



Por un desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible.

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Graduación

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

### AUTORES

Br. Jarol Evelio García Rodríguez  
Br. Abner Ventura Umanzor López

### ASESORES

Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya  
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales  
Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Managua, Nicaragua  
Abril, 2018



Por un desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible.

# UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

## Trabajo de Graduación

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

### AUTORES

Br. Jarol Evelio García Rodríguez  
Br. Abner Ventura Umanzor López

### ASESORES

Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya  
Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales  
Ing. MSc. Rodolfo Munguía Hernández

Presentado a la consideración del honorable Comité Evaluador  
examinador como requisito final para optar al grado de INGENIERO  
AGRÓNOMO

Managua, Nicaragua  
Abril, 2018

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el Comité Evaluador designado por la Decanatura de la Facultad de Agronomía como requisito parcial para optar al Título profesional de: Ingeniero Agrónomo

### Miembros del Comité Evaluador

---

Presidente

---

Secretario

---

Vocal

Lugar y fecha:

## CONTENIDO

---

Sección	Página
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1. Ubicación del área de estudio	4
3.2. Diseño metodológico	5
3.3. Descripción de los tratamientos	5
3.4. Manejo agronómico	5
3.5. Variables a evaluar	7
3.6. Análisis estadístico	9
3.7. Análisis económico	11
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	12
4.1. Variables de crecimiento	12
4.2. Variables de rendimiento	16
4.3. Análisis económico	20
V. CONCLUSIONES	23
VI. RECOMENDACIONES	24
VII. LITERATURA CITADA	25
VIII. ANEXOS	28

---

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación a Dios padre, ya que me ha dado vida, salud y fuerzas para poder finalizar mi carrera.

A mis padres Lucas Evelio García Córdoba y Reyna Margarita Rodríguez Zuniga, por confiar en mí, guiarme por buen camino y apoyarme incondicionalmente para conseguir mis metas.

A mi hermano Rony Duval García Rodríguez por su amistad y cariño.

A mis abuelos Trinidad Córdoba (Mamita), Julia Zuniga (Mami) y Gonzalo Rodríguez (Papi), por sus sabios consejos que han permitido tomar las decisiones correctas a lo largo de la vida y al resto de mi familia que siempre me han ayudado.

A mi novia Yara Elizabeth Palacios Castro y a su familia por el apoyo, consejos y el cariño que me han mostrado.

*Br. Jarol Evelio García Rodríguez*

## **DEDICATORIA**

A Dios,

Por haberme concedido la vida y permitirme culminar una etapa más en mi vida, gracias a su gracia, amor y misericordia logré superar los momentos difíciles, momentos que enseñaron a valorar día a día la vida, para poder lograr siempre mis metas y objetivos.

A mi madre: Jamileth López Palma, padre: Ventura Umanzor, amigo: Freddy Eugarios Tapia,

Por haberme concebido y educado; gracias por tu amor y los consejos que me has dado hasta el sol de hoy. Siempre serán un ejemplo a seguir, mis máximos ejemplos.

A mis abuelos: Saúl López Rivas, Esther Del Carmen Palma,

Por un ejemplo de perseverancia, consejos y apoyo incondicional.

A mis hermanos (as), por ser parte de motor que activa mi motivación.

*Br. Abner Ventura Umanzor López*

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos infinitamente a Dios por darnos la vida, salud y sabiduría necesaria para culminar cada etapa en nuestra formación académica.

A nuestros padres y hermanos por habernos brindado su apoyo moral y económico siendo los pilares fundamentales para lograr nuestras metas.

A nuestros asesores Ing. Norland Antonio Méndez Zelaya e Ing. Henry A. Duarte C. MSc, por su amistad y su apoyo brindado en la realización de nuestro trabajo de graduación.

A los docentes Ing. Rodolfo Hernández Munguía, Ing. Juan Avelares Santos, PhD. Guillermo Reyes, Lic. Iliria Saucedo (Directora DSE), por el apoyo incondicional en el desarrollo de nuestra investigación.

A nuestra alma mater Universidad Nacional Agraria, por abrirnos las puertas y brindarnos los medios necesarios para el aprendizaje y el desarrollo de nuestra investigación.

Al organismo SNV (Smart Development Works), Nicaragua por el financiamiento brindado para la ejecución de la investigación.

A los docentes que nos impartieron clases a lo largo de nuestra carrera en especial a los del Departamento de Producción Vegetal de la Facultad de Agronomía.

A nuestros amigos Erling Pérez Rugama, Orlando Sánchez Membreño, Yordis Matute Jiménez, Ottoniel Contreras Rodríguez, Dennis Martínez, Adolfo Martin Martínez, Lic. Isabel Aburto, Lic. Adriana Ayola, Ing. Santiago Obando, Lic. Claudia Lanuza, Ing. Yerald Pérez, Ing. Jorge Lenín Peña (Chino), Francisco Espinoza (Pancho), Álvaro Sevilla (Capo), Joel Martínez (El Chele), Roberto Lazo (El cabo), por brindarnos la confianza e impulsarnos a lograr nuestros propósitos y que algunos de manera directa e indirectamente contribuyeron en la realización de este trabajo.

*Br. Jarol Evelio García Rodríguez  
Br. Abner Ventura Umanzor López*

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1	Análisis físico químico de suelo del ensayo establecido en la finca El plantel, Masaya 2017	4
2	Dimensiones del ensayo establecido en la finca El plantel, Masaya 2017	5
3	Descripción de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de frijol en la finca El Plantel, Masaya 2017	5
4	Descripción de las dosis, fechas y formas de aplicación del biol y fertilizante 12-30-10 en el ensayo establecido en la finca El Plantel Masaya 2017	7
5	Análisis químico del biol de las fincas ganaderas de Oswaldo Rocha y Evert González, Boaco 2017	8
6	Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar el análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988	11
7	Resultados del presupuesto parcial realizado a los tratamientos en estudio en el cultivo de frijol común, finca El Plantel, Masaya 2017	21
8	Análisis de dominancia realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de frijol común, finca El Plantel, Masaya 2017	22
9	Análisis de retorno marginal realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de frijol común, finca El Plantel, Masaya 2017	22



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Precipitaciones caídas durante el ciclo del cultivo de frijol, finca El Plantel, Masaya 2017 (Fuente: propia, 2017).	4
2	Esquema de biodigestor de domo fijo (Chino) (Paredes, 2010).	7
3	Altura de planta en centímetros en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	13
4	Diámetro del tallo en milímetros en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	14
5	Número de hojas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	15
6	Número de ramas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	16
7	Número de vainas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	17
8	Número de granos por vaina en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	18
9	Rendimiento del grano ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.	20

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Plano de campo del experimento, finca El Plantel, Masaya 2017.	28
2	Medias y categorías estadísticas de las variables evaluadas a los 29, 39 y 80 dds en el cultivo de frijol común cv. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. finca El plantel, Masaya 2017.	29
3	Aporte nutricional por dosis y fuente utilizada en el ensayo establecido en la finca El Plantel, Masaya 2017.	29
4	Régimen de riego del cultivo de frijol cv. INTA Fuerte Sequía, finca El Plantel, Masaya 2017.	30
5	Cálculos de costo de producción de biol para un biodigestor de 9 m <sup>3</sup> .	31
6	Cálculos agronómicos del diseño del sistema de riego por aspersión.	32
7	Cultivo de frijol común cv. INTA Fuerte Sequía, finca El Plantel, Masaya 2017.	33
8	Medición de variables: altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas, finca El Plantel, Masaya 2017.	33
9	Manejo agronómico del cultivo de frijol: aplicación de Cypermetrina 25 SC para el control para plagas insectiles, finca El Plantel, Masaya 2017.	34
10	Secado de manojos de frijol en campo, finca El Plantel, Masaya 2017.	34
11	Transporte de manojos de frijol del campo hacia la casa principal para el secado, finca El Plantel, Masaya 2017.	35
12	Secado de manojos de frijol en la casa principal, finca El Plantel, Masaya 2017.	35
13	Medición de la humedad en muestras de frijol, UNA 2017.	36
14	Secado de granos de frijol por parcela a un 18 % de humedad, UNA 2017.	36
15	Equipo investigador de biol en frijol por aspersión, UNA 2017.	37

## RESUMEN

El biol es un biofertilizante orgánico líquido que resulta de la fermentación anaeróbica en un biodigestor usando excretas de animales bovinos (vacas de ordeño), contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes. El efecto de la aplicación de biol se compara con el del fertilizante sintético, por tal razón actualmente es considerado otra alternativa de fertilización; el estudio consistió en evaluar el efecto de tres dosis de biol en el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. INTA Fuerte Sequía. El experimento se estableció en la unidad experimental El Plantel ubicado en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya establecido en un Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) unifactorial con cuatro tratamientos ( $T_1=7\ 116.50\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_2=9\ 963.10\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_3=12\ 809.10\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_4=194.06\ kg\ ha^{-1}$  de 12-30-10) y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron diámetro del tallo (mm), altura de la planta (cm), número de hojas, ramas, vainas por planta, granos por vaina y rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ). Al realizar el ANDEVA para las variables de crecimiento y rendimiento los tratamientos tuvieron efecto significativo; al separar las medias por Tukey ( $\alpha = 95\ %$ ) se obtuvo que en seis variables evaluadas (cuatro de crecimiento y dos de rendimiento) el  $T_4$  ( $194.06\ kg\ ha^{-1}$  de 12-30-10) dominó obteniendo los valores más altos; sin embargo, el  $T_3$  en el rendimiento obtuvo la media más alta con  $767.30\ kg\ ha^{-1}$  en comparación con los demás tratamientos. El análisis económico mostró que el tratamiento más rentable fue el  $T_2$  presentando una tasa de retorno marginal de  $152.33\ %$ .

**Palabras clave:** biodigestor, Biol, biogás, frijol común, nutrición, suelo.

## ABSTRACT

Biol is a liquid organic biofertilizer that results from anaerobic fermentation in a biodigester using excreta from bovine animals (milking cows), contains nutrients that are easily assimilated by plants, making them more vigorous and resistant. The effect of the application of biol is compared with that of the synthetic fertilizer, for this reason it is currently considered another fertilization alternative; the study consisted in evaluating the effect of three doses of biol in the growing of common beans (*Phaseolus vulgaris* L). cv. INTA Fuerte Sequía. The experiment was established in the experimental unit in the place situated at km 30 road from Tipitapa-Masaya established in design of block at random unifactorial with four treatments ( $T_1=7\ 116.50\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_2=9\ 963.10\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_3=12\ 809.10\ l\ ha^{-1}$ ;  $T_4=194.06\ kg\ ha^{-1}$  of 12-30-10) and four repetitions. The changeables evaluated were diameter of plantum (mm) height of plantum (cm) number of leaves, branch, seedcase for plantum. Grain for vaine and yields ( $kg\ ha^{-1}$ ) at the moment to do ANDEVA for the changeable of growing and yields the treatments had significant effects; to separate the average for Tukey ( $\alpha = 95\ %$ ) we knew that in six changeables evaluated (four of growing and two of yields) the  $T_4$  ( $194.06\ kg\ ha^{-1}$  of 12-30-10) dominated obtaining the average higher. Nevertheless the  $T_3$  in yields obtained the average higher with  $767.30\ kg\ ha^{-1}$  in comparison with the others treatments. The economic analysis showed that the most profitable treatment was  $T_2$  presenting a marginal rate of return of  $152.33\ %$ .

**Keywords:** biodigester, Biol, biogás, common bean, nutrition, soil.

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es considerado después del maíz (*Zea mays* L.), el segundo principal alimento básico de las familias y como una importante fuente de proteínas baratas en la dieta humana; el consumo de frijol per cápita en Nicaragua es de 26.1 kilogramos por año siendo el más alto de Centroamérica, presentando variaciones considerablemente año con año (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2009).

Para el ciclo agrícola 2015-2016 según el Plan de producción de Consumo y Comercio (2016), el área sembrada de granos básicos (maíz, frijol, arroz y sorgo) fue de 802 798.48 ha, donde el rubro de frijol obtuvo una producción de 145 440 000.00 kg en un área cosechada de 221 103.07 ha. presentando variaciones en cada ciclo.

El biodigestor es un recipiente o tanque herméticamente cerrado elaborado de distintos materiales (plástico o concreto) que permiten la carga de sustratos (excretas de animales más agua), posee un sistema de recolección y almacenamiento de gases que pueden ser útil para aprovechamiento energético; los productos finales del biodigestor son biogás y biol (Moncayo, 2017).

“El biol es un biofertilizante orgánico líquido, producto de la descomposición en ausencia de oxígeno de residuos producidos por animales (excretas); contiene nutrientes que son asimilados fácilmente por las plantas haciéndolas más vigorosas y resistentes” (Instituto Nacional de Investigación Agraria, 2008). Es considerado una fuente ya digerida de residuos animales que al agregarle orina (animal y/o humana) se añade más nitrógeno y se acelera el proceso de desintegración en donde la relación carbono/nitrógeno (C/N) se mejora (Warnars y Oppenoorth, 2014).

Se puede afirmar que el biol no es solamente rico en materia mineral (macro-micro nutrientes) y orgánica, sino que también en diferentes tipos de aminoácidos y fitohormonas que tiene un efecto significativo en desarrollo de la planta (Rojas, 2014).

Según Montesinos (2013), puntualiza que las aplicaciones del biol ayudan a reducir el uso de fertilizantes químicos, por lo que se considera otra alternativa de fertilización. Estudios realizados demuestran que los cultivos que responden a este biofertilizante son algunos árboles frutales, tubérculos, pastos y cereales como maíz y arroz; se ha obtenido que en algunos cultivos

como banano, cacao y flores este ha tenido un efecto enraizador, un mejor desarrollo en los tallos y un aumento en los rendimientos.

Es por ello que la generación de tecnologías de bajos costos como el biol es importante ya que ayuda a mantener o incrementar los rendimientos de los cultivos que son de mucha importancia para el país, además de mejorar la estructura y fertilidad del suelo siendo una buena estrategia para la reducción de la contaminación del medio ambiente.

Según Martínez (2016), en Nicaragua son 17 cultivos en los que se utiliza este biofertilizante, destacando granos básicos como: maíz, frijol, café, caña de azúcar, frutales, pastos y ornamentales. Los productores que han trabajado con esta tecnología mencionan el efecto positivo que tiene el biol sobre sus cultivos ya que este mejora la coloración de las hojas (hojas más verdes), el vigor, altura, aumento en los rendimientos, y mayor resistencia a plagas y enfermedades.

En el país existen investigaciones sobre el biol y sus beneficios en los cultivos en que se utiliza, pero uno de los principales problemas que tienen los productores es que no saben si las dosis que están utilizando para estos cultivos sean las correctas. Por esta razón en el presente estudio se evaluó el efecto de tres dosis de biol en el cultivo de frijol común, los resultados obtenidos servirán como una guía para el uso de dosis de biol sobre el cultivo de frijol.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar el biol en el cultivo de frijol común cv. INTA Fuerte Sequía en la finca El Plantel de la Universidad Nacional Agraria.

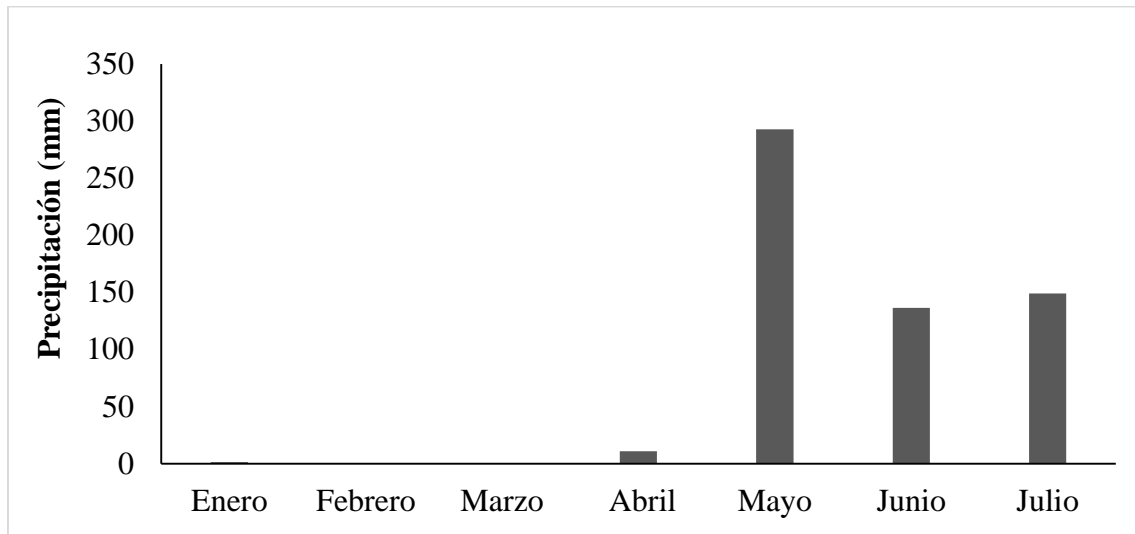
### **2.2. Objetivos específicos**

- Determinar el efecto de tres dosis de biol sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de frijol común.
- Realizar análisis económico de los tratamientos mediante la metodología del CIMMYT 1988

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la unidad experimental El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria ubicada en el km 30 carretera Tipitapa-Masaya, en las coordenadas 12°6'57.65" de latitud Norte y 86°5'10.61" longitud Oeste, en los meses de mayo a julio del año 2017.



**Figura 1.** Precipitaciones caídas durante el ciclo del cultivo de frijol, finca El Plantel, Masaya 2017 (Fuente: propia, 2017).

Los terrenos de la finca son ondulados con una pendiente que varía de 1 y 15 %, la textura del suelo es franco limoso, tiene un pH ligeramente ácido de 6.88 y con 3.60 % de materia orgánica, los resultados del análisis químico se muestran en el cuadro 1.

**Cuadro 1.** Análisis físico químico de suelo del ensayo establecido en la finca El plantel, Masaya 2017

pH	MO	N	P-disp	K-disp	K	Ca	Mg	Na	CIC	Da
	%		ppm	meq/100g			meq/100g			
6.88	3.60	0.18	2.21	1.88	2.41	29.98	1.84	0.26	36.45	0.85
Clase Textural			Franco limoso							

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua UNA, 2017.



### 3.2. Diseño metodológico

El experimento se estableció en un Diseño de Bloques Completo al Azar (BCA) unifactorial, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. El área total fue de 1 032 m<sup>2</sup> (86 m \* 12 m), los tratamientos se dispusieron al azar; las dimensiones del bloque y parcela se describen en el cuadro 2:

**Cuadro 2.** Dimensiones del ensayo establecido en la finca El Plantel, Masaya 2017

Componente	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )
<b>Experimento</b>	86	12	1 032
<b>Bloque</b>	20	12	240
<b>Parcela</b>	15	4	60

### 3.3. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos a evaluar fueron tres dosis de biol (biofertilizante orgánico) procedente de dos fincas ganaderas (bovino) ubicadas en el departamento de Boaco dedicadas a la producción de leche, sus propietarios son Oswaldo Rocha y Evert Gonzales; también se utilizó un testigo que consistió en fertilización convencional (formula 12-30-10) a una dosis de tres quintales por manzana (194.06 kg ha<sup>-1</sup>) recomendadas por el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria en 2013 en la carta técnica del cultivo de frijol.

**Cuadro 3.** Descripción de los cuatro tratamientos evaluados en el cultivo de frijol en la finca El Plantel, Masaya 2017

Tratamientos	Fuente	Dosis/ U.M*	
		Mz	Ha
T <sub>1</sub>	Biol	5 000 l	7 116.50 l
T <sub>2</sub>	Biol	7 000 l	9 963.10 l
T <sub>3</sub>	Biol	9 000 l	12 809.70 l
T <sub>4</sub> (Testigo)	12-30-10	3 qq	194.06 kg

**Nota=**\*unidad de medida; l: litros; Mz: manzana; kg: kilogramo; ha: hectárea

### 3.4. Manejo agronómico

El manejo agronómico de un cultivo son todas las prácticas o labores de manejo como preparación del suelo, siembra, fertilización, manejo de plagas y enfermedades etc., dichas actividades se realizan antes del establecimiento, durante el desarrollo y finalizan con la

cosecha. Es importante la implementación de dichas acciones ya que van dirigidas a incrementar los rendimientos y mantenimiento de la calidad del producto una vez cosechado.

#### **3.4.1. Preparación del suelo**

La preparación del suelo se realizó de manera mecanizada con un pase de arado, dos de gradas y el rayado para la siembra dejando cada surco a una distancia de 0.50 m.

#### **3.4.2. Siembra**

Se realizó 13 de mayo 2017 de forma manual a chorrillo; 10 días después de la siembra se hizo un raleo dejando 12 plantas por metro lineal para obtener una densidad poblacional de 240 000 plantas por hectárea.

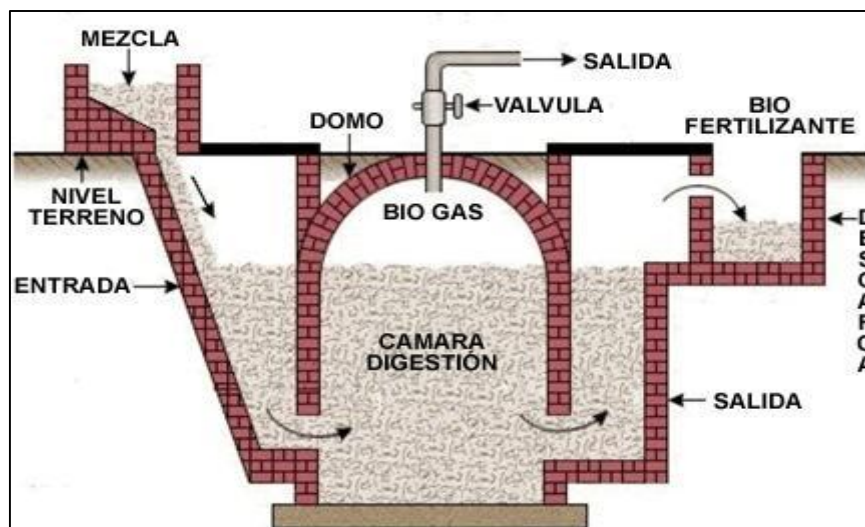
#### **3.4.3. Riego**

El sistema de riego utilizado fue aspersión siendo este complementario. Se consideró este tipo de riego ya que en los meses donde se estableció el ensayo corresponde al periodo lluvioso, pero en años anteriores se ha registrado que en algunos meses las precipitaciones caídas son mínimas no logrando suplir 245.34 mm de agua que demanda el cultivo. Durante el ciclo del cultivo se realizaron tres riegos, empleando una lámina neta de 29.91 mm por cada aplicación en el manejo complementario del riego, final del ciclo del cultivo se utilizó una lámina neta total de agua de 89.73 mm.

#### **3.4.4. Fertilización**

El biol se obtuvo de biodigestores de tipo domo fijo proveniente de dos fincas situadas en el departamento de Boaco. El tamaño que poseen es de 9 m<sup>3</sup> con una capacidad de producción de 140 litros de biol por día. El mandador de la finca planteaba que para el manejo del biodigestor le dedicaban una hora diario y las actividades que realizaban consistían en llenado de las cámaras con la mezcla en proporciones 2:1 (2 partes de excretas y una de agua).

El biol utilizado en el experimento se mezcló de manera homogénea para que el contenido nutricional sea igual y reducir el error experimental, fue aplicado en horas de la mañana. En la Figura 2, se muestra un esquema gráfico del biodigestor donde se obtuvo el biol.



**Figura 2.** Esquema de biodigestor de domo fijo (Chino) (Paredes, 2010).

La fertilización se realizó con biol y fertilizante sintético fórmula 12-30-10 (testigo); la aplicación en las parcelas se efectuó utilizando baldes y otros recipientes plásticos, estos fueron graduados con las dosis correspondientes para cada unidad experimental.

El biofertilizante se depositó en la banda del surco posteriormente fue cubierto con el mismo suelo en este proceso se utilizaron azadones para el fertilizante sintético las aplicaciones se hicieron al boleó. Las dosis, fechas de aplicación y forma de aplicación se describen en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Descripción de las dosis, fechas de aplicación y forma de aplicación de biol y fertilizante 12-30-10 en el ensayo establecido en la finca El Plantel Masaya, 2017

Trat.	Dosis total l p <sup>-1</sup>	Momentos y formas de aplicación			
		20 dds 10% foliar	23 dds 40% suelo	30 dds 10% foliar	43 dds 40% suelo
T <sub>1</sub>	42.70	4.27	17.08	4.27	17.08
T <sub>2</sub>	59.78	5.98	23.91	5.98	23.91
T <sub>3</sub>	76.86	7.69	30.74	7.69	30.75
T <sub>4</sub>		0.58 kg p <sup>-1</sup>		0.58 kg p <sup>-1</sup>	

Nota = l p<sup>-1</sup>: litros por parcela; kg p<sup>-1</sup>: kilogramos por parcela; dds: días después de la siembra.

Para la fertilización foliar se utilizó la proporción 1:2 (una unidad de biol y dos de agua).

**Cuadro 5.** Análisis químico del biol de las fincas ganaderas de Oswaldo Rocha y Evert Gonzales, Boaco 2017

Propiedades	pH	MO	Nt	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	CE
	%							ppm				
Valores	7.14	8.28	1.76	0.18	3.11	16.57	12.30	30.52	5.45	36.70	7.72	61.30

Fuente: Laboratorio de Suelo y Agua UNA, 2017.

### 3.4.5. Manejo de plagas

El manejo de plagas insectiles se efectuó aplicando CIPERMETRINA 25 EC a una dosis de 0.50 l ha<sup>-1</sup>. Las aplicaciones se realizaron con bomba de mochila y motobomba asperjando el haz y envés de la hoja del cultivo, lo que favoreció que el insecticida obtuviera una mayor efectividad. Algunos tipos de plagas que se encontraron en el ensayo fueron mosca blanca (*Bemisia tabaci*), chicharrita verde (*Empoasca kraemeri*), crisomélidos (*Diabrotica* sp), y algunas lepidópteras como *Estigmene acrea* (Drury).

### 3.4.6. Manejo de enfermedades

Las enfermedades que generalmente afectan al cultivo de frijol son roya (*Uromyces phaseoli* var. *Typica*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y tizón Común o requema amarilla (*Xanthomonas campestris* p.v. *phaseoli* según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2009). En el ensayo establecido en la fase de desarrollo vegetativo el cultivo fue afectado por un hongo desconocido, este se controló aplicando el fungicida inorgánico MEGA COBRO 51 SC a una dosis de 0.6 l ha<sup>-1</sup>. Al igual que en el control de plagas se realizaron con bomba de mochila y motobomba, se asperjó toda el área foliar del cultivo (haz y envés).

### 3.4.7. Manejo de malezas

El control eficiente de las malezas durante el periodo crítico de competencia (5-30 días después de la siembra), reduce las pérdidas por rendimiento entre 50 % y 70 % (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2009). El control de malezas en el área experimental se realizó de forma manual con azadón a los 21 y 30 días después de la siembra.

### **3.4.8. Cosecha**

#### ***Arrancado y secado***

La cosecha se realizó a los 80 días después de la siembra de manera manual (arrancado), las plantas cosechadas se hicieron en manojos siendo no muy densos, estos se colocaron en tendales elaborados de madera facilitando la entrada del aire y acelerar el proceso de secado. La fase de secado del grano duro un periodo de 20 días.

#### ***Aporreo y limpieza del grano***

Una vez que el contenido de humedad del grano se encontraba entre 15 a 18 %, se realizó el proceso de aporreo el cual se hizo de forma manual, para ello se extendió sobre el suelo una carpa de nylon donde se colocaron en pilones las plantas secas de frijol y con una vara de madera rolliza se golpearon hasta abrir las vainas y desprender los granos, posteriormente para eliminar los residuos de vainas y ramas que estaban con los granos de frijol se soplaron de manera manual y con la moto bomba.

### **3.5. Variables a evaluar**

Para la toma de datos se seleccionó al azar 12 plantas de cada parcela útil y estas fueron señaladas con una cinta plástica con el fin de identificar las plantas que se van a muestrear durante el ciclo del cultivo. Las variables se midieron en las plantas marcadas a los 29, 39, y 80 días después de la siembra.

#### **3.5.1. Variables de crecimiento**

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

Se midió con cinta métrica desde la superficie del suelo hasta el final de la proyección de la planta en su hábito natural, a los 29 y 39 días después de la siembra.

##### ***Diámetro del tallo (mm)***

Se realizó haciendo uso de un Vernier y la medida se hizo a 5 cm de la superficie del suelo a los 29 y 39 días después de la siembra.

### ***Número de hojas por planta***

A los 29 y 39 días después de la siembra se contó el número de hojas en buen estado y sanas que tenía cada una de las plantas seleccionadas.

### ***Número de ramas por plantas***

Se contó el número de ramas en buen estado que tenían las plantas, solamente se tomaron en cuenta las plantas ubicadas en la parcela útil.

## **3.5.2. Variables de rendimiento**

### ***Número de vainas por planta***

A las 12 plantas seleccionadas y marcadas de cada parcela útil se les contó la cantidad de vainas que presentaban.

### ***Número de granos por vaina***

De cada parcela útil y tratamiento se seleccionó un total de 12 vainas al azar para estimar la cantidad de granos por vaina.

### ***Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>)***

La producción de granos de cada parcela útil se pesó y ajustó a un 12 % de humedad, haciendo uso de la ecuación propuesta por Aguirre y Peske (1988).

Ecuación propuesta

$$P_f = \frac{P_i (100 - H_i)}{(100 - H_f)}$$

Donde:

P<sub>i</sub>: Peso inicial (kg)

H<sub>i</sub>: Contenido de humedad inicial de la semilla (%)

P<sub>f</sub>: Peso final de la semilla (kg)

H<sub>f</sub>: contenido de humedad final de la semilla (12 %)

### 3.6. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en campo fueron manejados y procesados en bases de datos, utilizando los programas Word y Excel 2013 e InfoStat vr. 2017. Estos se procesaron estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba estadística de rangos múltiples de Tukey al 95% de confiabilidad.

### 3.7. Análisis económico

Se realizó el análisis económico utilizando la metodología del CIMMYT propuesta en 1988, para evaluar la rentabilidad de los tratamientos utilizados. Se elaboró un presupuesto parcial, análisis de dominancia y el cálculo de la tasa de retorno marginal.

**Cuadro 6.** Parámetros a tomar en cuenta a la hora de realizar un análisis económico mediante la metodología de CIMMYT, 1988

Indicadores	Descripción
Costos variables	<ul style="list-style-type: none"><li>• Incluyen los costos de los fertilizantes y por aplicación.</li></ul>
Costos totales que varían	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es la sumatoria de los costos totales.</li></ul>
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Expresado en kg ha<sup>-1</sup>.</li></ul>
Rendimiento ajustado al 95%	<ul style="list-style-type: none"><li>• Considerando un 5 % de pérdida expresado en kg ha<sup>-1</sup>.</li></ul>
Benéfico bruto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Producto de la multiplicación del rendimiento ajustado por el producto por el precio de venta.</li></ul>
Benéfico neto	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es la resta del benéfico bruto y los costos totales que varían.</li></ul>
Dominancia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se ordenaron los tratamientos de menor a mayor con respecto a los costos totales que varían. Se consideró un tratamiento dominado cuando este tiene beneficios netos menores o iguales.</li></ul>
Beneficios netos marginales	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se realizó a los tratamientos no dominados y calculando la diferencia entre el tratamiento con el beneficio neto mayor y el menor.</li></ul>
Costos variables marginales	<ul style="list-style-type: none"><li>• A los tratamientos no dominados se les calculó la diferencia entre el tratamiento con los costos variables mayor y el menor.</li></ul>
Tasa de retorno marginal	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es la relación de los beneficios netos marginales sobre los costos variables marginales por cien.</li></ul>

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables de crecimiento

#### 4.1.1. Altura de la planta (cm)

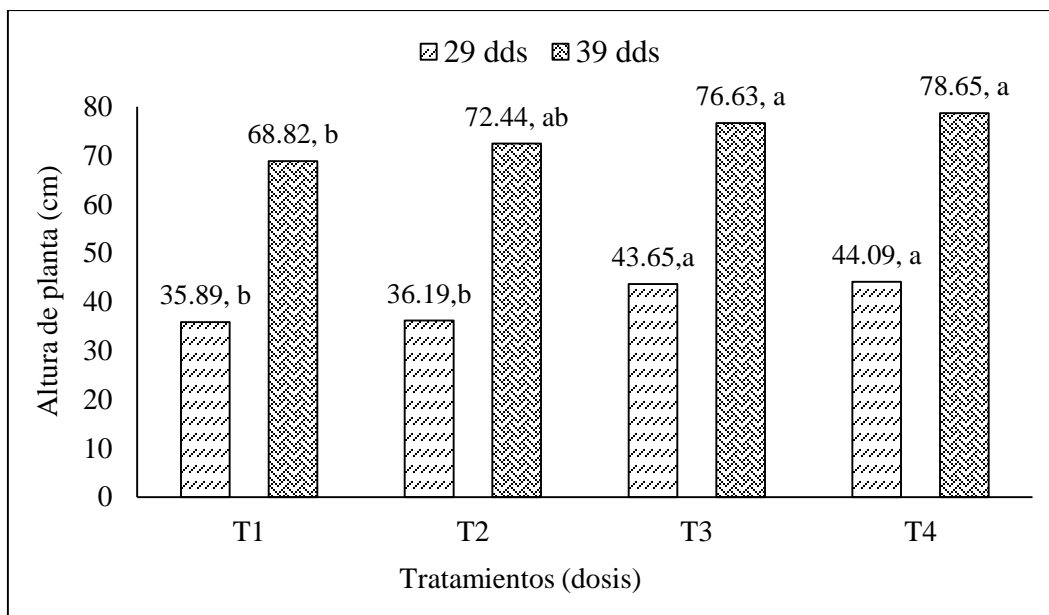
Según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2013), la variedad utilizada en la investigación presenta un crecimiento arbustivo indeterminado con guías medianas con la capacidad de trepar y alturas entre 70 y 80 cm. Esta característica está influenciada por las condiciones ambientales y los niveles de fertilidad del suelo pudiendo presentar variación en la expresión del carácter (Rosas, 2003).

En la Figura 3 se observan los resultados de la variable altura de la planta a los 29 días después de la siembra donde los tratamientos estudiados mostraron diferencias altamente significativas ( $P > f = 0.0001$ ) siendo los más altos el T<sub>4</sub> (194.06 kg ha<sup>-1</sup>) y T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) encontrándose en la misma categoría estadística; los que presentaron menores valores fueron T<sub>2</sub> (9 963.10 l ha<sup>-1</sup>) y T<sub>1</sub> (7 116.50 l ha<sup>-1</sup>). A los 39 días después de la siembra la variable presentó diferencias significativas ( $p\text{-valor}=0.001$ ), los tratamientos tuvieron el mismo comportamiento de la medición anterior donde el T<sub>4</sub> presentó el mayor promedio de altura pero siendo estadísticamente similar que el T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>.

Los resultados obtenidos muestran que los tratamientos que presentaron las mayores alturas fueron el sintético (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10) atribuido a lo que propone Cisne y Laguna (2004), que los fertilizantes sintéticos por su mayor grado de solubilidad están disponibles en mayores cantidades en las etapas tempranas del cultivo, por esta razón las plantas presentaron mayor número de hojas.

No obstante, el biol con la dosis más alta presentó alturas similares al sintético lo que indica que el biofertilizante en dosis altas tiene efecto sobre la altura de la planta; Bermúdez, Alvares y Laguna (2011), en su estudio evalúan un biofertilizante donde obtuvieron que a mayores dosis que se aplican las plantas presentan una mejor respuesta en cuanto a la altura.





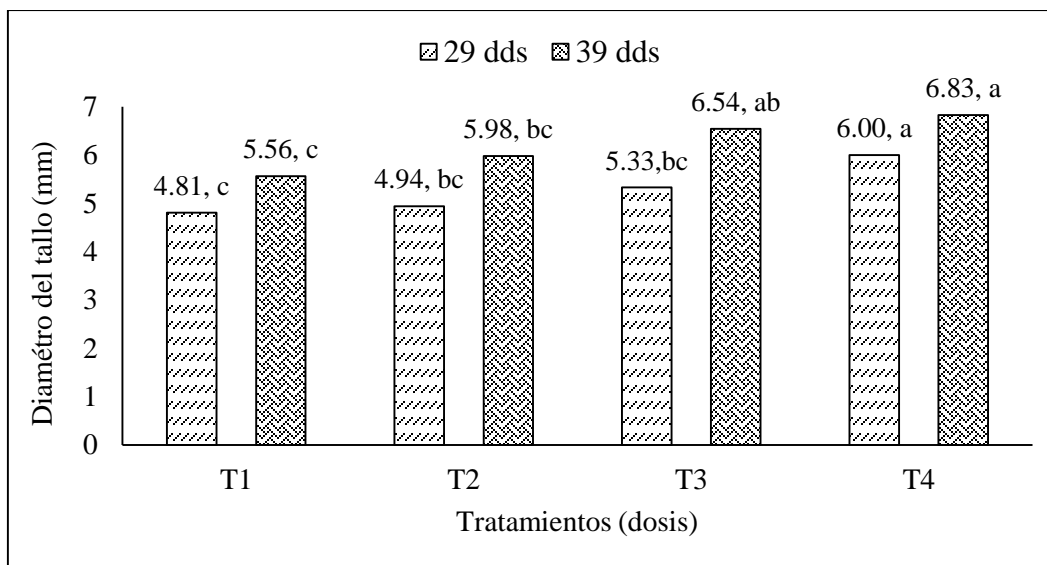
**Figura 3.** Altura de planta en centímetros en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.

#### 4.1.2. Diámetro del tallo (mm)

Palacio y Bermúdez (2017), plantean que el tallo es una parte de las plantas que proporciona soporte y sostén, además que es una de las estructuras encargadas del transporte de la savia bruta y elaborada a los distintos órganos de la planta por medio de los tejidos vasculares.

La variable diámetro del tallo fue evaluada en dos momentos a los 29 y 39 días después de la siembra; se encontró que para ambos momentos hubo diferencias significativas ( $P > f = 0.0001$ ), obteniendo el mayor diámetro los tratamientos T<sub>4</sub> (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10) y T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup> de biol).

El fertilizante sintético tiene una característica muy particular y es que los elementos minerales desde que son depositados en el suelo su disponibilidad para ser aprovechados por las plantas es alta en comparación con los fertilizantes orgánicos. Las categorías estadísticas y promedios se pueden observar en la Figura 4.



**Figura 4.** Diámetro del tallo en milímetros en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.

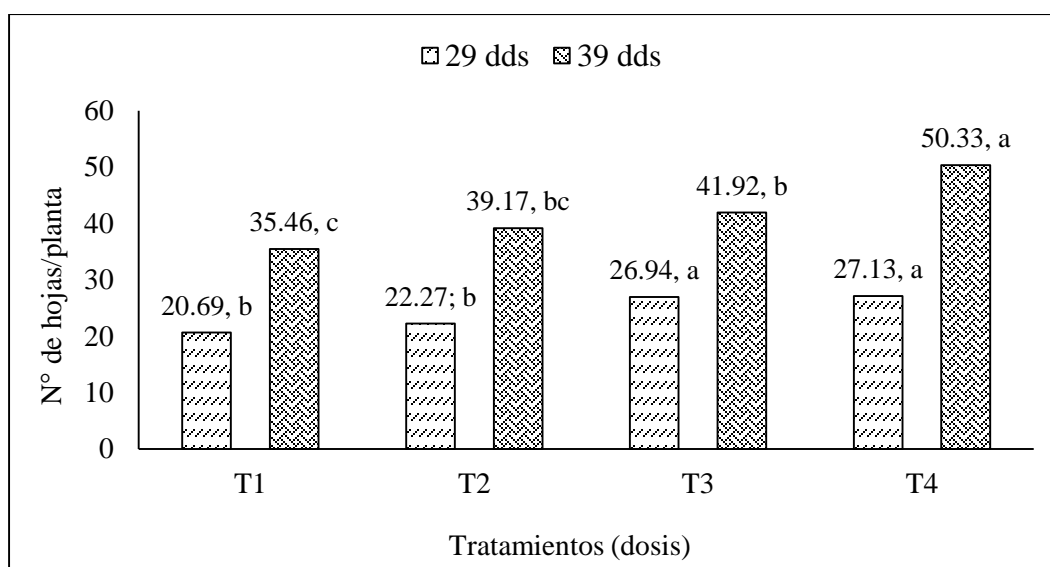
#### 4.1.3. Número de hojas por planta

Las hojas son órganos verdes de forma laminar y consistencia herbácea, realizan dos importantes funciones: la fotosíntesis destinada a elaborar materia orgánica, y la transpiración mediante la cual se elimina el exceso de agua absorbida por las raíces (Fuentes, 2001). En las plantas de frijol se presentan tres etapas en las que da lugar la aparición de hojas, la etapa vegetativa 2 (V2) inicia cuando las hojas primarias se despliegan, en la fase 3 (V3) aparece la primera hoja trifoliada y finaliza en la V4 donde la tercera hoja trifoliada se despliega (Rosas, 2003).

En la Figura 5, se presentan los resultados del análisis realizado, donde se muestra que hubo diferencia estadística ( $Pr > f = 0.0001$ ), la variable número de hojas por planta a los 29 días después de la siembra, obtuvo un mejor desempeño en los tratamientos T4 y T3 ubicándose en la misma categoría estadística; el T2 y T1 presentaron la menor cantidad de hojas. Además, se observa que a los 39 días después de la siembra el T4 presentó el mayor número de hojas por planta ubicándose en la primera categoría estadística, y el T1 presentó la menor categoría estadística.

Estas variaciones de número de hojas a los 29 y 39 días después de la siembra entre los tratamientos, se le atribuye a la alta demanda de nutrientes por parte de la planta de frijol, según Estrada y Peralta (2004), en este periodo se da el cambio de la fase vegetativa a reproductiva, por lo que la demanda de nutrientes es mayor en comparación con otras etapas. Rosas (2003), menciona que la cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo dependerá del crecimiento y desarrollo de la planta de igual manera estará relacionado con las características físico-químicas y microbiológicas del suelo.

Debido a esto es que el fertilizante sintético obtuvo el mayor número de hojas en comparación con los otros tratamientos, ya que según Estrada y Peralta (2004), el grado de absorción de elementos nutritivos es mayor de tal manera que su disponibilidad es mayor para ser asimilados.



**Figura 5.** Número de hojas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 29 y 39 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.

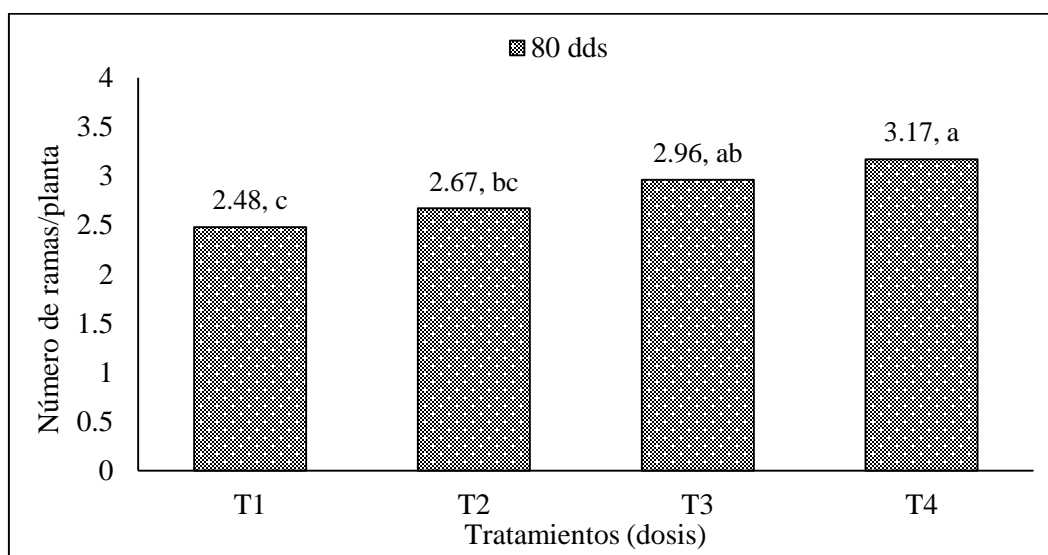
#### 4.1.4. Número de ramas por planta

El número de ramas que posee una planta es importante, debido al interés económico que posee; según Palacio y Bermúdez (2017) plantean que a mayor número de ramas mayor cantidad de hojas, flores y vainas, lo cuales que se van a reflejar en el rendimiento.

Al realizar el análisis estadístico hubo efecto significativo ( $Pr > f = 0.0002$ ) de los tratamientos evaluados, y al hacer la separación de medias por Tuckey ( $\alpha=0.05$ ) agrupó los tratamientos en

cuatro categorías estadísticas, donde los mayores valores lo obtuvo el T<sub>4</sub> (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10) y T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) con 3.17 y 2.96 ramas respectivamente.

Los valores encontrados coinciden con los descritos por Torres y Mendoza (2002) medias que se encuentran en el rango de dos a cuatro ramas por planta. La significancia de los resultados no está ejercida por el factor nutrición, sino a las características genéticas propias de la variedad. Torres y Mendoza (2002), plantean que el aumento de ramas está influenciado por varios factores ambientales, manejo y genéticos. En la Figura 6, se observan los promedios obtenidos de número de ramas por planta a los 80 días después de la siembra.



**Figura 6.** Número de ramas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.

## 4.2. Variables de rendimiento

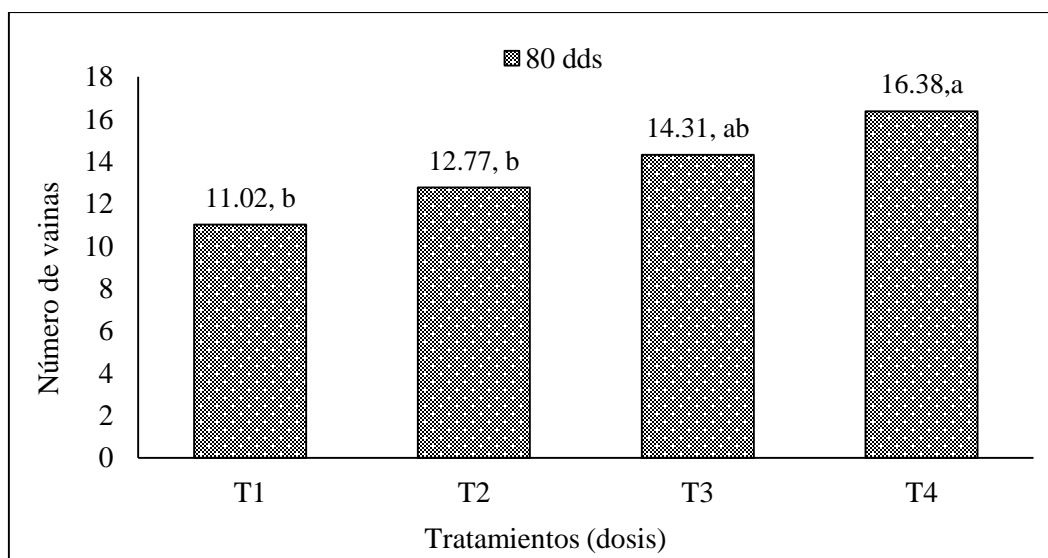
### 4.2.1. Número de vainas por planta

La vaina es el fruto de la planta de frijol es de color, forma y dimensiones variables cuyo interior tiene de tres a seis semillas siendo este dehiscente (Pérez, 2016). El llenado de las vainas se observa en la parte superior del tallo y las ramas, es considerado poligénico y un componente del rendimiento el cual es influenciado por el ambiente (Lara y Hernández, 2002).

El número de vainas está en dependencia de la cantidad de ramas que posea la planta y un aumento de estos puede provocar una reducción en la cantidad de granos, peso y por ende en el rendimiento (Espinoza, 2002).

En la Figura 7, la variable número de vainas por planta mostró diferencias estadísticas ( $Pr > f = 0.0013$ ) para los tratamientos evaluados, donde el mayor valor lo obtuvo el T<sub>4</sub> (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10) seguido por el T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) con 16.38 y 14.31 vainas respectivamente.

Estos resultados se le atribuyen a que en la etapa de formación de vainas es donde demanda la mayor cantidad de nutrientes para su óptimo desarrollo; minerales que se encuentran contenidos en los dos fertilizantes evaluados (biol y testigo) siendo el de mayor disponibilidad el fertilizante sintético, resultado que se comprobó en el estudio ya que el T<sub>4</sub> tiene los mayores valores.



**Figura 7.** Número de vainas por planta en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya, 2017.

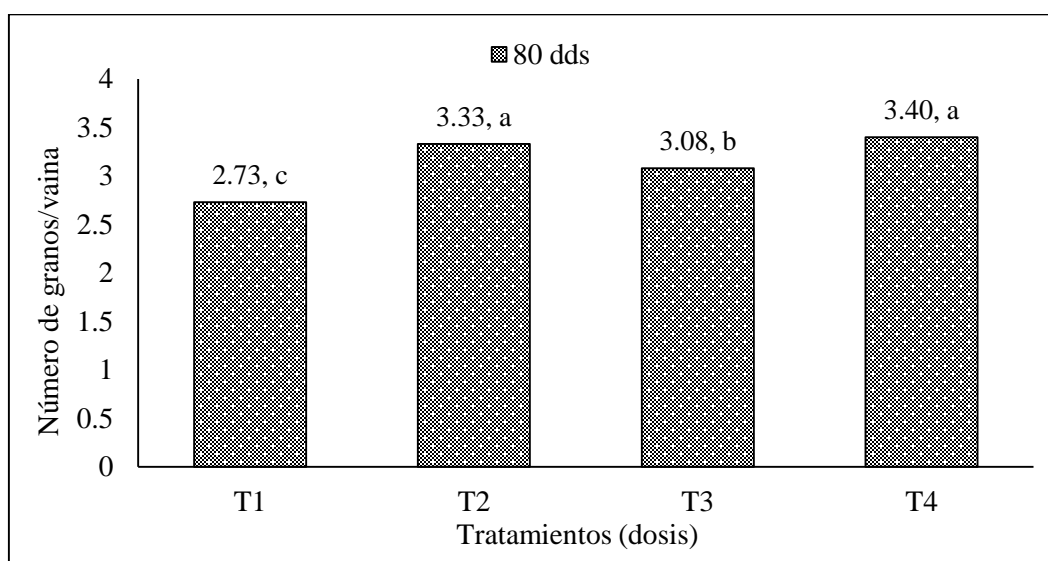
#### 4.2.2. Número de granos por vaina

La semilla es el resultado de la transformación del óvulo después de la fecundación; en las plantas anuales es la única fase que perdura durante condiciones adversas (Fuentes, 2001). Garay, Aguirre, Giraldo y Burbano (1992), definen que la semilla de frijol en su totalidad es un embrión.

En la Figura 8, se muestran los resultados obtenidos para la variable número granos por vaina ( $Pr > f = 0.0001$ ), donde los tratamientos fueron agrupados en tres categorías estadísticas diferentes siendo T<sub>4</sub> (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10) y T<sub>2</sub> (9 963.10 l ha<sup>-1</sup>) que presentaron el mayor número de granos por vaina clasificándolo en la mejor categoría estadística, el T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) estadísticamente es diferente a los dos antes mencionados pero sus diferencias numéricas son mínimas; el T<sub>1</sub> (7 116.50 l ha<sup>-1</sup>) fue el tratamiento que tuvo menos efecto sobre la variable expresando un promedio de 2.73 granos.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2013), en su catálogo de semillas describe que la variedad INTA Fuerte Sequía posee una capacidad de producir entre cuatro y seis semillas por vaina, resultado que al compararlo se observa que los valores obtenidos se encuentran por debajo de lo indicado aun cuando los tratamientos tuvieron efecto significativo sobre la variable.

Esta reducción en la capacidad de producción de granos por vaina es atribuida a las condiciones ambientales de la localidad donde se estableció el ensayo, siendo sustentado por Bonilla (1990), Valverde y Araya (1986), quienes plantan que el número de granos por vaina es un carácter que es influenciado por factores internos regidos por el genotipo de la planta y condiciones ambientales.



**Figura 8.** Número de granos por vaina en el cultivo de frijol Variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Plantel, Masaya 2017.

### 4.2.3. Rendimiento de grano (kg ha<sup>-1</sup>)

El rendimiento de grano es el principal objetivo que tiene toda persona o empresa dedicada a la producción agrícola, además es considerada una variable que determina la eficiencia de las plantas, los recursos que posee el medio y la interacción (Valle, 2013). Según Matos (2016), este parámetro depende de la capacidad de la planta para acumular sustancias de reserva y de la translocación de carbohidratos a la semilla.

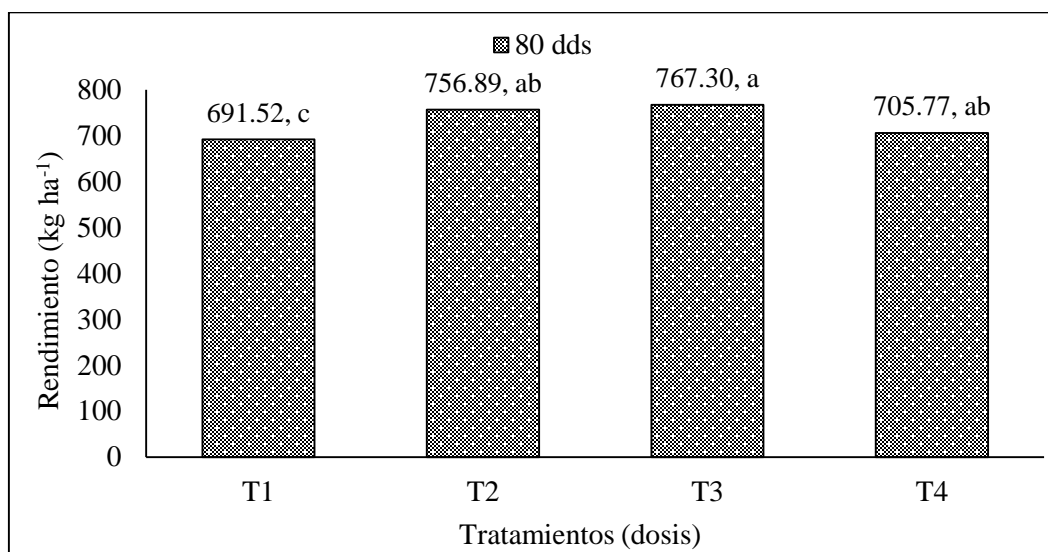
La variable rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>) en cada uno de los tratamientos evaluados con un nivel de significancia de 95 % presentó diferencias significativas ( $Pr > f = 0.0089$ ), en la Figura 9, se observa que el mayor valor lo obtuvo el T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) y el T<sub>2</sub> (9 963.10 l ha<sup>-1</sup>) con 767.30 y 756.89 kg ha<sup>-1</sup>, siendo estos superiores al producido por el testigo (705.77 kg ha<sup>-1</sup>).

Estos resultados son atribuidos a varios factores siendo uno de ellos la nutrición vegetal; se observó en el presente estudio que durante el ciclo del cultivo el fertilizante sintético tuvo un mejor efecto en el desarrollo de las estructuras vegetativas por su rápida disponibilidad, mientras que el biofertilizante (biol) por ser orgánico tardó más tiempo en mineralizarse y liberar los nutrientes para que la planta los aproveche pero cabe destacar que este periodo coincidió con la fase de llenado de vainas.

Como se puede observar en las Figuras 7 y 8, el tratamiento que alcanzó los valores más altos en la variable números de vainas por planta y granos por vaina fue el testigo (194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10), sin embargo, para el rendimiento del grano los que obtuvieron los mejores resultados fue la fertilización con biol (T<sub>3</sub> y T<sub>2</sub>). Esto coincide con lo planteado por Estrada y Peralta (2004), al afirmar que al obtener un mayor número de vainas por planta provoca una disminución en el número de granos por vaina y por ende un bajo rendimiento.

El Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (2013), plantea que la variedad utilizada tiene un potencial de rendimiento entre 1 300 – 1 600 kg ha<sup>-1</sup> en condiciones ambientales similares a las presentadas en la zona norte del país; es importante destacar que la producción obtenida por cada tratamiento evaluado no se encuentra en este rango, este efecto es atribuible a las condiciones ambientales del lugar donde fue establecido el experimento ya que no son apropiadas para la producción de frijol. Espinoza (2002) señala que el rendimiento es determinado por componentes genéticos, ambientales y de manejo.

El Banco Central de Nicaragua (2016), plantea que los rendimientos promedios nacionales son de 10.30 qq Mz<sup>-1</sup> equivalente a 666.29 kg ha<sup>-1</sup>; comparando este valor con el obtenido por el tratamiento T<sub>3</sub> lo supera en un 13.16 %, cabe destacar que el biol contribuye a aumentar la productividad del cultivo y que posee efectos positivos para el ambiente como es la activación de los microorganismos del suelo, aporte en la materia orgánica, mejoramiento en propiedades físicas y químicas del suelo como es la estructura y pH, reducción de gases de metano y mantenimiento de la sostenibilidad de la finca por no crear dependencia de fuentes externas.



**Figura 9.** Rendimientos del grano (kg ha<sup>-1</sup>) en el cultivo de frijol variedad INTA Fuerte Sequía a los 80 días después de la siembra, utilizando tres dosis de biol, en finca El Platel, Masaya 2017.

### 4.3. Análisis económico

#### 4.3.1. Análisis de presupuesto parcial

Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de 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 (Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1988).

Los rendimientos fueron ajustados al 95 % considerando un 5 % de diferencia entre el rendimiento experimental y la que el agricultor puede obtener en sus campos. Estos se multiplicaron por C\$ 33.07 (precio del kg de frijol), el cual puede variar por factores productivos y demanda del mercado.



En el análisis de presupuesto parcial se encontró que los mayores costos variables los presenta el T<sub>3</sub> (12 809.70 l ha<sup>-1</sup>) y los que menos presentaron fueron el T<sub>1</sub>. Los tratamientos que mostraron mayores beneficios netos fueron el T<sub>2</sub> (9 963.10 l ha<sup>-1</sup>) seguido por el T<sub>3</sub>, donde se puede observar que con la dosis media de biol podemos obtener beneficios netos mayores al T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>.

**Cuadro 7.** Resultados del presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en estudio en el cultivo frijol común, finca El Plantel, Masaya 2017

Indicadores	Tratamientos			
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	691.52	756.9	767.3	705.77
Rendimiento ajustado al 95 %	656.94	719.06	728.94	670.48
Precio C\$ kg	33.07	33.07	33.07	33.07
Ingreso bruto en C\$ ha <sup>-1</sup>	21 725.14	23 779.15	24 105.88	22 172.82
Costo en fertilizantes C\$	291.48	408.07	524.66	2 600.00
Costo de aplicación de fertilizantes C\$ ha <sup>-1</sup>	1 743.54	2 440.96	3 138.38	300.00
Costo totales en C\$	2 035.02	2 849.03	3 663.04	2 900.00
Beneficio neto C\$ ha <sup>-1</sup>	19 690.12	20 930.12	20 442.84	19 272.82

#### 4.3.2. Análisis de dominancia

Al realizar el análisis de dominancia se encontró que existen dos tratamientos no dominados (ND), siendo este el T<sub>1</sub> y el T<sub>2</sub>; el tratamiento T<sub>3</sub> (12 809.7 l ha<sup>-1</sup>) y T<sub>4</sub> resultaron ser dominados (D), es decir que los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> tiene mayores costos que varían y menores beneficios.

**Cuadro 8.** Análisis de dominancia realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de frijol común, finca El Plantel, Masaya, 2017

Tratamientos	Costos variables	Beneficio neto	Dominancia
T <sub>1</sub>	2 035.02	19 690.12	ND
T <sub>2</sub>	2 849.03	20 930.12	ND
T <sub>4</sub>	2 900.00	19 272.82	D
T <sub>3</sub>	3 663.04	20 442.84	D

Nota=ND: no dominado; D: dominado

#### 4.3.3. Análisis de retorno marginal

En el Cuadro 9, se muestra que el tratamiento T<sub>2</sub> presentó una tasa de retorno marginal de 152.33 %, es decir que al pasar de la dosis baja de biol a la media habrá un incremento en los beneficios netos, indicando que por cada córdoba invertido se obtendrá una ganancia de 1.52 córdobas.

Estos resultados muestran que desde el punto de vista de rentabilidad económica es ventajoso utilizar el T<sub>2</sub> ya que la inversión es de C\$ 2 849.03 y esta se recupera con un beneficio neto de C\$ 20 930.12.

De los cuatro tratamientos evaluados en el análisis económico resultó que el tratamiento más rentable es el T<sub>2</sub>, además este aporta los nutrientes necesarios para que la planta los aproveche logrando un buen desarrollo vegetativo y elevados rendimientos, asimismo contribuye al mejoramiento de la estructura del suelo, reduce la erosión, mantiene los niveles de humedad del suelo, actúa como repelente de plagas y activa la biota del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2002).

**Cuadro 9.** Análisis de retorno marginal realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo de frijol común, finca El Plantel, Masaya, 2017

<b>Tratamientos</b>	<b>Costos variables C\$</b>	<b>Costos variables marginal C\$</b>	<b>Beneficio neto C\$</b>	<b>Beneficio neto marginal C\$</b>	<b>Tasa de retorno marginal en %</b>
T <sub>1</sub>	2 035.02	0	19 690.12	0	
T <sub>2</sub>	2 849.03	814.01	20 930.12	1240.00	152.33

## V. CONCLUSIONES

- De los cuatro niveles estudiados los 194.06 kg ha<sup>-1</sup> de 12-30-10 presentó los mayores promedios 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.
- La mayor rentabilidad económica la obtuvo el T<sub>2</sub> con una tasa de retorno marginal de 152.3 %, indicando que por cada córdoba invertido se va adquirir C\$ 1.52 de ganancia.

## VI. RECOMENDACIONES

- La utilización del biol como un biofertilizante es recomendado principalmente para productores agropecuarios que posean un biodigestor en su finca.
- De acuerdo al análisis económico se recomienda la aplicación del tratamiento T<sub>2</sub>, correspondiente a una dosis media de biol de 9 963.10 l ha<sup>-1</sup>, por tener la mejor rentabilidad.
- Para futuras investigaciones complementar con fertilizantes sintéticos en base al análisis químico del biol y suelo para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo.
- Evaluar el fraccionamiento y los momentos de aplicación del biol para determinar el óptimo. Además de realizar análisis microbiológico para considerar su aporte a la fertilidad biológica.
- No se recomienda utilizar biol en altas concentraciones de forma foliar para el cultivo de frijol debido a que puede generar fitotoxicidad.
- Recomendamos utilizar nuevas técnicas de aplicación de biol para reducir costos.

## VII. LITERATURA CITADA

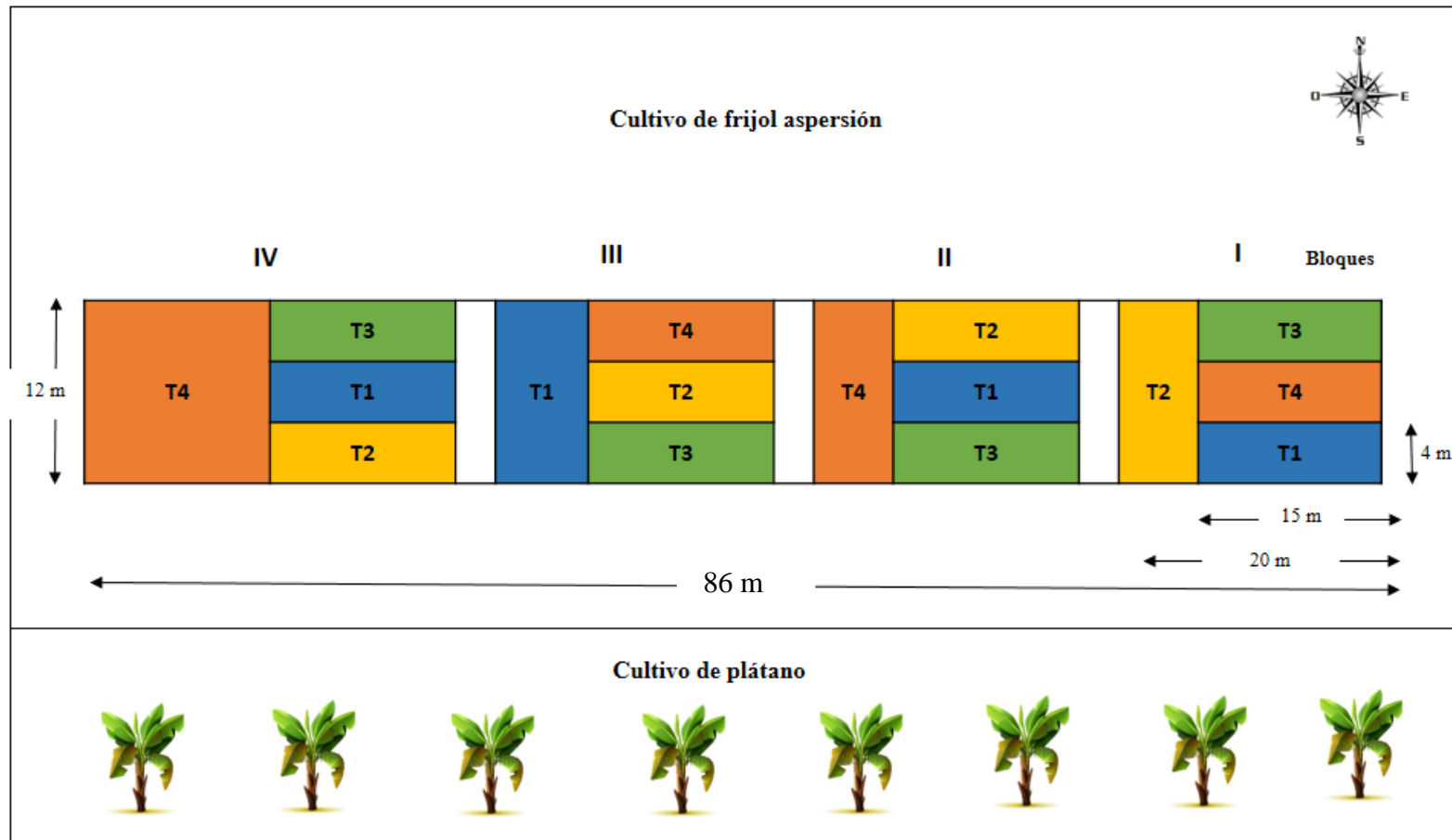
- Aguirre, R., y Peske, S. (1988). *Manual para el beneficio de semillas*. Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Digital/SB118.3\\_A33\\_Manual\\_para\\_el\\_beneficio\\_de semillas.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Digital/SB118.3_A33_Manual_para_el_beneficio_de_semillas.pdf)
- Banco Central de Nicaragua. (2016). *Anuario de estadísticas macroeconómicas 2016*. Recuperado de [http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/anuario\\_estadistico/anuario\\_estadistico\\_2016.pdf](http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/anuario_estadistico/anuario_estadistico_2016.pdf)
- Bermúdez, Y. M., Álvarez Arroyo, M., y Luna Bello, G. (Julio, 2011). Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Bluefields, R.A.A.S. *Ciencia e Interculturalidad*, 8 (1), 128-139 p. Recuperado de <https://www.lamjol.info/index.php/RCI/article/viewFile/568/393>
- Bonilla Bonilla, J. A. (1990). *Efecto del control de maleza y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris)*. VAR. REV. 81. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2512/1/tnh60b715.pdf>
- Centro de Mejoramiento de Maíz y Trigo. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos*. Recuperado de <http://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1063/9031.pdf>
- Cisne Contreras, J. D., y Laguna Miranda, R. (2004). Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (*Solanum tuberosum* L.) En Miraflor, Estelí. *La Calera*, 4 (4). p. 5-9. Recuperado de <http://cenida.una.edu.ni/ppperiodicas/ppf08c579.pdf>
- Espinoza González, R. C. (2002). *Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (gallinaza y estiércol vacuno) y fertilizante mineral sobre el crecimiento y rendimiento del frijol común (Phaseolus vulgaris L.) establecido en postrera, 2001*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. p. 60.
- Estrada Gutiérrez, M. E. 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 cultivo de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) variedad DOR-364, postrera 2001*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. 55 p.
- Fuentes, Yagüe, J. L. (2001). *Iniciación a la botánica*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?ppg=52&docID=3175797&tm=1516655033208>
- Garay, A. E., Aguirre R. Giraldo G., y Burbano E. A. (1992). *Tecnologías postcosecha para pequeñas empresas de semillas: Demostración con frijol*. Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat\\_digital/CIAT/books/historical/052.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/ciat_digital/CIAT/books/historical/052.pdf)
- Hernández Umanzor, E. J. (2016). *Ocurrencia de mosca blanca (Bemisia tabaci Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) e incidencia de virosis en chiltoma (Capsicum annum L.) con*

- dos densidades de siembra, en condición semiprotegida* (Tesis de Pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. 60 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2009). *Guía técnica para el cultivo de frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua*. Recuperado de <http://repiica.iica.int/DOCS/B2170E/B2170E.PDF>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria. (2008). *Tecnologías innovativas apropiadas a la conservación in situ de la agro-biodiversidad: Producción y uso del biol*. Lima, Peru. Recuperado de [http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac\\_css/doc\\_num/fiches\\_techniques/biol.pdf](http://ong-adg.be/bibliadg/bibliotheque/opac_css/doc_num/fiches_techniques/biol.pdf)
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2009). *Guía tecnológica del cultivo de frijol*. 2 ed. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://www.inta.gob.ni/biblioteca/images/pdf/guias/GUIA%20FRIJOL.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. Recuperado de <http://intapapssan.info/wp-content/uploads/2013/09/Cat%C3%A1logoSemillas2013.pdf>
- Lara Estrada, L. D., y Hernández Rizo, J. A. (2002). *Respuesta de 49 genotipos de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) a fertilización mineral bajo condiciones de la Compañía, Carazo. UNA*. (Tesis de pregrado). Managua Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/1820/1/tnf041318.pdf>
- Martínez, F. (2016). *El biol nicaragüense*. Managua, Nicaragua. 18 p.
- Moncayo Romero G. (Junio, 2017). *Que es un biodigestor*. Recuperado de <https://www.aqualimpia.com/2017/08/09/que-es-un-biodigestor/>
- Montesinos González, D. G. (2013). *Uso de lixiviado procedente de material orgánico de residuos de mercados para la elaboración de biol y su evaluación como fertilizante para pasto*. (Tesis de postgrado). Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4706>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Una oportunidad para aprovechar: agua en la agricultura*. Recuperado de [ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/factsheet\\_wwf\\_spa.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/factsheet_wwf_spa.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- Palacio Díaz, R. A. y Bermúdez López, J. A. (2017). *Evaluación de cuatro alternativas de producción en Patio Saludable sobre el rendimiento del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) Cv. Shanty, Las Mercedes, UNA-Managua, 2016*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. 54 p.

- Paredes Guerra, A. J. (Abril, 2010). Construye tu propio biodigestor: produce gas y electricidad con tus propios recursos. Recuperado de <http://mecanotecnia.blogspot.com/2010/04/construye-tu-propio-biodigestor-produce.html>
- Pérez, M. A. (2016). *Evaluación de cinco cultivares de frijol común (Phaseolus vulgaris L.): fundamentos teóricos*. Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/unanicaraguasp/reader.action?ppg=1&docID=4776479&tm=1517450218979>
- Plan de producción y comercio ciclo 2016 – 2017*. (2016). Recuperado de <http://rlp680.s3.amazonaws.com/files/doc/PLAN-PRODUCCION-CONSUMO-COMERCIO-2016-2017.pdf>
- Plan de producción y comercio ciclo 2017 – 2018*. (2017). Recuperado de <http://www.bcn.gob.ni/publicidad/img/landscape/Plan%20de%20Producci%C3%B3n%20Consumo%20y%20Comercio%20Ciclo%202017%202018.pdf>
- Rojas Párraga, H. R. (2014). *Estudio del efecto de la aplicación de microorganismos efectivos (EM) en la calidad de biol en un proceso de biodigestión anaeróbica*. (Tesis de pregrado). UNALM. Lima, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1878>
- Rosas, J. C. (2003). *El cultivo del frijol común en América tropical*. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2424/1/prueba%2009.pdf>
- Tapia Lacayo, J. B. (1987). *Influencia de ña fertilización edáfica N-P-K sobre el comportamiento agronómico del cultivo de la cebolla (Allium cepa L) cv. Toro White en el valle de Sebaco*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. p. 73.
- Torres Treminio, J. A., y Mendoza Montoya, J. (2002). *Efecto de la fertilización mineral, orgánica y control de malezas sobre el crecimiento y rendimiento en frijol común (Phaseolus vulgaris L.) en condiciones de ladera, establecido en dos sistemas de labranza. Ticuantepe, postrera 2002*. (Tesis de pregrado). UNA. Managua, Nicaragua. 86 p.
- 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). UNA. Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/2178/1/tnf04v181.pdf>
- Valverde, L. R., y Araya R. (1986). Tolerancia a la competencia de las malezas en seis cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. *Turrialba*. 36(1). 59-64 p. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/reprodoc/A0785e/A0785e01.pdf#page=60>
- Warnars, L., y Oppenoorth, H. (2014). *El biol: el fertilizante supremo: estudio sobre el biol, sus usos y resultados*. Recuperado de [https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio\\_sobre\\_el\\_biol\\_sus\\_usos\\_y\\_resultados.pdf](https://www.hivos.org/sites/default/files/publications/estudio_sobre_el_biol_sus_usos_y_resultados.pdf)

## VIII. ANEXOS

Anexo 1. Plano de campo del experimento, finca El Plantel, Masaya 2017.





**Anexo 2.** Medias y categorías estadísticas de las variables evaluadas a los 29, 39 y 80 dds en el cultivo de frijol común cv. *Phaseolus vulgaris* L. finca El plantel, Masaya 2017.

Tratamientos	Variables de crecimiento							Variables de rendimiento			
	29 dds			39 dds				80 dds			
	Alpta	Dtpta	Nhpta	Alpta	Dtpta	Nhpta	Nrpta	Nvpta	Ngv	Rndt (kg ha <sup>-1</sup> )	
<b>T1</b>	35.89 b	4.81 c	20.69 b	68.82 b	5.56 c	35.46 c	2.48 c	11.02 b	2.73 c	691.52 c	
<b>T2</b>	36.19 b	4.94 bc	22.27 b	72.44 ab	5.98 bc	39.17 bc	2.67 bc	12.77 b	3.33 a	756.89 ab	
<b>T3</b>	43.65 a	5.33 bc	26.94 a	76.63 a	6.54 ab	41.92 b	2.96 ab	14.31 ab	3.08 b	767.30 a	
<b>T4</b>	44.09 a	6 a	27.13 a	78.65 a	6.83 a	50.33 a	3.17 ab	16.38 a	3.40 a	705.77 ab	
<b>p-valor</b>	0.0001	0.0001	0.0001	0.001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0013	0.0001	0.0089	
<b>CV %</b>	27.36	18.15	33.44	17.18	19.23	29.30	28.42	49.72	8.85	17.76	

**Nota=** Alpta: altura de planta; Dtpta: diámetro del tallo de la planta; Nhpta: número de hojas por planta; Nvpta: número de vainas por planta; Ngv: número de granos por vainas; Rndt: rendimiento kilogramos por hectárea.

**Anexo 3.** Aporte nutricional por dosis y fuente utilizada en el ensayo establecido en la finca El Plantel, Masaya 2017.

Fuente	Dosis utilizada	Nt	P	K
		(kg ha <sup>-1</sup> )		
Suelo	-	61.30	8.60	1 917.39
	7 116.50 l ha <sup>-1</sup>	125.25	12.81	221.32
Biol	9 963.10 l ha <sup>-1</sup>	175.35	17.93	309.85
	12 809.70 l ha <sup>-1</sup>	225.45	23.06	398.38
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		(kg ha <sup>-1</sup> )		
12-30-10	194.06 kg ha <sup>-1</sup>	23.29	58.22	19.41

**Nota=** MO: materia orgánica del suelo; Nt: nitrógeno total; P: fosforo; K: potasio.

**Anexo 4.** Régimen de riego del cultivo de frijol cv. INTA Fuerte Sequía, finca El Plantel 2017.

Todos los datos están reflejados en mm, exceptuando las fechas de riego que están reflejadas en días																
Mes	Decena	W <sub>máx</sub>	W <sub>mín</sub>	W <sub>i</sub>	L <sub>n</sub>	Egresos			Ingresos				Fecha de riego	W <sub>f</sub>	W <sub>c</sub>	W <sub>p</sub>
						K <sub>b</sub>	Ev.	Evtp	Pc	Pa	N <sub>r</sub>	L <sub>T</sub>				
Mayo	II	119.11	89.20	107.20	29.91	0.40	63.10	25.24	0	0	1	29.91	7.13	111.87	7.24	22.67
	III	119.11	89.20	111.87	29.91	0.40	65.50	26.20	97.60	33.44	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91
	I	119.11	89.20	119.11	29.91	0.40	64.4	25.76	45.47	25.76	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91
Junio	II	119.11	89.20	119.11	29.91	0.80	47.4	37.92	0.00	0.00	1.00	29.91	7.89	111.10	8.01	21.90
	III	119.11	89.20	111.10	29.91	0.80	54.5	43.60	45.47	51.61	0.00	0.00	-	119.11	0.00	29.91
Julio	I	119.11	89.20	119.11	29.91	0.80	45.90	36.72	0.00	0.00	1.00	29.91	8.15	112.30	6.81	23.10

**Nota=** W<sub>máx</sub>: Reserva máxima en (mm); W<sub>mín</sub>: Reserva mínima en (mm); W<sub>i</sub>: Reserva inicial; L<sub>n</sub>: Lámina neta de riego en (mm); K<sub>b</sub>: Coeficiente biológico del cultivo; Ev: Evaporación en (mm); Evtp: Evapotranspiración en (mm); Pc: Precipitación caía en (mm); Pa: Precipitación aprovechable en (mm); N<sub>r</sub>: Número de riego; L<sub>T</sub>: Lámina neta total de riego en (mm); W<sub>f</sub>: Reserva final en (mm); W<sub>c</sub>: Reserva consumida en (mm); W<sub>p</sub>: Reserva presente en (mm)

**Anexo 5.** Cálculos de costo de producción de biol para un biodigestor de 9 m<sup>3</sup>.

Descripción	Cálculos
Depreciación del biodigestor (DPB)	$DPB = \frac{\text{Costos del biodigestor}}{\text{Vida util}}$ $DPB = \frac{\text{C\$ 46 500}}{10\ 800 \text{ días}}$ $DPB = \text{C\$ 4.30 dia}$
Costo de producción de biol (CPB)	$CPB = \text{horas trabajadas por dia} * \text{Costo de hora}$ $CPB = 1 \text{ hora dia}^{-1} * \text{C\$ 21.42 hora}$ $CPB = \text{C\$ 21.42 diarios}$
Ingresos de biogas por día (IBG)	$IBG = \frac{\text{Producción de biogas}}{30 \text{ días}}$ $IBG = \frac{\text{C\$ 600}}{30 \text{ días}}$ $IBG = \text{C\$ 20 diarios}$
Costos de litro de biol (CLB)	$CLB = \frac{(\text{DPB} + \text{CPB}) - \text{IBG}}{\text{Capacidad de producción de biol}}$ $CLB = \frac{(4.30 + 21.42) - 20}{140 \text{ litros dia}}$ $CLB = \text{C\$ 0.04}$
<p><b>Nota=</b> un jornalero gana C\$ 150 diarios y trabaja 7 horas hábiles por día. La producción de biogás para un biodigestor de 9 m<sup>3</sup> al mes es equivalente a 2 tanques de gas butano (C\$ 600).</p>	

**Anexo 6.** Cálculos agronómicos del diseño del sistema de riego por aspersión.

ITEM	CÁLCULOS
Limite Productivo (Lp)	$Lp = \frac{(CC + CMP)}{2} \quad Lp = \frac{(46.71\% + 23.25\%)}{2}$ $Lp = 34.98\% \quad Lp = 75\% \text{ CC}$
Lamina neta (Ln)	$Ln = 10 * Da * \Delta H * (cc - LP)$ $Ln = 10 * 0.85 \text{ t/m}^3 * 0.3 \text{ m} + (46.71\% - 34.98\%)$ $Ln = 29.91 \text{ mm}$
Lamina Bruta (Lb)	$Lb = \frac{Ln}{Es} \quad Lb = \frac{29.91 \text{ mm}}{0.75} \quad Lb = 39.88 \text{ mm}$
Tiempo de riego (Tr)	$Tr = \frac{Lb}{V.I} \quad Tr = \frac{39.88 \text{ mm}}{8 \text{ mm/h}} \quad Tr = 4.99 \text{ h}$
Intensidad del Aspersor (Ia)	$Ia = \frac{q_a}{Ea * EL} \quad Ia = \frac{2.48 \text{ m}^3/\text{h}}{18 \text{ mm} * 18 \text{ mm}}$ $Ia = \frac{2.48 \text{ m}^3/\text{h}}{324 \text{ m}^2}$ $Ia = 0.007654 \frac{\text{m}}{\text{h}} \quad Ia = 7.65 \text{ mm/h}$
Turno de riego en función de la Ia (Tr)	$Tr = \frac{Lb}{Ia} \quad Tr = \frac{39.88 \text{ mm}}{7.65 \text{ mm}} \quad Tr = 5.21 \text{ h}$
<p><b>Nota=</b> Caudal de aspersor (q<sub>a</sub>); Espaciamiento entre laterales (EL); Espaciamiento entre aspersores (Ea); Eficiencia del sistema de riego por aspersión (Es); Densidad aparente (Da); Capa activa (ΔH); Capacidad de campo (CC); Limite productivo (LP); Punto de Marchitez permanente.</p>	

**Anexo 7.** Cultivo de frijol común cv. INTA Fuerte Sequía, finca El Plantel, Masaya 2017.



**Anexo 8.** Medición de variables: altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas, finca El Plantel, Masaya 2017.



**Anexo 9.** Manejo agronómico del cultivo de frijol: aplicación de Cypermetrina 25 SC para el control para plagas insectiles, finca El Plantel, Masaya 2017.



**Anexo 10.** Secado de manojos de frijol en campo, finca El Plantel, Masaya 2017.



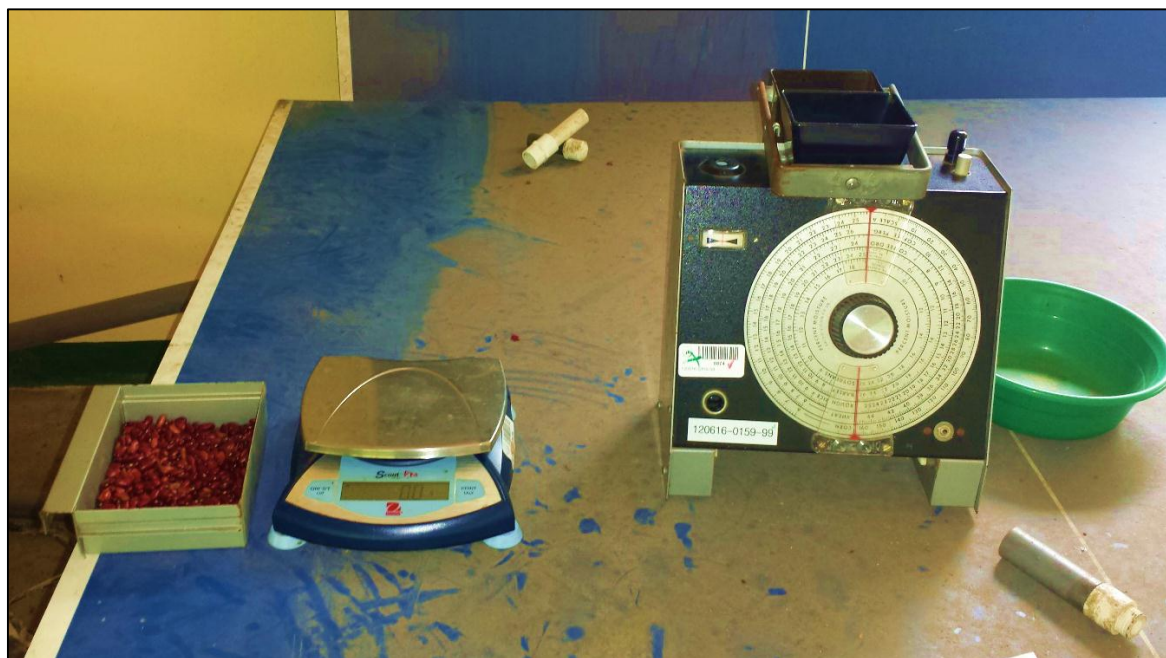
**Anexo 11.** Transporte de manojos de frijol del campo hacia la casa principal para el secado, finca El Plantel, Masaya 2017.



**Anexo 12.** Secado de manojos de frijol en la casa principal, finca El Plantel, Masaya 2017.



**Anexo 13.** Medición de la humedad en muestras de frijol, UNA 2017.



**Anexo 14.** Secado de granos de frijol por parcela a un 18 % de humedad, UNA 2017.





**Anexo 15.** Equipo investigador de biol en frijol por aspersion, UNA 2017.

