluar

### 4.2.5.1 Variables Crecimiento

- **Altura de la planta (cm).** Se midió la altura de la planta desde el nivel de la superficie del suelo hasta la base de la yema apical mediante el uso de una cinta métrica en diez plantas al azar en intervalos de siete días.
- **Número de plantas por metro lineal.** Dentro de cada parcela se realizaron tres mediciones de metro lineal para cuantificar el número de plantas por metro lineal.
- **Número de hojas trifoliada por planta.** De manera al azar se seleccionaron diez plantas por cada parcela, para identificar el número hojas trifoliadas por plantas.
- **Número de ramas por planta.** Seleccionamos diez plantas se contaron el número de ramas para conocer el promedio de ramas que obtuvieron.

### 4.2.3.2 Componentes de Rendimiento

- **Número de vainas por planta.** Se eligieron diez plantas de manera al azar por cada parcela para contar el número de vainas que contenga las plantas con un intervalo de siete días.
- **Número de granos por vaina.** Dentro de la parcela se eligieron diez plantas por cada una de ellas se utilizó una vaina para cuantificar el número de granos por vainas.
- **Peso de 100 semillas de frijol.** De cada parcela útil una vez cosechada se contó 100 semillas, luego se realizó el pesaje para evaluar la eficiencia de los tratamientos.
- **Rendimiento de (kg / ha<sup>-1</sup>).** Cosechado la parcela se pesó la cantidad de la producción por parcela para evaluar rendimiento.

## 4.3 Recolección de datos

La recolección de los datos se realizó de forma periódica cada 7 días a partir de la germinación del cultivar realizando la toma de las muestras de manera al azar se seleccionaron 10 plantas por cada parcela.

#### **4.4 Análisis de datos**

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables se estableció por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias a través de la prueba de rangos múltiples de tukey. Utilizando los programas INFOSTAT y MINITAB.

#### **4.5 Análisis económico**

El análisis económico se realizó según la metodología de CIMMYT (1988), considerando los siguientes parámetros.

##### **4.5.1 Costos variables (CV)**

Son los costos (por hectárea) relacionados con los insumos comprados, la mano de obra y la maquinaria, que varían de un tratamiento a otro.

##### **4.5.2 Costos fijos (CF)**

Representa la sumatoria de los gastos monetarios en que se incurre, aunque no se produzca nada. Generalmente son las amortizaciones de las inversiones que no influyen en las variaciones del volumen de producción (a corto plazo).

##### **4.5.3 Costo total (CT)**

Es el sumatorio total de todos los gastos monetarios para obtener un determinado volumen de producción. El costo total aumenta con el incremento de los volúmenes de producción (a corto plazo). En términos prácticos el costo total es igual al costo fijo más el costo variable.

##### **4.5.4 Beneficio bruto (BB)**

El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

##### **4.5.5 Beneficio neto (BN)**

Se calculan restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo, para cada tratamiento.

## **4.6 Manejo agronómico**

### **4.6.1 Preparación de suelo**

La preparación del suelo se realizó el día siete de septiembre del 2020 utilizando de azadones y machete, mediante el método de labranza mínima; esta consiste en limpiar el terreno, posteriormente la roturación del terreno para la línea de siembra con el azadón.

### **4.6.2 Siembra**

La siembra se realizó manual, después se hizo el raleo dejando una distancia de siembra de 0.20 m entre plantas y 0.60 m entre surco.

### **4.6.3 Fertilización**

La fertilización se realizó sobre la base del análisis de suelo. Después de realizar los respectivos cálculos se pesaron las porciones necesarias de los fertilizantes para cada tratamiento. La fertilización fue una sola aplicación se realizó al momento de la siembra.

### **4.6.4 Control de malezas**

El manejo de maleza se realizó cada 10 días, se utilizó machete y azadón.

### **4.6.5 Cosecha**

Esta actividad el arranque de las plantas, se realizó manual setenta cinco días después de la siembra finalizó su etapa fenológica del cultivo, para lograr el secamiento material vegetativo fue necesario exponerlo al sol durante siete días. Posteriormente se procedió a aporreo y limpieza del grano, para finalmente obtener el peso del mismo.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Evaluación de los diferentes fertilizantes en las variables de crecimiento

En la fase vegetativa del cultivo de frijol permite conocer cómo responde ante la intervención de los fertilizantes que componen los tratamientos del estudio correspondiendo las siguientes variables (altura de planta, número de plantas por metro lineal, número de hojas trifoliadas por planta y número de ramas por planta).

#### 5.1.1 Altura de planta (cm)

Guzmán (2019) afirma que, la variedad en un estudio tiene un hábito de crecimiento arbustivo indeterminado tipo IIA, generalmente con tallo y ramas erectas terminan con una guía corta, aunque continúa creciendo en etapa de floración, pero en un ritmo menor (p. 8).

En el cuadro 6 se puede observar los diferentes resultados de los días de evaluación en la variable de altura de planta en los análisis estadísticos se muestra que hubo diferencias significativas en los días 14 y 28 de los datos analizados, obteniendo una mayor altura el tratamiento sintético, esto es debido que solubiliza más ligero encontrándose disponible para las plantas.

En las evaluaciones restantes de los días 7 y 21 después de la siembra no muestran diferencias significativas lo que indican que los nutrientes disponibles de los tratamientos fueron aprovechados de forma similar. La toma de datos se realizó hasta los 28 DDS ya que el cultivo dentro en etapa de floración.

Cuadro 6. Altura de la planta en diferentes momentos de evaluación, Las Mercedes, 2020

Altura de planta (cm)				
Tratamiento	7 DDS	14 DDS	21 DDS	28 DDS
Sintético ferti frijol (12-28-12)	7.32	21.00 a	28.76	39.02 a
Combinado ferti frijol + compost	7.95	15.62 b	27.25	34.80 ab
Orgánico compost	7.51	14.75 b	24.17	31.60 b
C.V. (%)	8.98	17.35	10.73	15.05
Pr= F	0.37	0.00	0.08	0.04

DDS: Días después de la siembra

### 5.1.2 Números de plantas por metro lineal

Esta variable es importante identificar la densidad de poblacional que depende de: la variedad, el método de siembra, la calidad de la semilla, el ataque de plagas del suelo, los daños causados por patógenos del suelo, la humedad del suelo y las condiciones climáticas después de la siembra (Henríquez, 1992, p.2-16).

En el cuadro 7 se muestra estadísticamente que no hubo significancia en ninguno de los tratamientos en los diferentes días de evaluación después de la siembra, lo que nos indica que el método de siembra a chorreo fue similar la germinación en las diferentes parcelas, obteniendo mayor número de plantas por metro lineal el T<sub>2</sub> (combinado ferti frijol + compost).

Cuadro 7. Número de plantas por metro lineal en diferentes momentos de evaluación. Las Mercedes 2020.

Tratamiento	Número de plantas metro lineal		
	7 DDS	14 DDS	21 DDS
Sintético ferti frijol (12-28-12)	12.25	11.25	11.75
Combinado ferti frijol + compost	14.50	12.25	12.50
Orgánico compost	9.50	10.25	12.25
C.V. (%)	28.55	17.00	26.65
Pr = F	0.144	0.422	0.963

DDS: Días después de la siembra

### 5.1.3 Número de hojas trifoliadas por planta

Las hojas trifoliadas son típicas en el cultivo de frijol presentan tres folíolos, un peciolo y un raquis siendo acanalados. El folíolo central o terminal es equilibrado, disminuyendo gradualmente; los dos laterales las hojas están por encima de las hojas primarias.

Las hojas verdes tienen una acción importante denominado fotosíntesis. Esta es una manera natural de transformar los elementos inorgánicos adquiridos por las plantas del aire y del suelo en materia orgánica, con el apoyo de la luz solar: la energía de la luz se transforma en energía química (FAO, 2013, P. 10).

En el cuadro 8 refleja que con un 95 % de confianza, no existe diferencias significativas en los tratamientos se observa que el mayor promedio de números hojas trifoliadas por planta lo obtuvo el T1 (sintético ferti frijol). Esta diferencia es debido que la fertilización sintética el grado de absorción de los elementos nutritivos en el suelo están disponible para ser asimilados por las plantas. La toma de datos se realizo hasta los 28 DDS por la etapa de floración del cultivo.

Cuadro 8. Número de hojas trifoliadas por planta en diferentes momentos de evaluación. Las Mercedes 2020.

Tratamiento	Número de hojas trifoliadas por planta		
	14 DDS	21 DDS	28 DDS
Sintético ferti frijol (12-28-12)	2.02	3.25	4.85
Combinado ferti frijol + compost	1.90	2.80	3.77
Orgánico compost	1.95	3.02	3.90
C.V. (%)	5.09	20.48	29.86
Pr = F	0.105	0.187	0.300

DDS: Días Después de la Siembra

#### 5.1.4 Número de ramas por planta

Las ramas se desarrollan al momento del complejo de yemas delimitado siempre en la axila de una hoja o en la inserción de los cotiledones. Este es nombrado complejo axilar que está formado por tres yemas visibles desde el inicio del desarrollo (completamente vegetativo, floral y vegetativo y completamente floral).

Las ramas en sus primeros estados de desarrollo se pueden diferenciar debido que las estípulas de la primera hoja trifoliada de esa rama, cubren gran parte dicha estructura. Estas estípulas tienen forma triangular y aplanada; también son visibles los ápices de los folíolos de la hoja. De este complejo axilar, además de ramas se pueden desarrollar otras estructuras como las inflorescencias; el predominio de ramas y/o inflorescencias depende del hábito de crecimiento y de la parte de la planta considerada (Debouck e Hidalgo 1984, p. 26).

Según Arzola (1984) menciona, que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos y sintéticos, también las concentraciones que se encuentra en el suelo suministran buen desarrollo

vegetativo y una buena generación de ramas, es indispensables para estimular el crecimiento y obtener plantas vigorosas con un buen desarrollo (Estrada, 2004, p. 26).

En el cuadro 9 los análisis estadísticos reflejan diferencias significativas en la variable números de ramas por plantas al hacer la separación de medias por medio de tuckey (0.05) agrupo los tratamientos en tres categorías estadísticas, donde el mayor promedio lo obtuvo T<sub>1</sub> (sintético ferti frijol) 2.85 ramas respectivamente.

Según Torres y Mendoza (2002) menciona, que las medias se encuentran entre dos a cuatros ramas por plantas. Además, que el aumento de ramas está influenciado por factores ambientales, manejo y genéticos, los valores encontrados coincide con este estudio obteniendo 3.17 ramas (García y Umanzor, 2018, p. 16).

Cuadro 9. Evaluación de número ramas por planta. Las Mercedes 2020.

Número de ramas por planta	
Tratamiento	28 DDS
Sintético ferti frijol (12-28-12)	2.85 a
Combinado ferti frijol + compost	2.52 ab
Orgánico compost	2 .32 b
C.V. (%)	12.02
Pr = F	0.013 *

DDS: Días después de la siembra

## 5.2 Evaluación de los diferentes fertilizantes en las variables del componente de rendimiento

Los componentes de rendimientos son importantes para tomar decisiones pertinentes para identificar que tratamientos es más efectivos y prácticos de manejar para la producción en la zona. Es la razón la cual evaluamos las siguientes variables: números de vainas por planta, número de granos por vainas, peso de 1000 granos y rendimiento kilogramos por hectárea (kg. ha<sup>-1</sup>).

### 5.2.1 Números de vainas por planta

Tapia (1987) afirma que, los números de vainas por planta, depende del número de flores que tenga las plantas, al encontrarse, un promedio mayor de vainas por planta provoca la reducción de los números de granos por vainas, pesos por ende reduce el rendimiento. El

número de vainas por plantas tiene una mayor relación en los parámetros de rendimiento (Estrada y Peralta, 2004, P. 27).

Acevedo y Chaves (2010) afirma que, al aumentar las temperaturas la evapotranspiración durante la floración provoca el aborto floral y reduciendo el número de vainas por planta (Aguirre y Gutiérrez 2018, p.17).

En el cuadro 10 se muestra la evaluación con respecto a la variable de números de vainas por planta en los análisis estadísticos existe diferencias significativas en el tratamiento sintético, se obtuvo un promedio de 10 vainas por plantas dividido en dos categorías en los tratamientos restantes estadísticamente fueron similares.

La diferencia se debe que los nutrientes del fertilizante sintético estaban disponibles en el momento indicado en comparación con el fertilizante orgánico su liberación es mucho más lenta, el ciclo del cultivo frijol es corto.

Cuadro 10. Evaluación de número de vainas por planta. Las Mercedes 2020.

Número de vainas por planta	
Tratamiento	70 DDS
Sintético ferti frijol (12-28-12)	10.22 a
Combinado ferti frijol + compost	7.40 b
Orgánico compost	6.60 b
C.V. (%)	22.44
Pr = F	0.005

DDS: Días después de la siembra

### 5.2.2 Números de granos por vaina

Bonilla (1990) conceptualiza que, es una variable que se determina por características genética propias de cada variedad, con diversas condiciones ambientales de cada región este componente es hereditario y se adquiere como indicador en el que ejecuta el medio ambiente (Estrada y Peralta 2004, p. 28).

En el cuadro 11 se observa que los análisis estadísticos en la variable números de granos por vainas no presento diferencias estadísticas, ubicando en una sola categoría estadísticas.

Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria (2013), en su manual de granos básicos describe que la variedad INTA Fuerte Sequía posee una capacidad de producir entre cuatro y seis semillas por vaina, resultado que al compararlo con la variedad rojo-extrema sequía presenta resultados similares en dicha variable (P.8).

Cuadro 11. Evaluación de número de granos por vaina. Las Mercedes 2020.

Número de granos por vaina	
Tratamiento	
Sintético ferti frijol (12-28-12)	4.77
Combinado ferti frijol + compost	4.42
Orgánico compost	4.47
C.V. (%)	7.03
Pr = F	0.218

### 5.2.3 Peso de cien semillas

Según Palma, (1993) menciona que, en la variable influyen diferentes factores como: nutrientes, humedad, luz y espacio, los que establecen que no se demore el crecimiento de las partes del órgano de la flor, obteniendo como resultado un mayor desarrollo del grano y un mayor peso de este (Medina, 2018, p. 17).

Según IICA, (2009) menciona que, una libra de semilla de frijol contiene aproximadamente 2200 granos esta variable nos ayuda a definir la densidad poblacional por hectárea, además de identificar la calidad de la semilla por ende para sembrar una hectárea se requiere aproximadamente 113 libras de semilla de frijol para una densidad poblacional de 213,500 plantas por hectárea (p. 3).

En el cuadro 12, el análisis de varianza realizado para la variable peso mil granos, muestra que no existe diferencias significativas agrupándolas en una sola categoría estadísticas, lo que nos indica que los tratamientos en esta variable son similares.

Cuadro 12. Evaluación de pesos cien semillas. Las Mercedes 2020.

Peso 100 semillas	
Tratamiento	gr
Sintético ferti frijol (12-28-12)	56
Combinado ferti frijol + compost	55
Orgánico compost	56
C.V. (%)	4.15
Pr = F	0.84

#### 5.2.4 Rendimiento de kg ha<sup>-1</sup>

Sobalvarro y Díaz (2016), menciona que, el rendimiento es una variable importante en cualquier cultivo y determina la eficiencia del uso de los recursos existente con que las plantas hacen en el medio unido al potencial genético de la variedad; por lo tanto, es el resultado de un conjunto de factores biológicos, ambientales y el manejo del cultivo los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de (kg ha<sup>-1</sup>) (p. 18).

Somarriba (1997), plantea que, para lograr beneficios en la producción de frijol, resultado del fertilizante es conveniente meditar el momento de la aplicación debido que el cultivar de frijol tiene un ciclo vegetativo corto en comparación con otros cultivos, por ende, la aplicación del fertilizante debe realizarse en el momento oportuno (p. 140).

En el cuadro 13 nos indica, que no existe diferencias significativas en los tratamientos bajo estudios, lo cual nos muestran que son similares los rendimientos. El Banco Central de Nicaragua (2020), plantea que los rendimientos promedios nacionales son de 13 qq Mz -1 equivalente a 590 kg ha<sup>-1</sup>; comparando este valor con el logrado por el tratamiento T<sub>2</sub>, supera con 671.88 kg ha<sup>-1</sup> a lo que indica (BCN) esto es debido al aporte del abono orgánico, mejorando las propiedades físicas y químicas del suelo como es la estructura y pH, el sintético la plantas aprovechan todos los elementos nutricionales en el momento oportuno debido a la solubilidad y la manera con que las plantas lo asimilan (p.29).

Cuadro 13. Rendimiento kg ha<sup>-1</sup>. Las Mercedes 2020.

Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	
Tratamiento	
Sintético ferti frijol (12-28-12)	577.77
Combinado ferti frijol + compost	671.88
Orgánico compost	468.95
C.V. (%)	21.85
Pr = F	0.130

### 5.3 Análisis económico

#### 5.3.1 Análisis presupuesto parcial

Este método se maneja para organizar los datos experimentales para obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. El presupuesto parcial es una manera de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento de un experimento en fincas (CIMMYT, 1988, p.1).

Los rendimientos fueron ajustados al 10 considerando la diferencia entre el rendimiento experimental y la que el productor obtiene en el campo. Estos se multiplicaron por el precio de venta de frijol que fue emitido a nivel nacional en el primer semestre del 2017, en este caso se vendió el kilogramo en U\$ 1.06. Con una tasa de cambio oficial de C\$ 31.10. (precio del kg de frijol), el cual puede variar por factores productivos y demanda del mercado.

En el cuadro 14 con el análisis de presupuesto parcial se refleja la comparación del beneficio neto de los tratamientos bajo estudio. El tratamiento que más resalto es el T<sub>2</sub> (combinado) con un beneficio neto de \$ 550.57. El T<sub>3</sub> (compost), obtuvo el beneficio neto más bajos de \$ 373.23.

Determinando el análisis económico se comprobó que el T<sub>2</sub> (combinado) es más rentable superando el T<sub>1</sub> (sintético) y al T<sub>3</sub> (compost).

Cuadro 14. Resultados del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en estudios Las Mercedes 2020.

Indicadores	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	577.77	671.88	468.95
Rendimiento ajustado al 10 % (kg ha <sup>-1</sup> )	520	604.62	422.05
Precio de venta \$ kg	1.06	1.06	1.06
Ingreso bruto en el campo \$ ha <sup>-1</sup>	551.2	640.89	447.37
Costos variables			
Preparación del terreno	40	40	40
Costos de siembra	20	20	20
costo de semilla (\$ kg ha-1)	60	60	60
Costo fertilizante ferti frijol \$	140	70	0
Compost (\$ ha-1)	0	32	64
Costo de aplicación de fertilizantes \$ ha <sup>-1</sup>	10	10	10
Control de maleza	20	20	20
Cosecha	20	20	20
Costos totales en \$	310	272	234
Beneficio neto \$ ha <sup>-1</sup>	125.2	282.89	157.37

### 5.3.2 Análisis de dominancia

Según CIMMYT (1988) menciona que, el análisis de dominancia se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores costos totales que varían por ende el tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos (p. 30).

En el cuadro 15 se refleja que el T<sub>2</sub> (combinación de ambos fertilizantes), es no dominado (ND). El resto de tratamientos fueron dominados lo que nos indica que el T<sub>2</sub> lo utilizamos para realizar la tasa de retorno marginal para definir la rentabilidad económica.

Cuadro 15. Análisis de Dominancia de los tratamientos del ensayo realizado en la finca las Mercedes, 2021

Tratamientos	Costos variables \$	Beneficios netos \$	análisis de dominancia
T <sub>3</sub>	234	157.37	D
T <sub>2</sub>	272	282.89	ND
T <sub>1</sub>	310	125.2	D

ND: No Dominado. D: Dominado

### 5.3.3 Análisis de la tasa de retorno marginal

En el cuadro 16 se refleja que el T<sub>2</sub> presentó una tasa de retorno marginal de 104 % lo que nos indica que por cada dólar que invertido se obtendrá una ganancia de 1.04 dólar. Esto muestra que el T<sub>2</sub> es más rentable.

De los tres tratamientos desde el punto de vista económico T<sub>2</sub> fue más rentable esto es debido al aporte del abono orgánico, mejora las propiedades físicas y químicas del suelo como es la estructura y pH, el sintético las plantas aprovechan todos los elementos nutricionales en el momento oportuno debido a la solubilidad y la manera con que las plantas lo asimilan lo que la combinación de ambos se obtuvo mejor rendimiento y ganancias superiores en comparación con los demás tratamientos bajo estudio.

Cuadro 15. Análisis de la tasa de retorno marginal de los tratamientos del ensayo realizado en la finca las Mercedes, 2021

Tratamientos	Costos variables \$	Costos variables marginal \$	Beneficio netos \$	Beneficio neto marginal \$	Tasa de retorno marginal %
T <sub>2</sub>	272	272	282.89	282.89	104
TRM:	$\frac{282.89}{272} \times 100 = 104$				

## VI. CONCLUSIONES

En la variable de crecimiento del frijol variedad rojo extrema sequía la altura de planta en los análisis estadísticos mostró que hubo diferencias significativas en los días 14 y 28 de los datos analizados, obteniendo una mayor altura el tratamiento sintético.

En la variable número de ramas por planta hubo diferencias significativas, la separación de medias de Tuckey lo agrupó en tres categorías, el T<sub>1</sub> obtuvo mayor promedio con 2.85 ramas.

En la variable número de vainas por planta en el análisis estadístico indico que existe diferencias significativas en el tratamiento sintético, se obtuvo un promedio de 10 vainas por planta dividido en dos categorías los tratamientos restantes estadísticamente fueron similares.

En el análisis económico evidentemente mejores rendimientos en kg ha<sup>-1</sup> lo obtuvo tratamiento combinado (T2), fue más rentable en comparación con los demás tratamientos por cada dólar que el productor invierta, este tendrá una ganancia de U\$ 1.04.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aguirre, J. F., y Gutiérrez García, R. A. (2018). *Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común, El Plantel, Masaya 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3708/1/tnf04a284f.pdf>
- Banco Central de Nicaragua. (2020). Anuario de estadísticas macroeconómicas 2020. [anuario\\_estadistico\\_2020.pdf](#)
- Berrios Reyes, A. I. y Carvajal Alonso, A. A. (2005). *Validación de cuatros variedades de frijol Rojo, bajo diferentes tipos de fertilización en el campus agropecuario, UNAN-León 2005*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León] Repositorio Institucional UNAN- León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/940/1/199963.pdf>
- CIMMYT. (1988). La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F. México. 78p. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Debouck, D. G. y Hidalgo, R. (1984). Morfología de la planta de frijol común. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/81884>
- DISAGRO, (sf). Ferti frijol, nutrición cultivo, fertilizante al suelo. 2 p. [https://disagro.com.sv/sites/default/files/panfleto\\_producto/fertifrijol\\_16-8-12\\_sv.pdf](https://disagro.com.sv/sites/default/files/panfleto_producto/fertifrijol_16-8-12_sv.pdf)
- Estrada González, O. G., Morales Huete J. A y Arteaga Largaespada, E. M. (2015). *La Producción y destino del Frijol en Nicaragua 2008-2013*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua] Repositorio Institucional UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/3897/1/8016.pdf>
- Estrada Gutiérrez, M.G y Peralta Castillo, J.R. (2004). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (Gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris) variedad DOR- 364 postrera 2001*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04e82.pdf>

- FAO (2013). Agroecología y agricultura familiar. <http://www.fao.org/family-farming/themes/agroecology/es/>
- Flores Godoy, J.P. (2001). *Efecto de la fertilización química y orgánica sobre la producción y calidad de suelos sembrados con frijol en Olancho, Honduras*. [Tesis de pregrado, ZAMORANO] Repositorio Institucional ZAMORANO. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1414/1/CPA-2001-T037.pdf>
- García Rodríguez, J. E., y Umanzor López., A. V. (2018). *Efecto de tres dosis de Biol en el cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.), cv. INTA Fuerte Sequía en la finca El Plantel, Masaya 2017*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://core.ac.uk/download/pdf/158623758.pdf>
- Guzmán Gómez, M., (2019). “Rojo extrema sequía” una variedad de frijol como respuesta al cambio climático en nicaragua, año 2014-2018. Recuperado de <http://apps.iica.int/pccmca/docs/MT%20Leguminosas/Martes%2030%20abril/19-Rojo%20Extrema%20Sequia,%20Variedad%20Frijol.pdf>
- Henríquez, G.R., Prophete, E y Orellana, C. (1992). Manejo agronómico
- IICA. (2009). La cadena agroindustrial del frijol. Managua, Nicaragua. <http://www.renida.net.ni/renida/iica/e14-j60-fr.pdf>
- IICA. (2009). Guía técnica para el cultivo de frijol. En los municipios Santa Lucía, Teustepe San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua. 28 p. <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- IICA. (2015). Manual Abono Orgánico Sólido (Compost) y Líquido (biol) Bioinsumo para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos. 32 p. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/2648>
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2019). Boletín climático de diciembre 2019. Managua, Nicaragua. <https://www.ineter.gob.ni/boletines/Boletin%20climatico/mensual/2019/Boletinclimatico122019.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2013). Catálogo de semillas de granos básicos: variedades de arroz, frijol y sorgo liberadas por el INTA. Managua, Nicaragua. <https://www.simas.org.ni/publicaciones/6378/catalogo-de-semillas-de-granos-basicos-variedades-de-arroz-frijol-maiz-y-sorgo-liberadas-por-el-inta/>

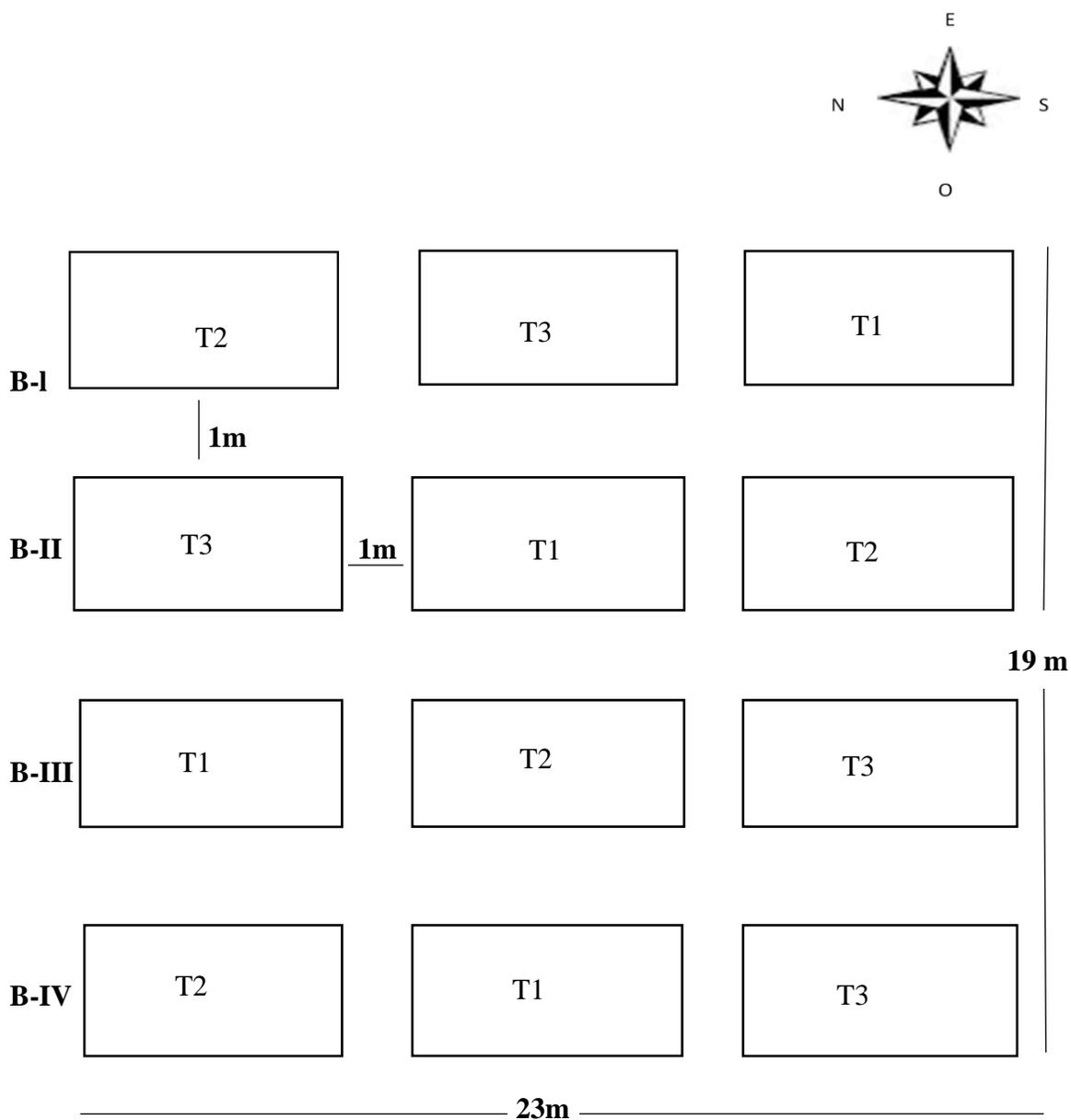
- Jarquín Joya, R. S., González López, V. S y Joya Rodríguez, T. M. (2013). *Evaluación de 13 Líneas Avanzadas de Frijol Rojo (Phaseolus vulgaris) y un testigo INTA Rojo, para la tolerancia a la sequía, y adaptabilidad a condiciones agroecológicas de la zona, comunidad El Porcal, Municipio de San Lucas, Depto. de Madriz, 2012.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León] Repositorio Institucional UNAN- León. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/3202/1/225909.pdf>
- Medina Borge, J.L y Mercado Montenegro, Y.J. (2018). *Evaluación de alternativas agroecológicas y convencionales para el manejo del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris L.) en época de postrera comunidad Paulo Calero, Ticuantepe, Managua 2016-2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01m491.pdf>
- Mejía, K.J. (diciembre,2016). La fertilización mineral, orgánica y biológica sobre la producción de frijol común en Santa Rosa de Copán. *Revista Ciencia y Tecnología*, (19), 182-194. [file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/4280-Texto%20del%20art%C3%ADculo-14498-1-10-20170610%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Estudiante/Downloads/4280-Texto%20del%20art%C3%ADculo-14498-1-10-20170610%20(1).pdf)
- Paz Mena, T., Flores, S., y Delmelle G. (2007). *Informe de cadena de frijol rojo en Nicaragua.* <https://www.nitlapan.org.ni/wp-content/uploads/2015/04/InfCadenaFrijol.pdf>
- Polania J. A. (2011). *Identificación de características morfofisiológicas asociadas a la adaptación a sequía para ser usadas como criterios de selección en mejoramiento de frijol común phaseolus vulgaris L.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio Institucional UNC. <https://core.ac.uk/download/pdf/11056253.pdf>
- Quintana, B.O, Blandon, J. Flores, A. y Mayorga, E. (1992). Manual de fertilización para suelos de Nicaragua. UNA y Consultora profesional indígena. (Indoconsul. S.A.). Managua, Nicaragua. 33 p. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NI2006002370>

- Reyes Matamoros, J., Martínez Moreno, D., Rueda Luna, R y Rodríguez Ramírez, T. (enero, 2012). Efecto del estrés hídrico en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en condiciones de invernadero. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(2), 192-203. <http://www.reibci.org/publicados/2014/julio/2200132.pdf>
- Sobalvarro Bravo, Y.F y Díaz Carballo, E.R. (2016). *Eficiencia de la fertilización especial y tradicional en el cultivo de maíz (Zea mays L.) variedad nutritiva amarillo, centro de experimentación y validación de tecnología las Mercedes 2015* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04s677.pdf>
- Somarriba Rodríguez, C. (1997). Textos de granos básicos. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 191p. <http://repositorio.una.edu.ni/2704/1/NF01S693g.pdf>
- Valle Hernández, O. A. (2013). *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 pregrado, Universidad Nacional Agraria] Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2178/1/tnf04v181.pdf>

# **VIII. ANEXOS**

Anexo 1. Plano de campo empleado en el establecimiento del cultivo de frijol

T1= Sintético (ferti frijol). T2= combinado (Compost y ferti frijol). T3= orgánico (Compost).



Anexo 2: siembra de la semilla de frijol

Tomada por: Jayder Rugama (03 octubre,2020)



Anexo 3: plantación de frijol 20 después de la siembra (DDS)

Tomada por Jayson Ruiz (23 octubre 2020)



Anexo 4: números de vainas por plantas de frijol

Tomada por: Jayder Rugama (05 diciembre 2020)

