



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA**  
**ANIMAL**

**Trabajo de Tesis**

**Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica  
sobre el comportamiento morfológico y  
productivo del frijol caupí rojo (*Vigna  
unguiculata L. Walp.*), finca Santa Rosa, 2023**

**Autores:**

**Br. Ariel Octavio Caldera**

**Br. Abner Josías Jarquín Mendoza**

**Asesores:**

**M.Sc. Marcos Jiménez Campos**

**M.Sc. Rosario Rodríguez Pérez**

**Managua, Nicaragua**

**Enero, 2024**



Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**DIRECCIÓN ESPECÍFICA DE CIENCIA**  
**ANIMAL**

**Trabajo de Tesis**

**Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el comportamiento morfológico y productivo del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*), finca Santa Rosa, 2023**

**Autores:**

**Br. Ariel Octavio Caldera**

**Br. Abner Josías Jarquín Mendoza**

**Asesores:**

**M.Sc. Marcos Jiménez Campos**

**M.Sc. Rosario Rodríguez Pérez**

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero en Zootecnia

**Managua, Nicaragua**  
**Enero, 2024**

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable comité evaluador designado por la Dirección Especifica de Ciencia Animal como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero en Zootecnia

Miembros del Comité Evaluador

MSc. Josué Daniel Rocha E.  
Presidente

MSc. Jerry Vivas Torres  
Secretario

Ing. Dexter Connolly Juárez  
Vocal

Managua, Nicaragua, 11/enero/2024

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro alcanzado,

A mi tío, ingeniero C. N. N. A MSc que ha estado presente en mi formación profesional, considerando ser mi principal ejemplo que me inspira y motiva para seguir adelante, enseñándome tener la fortaleza para superar los obstáculos y retos que se presentan en la vida.

Le agradezco haberme guiado en esta etapa profesional, especialmente por brindarme consejos, apoyo incondicional, conocimientos y sobre todo dedicarme de su tiempo para ayudarme en mi formación.

A mi abuelita Auxiliadora Navarrete quien considero mi segunda madre y parte importante de mi vida por consentirme, cuidarme y ayudarme, gracias por permanecer durante el proceso y animarme a terminar la carrera, siempre te tendré en mi corazón y pensamientos.

**Br. Ariel Octavio Caldera**

## **DEDICATORIA**

Primeramente, quiero dedicarle este trabajo a Dios por haberme ayudado dándome fortaleza y la sabiduría de permitir culminar este estudio a pesar de las malas experiencias presentadas.

A mis padres, hermanas, compañeros y amigos que estuvieron presentes y me dieron ese apoyo incondicional dando esas palabras de aliento. Por todo ese cariño y por los buenos consejos dado durante todo mi tiempo en la carrera en la universidad.

**Br. Abner Josías Jarquín Mendoza**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi madre y mi familia, por haberme apoyado y guiado en mi carrera universitaria, por ser quienes me han llenado de fortaleza, aprendizaje, experiencias y consejos que me han sido de utilidad en estos años, sobre todo por enseñarme que puedo lograr las metas que me proponga. Sin duda, han sido un pilar fundamental en mi vida, tanto para mi formación personal como profesional. Les estaré siempre agradecido por haber depositado su confianza.

A nuestros asesores, Ing. Marcos Jiménez y Lic. Rosario Rodríguez por brindarnos de su tiempo y apoyo en el trayecto de nuestra investigación, y por habernos compartido conocimientos que serán parte de mi formación personal y profesional.

Agradezco de forma especial a Lic. Rosario Rodríguez MSc. Por haberme brindado su acompañamiento y apoyo durante mi carrera universitaria, considerando que fue una persona fundamental para la formación que tengo como profesional.

Le doy gracias al ingeniero Kevin Howard Barberena por demostrar su apoyo incondicional durante mi etapa como estudiante, en especial en nuestra fase de campo que siempre demostró disposición y apoyo para culminar con éxito esta etapa.

Por último, agradezco a las amistades que formé durante mi etapa universitaria y que siempre estuvieron conmigo en todo momento, principalmente las que tomaron de su tiempo en mi proceso de tesis.

**Br. Ariel Octavio Caldera**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por haberme dado la voluntad, fuerza, sabiduría y el entendimiento de haber culminado mi carrera. Pese a las diferentes situaciones presentadas en la universidad.

A mis padres Dimas de la Cruz Jarquín Gaitán y mi madre Ligia Albertina Mendoza Chavarría por haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento de mis estudios, por haberme facilitado una educación con valores y principios cristianos.

A mis hermanas Lea Raquel Jarquín Mendoza, Kenia Elisabeth Jarquín Mendoza, Indira Abigail Jarquín Mendoza por la ayuda que me dieron en todos estos años por su cariño, confianza y su apoyo incondicional que me dieron.

A mis asesores Ing. Marcos Jiménez MSc y Lic. Rosario Rodríguez MSc por el acompañamiento, colaboración y su tiempo en este estudio para mi formación como profesional.

A mi compañero de tesis Ariel Octavio Caldera por haber sido parte importante de este estudio y de haber estado siempre como compañero, amigo en la carrera.

Al Ing. Kevin Howard Barberena Ruiz por el porte de conocimiento y el apoyo como amigo durante el estudio y los años de estudio en la universidad.

Finalmente le agradezco a mi compañera Marcela Alejandra Zeledón Medal que me apoyo durante la fase de campo del estudio y en momentos de dificultad en la universidad.

**Br. Abner Josías Jarquín Mendoza**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
<b>DEDICATORIA</b>	<b>i</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>iii</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
<b>III. MARCO DE REFERENCIA</b>	<b>4</b>
3.1 Situación económica del grano de frijol	4
3.2 Reseña histórica del frijol	5
3.3 Condiciones climáticas	5
3.3.1 Efecto del cambio climático en la producción de frijol	6
3.3.2 Condiciones de adaptación del cultivar de frijol	6
3.3.3 Temperaturas y precipitaciones que se adapta el frijol	7
3.4 Tipos de suelo para el establecimiento del frijol	8
3.4.1 pH del suelo	8
3.4.2 Preparación del suelo	8
3.5 Ciclo vegetativo del frijol	8
3.6 Frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	9
3.6.1. Taxonomía del frijol caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	9
3.6.2 Característica de la especie	10
3.7 Consideraciones agronómicas	10



3.8 Descripción botánica del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	11
3.9 Plagas y enfermedades en el cultivar de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	12
3.9.1 Definiciones	12
3.9.2 Plagas que afectan el frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	12
3.9.3 Enfermedades que vulneran al frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.)	12
3.10 Fertilización del suelo	13
3.10.1 Origen del Biol	13
3.10.2 Descripción del biol	13
3.10.3 Uso del biol en el frijol	14
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>15</b>
4.1 Ubicación del área de estudio	15
4.2 Condiciones climáticas	15
4.3 Tipo de suelo	15
4.4 Diseño metodológico	15
4.4.1 Material Biológico	16
4.4.2 Diseño experimental	16
4.4.3 Modelo lineal general	16
4.4.3 Área de estudio	17
4.5 Manejo Agronómico	17
4.5.1 Preparación del terreno	17
4.5.2 fertilización	18
4.5.3 Control de plagas y de malezas	20
4.5.4 Variables en estudio	20
4.6. Recolección de datos	22
4.7. Análisis de datos	22
4.8 Análisis económico del estudio	22

<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
5.1 Largo del tallo	24
5.2 Diámetro del tallo	25
5.3 Número de ramas	27
5.4 Número de hojas	28
5.5 Número de guías o ramas laterales	30
5.6 Número de vainas	31
5.7 Número de flores	32
5.8 Clasificación de vainas	34
5.9 Determinación de biomasa en base seca	35
5.10 Análisis económico del estudio	36
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>VII. LITERATURA CITADA</b>	<b>39</b>
<b>VIII. ANEXOS</b>	<b>43</b>

---

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Condiciones de adaptación del frijol en Nicaragua	7
2	Taxonomía del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	9
3	Dosis, momentos y método de aplicación de los fertilizantes, finca Santa Rosa	19
4	Parámetros para tomar en cuenta para el análisis económico	22
5	Clasificación de vainas de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) por tratamiento	34
6	Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del frijol Caupí rojo, finca Santa Rosa, 2023	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Largo de tallo de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) utilizando biofertilizante y fertilizante convencional	24
2	Grosor del tallo de las plantas de caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) utilizando biofertilizante y fertilizantes convenciones	26
3	Número de ramas de frijol caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) con diferentes fertilizantes	27
4	Número de hoja de caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) con fertilización convencional y biofertilizante	29
5	Número de guías de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) con aplicación de biofertilizante y fertilización química	30
6	Número de vainas de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) con aplicación de biofertilizante y fertilización química	32
7	Número de flores del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> ) con aplicación de biofertilizante y fertilización química	33
8	Producción de biomasa en base seca del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Preparación y mezclado del fertilizante	43
2	Preparativos para la siembra de la semilla del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	43
3	Establecimiento de la semilla de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	44
4	Método de establecimiento por esqueje de las semillas de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	44
5	Medición de la planta de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	45
6	Vainas del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	45
7	Recolección de vainas de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	46
8	Secado de las muestras para determinar la biomasa en base fresca en horno artesanal	46
9	Etapas de floración de frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	47
10	Semillas cosechadas del frijol Caupí rojo ( <i>Vigna unguiculata L. Walp</i> )	47

11	Ubicación del área de estudio en la finca Santa Rosa	48
12	Biofertilizante de excremento de cabras y ovejas	48

---

## RESUMEN

La investigación titulada “Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el comportamiento morfológico y productivo del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp.), finca Santa Rosa, 2023”, tuvo por objeto evaluar los rendimientos productivos y el comportamiento fenológico del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp) implementando alternativa orgánica de biofertilizante y un fertilizante convencional. El estudio se realizó en la finca Santa Rosa propiedad de la Universidad Nacional Agraria. Los tratamientos evaluados durante el estudio fueron: aplicaciones de biofertilizante 25.2 l ha<sup>-1</sup> y en el fertilizante convencional 1.26 qq ha<sup>-1</sup>, con un tratamiento testigo que no se aplicó ninguna fertilización., Se utilizó un diseño experimental DCA con arreglo factorial y modelo lineal general. Los parámetros morfológicos evaluados fueron altura de la planta, diámetro del tallo, número de ramas, número de hojas y número de guías o ramas laterales. En los indicadores productivos se evaluaron número de vainas/planta, flores/planta, clasificación de vaina y rendimiento de biomasa en base seca. Se determinó la relación beneficio/costo por medio del análisis parcial. La aplicación de biofertilizante obtuvo mejores valores en las variables el número de hojas, número de guías y flores, sin embargo, al aplicar la fertilización convencional presenta mayores valores en número de ramas y en el tratamiento testigo sobresalió en la variable altura de la planta. El rendimiento de biomasa en base seca del caupí al aplicar biofertilizante fue de 5.59 ton ha<sup>-1</sup> y del fertilizante convencional fue de 6.12 ton ha<sup>-1</sup> y el análisis económico demostró que el tratamiento con mejor rentabilidad fue la fertilización con biol que por cada córdoba que el productor invierta tendrá una ganancia de C\$ 9.14 córdobas.

**Palabras Claves:** Biofertilizante, fertilización convencional, rentabilidad, comportamiento morfológico y productivo, leguminosa forrajera.

## ABSTRACT

The research entitled "Effect of organic and inorganic fertilization on the morphological and productive behavior of red cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.), Santa Rosa farm, 2023", aimed to evaluate the productive yields and phenological behavior of red cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) by implementing an organic biofertilizer alternative and a conventional fertilizer. The study was conducted at the Santa Rosa farm owned by the Universidad Nacional Agraria. The treatments evaluated during the study were: applications of biofertilizer 25.2 l ha<sup>-1</sup> and conventional fertilizer 1.26 qq ha<sup>-1</sup>, with a control treatment in which no fertilizer was applied, using a DCA experimental design with factorial arrangement and general linear model. The morphological parameters evaluated were plant height, stem diameter, number of branches, number of leaves and number of guides or lateral branches. The productive indicators evaluated were number of pods/plant, flowers/plant, pod classification and biomass yield on a dry basis. The benefit/cost ratio was determined by means of partial analysis. The application of biofertilizer obtained better values in the variables number of leaves, number of guides and flowers; however, when conventional fertilization was applied, it presented higher values in number of branches and in the control treatment it excelled in the variable plant height. The biomass yield in dry basis of cowpea when applying biofertilizer was 5.59 ton ha<sup>-1</sup> and conventional fertilizer was 6.12 ton ha<sup>-1</sup> and the economic analysis showed that the treatment with the best profitability was the fertilization with biol, which for each Córdoba that the producer invests will have a profit of C\$ 9.14 Córdobas.

**Key words:** Biofertilizer, conventional fertilization, profitability, morphological and productive behavior, forage legume.



## I. INTRODUCCIÓN

La producción del cultivar de frijol en Nicaragua se caracteriza por estar sometida en manos de pequeños y medianos productores, siendo considerado de (Solís, 2017) “forma histórica parte fundamental de la dieta del nicaragüense, estando el mercado interno como el mayor consumidor del grano, sin embargo, también se exporta a países centroamericanos, aportando al producto interno bruto del país” (p.1).

Datos reflejados por (Bolsa Agroindustrial [Bolsago], 2022), se estima que el nivel de exportación del grano “en el ciclo 2021-2022 obtuvo una producción mayor del 15% en comparación de años anteriores, registrando producciones de 48.314 quintales de frijol”. Es decir, Méndez (2021), “figura ser uno de los granos básicos de gran importancia para el sector agrícola, generando aproximadamente más de 20.000 empleos de forma directa e indirecta” (p.2).

Según datos sobre censos que se han hecho sobre el territorio nacional, la producción de frijol está en aumento, esto se debe al involucramiento de pequeños y medianos productores en un 95% y un 5% se debe a grandes productores que demuestran tener interés por el cultivar, determinando que según Solís (2017), “la superficie agrícola del cultivar de frijol, presenta una área de 232.83 mil de hectáreas en ocupación para la cosecha del grano, demostrando el aumento del rubro en comparación a otros años, que tenían una superficie de 62.30 miles de hectáreas” (p.15). Los datos significativos del crecimiento en las hectáreas de ocupación de frijol, evidencia la demanda del mercado y la necesidad de alimentaria de las personas.

La demanda de alimentos en Nicaragua, depende de los diversos cultivos que se establecen sobre la superficie del territorio nacional que se ven influenciados por los cambios climáticos, las condiciones agroecológicas, la ganadería extensiva y las malas prácticas agrícolas que aun optan los productores, que de forma severa menciona Aguirre y Gutiérrez, (2018), “generan variaciones en la productividad de los cultivos, considerando que no reúnen ciertos parámetros para el desarrollo y crecimiento de las plantas en sus requerimiento nutricionales” (p.1).

La exigencia del mercado a nivel nacional e internacional asume nuevos retos y garantiza de un producto de calidad, por lo que demanda la búsqueda de alternativas que garanticen la sostenibilidad de los recursos naturales que están influenciados por el hombre, Méndez (2021) “por lo que adaptarse a medidas de resiliencia a los efectos del cambio climático conlleva a buscar alternativas agroecológicas que demuestren tener de cierta forma, efectividad en la incrementación de nutrientes para el suelo, con mínimas pérdidas” (p.2).

El objeto del estudio busca demostrar que la utilización de alternativas orgánicas como la aplicación de biofertilizantes, logra incrementar la eficiencia de nutrientes que requiere el cultivar de frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*), estimulando su comportamiento morfológico y productivo. Por tanto, se determinará el efecto que causa la aplicación de biofertilizante en comparación de un fertilizante convencional sobre las variables de crecimiento y rendimiento. Considerado que resulta ser una alternativa que genera grandes aportes de nutrientes, favoreciendo el contenido de materia orgánica y mejorando la interacción de forma benéfica con el suelo.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

1. Evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el crecimiento y el comportamiento productivo del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*)

### 2.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto del uso de biofertilizantes y fertilización convencional sobre el crecimiento y desarrollo morfológico del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*) en las variables Altura de la planta (cm), Diámetro del tallo (cm), Cantidad de ramas, Número de hojas.
2. Comparar el efecto del uso de biofertilizantes y fertilización convencional sobre el rendimiento del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*) en las variables número de vainas, número de flores, clasificación de vainas y rendimiento de biomasa en base seca.
3. Determinar la relación beneficio costo (B/C) en los tratamientos evaluados.

### III. MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Situación económica del grano de frijol

La producción del frijol en el país se caracteriza por ser una labor que se destina a medianos y pequeños productores, normalmente la producción del cultivar satisface la demanda de la dieta de las familias nicaragüenses. Estrada, Morales y Arteaga (2015), [considerado un grano básico potencial que satisface las necesidades del consumo interno y en menor grado, se exporta a países centroamericanos, asumiendo que su potencial productividad contribuye al crecimiento económico e influye en la generación de empleo].

Los ciclos de producción han venido en aumento, (Bolsa Agroindustrial [Bolsagro], 2022) evidencia que “durante el ciclo productivo 2021-2022, el frijol rojo aumentó 4.7 millones de quintales, quiere decir 2.8% que ciclos anteriores, en el que se estima que 3.0 millones de quintales se destinan al consumo interno y 1.7 millones son exportados”.

Reportes relocalizados por Alemán y Calero (2021), que hay participación de las instituciones gubernamentales para que:

La producción pese a ciertas afectaciones climáticas, manejos y otros factores, las áreas de siembra del cultivar de frijol, oscilan a 350 mil manzanas por año, producida en un gran porcentaje en medianos y pequeños productores que carecen de financiamiento y tecnologías para desempeñar el buen rendimiento productivo, puesto que se considera que se encuentra en un manejo de producción artesanal. (p.1)

La importancia que tiene este cultivar en el ámbito económico está ligado a la cantidad de empleos que genera durante su producción. Solís (2017), expresa que de “manera directa e indirecta 200 mil personas se ven involucradas en la producción y comercialización del grano” (p.6). Siendo contribuyente no solo en la dieta del nicaragüense, sino en la economía de las familias campesinas.

### **3.2 Reseña histórica del frijol**

Históricamente el frijol constituye ser uno de los granos básicos más añejo, estableciendo que esta leguminosa procede de los continentes asiático y africanos, sin embargo, Rivera y Zamora (2014) “estudios arqueológicos afirman que el frijol del género *Phaseolus*, es originario del continente americano, argumentando que las primeras semillas de frijol fueron llevadas a Europa por los españoles, distribuidos por comerciantes portugueses a la región de África oriental” (p.11).

Los granos básicos constituyeron ser establecidos en Mesoamérica, siendo uno de los principales el frijol, como menciona Rivera y Zamora (2014) “considerado una fuente de alimentación en las personas que habitaron la región hace más de 8,000 años, llevado a Europa y difundido en los diferentes países del continente, por tanto, la expansión del cultivo logró se estableciera en diferentes continentes” (p.11). En especial en Nicaragua que se conoce que los productores cultivaban y cosechan para el autoconsumo, luego el grano se señala que puede dedicarse a la comercialización interna y externa.

### **3.3 Condiciones climáticas**

Para la siembra del cultivar del frijol, se ve influenciado por las condiciones edafoclimáticas, es decir, los cultivares son capaces de reproducirse, producir y existir. García (1971) menciona que “siempre que tomen en cuenta los límites climáticos y edáficos, donde la tolerancia y resistencia que demuestran las especies vegetativas es específica, estando sujetas a las leyes de la evolución orgánica, en cambio, su tolerancia se acompaña de cambios morfológicos” (p.5).

Estos factores influyen de manera directa en el desarrollo-crecimiento de la planta, pero gracias a la plasticidad que tiene el cultivar del frijol, resulta tener pocas limitantes, obteniendo un buen desempeño. Existen grandes cantidades de variedades de frijol en el país, presentando respuestas en días cortos o son fotoneutras.

### **3.3.1 Efecto del cambio climático en la producción de frijol**

Los cambios climáticos son el principal componente que influye de manera directa en la preservación de las especies vegetativas, siendo en la mayoría consecuencia de la manipulación directa del hombre, considerado el sector agropecuario el que demuestra tener repercusiones de estos cambios, Tapia y Mayorga (2015) afirma que “se registran periodos de sequías, inundaciones, heladas y altas temperaturas que afectan de forma directa el desarrollo vegetativo de las plantas, considerando negativa las producciones, ya que estos eventos climáticos, aumentan los costos de producción y alimentación” (p.18).

El cultivar de frijol, es un grano muy sensible a los cambios bruscos del clima, según Rivera, (2000) “obtienen respuestas a la variabilidad de temperatura, disminución de la producción y la susceptibilidad a las plagas y aumento de las enfermedades, a su vez, produciendo la contaminación de los suelos” (p.21). Por tanto, se ha evidenciado que Nicaragua ha sido uno de los principales países de la región que ha tenido grandes consecuencias en la agricultura, gracias a los cambios climáticos que impactan de forma directa causando pérdidas en la biodiversidad de los cultivos y las regulaciones climáticas.

Por ello, la influencia del impacto del cambio climático repercute de forma negativa en el rendimiento del cultivo de frijol, afirma Tapia y Mayorga (2015) que “para disminuir los porcentajes de pérdidas, los productores deben adoptarse de nuevas tecnologías, utilizando medidas de conservación del ecosistema de manera que protejan la inestabilidad del cultivo sobre la variabilidad climática que repercute de forma negativa en los ingresos” (p. 22).

### **3.3.2 Condiciones de adaptación del cultivar de frijol**

Las condiciones agroecológicas han alterado de forma significativa, especialmente la región, siendo Nicaragua un país vulnerable a las variaciones climáticas, parte de esto influye los regímenes de lluvia y los periodos de sequías, aunque bien se conoce que el frijol *Vigna unguiculata L. Walp.* según Rivera (2000), “se establece para su desarrollo en temperaturas promedio de 15°C y 27°C, teniendo un rango de tolerancia en diferentes variaciones climáticas, cabe destacar que temperaturas heladas retardan el desarrollo, contrario de las temperaturas calientes que aceleran el crecimiento” (p.6).

Sin embargo, se conoce que algunas plantas se logran adaptar en periodos cortos a temperaturas heladas pero que, al someterlas sobre periodos extremos, pueden provocarse daños irreversibles, por ello, Flores, Lazo y Méndez (2019) afirman que [la adaptación del cultivo en medias diurnas para tener un desarrollo morfológico normal fluctúa entre los 15° y 20°C, pero en Nicaragua tiene un rango de 17° y 24°C, pudiendo soportar los 34°C sobre sus condiciones climáticas].

El cultivar para su germinación requiere de 4 a 6 días con temperatura de 18°C, Rivera (2000) considera que “se debe a las condiciones climáticas de la zona, por lo que las temperaturas pueden influir en el ciclo vegetativo por las temperaturas del suelo y aire que influyen en la absorción de agua del cultivo” (p.7). Por ende, las temperaturas influyen en los ciclos vegetativos, lixiviando nutrientes esenciales que requiere la planta, teniendo en casos abundancia de follaje y ocultando las vainas para que obtengan presencia del sol.

### 3.3.3 Temperaturas y precipitaciones que se adapta el frijol

Los estudios que se han realizado con el frijol en Nicaragua carecen de vital información por lo que, se ve la oportunidad de adaptar las nuevas tecnologías para determinar datos específicos que se requieren para el buen establecimiento del cultivar de frijol *Vigna unguiculata L. Walp.*, por lo que su rango de adaptación encontrando fue del año 1997, estableciendo el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Condiciones de adaptación del frijol en Nicaragua

Rango de adaptabilidad	Temperatura media anual	Precipitación (mm) acumulada en el periodo de cultivo
Óptimo	20-23°C	200-450
Bueno	17-20°C y 23-27°C	450-700
Marginal	27 y 17	700

Fuente: Rivera (2000)

Por tanto, se considera alguna temperatura en las que el frijol tiene un buen desempeño de crecimiento y desarrollo, y otros en los cuales, el cultivar tendrá dificultades.

### **3.4 Tipos de suelo para el establecimiento del frijol**

Según los estudios realizados por diferentes entidades gubernamentales, demuestran que el cultivar de frijol se adapta con mayor facilidad en 2 tipos de suelo, según Tapia y Mayorga, (2015) revelan que “los suelos francos arcillo, limoso y franco arenoso, son los adecuados para el establecimiento de *Vigna unguiculata L. Walp.*, debido a que son suelos profundos, fértiles, de buenas propiedades físicas y drenaje, adaptándose a altura de 200-1500 msnm” (p. 8). Requiriendo en su ciclo vegetativo 300-400 mm de lluvia, por lo que el suelo debe conservar una buena aireación que le permita mantener la humedad en el suelo para que la planta se desarrolle.

#### **3.4.1 pH del suelo**

Se establecen los niveles máximos de pH que requieren las diferentes variedades de frijol para obtener su mayor desempeño según INTA (2013) “el pH óptimo que requiere está en el rango de 5,5-7,5, destacando que tolera 4,2 y 8,5 de pH, prefiriendo los suelos de tipo ondulado, teniendo la observación que debe evitarse la siembra en suelos de tipo ácidos” (p.8).

#### **3.4.2 Preparación del suelo**

Para la preparación del terreno se requiere de la limpieza de las malezas que se realiza de forma manual con machete, luego según (United State Agency for International Development [USAID], 2013) “se debe pasar un arado con profundidad de 30-40cm, optando por arar y luego rastrear, dejando el suelo mullido, sin embargo, si la siembra no se realiza de forma mecánica se realizan camas por la aeración y drenaje y siembra” (p.1).

### **3.5 Ciclo vegetativo del frijol**

El ciclo vegetativo del frijol va en dependencia de la variedad según Escoto (2004) “la duración del ciclo puede ser de 60 a 70 días, considerando un cultivo de ciclo corto y de buen comportamiento en el suelo y hábito de crecimiento II, teniendo resistencia a enfermedades en específicas” (p. 11).



### 3.6 Frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

El cultivar del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp), según (Méndez, 2021):

Es un cultivo anual, que pertenece a la familia fabácea que se cultiva en la zonas tropicales y húmedas con aporte proteico del 22%, conteniendo carbohidratos, vitaminas y minerales, considerado una alternativa para los efectos del cambio climático, además que garantiza nutrientes necesarios para la seguridad alimentaria de los nicaragüenses y animales (p.9).

Este cultivar pertenece a la familia de las leguminosas que según Oporta y Rivas (2006) “se utiliza con la asociación de gramíneas como el maíz, permitiendo que los suelos descansen y las gramíneas absorban el nitrógeno que aporta la leguminosa, fijándolo y aportándolo en el suelo” (p. 10)

Se considera que el mayor aporte que tiene el cultivar del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp.) se debe a sus semillas, gracia al considerable aporte proteico según Téllez y Jarquín, (1999) “se cree que mayor al de cualquier vegetal, aproximado al de la carne, a su vez de fácil almacenamiento por su rápida pérdida de agua y la presencia de tegumentos impermeables, y primordial en la agricultura para uso de abono” (p. 4).

#### 3.6.1. Taxonomía del frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp.)

Cuadro 2. Taxonomía del frijol Caupí rojo (*Vigna unguicula* L. Walp)

<b>Nombre científico</b>	<i>Vigna unguiculata</i> L. Walp.
<b>Nombre común</b>	Frijol vara, vaca, castilla y caupí
<b>Reino</b>	Vegetal
<b>Clase</b>	Angiospermae
<b>Subclase</b>	Dicotyledoneae
<b>Orden</b>	Leguminosae
<b>Familia</b>	Papilionaceae (Fabaceae)
<b>Género</b>	<i>Vigna</i>
<b>Especie</b>	<i>unguiculata</i> (L.)

Fuente: Oporta y Rivas (2006)

### **3.6.2 Característica de la especie**

La planta *Vigna unguiculata* L. Walp. pertenece a la familia de las leguminosas, de procedencia africana que Téllez y Jarquín (1999) afirman que “tiene un sistema radicular profundo que le brinda posibilidad de sembrarse en alturas de 1,000 msnm, presentando tallo de varias ramificaciones de hasta 80 cm, hojas trifoliadas de color verde y gruesas y las flores con racimos a partir de los 40 días” (p. 3).

Este tipo de cultivar suele ser de crecimiento erecto, semi erecto, rastrea en dependencia de la variedad que se esté utilizando por lo que su ciclo vegetativo suele ser variante de 75 a 150 días de forma promedia, caracterizando a esta especie por su rápido crecimiento de follaje y con una gran diversidad en los colores de las semillas entre ellas de tono pardo, negro, blanco, amarillo y moteado.

Según el tipo de variedad de este cultivar, Méndez (2021) menciona que “la maduración se considera uniforme y determinada, destacando que en las especies rastreras y enredaderas es indeterminada, por tanto, se pueden encontrar flores y vainas en una misma planta, destacando por su rendimiento productivo  $808 \text{ kg ha}^{-1}$ , pudiendo alcanzar  $2908 \text{ kg ha}^{-1}$  (p.5).

### **3.7 Consideraciones agronómicas**

Se conoce que esta variedad de frijol se adapta mejor en condiciones de clima cálido, prefiriendo temperaturas de 20 a 35 °C, prefiriendo las temperaturas de 20 °C para la germinación de la semilla, por ello, Saldarriaga (2015) “la mayor producción de biomasa del cultivar se observa en las temperaturas de 27 °C de día y noche de 22 °C, sin tener exceso de humedad atmosférica y de riego que pueden reducir la productividad por la presencia de hongos” (p.5).

Las fases de desarrollo requieren la necesidad de cubrir de la demanda hídrica del cultivo, por lo que Escoto (2004) establece:

Los estudios determinan que el cultivar requiere en mayor cantidad del recurso hídrico en el periodo de floración, considerando que, para el crecimiento del fruto, necesita una moderada cantidad, siendo la fase de maduración que requiere de una menor cantidad de agua y en la fase de crecimiento se podría tener una sequía prolongada. (p.6)

Para obtener el mejor rendimiento del frijol se requiere de aquellos suelos de textura liviana que contengan los macro y micronutrientes necesario para nutrir a la planta, de manera que influye según Escoto (2004) “de forma independiente el suelo, la provisión de humedad durante las etapas fisiológicas para obtener una producción significativa del *Vigna unguiculata L. Walp.*” (p.6).

### **3.8 Descripción botánica del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata l. Walp.*)**

Planta: según Oporta y Rivas (2006) “El *Vigna unguiculata L. Walp*, es cultivar anual de crecimiento erecto, semierecto, permitiendo agruparlas por la forma de la vaina, semilla y ciclo vegetativo, diferenciando que las variedades precoces y semitardias tienen porte erecto y algunas son enredaderas y de vainas largas” (p. 14).

Tallo: se caracteriza por ser glabrosos y de muy pocas ramificaciones. (Oporta y Rivas, 2006).

Raíz: Oporta y Rivas (2006) afirman que “el *Vigna unguiculata L. Walp* al ser una leguminosa fijadora de nitrógeno, tiene unas raíces profundas que le facilita adaptarse a condiciones cuyas precipitaciones oscilan de forma promedio los 250 mm y 1000 mm” (p.15).

Ramas: según Oporta y Rivas (2006) “el desarrollo de las ramas se ve a partir de la tercera semana de crecimiento, ósea el llamado tiempo de emergencia, las cuales aumentan el número de rendimiento” (p.14).

Hojas: Oporta y Rivas (2006) menciona que “se caracterizan por ser trifoliadas, color verde, gruesas con pubescencia, folíolos aovados, y folíolo terminal con mayor tamaño que los laterales que tienen forma oblicua” (p.15).

Flores: el color de las flores suele ser variante, según Oporta y Rivas, (2006) “se encuentran en color azul y violeta y amarillenta, con tamaño de 3cm de largo, desarrollando el tallo floral en la parte media de la planta, progresando de arriba hacia abajo, de las cuales solo 3-4 se convierten en vainas” (p.14).

Fruto: Oporta y Rivas (2006) afirma que “es de forma cilíndrica, normalmente está colgado, ligeramente curvado comprimiéndose sobre las semillas, pergamino, liso y dehiscente”. (p.14).

Semilla: Según Oporta y Rivas (2006) “la variedad el tamaño, textura de la semilla puede ser diferente, pero se encuentran semillas de colores amarillo, rojo, café, púrpura y pardo, con longitudes de 4 a 8mm. (p.15)

### **3.9 Plagas y enfermedades en el cultivar de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*)**

#### **3.9.1 Definiciones**

Plaga: Según Pérez (2004) “Se considera plaga a los organismos nocivos que pueden afectar de forma irreversible a los cultivos, independiente de la magnitud, siempre y cuando sea una especie que ponga en peligro a un cultivar” (p.44).

Enfermedad: Según Fertilab (sf) “son ocasionadas por agentes externos que atacan las funciones fisiológicas, considerado un factor biótico o infeccioso” (p. 1).

#### **3.9.2 Plagas que afectan el frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*)**

Existen diversidad de insectos maléficicos que afectan los cultivos que, de forma de no ser tratados de manera inmediata, pueden causar daños severos en las plantas, de los cuales existen plagas comunes en el cultivo de frijol encontrándose los siguiente según Oporta y Rivas (2006) “mosca blanca (*Bermisia tabaci*), pulgones (*Diabrotica ssp.*), *Spodoptera exigua*, hormiga, picudo de la vaina (*Apion golmani*). Sin embargo, cabe destacar que este género no se ve afectado por babosas, pero el almacenamiento de las semillas, pueden verse afectado por gorgojos” (p. 5).

#### **3.9.3 Enfermedades que vulneran al frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp.*)**

Las enfermedades son la respuesta que se tienen al manejo inadecuado de los cultivos, es decir, una mala planificación de los controles y cuidado de la planta, generando que se vean afectado por diversas enfermedades, aportes realizados por Pérez (2004) menciona que “en las partes aéreas de la planta se encuentran *Cercospora canescens*, *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phytophthora vignae*, *Xanthomonas spp.*; en las raíces: *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solana*” (p.5).

### **3.10 Fertilización del suelo**

La fertilización consiste en aplicar las dosis adecuadas de forma artificial a las plantas permitiendo obtener los nutrientes que el suelo no le permite absorber para el desarrollo adecuado al cultivar, es por ello, que el hombre debe aportarlo para obtener el mayor rendimiento de las plantas. (García y Umanzor, 2018)

Las plantas obtienen nutrientes del suelo y del aire, no obstante existe un déficit en estos recursos que deben ser aportados por el hombre, es decir, las plantas requieren de este aporte nutricional de forma artificial por ello la (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y a la Alimentación [FAO], 1992) afirma “que los fertilizantes son importantes en los cultivos aportando los nutrientes de los que carece el suelo, mejorando el rendimiento de los cultivos, teniendo una alta respuesta y eficiencia en las parcelas, siendo una consideración cuando las lluvias también son escasas” (p.4)

#### **3.10.1 Origen del Biol**

La implementación del biol, se debe a la necesidad de buscar una alternativa que reduzca los costos de producción para los productores Mena y López (2022) de “manera que aumente los nutrientes del suelo y la productividad del cultivo de forma que se aprovechen los residuos provocados por la ganadería, siendo una técnica de conservación al medio ambiente disminuyendo los gases contaminantes, mediante la elaboración del biol” (p. 4).

#### **3.10.2 Descripción del biol**

El biol resulta ser una revolución ecológica sostenible en la agricultura, visto como una alternativa de fertilización no convencional en los productores que, según Reyes y Martín, (2018) son los “resultados de la descomposición química y fermentación anaeróbica de residuos orgánicos de origen animal y vegetal que brinda altos contenidos de nutrientes que estimula el crecimiento, desarrollo y producción de la planta” (p.6).

La implementación del biol produce el incremento productivo de los cultivos debido a la presencia de ácidos orgánicos que lo constituyen que según Mena y López (2022) afirman que:

Las enzimas y hormonas que estimulan el crecimiento protegen de plagas al cultivo, siendo un producto efluente que se constituye de sólidos disueltos y agua, siendo el

líquido que se descarga del digestor por medio de la filtración, separando lo líquido del sólido, generando un biofactor que sirve de promotor de crecimiento de la planta, por lo que se debe tomar en cuenta, el cuidado de la materia prima. (p.5)

### **3.10.3 Uso del biol en el frijol**

Estudios demuestran que se ha implementado el uso del biol en el cultivar del frijol debido a las bondades fisicoquímicas que promueve el desarrollo fisiológico de la planta, permitiendo mejorar el rendimiento productivo del cultivo al ser de rápida absorción.

Los datos demuestran que el uso de biol, logra mejorar de forma significativa la producción del grano de frijol, debido al estímulo que promueve en la planta en las diferentes etapas de vida, por lo que incluir la fertilización orgánica en el ciclo vegetativo, se ha evidenciado que logra García y Umanzor (2018) “mejorar el rendimiento productivo, que normalmente produce 666.29 kg ha<sup>-1</sup>, mientras que el biol ha logrado incrementar un 13.16% la productividad, obteniendo producciones de 767.30 kg ha<sup>-1</sup>” (p.20).

Se debe señalar que esta alternativa logra contribuir de forma positiva en los efectos del cambio climático, siendo aporte a la agricultura para mejorar, conservar y preservar los recursos sin degradarlos por el uso de fertilizantes sintéticos, ya que, Mena y López (2022) mencionan que “la activación de microorganismo que promueve el biol en el suelo, genera el estímulo de la materia orgánica, mejorando las propiedades físico-químicas y la estructura del pH, reduciendo los gases de metano, fomentando la agricultura y ganadería sostenible” (p.20).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la finca Santa Rosa ubicada en la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria con dirección de la zona Franca Industrial las Mercedes, 4 km al sur, del desvío de Sabana Grande 200 metros al norte y 100 metros al oeste. Con coordenadas geográficas según Cabrera y García (2021) “12° 08’ 33” latitud norte, 86° 10’ 31” longitud oeste” (p. 21). (ver anexo 11)

### 4.2 Condiciones climáticas

El departamento de Managua, especialmente el área de ubicación de la finca tiene una temperatura promedio de 27° C, caracterizada por una precipitación de 1,000 a 2,000 mm de lluvia por estar localizada en la zona del pacífico, con una humedad relativa del 72%, estando a una altura de 56 msnm y una velocidad de viento de 15 km hora y un promedio de precipitación anual por estar ubicada en la zona seca de 800 a 500 mm, distinguida por un periodo de sequía entre los meses de noviembre y marzo. (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales [INETER], 2022)

### 4.3 Tipo de suelo

La finca Santa Rosa por medio de análisis bromatológicos, se afirmó que tiene un suelo del tipo franco arcilloso caracterizado González (2017) “por ser color pardo grisáceo oscuro y profundo con una topografía plana y un pH de 6.88 que se considera que este suelo mantiene buen drenaje y un porcentaje de materia orgánica de 3.21-4.70 % (moderada)” (p.4).

Se determinó que este tipo de suelo tiene un porcentaje de 0.20 % de nitrógeno, considerado un suelo alto en contenidos de nitrógeno, 67.7 ppm de fosforo y 4.23 meq 100 gr de suelo en materia de potasio. (González, 2017).

### 4.4 Diseño metodológico

Se realizó un estudio experimental que consistió en medir la producción y caracteres morfológicos del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) sometida bajo 2 tratamientos del tipo de fertilización convencional y orgánica (biol) y con un tratamiento testigo de ninguna aplicación, en el que se midieron el rendimiento productivo del cultivar.

El frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) estuvo sometido a 2 periodos de fertilización que fueron a los 15, 30 días posterior a la siembra.

#### **4.4.1 Material Biológico**

Para el desarrollo de la investigación, se utilizaron semillas de frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata*, L. Walp.) que estuvieron bajo una prueba de germinación previa a la siembra que consistió en seleccionar las mejores semillas, posteriormente estableciéndolas y estimando su tasa de germinación y el periodo transcurrido a la siembra, asegurando de esta forma el material biológico. Se utilizó para el establecimiento 1 kg de semillas frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp).

#### **4.4.2 Diseño experimental**

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) (tratamiento + terreno), con arreglos factorial, donde los factores fueron los diferentes tipos de fertilizantes aplicados al cultivo y un modelo lineal general.

#### **4.4.3 Modelo lineal general**

$$Y_{ij}: \mu + x_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

$Y_{ij}$ : Es la j-ésima medición de las variables en estudio

$\mu$ : Es la media poblacional de mediciones de las variables en estudio.

$X_i$ : Es el efecto que produce i-ésimo nivel de los tipos de fertilización sobre las variables de estudio.

$\beta_j$ : Corresponde a la j-ésimo medición de las variables de estudio.

$\epsilon_{ij}$ : Variación del error aleatorio asociada a la ij-ésima fertilización y medición sobre las variables de estudio.



#### **4.4.3 Área de estudio**

El área total de estudio se comprendió de 510 m<sup>2</sup> (largo 34 m x 15 m de ancho), subdividido en 3 bloques con una medida de 9 m largo y 6.60 m de ancho, teniendo una superficie de 59.4 m<sup>2</sup>. Las parcelas útiles estuvieron conformadas por 11 surcos, establecidas a una densidad de siembra de 0.60 m entre planta y surco, utilizando 1 kg de semillas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp) para tener 158 plantas por parcela experimental.

#### **4.5 Manejo Agronómico**

##### **4.5.1 Preparación del terreno**

La preparación del terreno se empezó con la limpieza, usando la forma convencional del uso de machete y azadón para retirar las malezas y los troncos que se encontraban en el área del estudio.

##### ***Delimitación del terreno***

Posterior a la limpieza se delimitó el área de estudio definiendo con certeza el área experimental, haciendo uso de una cinta métrica y de estacas, delimitando la zona que se tuvo en estudio.

##### ***Siembra***

La siembra fue realizada al espeque, considerado un método ancestral de labranza mínima que consiste en el uso de un chuzo o vara con punta que se entierra en el suelo. Se establecieron 5 semillas por golpe para optimizar el rendimiento de las semillas y dejándolas a una profundidad de 2 cm. Se generó a su vez un crecimiento homogéneo de las plantas.

La literatura establecía que la distancia entre planta y surco varía entre 40-45 cm, en este caso se ocupó una densidad de siembra de 60 cm entre planta y surco para tener un mejor desarrollo y menor competencia entre plantas. Se utilizó un mecate para determinar la distancia de siembra entre plantas y surcos, teniendo señalizaciones para determinar la distancia, estando sujeto a estacas que facilitaban el manejo adecuado de la siembra.

#### **4.5.2 fertilización**

##### ***Fertilización química***

La aplicación del fertilizante se sostuvo por la suministración base de NPK 20-20-20 en 2 momentos de aplicación a los 15 y 30 días a las plantas que se encontraban en el bloque de fertilización convencional a una dosis de 1.26 qq ha<sup>-1</sup> de forma foliar, estimulando el rápido crecimiento de la planta.

##### ***Fertilización orgánica***

Se utilizó la alternativa orgánica del biol (biofertilizante) que se elaboró con 45 días de anticipación a la siembra para obtener la descomposición química y fermentación anaeróbica de los residuos orgánicos, en el que se utilizó excremento de ovinos y caprinos a una dosis de 50 ml por cada 1 litro de agua.

La dosis aplicada se afirma que varía según las necesidades nutricionales de las plantas en sus diferentes etapas fisiológicas que, por su composición, la dosis de 50 ml/l para una bomba de mochila con capacidad de 20 l, resulta ser la más recomendable.

##### ***Ingredientes utilizados para la elaboración del biofertilizante de heces de cabras y ovejas***

Materias primas que se utilizaron:

- 7.5 kg de estiércol de ovino
- 7.5 kg de estiércol de caprino
- 1.2 kg de ceniza
- 54 litros de agua
- 1.2 litros de melaza
- 600 ml de leche

##### ***Preparación del biofertilizante de excremento de cabras y ovejas***

Para la elaboración del biofertilizante de excremento de cabras y ovejas se utilizó la metodología de Restrepo (2007) estableciendo que para la mezcla se utiliza 7.5 kg de estiércol de ovino y 7.5 kg de estiércol de cabra, se agrega 34 litros de agua y se mezcla, luego se aplicó 1.2 kg de ceniza,

600 ml leche y 1.2 litros de melaza. Para finalizar se adicionó 20 litros de agua para completar los 60 litros de capacidad del biodigestor.

### ***Primer procedimiento para hermetizar el biodigestor***

Para hermetizar el biodigestor primeramente se realizó una perforación de media pulgada a la tapa del tanque, donde se colocó un adaptador macho pvc de media pulgada, el cual se selló con la aplicación de teflón y pega mega grey.

### ***Segundo procedimiento para hermetizar el biodigestor***

Con un pedazo de manguera de 70 centímetros de largo y media pulgada acoplada al adaptador macho pvc de media pulgada, esta se encargó de evacuar los gases durante el proceso de fermentación, los cuales iban hacia una trampa de agua en botellas de 2 a 4 litros.

### ***Dosis de aplicación de los tratamientos en el estudio de frijol Caupí rojo***

Las dosis aplicadas de los tratamientos sobre las plantas se representan en el siguiente cuadro:

Cuadro 3. Dosis, momentos y método de aplicación de los fertilizantes, finca Santa Rosa.

Tratamiento	Dosis total ha <sup>-1</sup>	Fechas de aplicación/Método de aplicación	
		15 dds foliar	30 dds Foliar
T1 biofertilizante	50.4 l ha <sup>-1</sup> biol	25.2 l ha <sup>-1</sup> biol	25.2 l ha <sup>-1</sup> biol
T2 NPK, 20-20-20	2.42 qq ha <sup>-1</sup>	1.26 qq ha <sup>-1</sup>	1.26 qq ha <sup>-1</sup>
T3 Testigo	-	-	-

**Nota=** l: litro; qq: quintal; dds: días después de la siembra, T: tratamiento; ha<sup>-1</sup>: hectárea

### **4.5.3 Control de plagas y de malezas**

#### ***Malezas***

La limpieza del terreno se realizó cada 7 días de forma que inició 15 después de la siembra para evitar la alteración del crecimiento de las plantas, utilizando herramientas de trabajo de campo, como lo son: machete, rastrillo y azadón.

#### ***Plagas***

Para el control de las plagas, se monitoreó cada 7 días para determinar los principales insectos que afectan al cultivar, por lo que se establecieron estacas con plásticos blancos y cintas en los alrededores de las parcelas.

### **4.5.4 Variables en estudio**

#### ***Altura de la planta (cm)***

La medición se realiza desde el suelo hasta la última hoja que presenta la planta del tallo principal. La unidad de medida utilizada es centímetro (cm) y se mide haciendo uso de una regla y una cinta métrica.

#### ***Diámetro del tallo (mm)***

El diámetro del tallo se mide en la base de la planta con un vernier o pie de rey. La unidad de medida utilizada fue centímetro (cm).

#### ***Cantidad de ramas***

El número de ramas se determinó de forma visual y contando las ramas que presentaba la planta al momento de la toma de datos. Estas se realizaban cada 7 días.

#### ***Número de hojas***

El conteo de las hojas se realizó de forma visual, y se consideraron el conteo a partir de la presencia de la primera hoja verdadera y se continuo hasta el final del estudio.

#### ***Número de guías o ramas laterales***

Las guías o ramas laterales fueron observadas, contabilizadas cada 7 días considerando como rama solo las que presentaban mínimo una hoja trifoliada y que saliera del tallo principal.

### ***Número de vainas***

Las vainas se contaron por medio de la observación y manipulación de la planta.

### ***Número de flores***

Se realiza el conteo de las flores por medio de la observación y manipulación de la planta, tomando la fecha inicial en que la planta comienza a florecer; hasta finalizar el periodo del estudio.

### ***Clasificación de vainas***

La clasificación de vainas se realizó en tres rangos; 0 cm - 10 cm, 11 cm - 15 cm, 16 cm – 20 cm de largo, se midió cada vaina de las plantas para cada tratamiento haciendo uso de una regla y cinta métrica, sin embargo, no se consideraron las vainas vanas (las que no contenían semillas).

### ***Determinación de biomasa en base seca***

Para la obtención de las muestras de materia seca, se realizó el procedimiento de la técnica del aforo, utilizando la técnica del metro cuadrado para cada una de las parcelas en estudio, se cortaron las muestras a cinco cm del suelo, se pesaron en una báscula digital para determinar la materia fresca y se recolecto en bolsas de papel Kraft con un código. Posteriormente fueron deshidratada en horno artesanal por un lapso de 48 horas.

Finalmente, se pesó la muestra deshidratada en una báscula digital obteniendo el peso en base seca para luego calcular el porcentaje de Materia Seca (MS) utilizando la fórmula.

$$\%MS = 100 - \left( \frac{\text{Pinicial} - \text{Psm}}{\text{Pinicial}} \right) \times 100$$

%MS= Porcentaje de Materia Seca

Pinicial= Peso inicial de la muestra

Psm= Peso seco de la muestra

Este resultado se multiplicó por la producción total de materia verde para obtener el resultado de producción de materia seca extrapolada a ton ha<sup>-1</sup>.

#### 4.6 Recolección de datos

Para la recolección de datos se diseñó un formato que contenía información con las variables en estudio que eran altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas, número de guías, número de flores y número de vainas, y fechas consideradas importantes como fecha de floración y fecha de crecimiento de primeras vainas. Estos formatos fueron impresos y posteriormente llenados en campo.

#### 4.7. Análisis de datos

Los datos recolectados fueron digitados en una hoja de Microsoft Excel del paquete office, esta base de datos se actualizaba cada semana para luego ser utilizada en el procesamiento de datos que se realizó en el software estadísticos R estudio versión 4.3.1, realizando la prueba de normalidad de Shapiro Wilk.

#### 4.8 Análisis económico del estudio

Se realizó un análisis económico para saber la factibilidad de los fertilizantes, para determinar el éxito o el fracaso en condiciones rentables, según Santillán (2020) “el presupuesto parcial es un formato de planificación y toma de decisiones que se utiliza para comparar los costos y beneficios que se utilizan en las planificaciones agrícolas” (pág.3).

Cuadro 4. Parámetros para tomar en cuenta para el análisis económico

<b>Indicador</b>	<b>Descripción</b>
Costos adicionales al cambio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aquello que ocurren adicionados al cambio de escenario</li></ul>
Ingresos reducidos al cambio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Son aquellos dejados de percibir por el cambio</li></ul>
Ingresos adicionales al cambio	<ul style="list-style-type: none"><li>• Son el resultado de los ingresos generados por el cambio</li></ul>
Costos reducidos al cambio	<ul style="list-style-type: none"><li>• No son percibidos del resultado del cambio</li></ul>

Beneficio neto

- Se resta el beneficio y los costos totales que varían.

---

Fuente: Santillán (2020)

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Largo del tallo

Se considera que la altura de la planta es una característica influenciada por factores genéticos, ambientales y varietales, es decir, la variedad del cultivo determina la altura máxima. Acevedo y Chávez (2010) indican que “la altura de la planta resulta ser importante para la competencia interespecífica, sanidad de la vaina y la producción de semilla”. (p.16)

En la figura 1 se logra apreciar el crecimiento de la planta con los tratamientos aplicados biofertilizante, convencional y sin ninguna aplicación, observando que el tratamiento sin ninguna aplicación demostró tener el mejor resultado con una altura máxima de 99 cm, seguido del biofertilizante que obtuvo su altura máxima de 79 cm y por último el tratamiento convencional con 62 cm de altura.

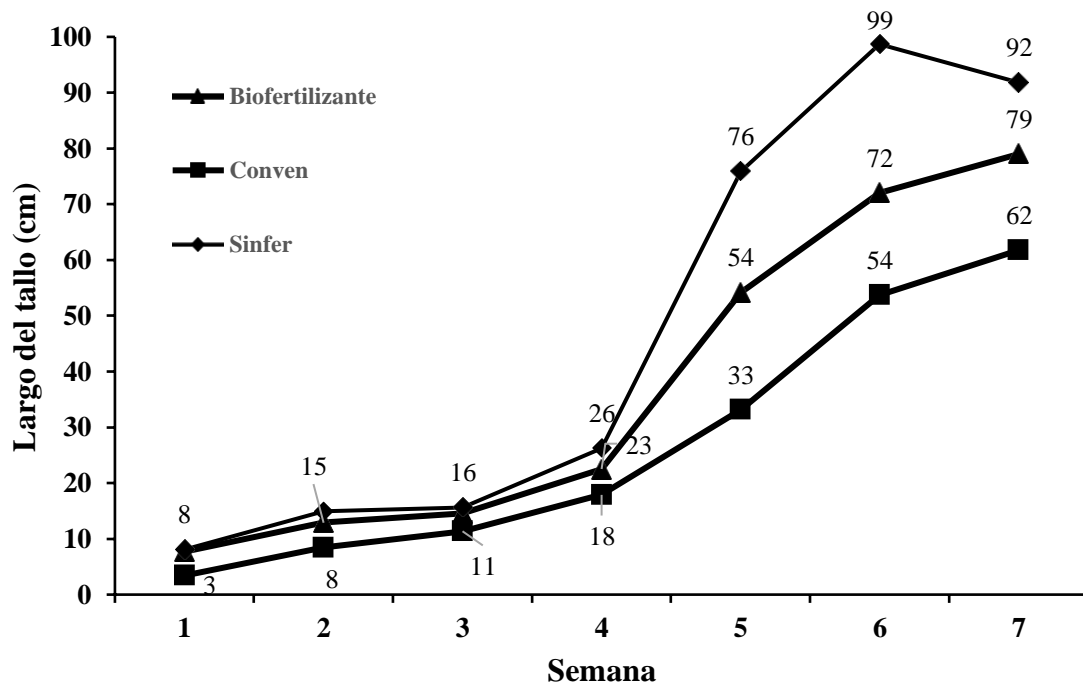


Figura 1. Largo del tallo de frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) utilizando biofertilizante y fertilización convencional



Un factor que se debe considerar fue la aplicación del fertilizante convencional que no mostró efecto sobre la variable de crecimiento, es decir, no estimuló, ni aportó los nutrientes requeridos, presentando plantas de menor tamaño con una altura de 62 cm.

En comparación con el estudio de Aguirre y Gutiérrez (2018) con aplicación 3 dosis de biofertilizante y de testigo fertilizante convencional 20-20-20, demuestran que, a mayores dosis, las plantas logran un mejor crecimiento, sin embargo, su altura máxima obtenida fue de 58.13 cm, siendo superada por el tratamiento testigo y biofertilizante de este estudio.

Probablemente las diferencias que existen en ambos estudios se deben a las dosis suministradas a las plantas, resultando mejor la incorporación de elementos con el biofertilizante de heces de cabras y ovejas que al contener la mayoría de los nutrientes que requiere la planta logra aportar en la fase de mayor demanda. Este comportamiento lo reporta (Ayón, Veliz y Gabriel 2017) [donde encontró que al aplicar  $500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  encontraron altura de 50 cm]. Cuando Burbano (2019) estudio la altura de la planta encontró que la planta al tener mayor distancia de siembra esta disminuye (p.47)

## **5.2 Diámetro del tallo**

Se describe al frijol caupí rojo como una planta herbácea anual con crecimiento erecto, semi-erecto y rastroso con tallo glabrosos y pocos ramificados que llega a tener un diámetro de 1 a 3.2 cm de grosor, considerado que el tallo proporciona soporte y sostén al cultivo, encargándose de transportar la sabia bruta y elaborada a los órganos de la planta descrito por el estudio de Oporta y Rivas (2006).

En la figura 2 se observa que no hubo efecto sobre el diámetro de las plantas por influencia de los tratamientos, resultando un hábito de grosor de 1cm, demostrando que no ejerce efecto sobre esta variable (ver figura 2).

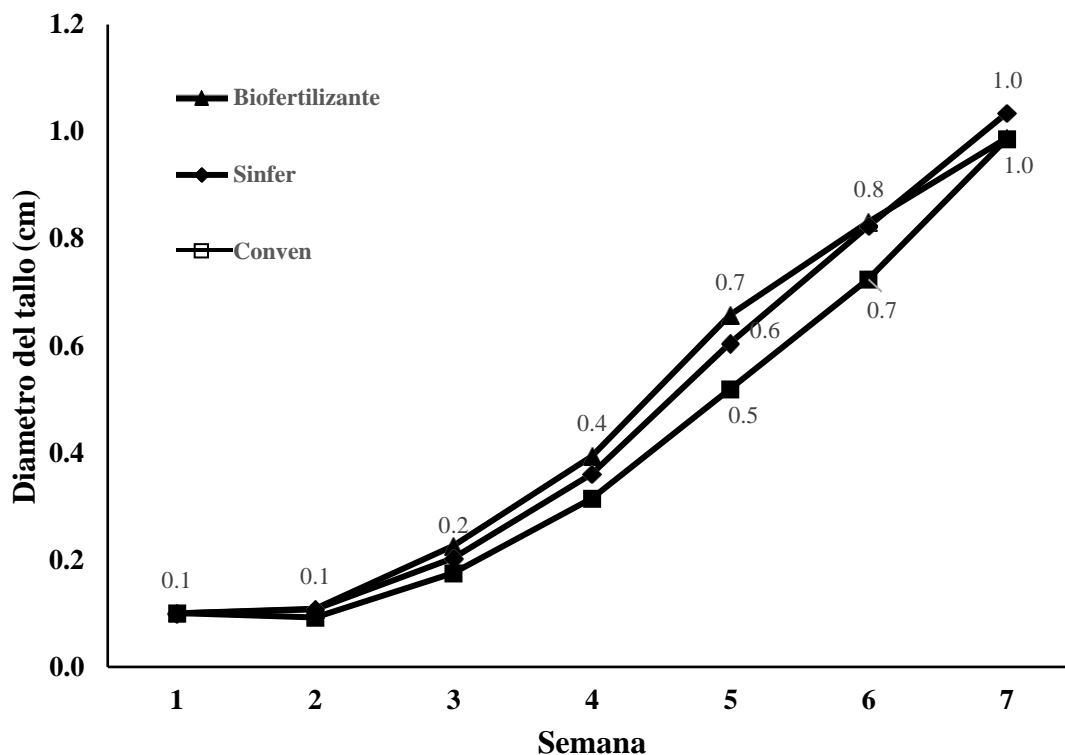


Figura 2. Grosor del tallo de las plantas de caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) utilizando biofertilizante y fertilizantes convencional

Se determina que la influencia de los tratamientos no influye en la variable diámetro del tallo, obteniendo la respuesta que los elementos que contiene el fertilizante convencional y el biofertilizante no solubilizan ni lo asimila mejor la planta, obteniendo el mismo resultado que el tratamiento testigo.

Similar comportamiento lo reporta Burbano (2019) cuando establecieron distancia de siembra de 40 cm con manejo agronómico convencional, reportando 1.008 cm de grosor del tallo de caupí rojo. Al estudiar los días de fertilización con biofertilizante Ayón et al. (2017) mencionan que el mejor momento de aplicación es a los 30 días después de la siembra para obtener un grosor del tallo promedio de 0.98 cm.

Sin embargo, en comparación al estudio de Aguirre y Gutiérrez (2018) se obtuvieron mejores resultados con la aplicación de los tratamientos, ya que, su aplicación de completo 20-20-20 logró tener un diámetro promedio de 0.7cm.

### 5.3 Número de ramas

El cultivo de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) se considera que posee una cantidad variable de ramas, asociada a cada variedad, estas ramas poseen un menor diámetro que el tallo principal de la planta, García y Umazor (2018) plantean “a mayor número de ramas, aumenta la cantidad de hojas, flores y vainas, reflejados en el rendimiento productivo de su investigación” (p. 15). Sin embargo, Aguirre y Gutiérrez (2018) difieren afirmando que “el número de ramificaciones no está asociado con su rendimiento productivo, ya que, su cantidad varía por planta, por ende, la cantidad de vainas y granos será mayor o menor” (p.15).

En la figura 3 se presenta el análisis del efecto de los fertilizantes en la variable número de ramas por planta, obteniendo de resultado que el fertilizante convencional ejerció mayor influencia sobre la variable de estudio. Se logró apreciar que el fertilizante convencional tuvo un mejor efecto sobre esta variable en comparación al tratamiento biofertilizante. (ver figura 3)

La aplicación de biofertilizante y fertilizante convencional estimulan el crecimiento de la planta, aportando los nutrientes necesarios en las etapas vegetativas para el fortalecimiento y desarrollo de las ramas, además de darle vigorosidad y altos rendimientos productivos Estrada y Peralta (2004).

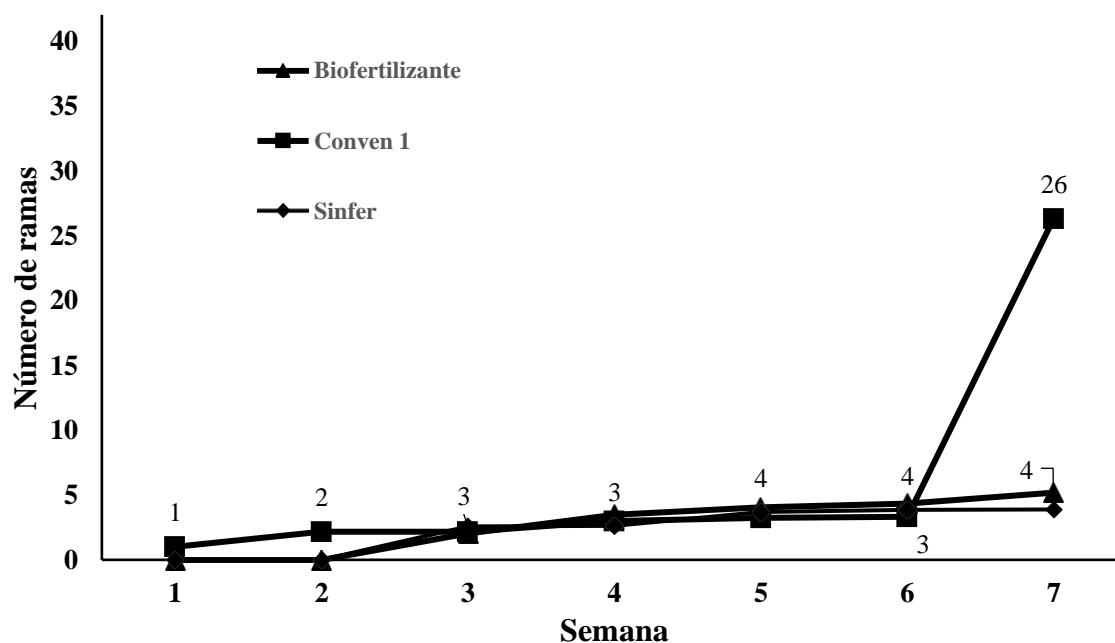


Figura 3. Numero de ramas de frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) con diferentes fertilizantes

Según lo presentado, los datos de número de ramas difieren con los encontrados en la investigación de García y Umanzor (2018) que obtuvieron un rango de 2 a 4 ramas por planta. Méndez (2021) al estudiar aplicación de biofertilizante y fertilización convencional, demuestra que el manejo empleado y la fertilización convencional produjeron 2.81 ramas por planta. Estrada y Peralta (2004) destacan que el biofertilizante y fertilizante convencional no ejerce diferencias sobre la variable número de ramas, pero existen diferencias al aplicarle gallinaza media con mezcla de biofertilizante.

El número de ramas que se obtuvo con el tratamiento convencional no está relacionado con factores nutricionales y asimilación de los elementos, sino que se plantean a características propias de la variedad, considerando que su influencia se debe a factores genéticos, ambientales y manejo, principalmente para algunos autores este factor depende del genotipo. Cabe destacar que el biofertilizante ejerce su efecto de forma prolongada

#### **5.4 Número de hojas**

García y Umanzor (2018) consideran que “las hojas cumplen 2 funciones, la fotosíntesis que elabora la materia orgánica y la transpiración que elimina el exceso de agua en la planta, desarrollándose en diferentes etapas” (p. 14)

En la figura 4 se observa el resultado del análisis número de hojas, indicando que las plantas con aplicación del biofertilizante obtuvieron un rendimiento de 51 hojas por planta, mostrando un mejor desempeño que el tratamiento convencional y tratamiento de ninguna aplicación, ubicándose en segundo lugar el tratamiento de ninguna aplicación con 40 hojas por planta y tercer lugar el tratamiento convencional, presentando la menor cantidad de hojas. Se observó que a partir de la cuarta semana el biofertilizante obtuvo mejores resultados en producción de hojas por planta, ubicándose en primera categoría. (ver figura 4)

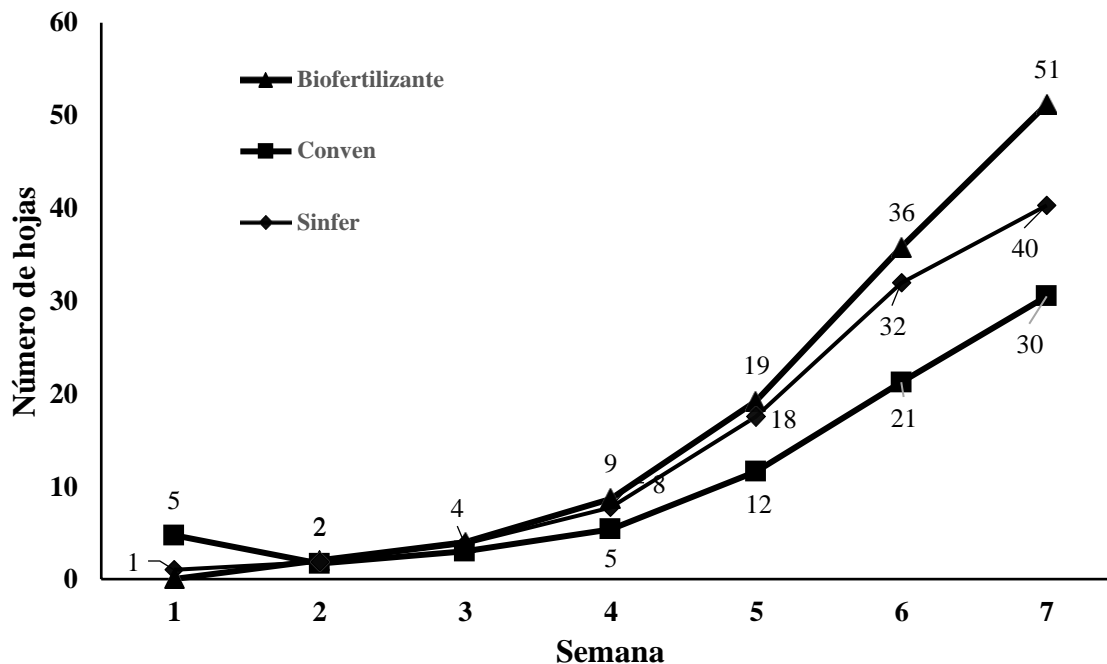


Figura 4. Número de hoja de caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) con fertilización convencional y biofertilizante

En comparación con el estudio de García y Umazor (2018) demostraron que la aplicación de fertilizante convencional obtuvo mayor producción de hojas, se puede decir que en esta investigación la aplicación de biofertilizante produjo la misma cantidad de hojas, determinando que la absorción de nutrientes responde con la misma disponibilidad para ser asimilados en las plantas. Al contrario de la investigación de Calero, Pérez y Quintero (2018) que [al aplicar dosis de biofertilizantes con la inoculación de *T. harzianum* promovió el crecimiento del cultivo, pero no la producción de hojas, obteniendo 30 hojas por planta, similar al tratamiento convencional].

Similar comportamiento demuestra el estudio de Méndez (2021) que presentó 34 hojas por planta con aplicación de fertilización química. Estas diferencias que demuestran que el biofertilizante tiene un mejor efecto sobre la variable producción de hojas se adjudica que la absorción de nutrientes está asimilada en una planta para llegar a la zona de crecimiento y desarrollo, señalando que, en los cambios de fases, la planta sufre transformaciones.

### 5.5 Número de guías o ramas laterales

El número de guías o ramas laterales según Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón (2012) “suele ser un número variado que en crecimiento indeterminados tienden a enrollarse y entrelazarse, sin embargo, el crecimiento de la rama inicia en la parte basal del tallo, iniciando entre los 15 y 20 días, posterior a la etapa de emergencia” (p.8).

En la figura 5 se observa el comportamiento del desarrollo del número de guías por planta, siendo el tratamiento con aplicación de biofertilizante el que demostró tener mayor número de guías o ramas laterales, logrando obtener la mayor cantidad de guías. En segundo lugar, se encuentra el tratamiento testigo con 5 guías y por último el tratamiento convencional. (Ver figura 5)

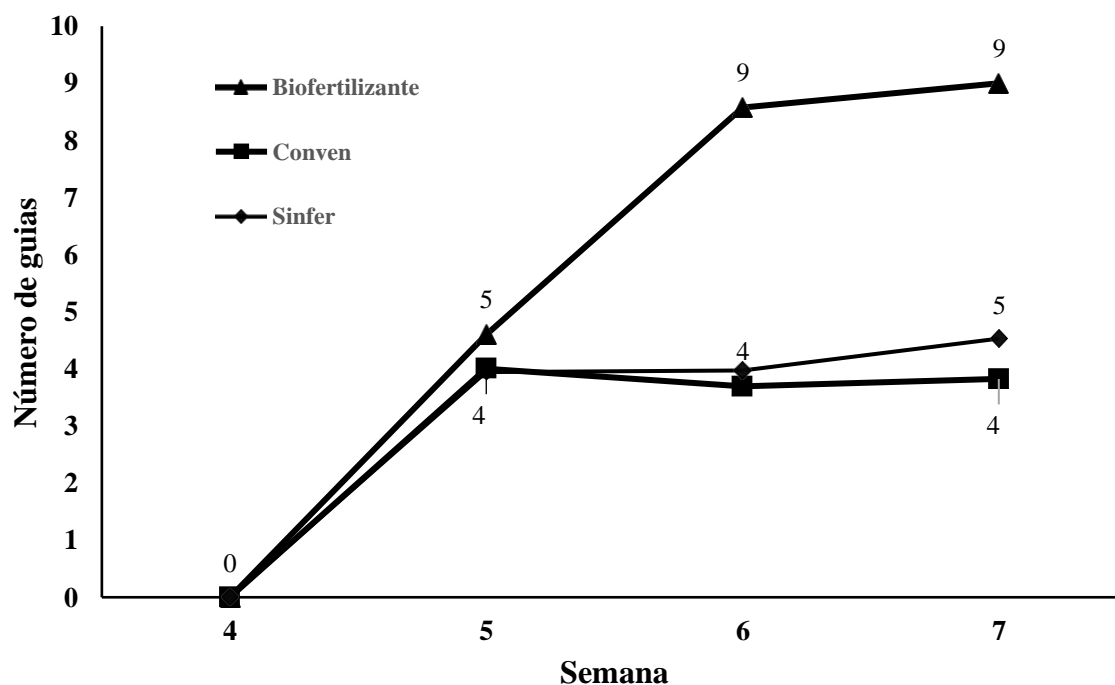


Figura 5. Número de guías de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) con aplicación de biofertilizante y fertilización convencional

Un similar comportamiento del número de guía reporta Rugama (2021) con la aplicación del tratamiento convencional, obteniendo 7.82 ramas laterales por planta, influenciado de la mineralización del cultivo. Igualmente, García y Umanzor (2018) indicaron un resultado similar en número de guías 7.0, mencionando que la estimulación de la planta con la fertilización en las

primeras etapas vegetativas genera plantas vigorosas y de buen desarrollo. Considerando que se obtuvo un rendimiento similar sobre esta variable de estudio. Diversos autores mencionan que la media del número de guías por planta se encuentra influenciado de factores ambientales, genéticos y de manejo, sobre todo de las condiciones y zona que se establezca el frijol caupí rojo, ya que, también el suelo le suministra aporte nutricional y la fertilización complementa la deficiencia de un mineral.

## **5.6 Número de vainas**

Según estudios realizados por Peralta (2000) “el número de vainas por planta depende del número de flores” (pág16). Esta es una variable que al depender del número de flores que se producen por planta en su ciclo productivo, puede aumentar o disminuir la cantidad de vainas. Además, puede estar influenciada por diversos factores ambientales como la luz, absorción de los nutrientes, humedad y el tipo de siembra, de modo que esto debe repercutir en el crecimiento de algunos órganos de la planta como la flor dando un mayor desarrollo de la vaina y peso.

Los resultados reflejados en la figura 6 muestran que el número de vainas del frijol caupí rojo se influencia de la fase de producción de flores, presentando el biofertilizante y el tratamiento testigo un mejor rendimiento de vainas por planta en comparación al tratamiento convencional. Se presenta este resultado con el biofertilizante por la disponibilidad prolongada para nutrir a la planta en las etapas de mayor demanda de sus requerimientos. (ver figura 6)

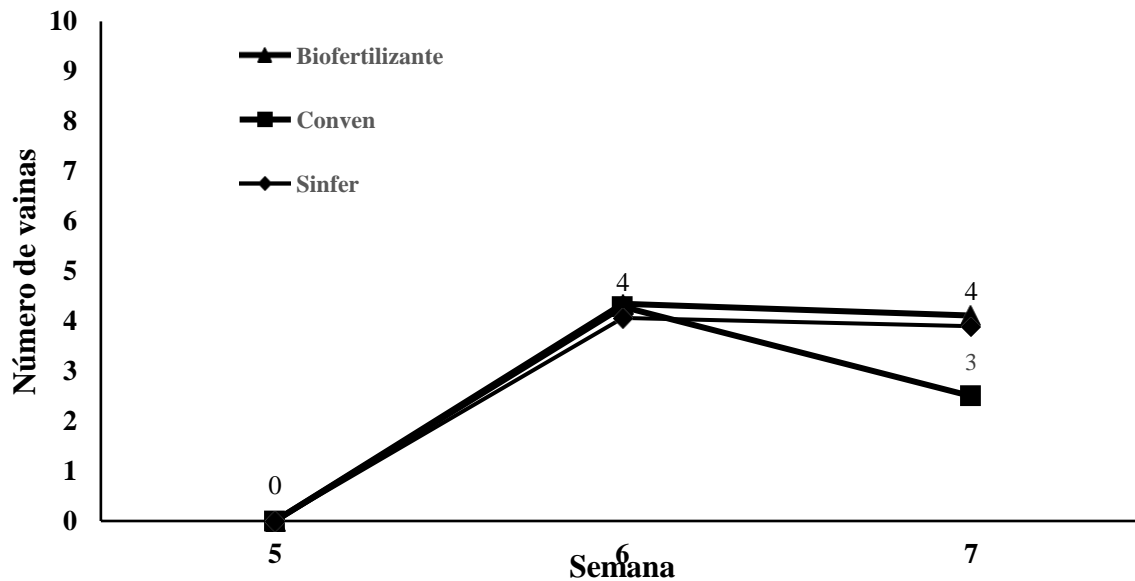


Figura 6. Número de vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) con aplicación de biofertilizante y fertilización convencional

La figura 6 muestra el efecto de los tratamientos sobre la variable número de vainas por planta, indicando que se obtuvieron valores con diferencia numérica mínima que demuestra que el biofertilizante y el tratamiento testigo obtuvieron el mejor resultado, sin embargo, estos resultados también se atribuyen a efectos de la densidad de siembra que adjudican que a mayor densidad siembra esta variable tiende a disminuir.

Según estudios realizados por Huaman (2019). Menciona que el cultivo de frijol caupí rojo en densidades de siembra de 166.667, 200.000 y 250.000 planta ha<sup>-1</sup> en donde la que obtuvo mejores resultados fue la de menor densidad de siembra, con una mayor producción de vainas por planta y un mayor promedio de vainas por planta. En la investigación realizada por Oporta y Rivas (2006), plantean que la mayor producción de vainas por parcelas que se obtuvo fue en la época de postrera, debido que el frijol caupí rojo no requiere de abundancia de agua.

### 5.7 Número de flores

Las flores según Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón (2012) “se originan entre el tallo y las hojas, desarrollándose hacia arriba y abajo, creciendo en pequeños racimos que dependiendo la variedad son de color blanca con manchas moradas, moradas o amarillas, presentando 5 pétalos y consideradas hermafroditas, siendo autógamas” (p.8).



En la figura 7 se presenta el efecto de los tratamientos sobre la variable número de flores por planta, indicando que el tratamiento que incluye biofertilizante obtuvo mejores resultados en producción de flores, siendo ligeramente superior con 27 flores por planta, superando al tratamiento convencional y tratamiento testigo. (ver figura 7)

Resulta indispensable señalar que las diferencias en producción de flores del tratamiento con biofertilizante, influye de manera que el biol Aguirre y Gutiérrez (2018) “contiene relativamente la mayoría de los nutrientes que requiere el cultivo, que por otro lado su efecto prolongado ejerce que su mineralización, aporte los nutrientes en la mayor demanda de sus requerimientos” (p. 17).

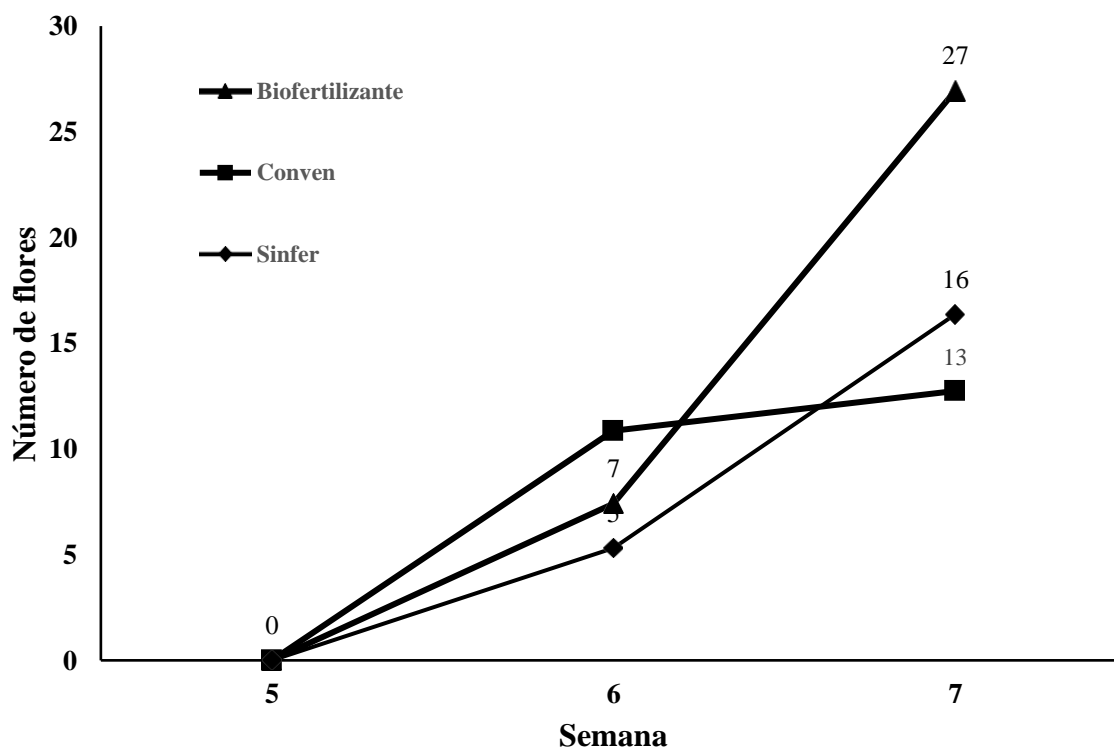


Figura 7. Número de flores del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) con aplicación de biofertilizante y fertilización convencional.

Similar comportamiento durante la etapa R6 lo reporta Vallejos y Martínez (2005) demostrando las diferencias de floración con la aplicación del biofertilizante. Este comportamiento similar lo encuentra Bautista (2013) con una variación de 26.17 flores por planta, adjudicado al tiempo de fertilización y su efecto prolongado.

Los efectos de la producción flores son respuesta a la expresión tardía del desarrollo de las flores que se influencia de los días cortos y los cambios de temperatura, que pueden implicar cambios en el comportamiento de los materiales, según la época del año y la zona del establecimiento de la planta.

### 5.8 Clasificación de vainas

La cantidad de vainas que produce el frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) está en dependencia de la variedad, número de ramas que, por un aumento de este factor, la planta podría mejorar su rendimiento productivo, García y Umanzor (2018). Además, que puede mejorar el tamaño de la vaina, cantidad y tamaño del grano. Para obtener ese resultado, se considera indispensable establecer las fertilizaciones adaptadas a las necesidades de la planta en la etapa del desarrollo del fruto.

En el análisis de esta variable se logró observar resultados con diferencias numéricas entre los tratamientos, sin embargo, no resultaron ser homogéneos para un solo tratamiento, en primer lugar, se destaca en mediciones de 10-15 y de 15-20 cm el biofertilizante obteniendo las vainas de mayor tamaño. Por último, se observa que el tratamiento convencional causó efecto en la categoría 0-10 cm, considerando tener diferencias numéricas en las de menor tamaño. (Ver cuadro 5)

Los mejores resultados en el tamaño de las vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) se atribuyen en el biofertilizante que logra estimular a la planta en la etapa de desarrollo de la vaina donde la demanda de nutrientes tiene mayor exigencia para su formación, crecimiento y llenado.

Cuadro 5. Clasificación de vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) por tratamiento

clasificación de vainas	Cantidad de vainas por tratamiento		
	Tratamiento biofertilizante	Tratamiento convencional	Tratamiento testigo
0-10 cm	117	431	18
10-15 cm	553	348	298
15-20 cm	1153	696	1049

Los mejores resultados en el tamaño de las vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) se atribuyen en el biofertilizante que logra estimular a la planta en la etapa de desarrollo de la vaina donde la demanda de nutrientes tiene mayor exigencia para su formación, crecimiento y llenado. El estudio demuestra tener mejores resultados que los de García y Umanzor (2018) que obtuvieron mejor efecto con el fertilizante convencional en la formación y tamaño de las vainas. En comparación con el estudio de Oporta y Rivas (2006) los resultados obtenidos fueron mayores de forma numérica, destacando que evaluaron en diferentes momentos de siembra y los tiempos de fertilización.

### **5.9 Determinación de biomasa en base seca**

La importancia de determinar la biomasa en base seca permite Miranda (2009) conocer la calidad nutricional del forraje ya que ofrece una cantidad de nutrientes que, durante el proceso de crecimiento y el estado foliar, se estima que inicia a incrementar la materia seca, obteniendo una serie de cambios orgánicos e inorgánicos, modificando componentes estructurales (lignina, hemicelulosa y celulosa). Es por ello, que se determinó la cantidad de biomasa en base seca que ofrece el frijol caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) como fuente alternativa de alimentación.

Los resultados obtenidos evidencian el efecto de los tratamientos sobre la variable producción de biomasa en base seca. Se obtuvo la mayor producción de biomasa en base seca con el tratamiento convencional con  $6.12 \text{ ton ms/ha}^{-1}$ , por el contrario, el biofertilizante generó la menor producción de biomasa en base seca con  $5.59 \text{ ton ms/ha}^{-1}$ . Esta respuesta está asociada a la potencialidad productiva que tuvieron las plantas con aplicación del tratamiento convencional para producir ramas que le permitieron aumentar su peso en base seca. (ver figura 8)

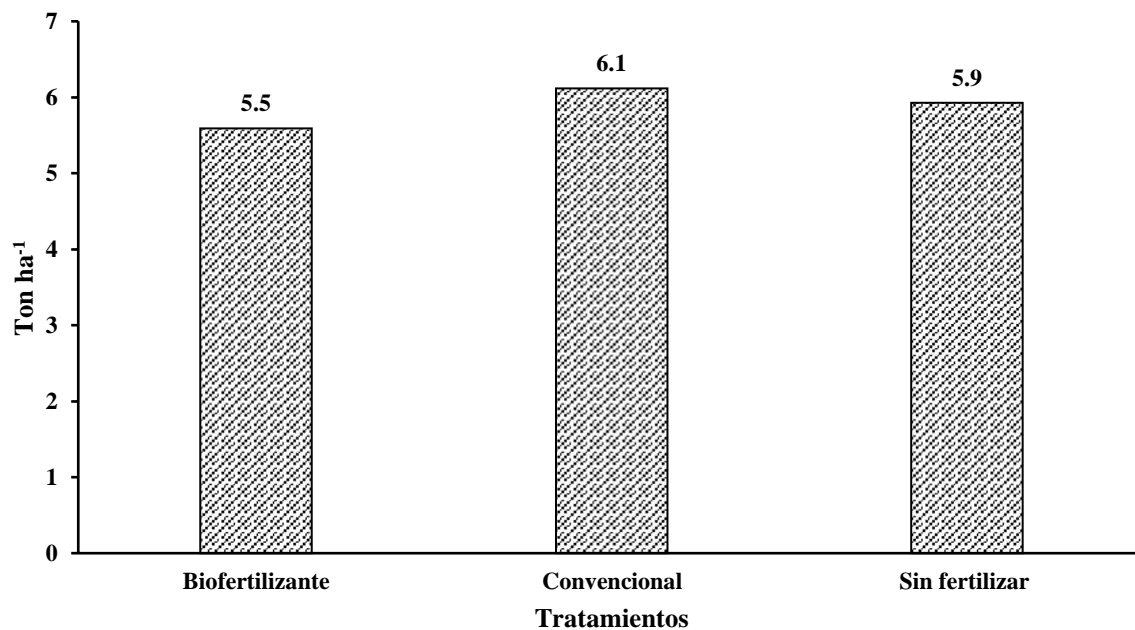


Figura 8. Producción de biomasa en base seca del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*)

Los resultados obtenidos en el estudio con los tratamientos evaluados demuestran ser inferiores con los de González, Álvarez y Lima (2018) que obtuvo valores 6.63 ton ha<sup>-1</sup> de biomasa en base seca, asociados a la época de cosecha influyendo parámetros de números de hojas planta y altura sobre el resultado, ya que, al tener incrementos de ambas variables, aumenta su peso seco. Otros investigadores destacan por tener resultados similares, indicando que existe un rango promedio de producción de 3 ton ha<sup>-1</sup> a 8 ton ha<sup>-1</sup> de biomasa en base seca. Esto demuestra que el biofertilizante que se ubicó en el tercer lugar obtuvo buen resultado en su producción de biomasa en base seca.

### 5.10 Análisis económico del estudio

Para determinar la rentabilidad del estudio se realizó el análisis de presupuesto parcial que se considera una forma de ordenar los tratamientos para determinar su beneficio neto y su relación beneficio - costo que tienen los fertilizantes, evaluando la viabilidad de su utilización conforme sus resultados.

En el presupuesto parcial se calcularon para cada uno de los tratamientos en estudio, considerando que los rendimientos fueron ajustados al 10 % tomando en cuenta la diferencia entre el rendimiento experimental y lo que el productor obtiene en el campo. Se multiplicó los kilogramos producidos con el valor de venta del grano sobre el territorio nacional de C\$ 83.6

córdobas, sin embargo, el precio del kilogramo del grano de frijol Caupí rojo cambia según la oferta y demanda del mercado.

En el cuadro 6 se aprecia el análisis del presupuesto parcial de los tratamientos en estudio comparando el beneficio neto y la relación beneficio – costo de los fertilizantes. Por tanto, se aprecia que el mayor beneficio neto lo obtuvo el biofertilizante C\$50858.43 (25.2 l ha<sup>-1</sup>) en comparación al tratamiento convencional que por cada Córdoba que el productor invierta obtendrá una ganancia de C\$ 9.14 córdobas con la aplicación de biofertilizante.

Cuadro 6. Resultados del análisis del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del frijol Caupí rojo, finca Santa Rosa, 2023.

Indicadores	Biofertilizante	Convencional
Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	759	407.52
Rendimiento ajustado al 10% (kg ha <sup>-1</sup> )	683.1	366.76
Precio de venta C\$ kg	83.6	83.6
Ingreso bruto al campo C\$ ha <sup>-1</sup>	57107.16	30661.80
Costos variables		
Costo agua para bomba	201.28	37.74
Costo bomba de mochila 20 l	2189	2189
Costo machete	360	360
Costo rastrillo	500	500
Costo NPK 20-20-20	0	5418
Costo manguera transparente	35	0
Costo melaza	31.75	0
Costo bidón 60 l	2189	0
Costo ceniza	0	0
Costo botella plástica	15	0
Costo excremento	0	0
Costo leche	12.7	0
Costo pala	700	0
Costo agua para biol	15	0
Costos totales en C\$	6248.73	8504.74
Beneficio neto C\$ ha <sup>-1</sup>	50858.43	22157.06
Beneficio - Costo C\$	9.14	3.61

## VI. CONCLUSIONES

La aplicación de biofertilizante presentó los mayores valores en las variables número de hojas, altura de la planta en comparación al tratamiento convencional con dosis de 25.2 l ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, sobre la variable número de ramas el tratamiento convencional demostró tener mejor efecto y en la variable diámetro del tallo se obtuvo iguales valores.

La fertilización orgánica obtuvo los mejores resultados sobre las variables número de flores y clasificación de vainas, obteniendo las vainas de mayor tamaño. En el número de vainas/planta demostraron tener un promedio similar de 4 vainas por planta y en el rendimiento de biomasa en base seca, la fertilización convencional produjo el mejor resultado 6.12 Ton MS ha<sup>-1</sup>

El análisis económico del presupuesto parcial concluye que el biofertilizante obtuvo el mayor beneficio neto C\$50858.43 (25.2 l ha<sup>-1</sup>) en comparación a los otros tratamientos, demostrando que por cada córdoba invertido el productor tendrá ganancia de C\$ 9.14 córdobas.

## VII. LITERATURA CITADA

- Acevedo, H. y Chávez, J. (2010). Comportamiento de cinco variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) y frijo caupí (*Vigna unguiculata L. Walpers*), fertilizadas con vermicompost en la época de postrera, Diriamba, Carazo, 2028. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida. <https://repositorio.una.edu.ni/2130/1/tnf30a174c.pdf>
- Aguirre, J. y Gutiérrez, R. (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 grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3708/1/tnf04a284f.pdf>
- Alemán, M. y Calero, L. (2021). Fertilización orgánica y sintética en el crecimiento y rendimiento de frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) en Masatepe, Masaya 2021. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4536/1/tnf04a367f.pdf>
- Asociación de Productores Agropecuarios del Distrito de Morropón. (2012). *Manual de Cultivo de Frijol Caupí*. (1).
- Ayón, F., Veliz, D. y Gabriel, J. (2017). El Caupí (*Vigna unguiculata L. Walp*) y su respuesta a la aplicación de ácidos húmicos (AHS) en el Cantón Jipijapa en Ecuador. *Revista Journal of the Selva Andina Biosphere*. 5 (1), 8. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2308-38592017000100002](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-38592017000100002)
- Bautista, D. (2013). Caracterización y evaluación preliminar de 27 variedades locales de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*), Teustepe, Boaco, 2010. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2814/1/tnf30b352.pdf>
- Bolsa Agroindustrial Upanic. S.A. Producción agropecuaria ciclo 2021/2022. <https://www.bolsagro.com.ni/estad%C3%ADsticas/producci%C3%B3n-agr%C3%ADcola.html>
- Burbano, P. (2019). Evaluación de tres variedades de frijol Caupí (*Vigna unguiculata L. Walp*). Con tres distancias de siembra. (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). Repositorio UG. <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c1f3bb50-05cd-4bcf-92da-329d0cc3b046/content>
- Cabrera, K. y García, M. (2021). Suplementación de bloques multinutricionales con inclusión de harinas FAES-pescado en la alimentación del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) en desarrollo. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4482/1/tnl02c117s.pdf>
- Calero, A. Pérez, Y. y Quintero, E. (2018). Efecto de tres biofertilizantes en el comportamiento agrnómico del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*). *Monfragüe Resiliente*. XI. (1) 63. <https://www.eweb.unex.es/eweb/monfragueresiliente/numero21/Art%204.pdf>

- Díaz, H. (2009). Adaptación y producción de 6 gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>
- Escoto, N. (2004). El Cultivo de Frijol. Manual técnico para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REf01e74.pdf>
- Estrada, M. y Peralta, J. (2004). Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y un minero en el crecimiento y rendimiento del cultivo frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad dor -364, Postrera 2001. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). CENIDA UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04e82.pdf>
- Estrada, O., Morales, J. y Arteaga, E. (2015). La producción y destino del frijol en nicaragua 2008-2013. (Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Repositorio UNAN.
- Fertilab. (sf). Enfermedades en las plantas. <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/Enfermedades-en-las-plantas.pdf>
- Flores, J. Lazo, W. y Méndez, J. (2019). Necesidad hídrica del frijol (*Phaseolus Vulgaris L.*) INTA rojo en condiciones del trópico húmedo de Nicaragua. Revista La Calera. 19 (32), 16-18. <https://repositorio.una.edu.ni/4015/1/ppf06f634n.pdf>
- García, J. (1971). Zonificación Ecológica del frijol en Nicaragua. (Tesis de grado, Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3107/1/tnf40i15.pdf>
- García, J. y Umanzor, A. (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 grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3676/1/tnf04g216e.pdf>
- Gonzales, D., Álvarez, U. y Lima, R. (2018). Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado Caupí Sorgo. *Revista Centro Agrícola* 45(2), 78-79. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n2/cag11218.pdf>
- González, H. (2017). Evaluación del comportamiento de siete progenies de Moringa Oleifera Lam, en condiciones de plantación en la finca Santa Rosa Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). RepositorioUNA. [tnf30g643c.pdf \(una.edu.ni\)](https://repositorio.una.edu.ni/3064/1/tnf30g643c.pdf)
- Huaman, E. (2019). Influencia de dos fuentes de materia orgánica enriquecidas con microorganismos eficientes (EM) en la producción del cultivo de frijol Caupí (*Vigna unguiculata L. Walp*) en un inceptisols de Pucallpa. (Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali). [http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4201/UNU\\_AGRONOMIA\\_2020\\_T\\_ESTHER-HUAMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4201/UNU_AGRONOMIA_2020_T_ESTHER-HUAMAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). Variedad de frijol INTA Cárdenas. Recuperado de: <https://inta.gob.ni/wp-content/uploads/2021/11/Frijol-INTA->



Cardenas.pdf

- Lardizabal, R. Arias, S. y Segura, F. (2013). Manual de producción de frijol. United States Agency International Development (USAID). <https://dicta.gob.hn/files/2012,-manual-de-produccion-de-frijol,-G.pdf>
- Mena, I. y López, D. (2022). Uso de biol, urea y combinados en la respuesta agronómica y económica del cultivo de maíz (*Zea Mays L.*) HR-101, Municipio de Tipitapa, departamento de Managua, 2021. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4533/1/tnf04m534u.pdf>
- Méndez, N. (2021). Estudio con fertilización con biol y convencional en los cultivos de maíz (*Zea Mays L.*) y frijol (*Phaseolus vulgaris L.*), bajo dos manejos arvenses, finca El Plantel, Masaya 2017. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4487/1/tnf04m538e.pdf>
- Miranda, H. (2009). Adaptación y productividad de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz, Chontales, Nicaragua, 2007. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2084/1/tnf30m672a.pdf>
- Oporta, E. y Rivas, A. (2006). Efecto de la densidad poblacional y la época de siembra en el rendimiento y calidad de la semilla de una población de caupí rojo (*Vigna Unguiculata, L.*) en la finca el Plantel. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2006/1/tnf01o61.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). (1992). Los fertilizantes y su uso. <https://www.fao.org/3/x4781s/x4781s.pdf>
- Peralta, M. (2000), Influencia de Periodos de Control de Malezas Sobre el Crecimiento y Rendimiento del Frijol común (*Phaseolus vulgaris, L.*) var DOR-364. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://repositorio.una.edu.ni/1752&ved=2ahUKEwjrlvGQxd-BAxU3nWoFHXYuBzEQFnoECAcQAQ&usg=AOvVaw2q6md4teAmiSkQCfYr1VQH>
- Pérez, N. (2004). Manejo Ecológico de Plagas. Centro de estudio de desarrollo agrario y rural. (Universidad Agraria de la Habana Cuba). <https://www.fcnym.unlp.edu.ar/catedras/ecoplagas/Bibliografia.pdf>
- Restrepo, J. (2007) Biofertilizante preparados y fermentados en base de mierda de vaca. Cali, Colombia. ABC de la agricultura orgánica y panes de piedra. Trabajo manual práctico. <http://agroecologia.org/wp-content/uploads/2016/12/ABC-de-la-Agricultura-organica-Abonos-organicos.pdf>
- Reyes, M. (SF). Análisis económicos de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. La Calera. (41). <https://cenida.una.edu.ni/ppperiodicas/ppe10r456.pdf>

- Reyes, N. y Martínez, M. (2018). Efecto del biol en el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) Cv NB-9043, finca el Plantel, Masaya 2017. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3800/1/tnf04r457b.pdf>
- Rivera, F. y Zamora, E. (2014). Caracterización de tres variedades de semillas criollas de frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.), época de primera en la finca Las Flores, comunidad Samulalí-Matagalpa 2013. (Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/7000/1/6536.pdf>
- Rivera, I. (2000) Análisis del efecto del cambio climático sobre el rendimiento del cultivo de frijol, (*Phaseolus Vulgaris*, L.) en la región central de Nicaragua. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/972/1/tnp40r621.pdf>
- Rugama, J. (2021). Evaluación de diferentes fertilizantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Variedad Rojo Extrema Sequía, Centro Experimental las Mercedes, 2020. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4420/1/tnf04r928g.pdf>
- Saldarriaga, M. (2015). Efecto de la posición de siembra dentro del surco en tres variedades de frijol Caupí (*Vigna unguiculata*). (Tesis de grado, Universidad Nacional de Perú). Repositorio UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/396/AGR-SAL-GUI%2015.pdf?sequence=1>
- Santillán, K. (2020). Desarrollo de manual para presupuestos parciales para el proceso de toma de decisiones agrícolas. (Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano). <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/43e2fe65-ba30-4043-a425-2b174fb3fcd8/content>
- Solís, A. (2017). Análisis económico del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Nicaragua, 1980-2014. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3622/1/tne10s687.pdf>
- Tapia, A. y Mayorga, M. (2015). Incidencia del cambio climático en la producción y comercialización del frijol rojo en Nicaragua (2009-2013). (Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua). Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/957/1/7989.pdf>
- Téllez, J. y Jarquín F. (1999). Efecto de tres densidades de siembra de frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.) sobre la producción de grado, en la zona seca de Managua. (Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Repositorio UNA. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01t275.pdf> United state agency for international development (2013). Manual integrado de plagas y enfermedades. [https://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PA00M8J7.pdf](https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00M8J7.pdf)
- Vallejos, B. y Martinez, L. (2005). Caracterización y evaluación de 7 genotipos de frijol común grano de color rojo (*Phaseolus vulgaris*.L) en la Estación Experimental la Compañía, Carazo 2004-2005.(Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria). Cenida UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1956/1/tnf30v182c.pdf>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Preparación y mezclado del biofertilizante



### Anexo 2. Preparativos para la siembra de la semilla del frijol Caupí (*Vigna unguicualata* L. Walp)



**Anexo 3.** Establecimiento de la semilla de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*) en los diferentes tratamientos.



**Anexo 4.** Método de establecimiento por espeque de las semillas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*)



**Anexo 5.** Medición de la planta frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp)



**Anexo 6.** Vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp)



**Anexo 7.** Recolección de vainas de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata L. Walp*)



**Anexo 8.** Secado de las muestras para determinar la biomasa en base fresca en horno artesanal



**Anexo 9.** Etapa de floración de frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp)



**Anexo 10.** Semillas cosechadas del frijol Caupí rojo (*Vigna unguiculata* L. Walp)



**Anexo 11.** Ubicación del área de estudio en la finca Santa Rosa



**Anexo 12.** Biofertilizante de excremento de cabras y ovejas

