

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Comparación de fertilizante foliar a base de Teberinto (*Moringa* sp) y fertilizante foliar sintético en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad CENTA Pipil en el Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán.

POR:

**BR. MARTÍNEZ IRAHETA JOSÉ FRANCISCO
BR. MARTÍNEZ MARTÍNEZ MÁRTIR ELEAQUÍN
BR. NAJARRO SÁNCHEZ JOSÉ BENJAMÍN**

**REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

SAN VICENTE, 10 DE OCTUBRE 2018

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO.

SECRETARIO GENERAL:

LIC. CRISTÓBAL HERNÁN RÍOS BENÍTEZ

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANA:

LICDA. M. Sc. YOLANDA CLEOTILDE JOVEL PONCE.

SECRETARIA:

LICDA. M. Sc. ELIDA CONSUELO FIGUEROA DE FIGUEROA.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ING. AGR. M. Sc. RENÉ FRANCISCO VÁSQUEZ

DOCENTES ASESORES:

ING. AGR. M. Sc. RENÉ FRANCISCO VÁSQUEZ

ING. AGR. M. SC. WILBER SAMUEL ESCOTO UMAÑA

ING. AGR. HENRY RICARDO RODRIGUEZ GONZALEZ

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

ING. AGR. EDGARD FELIPE RODRÍGUEZ

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo comparar el fertilizante foliar a base de Teberinto (*Moringa sp*) con el fertilizante foliar sintético en el cultivo de frijol criollo (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil, en el Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán. Se determinó la respuesta de las variables de desarrollo y rendimiento del cultivo. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos en el cultivo de frijol fueron los siguientes: T0 (Fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6); T1 (Fertilizante foliar de hojas de Teberinto de 5 libras diluido en 17 litros de agua; T2 (Fertilizante foliar de hojas de Teberinto de 10 libras diluido en 17 litros de agua) y T3 (Fertilizante foliar de hojas de Teberinto de 15 libras diluido en 17 litros de agua).

Se evaluaron las variables número de flores, longitud y diámetro de vaina, número de vainas, número de granos por vaina, peso de 100 granos y rendimiento total, en el cultivo de frijol). Del cultivo de Teberinto se realizaron análisis químicos, también del fertilizante foliar sintético. Se efectuó un análisis económico.

Los resultados indican que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en el número de flores por planta, longitud, diámetro y número de granos por vaina, pero si en el número de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento en el cultivo del frijol.

Del análisis económico se obtuvo que los tratamientos T0 (2318.58 Kg/ha) y T3 (2227.29 Kg/ha), con una relación beneficio/costo de \$2.57 y \$2.53, no así el tratamiento T1, con una relación beneficio/costo de 0.85 que no logra cubrir los costos de producción.

Palabras claves: Teberinto, *Moringa sp*, fertilizante, foliar, frijol.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA

Por habernos dado la vida, los conocimientos y la capacidad necesaria para culminar nuestra carrera profesional.

A NUESTRAS FAMILIAS

Por darnos todo su amor y apoyo moral y económico.

A NUESTROS ASESORES.

Ing. Agr. M Sc. Wilber Samuel Escoto Umaña

Ing. Agr. M Sc. René Francisco Vásquez

Ing. Agr. Ricardo Henry Rodríguez González

Por su colaboración, por haber compartido con nosotros sus valiosos conocimientos logísticos

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

En especial a la Facultad Multidisciplinaria Paracentral por toda enseñanza recibida y por forjarnos como nuevos profesionales, capaces de mejorar el país.

A TODOS LOS DOCENTES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Por todos los conocimientos que nos impartieron a lo largo de la carrera, por ser excelentes profesionales y seres humanos.

José Benjamín Najarro Sánchez
José Francisco Martínez Iraheta
Mártir Eleaquín Martínez Martínez

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA

Por darme la vida, por darme las fuerzas para seguir adelante, Por darme la sabiduría y perseverancia para lograr mi carrera profesional, apoyándome día y noche, dándome fuerzas para salir adelante.

A MIS PADRES

Moisés Isaac Najarro Henríquez y Xiomara Rosibel Sánchez de Najarro, por su apoyo económico, moral en todos los momentos difíciles de mi carrera, gracias por ser especiales en mi vida.

A MIS HERMANOS

Que me apoyaron durante todo el proceso y que con su ayuda y colaboración me han demostrado que la familia es, ante todo.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS

Por darme su amistad sincera y su apoyo total en la realización de nuestro trabajo de investigación.

A TODOS MIS AMIGOS(AS) Y COMPAÑEROS(AS) DE LA FACULTAD

Los recordaré por compartir su tiempo y amistad durante la carrera profesional.

José Benjamín Najarro Sánchez.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA

Por haberme guiado en todo camino, tanto a nivel personal como profesional y por darme fortalezas y la sabiduría necesaria para tomar decisiones y enfrentar los retos de cada día.

A MIS PADRES

Por apoyarme siempre y brindarme su amor incondicional, su comprensión, paciencia y sabios consejos gracias.

A MIS HERMANOS

Por su apoyo incondicional y su comprensión en todo momento.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Que de una u otra forma me han apoyado en los momentos difíciles y darme ánimos para terminar mis estudios.

José Francisco Martínez Iraheta.

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO Y VIRGEN MARÍA:

Por haberme iluminado por todo el trascurso de mis conocimientos como estudiante y permitirme haber culminado satisfactoriamente

A MIS PADRES:

María Ana de Jesús Martínez y José Carmen Martínez porque sin su apoyo moral como económico no hubiera sido posible alcanzar mis estudios.

A MIS HERMANOS:

Con mucho respeto por ser siempre atentos conmigo y por su apoyo en todo momento.

A MIS COMPAÑEROS:

Por haber compartido conocimientos y por los buenos momento que compartimos juntos

Mártir Eleaquin Martínez Martínez.

ÍNDICE GENERAL

Página

| | |
|--|-----|
| RESUMEN..... | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| ÍNDICE GENERAL | ix |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | iii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | v |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | vi |
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 8 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. Generalidades del cultivo de frijol | 3 |
| 2.1.1. Semillas criollas de frijol..... | 3 |
| 2.1.2. Origen de las semillas de frijol | 3 |
| 2.1.3. Clasificación taxonómica..... | 3 |
| 2.1.4. Descripción de la planta..... | 3 |
| 2.1.5. Aspectos botánicos..... | 4 |
| 2.1.6. Características edafoclimáticas..... | 6 |
| 2.1.7. Sistemas de siembra..... | 7 |
| 2.1.9. Manejo agronómico del cultivo..... | 9 |
| 2.1.10. Plagas..... | 12 |
| 2.1.10.1. Gallina ciega <i>Phytophaga</i> spp..... | 12 |
| 2.1.10.3. Tortuguilla <i>Diabrotica</i> spp..... | 13 |
| 2.1.11. Enfermedades del cultivo de frijol | 13 |
| 2.1.12. Cosecha..... | 14 |
| 2.1.13. Arranque..... | 14 |
| 2.1.14. Aporreo..... | 14 |
| 2.2. Árbol de Teberinto (<i>Moringa oleífera</i>)..... | 15 |
| 2.2.1. Historia de la moringa | 15 |

| | |
|---|----|
| 2.2.2. Origen y distribución | 15 |
| 2.2.3. Clasificación taxonómica..... | 15 |
| 2.2.4. Descripción botánica..... | 15 |
| 2.2.5. Condiciones de cultivo | 17 |
| 2.2.5.1. Preparación de suelo | 17 |
| 2.2.6. Siembra | 17 |
| 2.2.7. Época de siembra | 18 |
| 2.2.8. Manejo de las plantaciones..... | 18 |
| 2.2.9. Control de malezas | 19 |
| 2.2.10. Principales plagas y enfermedades..... | 19 |
| 2.2.11. Floración, fructificación y cosecha del Teberinto | 19 |
| 2.2.12. Propiedades físicas y químicas del Teberinto (<i>Moringa oleífera</i>)..... | 20 |
| 2.2.13. Aplicaciones prácticas del Teberinto (<i>Moringa Oleífera</i>) | 21 |
| 2.2.14. Usos en agricultura | 21 |
| 2.2.14.2. Fuente de hormonas | 21 |
| 2.3. Uso de fertilizantes foliares | 24 |
| 2.3.1. Aplicación de los fertilizantes foliares..... | 24 |
| 2.3.2. Resultados obtenidos con el uso de fertilización foliar | 24 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 26 |
| 3.1. Ubicación del área de estudio..... | 26 |
| 3.2. Descripción del estudio | 27 |
| 3.2.1. Fase de campo | 27 |
| 3.3. Metodología de laboratorio | 30 |
| 3.4. Metodología estadística | 30 |
| 3.4.1. Diseño y unidad experimental..... | 30 |
| 3.4.2. Tratamientos..... | 30 |
| 3.4.3. Análisis Estadístico | 31 |

| | |
|--|----|
| 3.4.4. Calculo del tamaño de la muestra, para estimar la media poblacional | 32 |
| 3.5. Variables evaluadas en las hojas de Teberinto | 32 |
| 3.5.1. Análisis bromatológico | 32 |
| 3.6. Variables evaluadas en el cultivo de frijol..... | 32 |
| 3.6.1. Numero de flores por planta..... | 32 |
| 3.6.2. Diámetro y Longitud de la vaina..... | 32 |
| 3.6.3. Número de vainas por plantas | 33 |
| 3.6.4. Peso de granos..... | 33 |
| 3.6.5. Rendimiento total por tratamiento | 33 |
| 3.7. Análisis económico | 33 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 34 |
| 4.1. Análisis bromatológico de <i>Moringa sp.</i> | 34 |
| 4.2. Análisis de variables del cultivo de Frijol | 35 |
| 4.2.1. Número de flores por planta..... | 35 |
| 4.2.2. Longitud y diámetro de vaina | 36 |
| 4.2.4. Número de granos por vaina..... | 41 |
| 4.2.5. Peso de 100 granos | 43 |
| 4.3. Análisis económico | 47 |
| 5. CONCLUSIONES | 48 |
| 6. RECOMENDACIONES | 49 |
| 7. BIBLIOGRAFIA..... | 50 |
| 8. ANEXOS..... | 57 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1. Sistemas de siembras intercalados..... | 8 |
| Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del cultivo en Kg/ha..... | 11 |
| Cuadro 3. Características botánicas del árbol Moringa Oleífera..... | 16 |
| Cuadro 4. Valor nutritivo de Moringa Oleífera..... | 20 |
| Cuadro 5. Descripción del fertilizante foliar a base de extracto de Moringa sp..... | 23 |
| Cuadro 6. Composición química del fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6)..... | 25 |
| Cuadro 7. Tratamientos experimentales, aplicados al cultivo de frijol..... | 30 |
| Cuadro 8. Distribución de los tratamientos en el área de estudio..... | 31 |
| Cuadro 9. Datos del contenido nutricional (%) del extracto de hojas de Teberinto (Moringa sp) y fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6)..... | 34 |
| Cuadro 10. Datos del número de flores por planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 35 |
| Cuadro 11. Datos de longitud de vaina de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 37 |
| Cuadro 12. Datos de diámetro de vaina de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 38 |
| Cuadro 13. Datos de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 39 |
| Cuadro 14. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para Datos de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 41 |
| Cuadro 15. Datos de número de granos por vaina de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 42 |
| Cuadro 16. Datos de peso de 100 granos de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 43 |
| Cuadro 17. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para datos de peso de 100 granos (g) e la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 44 |
| Cuadro 18. Datos de rendimiento (kg/ha) de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 44 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 19. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para datos de peso de 100 granos (g) e la planta del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 45 |
| Cuadro 20. Costos de producción y Relación Beneficio/Costo para los cuatro tratamientos en estudio..... | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Ubicación del área de estudio. Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán..... | 27 |
| Figura 2. | Promedios del número de flores por planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 36 |
| Figura 3. | Promedios de longitud de vaina de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 37 |
| Figura 4. | Promedios de diámetro de vaina de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 38 |
| Figura 5. | Promedios de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 40 |
| Figura 6. | Promedios de peso de 100 granos de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 42 |
| Figura 7. | Promedios de la variable Rendimiento (kg/ha) de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 43 |
| Figura 8. | Promedios de la variable Rendimiento (kg/ha) de la planta del cultivo de frijol (Phaseolus vulgaris) variedad CENTA Pipil..... | 45 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Página |
|---|---------------|
| Figura A-1. Modelo de Boleta de información general sobre comercialización y uso de fertilizante foliar y del frijol utilizados en la zona de estudio..... | 57 |
| Cuadro A-2. Análisis de varianza para la variable número de flores por planta del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 58 |
| Cuadro A-3. Análisis de varianza para la variable longitud de vainas del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 58 |
| Cuadro A-4. Análisis de varianza para la variable diámetro de vainas del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 59 |
| Cuadro A-5. Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 59 |
| Cuadro A-6. Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 59 |
| Cuadro A-7. Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 60 |
| Cuadro A-8. Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) variedad CENTA Pipil..... | 60 |
| Cuadro A-9. Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación del fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6)..... | 61 |
| Cuadro A-10. Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 5 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada)..... | 62 |
| Cuadro A-11. Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 10 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada)..... | 65 |

| | | |
|--------------|--|-----------|
| Cuadro A-12. | Cálculo de costos de producción del Cultivo de fríjol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada)..... | 67 |
| Figura A-13. | Análisis bromatológico del extracto de hojas de Teberinto (Moringa sp) y fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6). Laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador..... | 70 |

1. INTRODUCCIÓN

Los agricultores enfrentan enormes desafíos, a nivel global, entre ellos la necesidad de garantizar la seguridad alimentaria. En El Salvador, la dieta alimenticia está basada en tres granos básicos: frijol, arroz y maíz (Merino 1998). En lo que respecta a la producción de frijol en el país, se tiene que es deficitaria con respecto a la demanda nacional, el país, se ve obligado a importar frijol anualmente, la producción ha tenido una tendencia al crecimiento, pero la productividad ha tenido una tendencia a disminuir.

Es por esto que es esencial buscar alternativas que mejoren dicha condición, recientemente ha tomado relevancia buscar nuevas alternativas que permitan obtener mejores rendimientos en los cultivos, sin incrementar considerablemente los costos de producción.

Así, surgen opciones de sustituir o minimizar el uso de fertilizante foliar sintético, por lo que en esta investigación se evaluó el uso de un producto natural, con características de fácil manejo y adquisición y bajo costo. Esto se ve favorecido por que hoy en día los agricultores son muy conscientes de que la aplicación de fertilizantes orgánicos, mantienen o mejoran las producciones de sus cultivos, así como el suelo. La aplicación de extracto de hoja de Teberinto resulta una opción ya que es barata y constituye una tecnología amigable con el medio ambiente, que aumenta el crecimiento de la mayoría de los cultivos, como hortalizas, maíz y frijol. Por lo tanto, el extracto de hoja de moringa puede ser utilizado como un fertilizante orgánico por los agricultores (Makkar et al. 2007).

La incorporación del Teberinto (*Moringa oleífera*) a la industria manufacturera salvadoreña como materia prima, podría adquirir relevancia por los múltiples usos asociados a este árbol (García Torres et al, 2013).

Es por esto que en este trabajo de investigación se expone la respuesta que tienen las variables de desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), como son el número de flores por planta, longitud, diámetro y número de granos por vaina, número de vainas por planta, peso de 100 granos y rendimiento; frente a las diferentes aplicaciones de fertilizante foliar a base de *Moringa sp* (Concentración de 5, 10 y 15 libras de extracto de la hoja) y fertilizante foliar sintético (NPK:11-8-6); se presenta un análisis bromatológico, así como un estudio económico de los diferentes tratamientos estudiados. Por último, se realiza

un análisis económico, para determinar la capacidad de generar beneficios, por cada uno de los tratamientos estudiados.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de frijol

2.1.1. Semillas criollas de frijol

Cáritas Diócesis de San Vicente (2008), ha identificado 30 variedades de frijol nativo y/o criollo, en las comunidades en las cuales se desarrolla el programa de agricultura sostenible en los Departamentos de Cabañas y San Vicente de estas 27 son de uso comestible y tres son utilizadas como abonos verdes y de cobertura.

2.1.2. Origen de las semillas de frijol

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es originario del continente americano y su domesticación se relaciona con la del maíz. Procede de México y Perú, donde se empezó a cultivar desde hace unos 700 años a.C. junto con este cereal. (Gisperet *all.* s.f.)

2.1.3. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

Subreino: Embriobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Phaseolus*

Especie: *P. vulgaris* (González 2006).

2.1.4. Descripción de la planta

El frijol pertenece a la familia de las leguminosas; posee un sistema radical principal y muchas raíces secundarias que fijan nitrógeno al suelo mediante la nodulación a través de la bacteria *Rhizobiumphaseoli*. (CENTA 2008)

2.1.5. Aspectos botánicos

2.1.5.1. Raíz

En la fase inicial de crecimiento esta planta se caracteriza por poseer una raíz principal pivotante, pero luego las raíces laterales que emergen de esta pueden igualarla o superarla en tamaño, la raíz primaria puede profundizar hasta 1.20 m. y las laterales se prolongan horizontalmente cerca de la superficie del suelo o a una distancia de 0.30 a 1.00 m. (Binder 1997). La mayor parte del volumen del sistema radical está ubicado a una profundidad de 0.60 m y en los primeros 0.10 m se encuentra del 74% al 87% del total de raíces. (Trinidad *et all.* 1971).

2.1.5.2. Tallo

La morfología del tallo de los frijoles depende del cultivar que se trate. Según su forma y hábito de crecimiento los cultivares se agrupan en dos tipos: los de crecimiento determinado y los de crecimiento indeterminado (Cabrera 2002). Los de crecimiento determinado se ramifican más, la altura total de la planta es menor y al alcanzar la floración cesa el desarrollo de la misma. Los de crecimiento indeterminado son los trepadores, que tienen la capacidad de seguir desarrollándose después de la floración. Debido a esta circunstancia, la altura de sus tallos puede variar desde los 0.50 m. hasta los 3.00 m. (Gisperet *all.* s.f.).

2.1.5.3. Hojas

Las primeras dos hojas son opuestas, simples, acorazonadas y con pecíolos cortos; las hojas inmediatamente superiores a éstas se disponen en forma alterna, tienen pecíolos largos, son compuestas de tres folios y de color verde oscuro. El tamaño de los folios varía de 4 a 15 cm de ancho por 6 a 8 cm de largo (Valdez 1990). Las hojas de frijol ejotero tienen la propiedad de acomodarse según la dirección de los rayos solares y la intensidad de la luz: durante la mañana y al atardecer se colocan perpendiculares a los rayos solares y en las horas del mediodía horizontalmente (Cabrera 2002).

2.1.5.4. Flores

La inflorescencia puede ser axilar o terminal, dependiendo de su inserción en el tallo; es un conjunto de racimos; es decir, un racimo principal con un grupo de racimos secundarios. Las flores típicas papilionáceas de fecundación autógama, en su desarrollo tiene dos etapas: botón floral y flor completamente abierta, según la variedad, así es el color: blanco, rosado o púrpura. (CENTA 2008).

2.1.5.5. Caída de flores

La flor es el órgano más débil de la planta y cualquier deficiencia que ésta sufra la va a manifestar cayéndose. Los factores causantes pueden ser: cambios bruscos de temperatura, crecimiento vegetativo excesivo, bajada de la humedad relativa, estrés hídrico en el momento de la floración, exceso de temperatura, exceso de fertilización nitrogenada o tratamientos fitosanitarios que, sin llegar a ser fito-tóxicos, dañen la flor (Samayoa 2010).

2.1.5.6. Frutos

Dependiendo de la variedad las vainas pueden ser de forma plana, redonda, recta o con curvatura más o menos acentuada, el color varía desde verde oscuro hasta amarillento y la madurez comercial, las legumbres o vainitas de las diferentes variedades presentan un pericarpio succulento, jugoso y tierno (Skerman 1991).

2.1.5.7. Semillas

Semillas de forma cilíndrica, arriñonadas, esféricas; provistas de dos cotiledones gruesos; color variado rojo, blanco, negro, café, crema, y otros; también existen la combinación de colores. Dependiendo de la variedad, un kilogramo tiene entre 2500 y 4500 semillas (Cabrera 2002).

2.1.5.8. Variedades de semillas

Algunas variedades de frijol son, vaina blanca, santa elena, cuarenteño, rojo seda, y mono (Cuadra 2012) y Cáritas (2009) menciona otras variedades de frijol nativo o criollo, como Rojo de Seda, Vaina Blanca, Quilito, Cuarenteño, Arbolito, Tongoloy, Sangre de Toro, Segoviano morado, rojo y blanco, frijol de ejote, negro, vigna (mono) negro grande, vigna, chilipuca negra, blanca, roja, y segoviana, Soya común, Gandul, canavalia, mucuna. CENTA (2012) menciona tres nuevas variedades de frijol, San Nicolás fp-01 (desarrollada en Chalchuapa, Santa Ana), Guazapa (San Salvador) y la presa, esta última variedad fue desarrollada solo por mujeres productoras de frijol.

2.1.6. Características edafoclimáticas

2.1.6.1 Suelo

El frijol prospera bien en suelos fértiles de estructura media, como el franco-limoso-arcilloso. Deben de ser profundos y bien drenados. El frijol se cultiva en los suelos cuya textura varía de franco-limoso a ligeramente arenosos, pero tolera bien suelos franco-arcillosos. El frijol crece bien en suelos con un pH de 5.5 a 6.5, es decir ligeramente ácido (Parsons 1987).

2.1.6.2. Temperatura

La planta de frijol se desarrolla bien entre temperaturas promedio de 15 a 27 °C, las que generalmente predominan a elevaciones de 400 a 1,200 msnm, pero es importante reconocer que existe un gran rango de tolerancia entre diferentes variedades (CENTA 2008).

2.1.6.3. Altitud

El cultivo de frijol se adapta perfectamente en ambientes con elevaciones que oscilan de los 30-1500 msnm (CENTA 2014).

2.1.6.4. Precipitación

El cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades (MAG 1991).

2.1.6.5. Humedad

El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades (MAG 2001). Este factor, ya sea en forma de lluvia, neblina o humedad atmosférica muy alta, tiene una acción negativa sobre los rendimientos de frijol, ya que favorecen el ambiente para la proliferación de insectos y enfermedades, en consecuencia, es un cultivo que no resiste heladas, sequías ni lluvias prolongadas (Cabrera *et al.* 2002).

2.1.6.6. Luminosidad

El frijol es una planta que necesita buena luminosidad para producir una mejor fecundación de sus flores; condiciones que se dan en las zonas donde se cultiva en el país (MAG2001).

2.1.6.7. Pendiente del terreno

Suelos ligeramente planos a planos provocan pérdidas por encharcamiento (pudriciones) y pendientes mayores de un 30 % los rendimientos serán bajos debido al lavado de los nutrientes por escorrentía causada por el agua de lluvia, además en estos tipos de suelo con alta pendiente las labores de campo se dificultan (IICA 2009).

2.1.7. Sistemas de siembra

Parsons (1987) describe que los diferentes sistemas de siembra para el cultivo de frijol se pueden hacer de la siguiente manera, en monocultivos, asociados e intercalados, una siembra debidamente bien ejecutada es uno de los requisitos fundamentales para obtener buena cosecha, a continuación, en el Cuadro N° 1 se presentan diferentes sistemas de siembra.

Cuadro 1. Sistemas de siembras intercalados

| | |
|----------------------------------|---|
| Frijol solo o monocultivo | Puede hacerse en cualquier época de siembra y consiste en sembrar el frijol solo, con distanciamientos entre surcos de 50 a 60 cm y de 7.5 a 10 cm entre plantas lográndose una densidad de 10 a 13 plantas por metro lineal. |
| Frijol asociado | El frijol puede sembrarse en asocio con todos aquellos cultivos en los cuales no haya competencia por luz, incluyendo cultivos perennes en sus primeros años de plantación. En nuestro país el asocio más común es con maíz o con caña de azúcar |
| El asocio maíz-frijol | Los distanciamientos de siembra para el asocio maíz-frijol son: para maíz 90 a 100 cm entre surcos y 20 a 40 cm entre plantas, poniendo una o dos semillas por postura; para el frijol el surco debe ir separado de 20 a 25 cm del surco de maíz y de 10 a 20 cm entre plantas colocando una o dos semillas por postura, respectivamente. |
| Frijol intercalado | Se siembra donde hay maíz que ha llegado a su madurez fisiológica, intercalando el frijol entre los surcos de maíz. El frijol se siembra a ambos lados del surco de maíz separados de este 20 a 25 cm; el distanciamiento entre plantas es 10 a 20 cm colocando una o dos semillas respectivamente |

Fuente: Mancía 2010. Tesis Frijol citado por (Rosas 2003)

2.1.8. Modalidades o tipos de Siembra

2.1.8.1. Siembra mecanizada

Después de la preparación convencional del terreno, con la arada y dos pasadas de rastra, la siembra se puede efectuar sobre lomillos o en plano (González 2006). Siembra con espeque: después de la chapea de malezas se aplica un herbicida quemante entre ocho a quince días antes de la siembra. Para lograr mejores resultados, se recomienda la siembra en eras, en las que resiembra entre dos a tres hileras de frijol (MAG 2001).

2.1.8.2. Siembra con arados manuales

En terreno preparado, ya sea en plano o en lomillos, se abre el surco de siembra por medio de arados manuales (surcadores) o azadones. Seguidamente, en el fondo del surco se coloca el fertilizante y el insecticida granulado y después de taparlos ligeramente se colocan a chorro, entre quince a dieciséis semillas por metro lineal a una distancia entre surcos de 50 cm; se obtiene una población de 250.000 plantas/ha (MAG 2001).

2.1.9. Manejo agronómico del cultivo

2.1.9.1. Tutoreo

Es una práctica para el frijol de crecimiento indeterminado, para permitir el crecimiento vertical y la formación de una pared de vegetación homogénea, el objetivo de esta práctica es el de dar sostén a la planta y posibilitar el asocio con cultivos como pepino y tomate (Garduño *et al* 2009). Para los cultivares de crecimiento indeterminados existen tres sistemas de tutoreo: estacado individual, entable y espaldera, el cual consiste en la colocación de un hilo, generalmente de polipropileno, colocando un tutor más entre cada par de plantas, aumenta la uniformidad de la masa foliar, mejorando la calidad y la producción (Garduño *et al* 2009).

2.1.9.2. Riego

El objetivo del riego es suplir las necesidades hídricas del cultivo durante todas sus etapas fenológicas, siendo los periodos críticos antes y después de la siembra, en la etapa de crecimiento, desarrollo vegetativo, floración y desarrollo del fruto y en la fructificación y maduración del fruto (CENTA 2003). El método más usado es el de gravedad; aunque el mejor es el riego por goteo ya que se hace un uso racional del agua y aumenta los rendimientos del cultivo, la frecuencia de riego con el método por gravedad, varía entre 5 a 7 días dependiendo de las condiciones agroclimáticas de la zona; con sistema por goteo la frecuencia de riego puede ser de uno a tres días, de acuerdo a las necesidades hídricas del cultivo (Garduño *et al* 2009)

2.1.9.3. Malezas

El período crítico de competencia por malezas inicia desde el primer día hasta los 25 a 30 días después de haber emergido el frijol, por tanto, el productor debe mantener limpio de malezas el cultivo durante estos días, posterior a estos días se recomienda si es necesario, realizar control de malezas químicamente para cosechar en limpio (IICA 2009).

El frijol una planta poco competitiva, se han observado reducciones en la cosecha hasta de 75% cuando no se han manejado las malezas durante todo el ciclo de cultivo, los primeros treinta días de cultivo, deben mantenerse libre de malezas, ya que este es el período crítico en que las malezas causan un daño irreversible y por lo tanto pérdidas en el rendimiento (González 2006). Existen varios métodos de combate de malezas: el mecánico, por medio de deshierbas manuales, mediante el uso de cultivadores tirados por tractor en siembras mecanizadas y el combate químico por medio de herbicidas, método que ha demostrado ser una alternativa eficaz, oportuna y económica (MAG 2001).

2.1.9.4. Fertilización

En el frijol, además de la disponibilidad o suministro de nitrógeno (N) del suelo, debe de tomarse en cuenta la posible fijación de nitrógeno atmosférico por bacterias del género *Rhizobium* la cantidad que puede aprovecharse por este proceso varía de 60 a 120 kg de nitrógeno por hectárea González (2006) según, Rosas 2003 los suelos pobres o agotados, una fertilización adecuada proporciona los nutrientes necesarios para el buen crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo, por año cual el MAG (2001) menciona que cuando el frijol se siembra después de sorgo o maíz, se sugiere aplicar en pre-siembra de 80 a 100 kg de nitrógeno por hectárea. En el siguiente cuadro se resume la fertilización requerida por el cultivo de frijol de ejote.

Cuadro 2. Requerimientos nutricionales del cultivo en Kg/ha

| Elemento | 8 días después de la siembra | 30 días después de la siembra | 45 días después de la siembra |
|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Nitrógeno | 33% | 33% | 33% |
| Fósforo | 100% | 0% | 0% |
| Potasio | 50% | 50% | 0% |

Fuente: CENTA 2008 Programa de granos básicos. Guía técnica del frijol.

Montes 1985, menciona que deberá contener principalmente los elementos siguientes nutrientes primarios como nitrógeno, fósforo y potasio, así como nutrientes secundarios, calcio, magnesio, azufre y micronutrientes, boro, zinc, cobre, hierro, molibdeno, manganeso. Según López 1994, en el manual de fertilizantes del National Plant Food Institute 1984, se indica que, en la mayor parte de los estados, las recomendaciones con relación con los fertilizantes se han desarrollado con base en resultados de experiencia e investigaciones, si las recomendaciones no son las ideales para cada caso en particular, si pueden ser significativas en un incremento importante de los rendimientos.

La concentración de un fertilizante es la cantidad del elemento en su respectiva unidad realmente asimilable por la planta. Se expresa en porcentaje del total del total del peso del fertilizante. Así, el sulfato de amonio $\text{SO}_4(\text{NH}_4)$, posee un 21% de (N), es decir 21 kg de unidad fertilizante por cada 100 kg de fertilizante (los 79 restantes son de Azufre, Hidrogeno y Oxígeno).

2.1.9.5. Época de aplicación de los foliares

El Manual Bayer 1998, menciona que las plantas de cosecha en general tienen un periodo típico de requerimiento de nutrientes que es cuando están en un rápido y vigoroso crecimiento, debido a lo anterior la época de aplicación, así como el método de aplicación y el uso de fertilizantes de lenta liberación son importantes para asegurar el máximo período demanda de nutrientes por plantas.

En el caso del Nitrógeno usualmente hay menos necesidades a medida que la planta madura, que en sus primeras etapas de crecimiento vigoroso; para el caso de Nitrógeno más del 50% de la absorción ocurre en el primer cuarto del periodo de crecimiento y cuando el crecimiento

vegetativo de la planta llega a su punto medio, la absorción puede corresponder al 80% de sus necesidades (Parsons 1987).

2.1.9.6. Métodos de aplicación de los fertilizantes foliares

En las plantas terrestres los estomas son los sitios de intercambio de gases con la atmósfera, los minerales nutrientes en forma de gases, de dióxido de azufre también entran en las hojas mayormente por los estomas, ya que hay una relación directa entre el número o distribución de estomas en las hojas y la intensidad de absorción de nutrientes minerales en las aplicaciones foliares, lo anterior nos muestra que la forma de aplicación de los fertilizantes foliares es sobre la planta en forma de aspersión foliar o por la fatigación en sistemas de riego por aspersión (Suarez 1994).

2.1.10. Plagas

Las plagas que atacan al frijol son principalmente chicharritas (*Empoasca kraemeri*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*), trips (*Frankliniella* sp.), *Diabrotica* spp., minador de la hoja (*Liriomyza* spp) y otros gusanos, causando daños al cultivo y transmitir enfermedades (MAG2001).

2.1.10.1. Gallina ciega *Phylophaga* spp.

Los daños causados por las larvas al alimentarse de las raíces de las plantas en desarrollo, especialmente aquellas que están en primer y segundo instar, es común encontrar plantas con todo el sistema radicular destruido, los síntomas que presenta la planta es un follaje amarillento, que posteriormente se vuelve marchito para finalmente terminan secándose si las condiciones son cálidas y secas (Mena y Velásquez 2010).

2.1.10.2. Babosa *Sarasinula plebeia*

Plaga de importancia económica en el cultivo de frijol, sobre todo en la siembra de postrera, por que destruye las plántulas recién nacidas cortando los hipocotilos y las hojas, en ocasiones también se alimentan de las vainas, aumentando número durante los primeros días de la época lluviosa y en postreras cuando las infestaciones son altas pueden destruir completamente toda la plantación en una sola noche (CENTA 2008).

2.1.10.3. Tortuguilla *Diabrotica* spp.

El daño ocasionado por las tortuguillas es en la parte vegetativa y es crítico en los primeros 20 días y también es transmisor de varios virus entre ellos el virus del Mosaico Severo del frijol (MAG 2001).

2.1.10.4. Picudo de la vaina *Apion godmani*

Es una plaga de importancia económica, que ataca preferiblemente en la época lluviosa durante la etapa de floración y formación de la vaina, el adulto mide 3 mm y su daño en los granos de las vainas puede llegar hasta un 90% (SAC 2011).

2.1.11. Enfermedades del cultivo de frijón

El manejo recomendado para el control de enfermedades es preventivo, como primera medida es la utilización de semilla libre de enfermedades, utilización de variedades resistentes, labranza mínima y uso de coberturas vegetales sin contaminación, así como rotación de cultivos (IICA 2009).

2.1.11.1. Roya *Uromyces phaseoli*

La enfermedad se observa principalmente en las hojas, pecíolos, vainas y tallos; los primeros síntomas se presentan como lesiones blanquecinas, las cuales crecen y se revientan; después aparecen áreas cubiertas con polvo de color amarillento rojizo que se llaman pústulas; las partículas de este polvo son las esporas del hongo (MAG 2001).

2.1.11.2. Mancha angular *Phaeoisariopsis griseola*

Esta enfermedad se observa principalmente en las hojas; los primeros síntomas se presentan como manchas de forma irregular entre las nervaduras de las hojas, las cuales crecen y pueden invadir completamente al follaje, observándose pequeñas rasgaduras irregulares comparadas como los daños ocasionados por granizo (ASPROMOR 2000).

2.1.11.3. Mosaico dorado

Esta enfermedad es causada por el virus del mosaico dorado, el cual a su vez es transmitido por la mosca blanca. La enfermedad como su nombre lo indica, se presenta como manchas de un color amarillo dorado que se observa principalmente en las hojas. La presencia de la mosca transmisora se incrementa cuando las condiciones ambientales son propicias, tales como bajas precipitaciones (INIFAP 2006).

2.1.11.4. Pudrición radicular *Rhizoctonia solani*

Bacteriosis en la floración y formación de vainas, para evitar daños mecánicos al cultivo; utilizar variedades resistentes y semilla certificada, además de practicar rotación de cultivos (IICA 2009).

2.1.12. Cosecha

La planta de frijol se debe cortar cuando las hojas tengan un color amarillo limón y las primeras vainas estén casi secas, realizándose por la mañana para evitar el desgrane de las vainas secas, la recolección se realiza en forma manual, para posteriormente varearlo o apisonarlo con el tractor para separar el grano (ASPROMOR 2000).

2.1.13. Arranque

Se recomienda arrancar las plantas y amontonarlas con la raíz hacia arriba para hacer más rápido el secamiento, de esta manera se puede dejar en el campo cuando hay sol para sacarlas y luego hacer el aporreo (INIFAP 2006).

2.1.14. Aporreo

Es recomendarlo realizarlo en tendido, cuando la vaina tenga el secado óptimo para que abra fácilmente y no golpear varias veces el grano y provocar daños físicos (Ruano 2010).

2.2. Árbol de Teberinto (*Moringa oleífera*)

2.2.1. Historia de la moringa

La *Moringa* tuvo un valor muy alto en el mundo antiguo, los romanos, griegos y egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume, para el siglo 19, plantaciones de *Moringa* en el Caribe exportaron el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria (Gopalan 1998). Según Helviobh (2007) esta planta tiene un futuro prometedor en la industria dietética y como alimento proteico para deportistas, especialmente atendiendo a su carácter de alimento natural.

2.2.2. Origen y distribución

El Teberinto es originario del sur del Himalaya, noreste de India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán, luego fue introducido y en otras partes de la India, Paquistán, Afganistán, Bangladesh, Sri Lanka, el sudeste de Asia, Asia occidental, la península Arábiga, África del este y oeste, el sur de la Florida, todas las Indias Occidentales, y desde México a Perú, Paraguay y Brasil (Alfaro y Martínez 2008).

2.2.3. Clasificación taxonómica

Familia: Moringáceas

Origen: Capparidales

Clase: magnoleopsida

Género: *Moringa*

Especies: *arbórea*, *concanensis*, *drocanesis*, *drouhardii*, *hildebrandtii*, *pygmeae*, *peregrina*, *ovalaifolia*, *rospoliana*, *stenopetala*, *rivae*, *oleífera* y *borziana* (Cáceres y Díaz, 2005).

2.2.4. Descripción botánica

La *Moringa oleífera* es un árbol siempre verde de tamaño pequeño y crecimiento acelerado que usualmente alcanza de 10 a 12 m de alto, de ramas inclinadas y frágiles, un follaje plumoso de hojas pinnadas tres, por sus frutas, hojas, flores, raíces, todas comestibles, y por el aceite (también comestible) obtenido de las semillas, es propagado por medio de semillas o por

reproducción asexual (estacas), en la Cuadro N° 3 se presenta las características botánicas de la *Moringa oleífera* (Cáceres y Díaz, 2005).

Cuadro 3. Características botánicas del árbol *Moringa Oleífera*

| Órgano vegetal | Descripción |
|-----------------------|--|
| Hoja | Las hojas son compuestas, de unos 20 cm de largo, con hojuelas delgadas, oblongas u ovaladas de 1 a 2 cm de largo y de color verde claro; tienen cualidades nutritivas sobresalientes, que están entre las mejores de todos los vegetales perennes |
| Flor | Las flores son de color crema, numerosas, fragantes y bisexuales. Miden de 1 a 1.5 cm de largo. Éstas se encuentran agrupadas y están compuestas por sépalos lineales a lineal-oblongo, de 9 a 13 mm de largo. Los pétalos son un poco más grandes que los sépalos. |
| Fruto | Los frutos son unas cápsulas de color pardo, de tres lados, lineares y pendientes, con surcos longitudinales, usualmente de 20 a 45 cm de largo, aunque a veces hasta de 120 cm de largo, y de 2 a 2.5cm de ancho que dan apariencia de vaina. Las frutas alcanzan la madurez aproximadamente 3 meses después del florecimiento. |
| Semilla | Las semillas son carnosas, cubiertas por una cascara fina de color café. Poseen tres alas, o semillas aladas de 2.5 a 3 mm de largo. Al quitar la cascara se obtiene el endospermo que es blanquecino y muy oleaginoso. |
| Tallo | La corteza es blanquecina, el tronco generalmente espeso e irregular en tamaño y forma y la corona pequeña y densa, rara vez sobrepasa los 10 metros de altura. |
| Raíz | La raíz principal mide varios metros y es carnososa en forma de rábano. Es pivotante y globoso lo que le brinda a la planta cierta resistencia a la sequía en periodos prolongados. Cuando se le hacen cortes, produce una goma color rojizo parduzco. |

Fuente: Características morfológicas del árbol *Moringa oleífera* (Alfaro y Martínez, 2008).

2.2.5. Condiciones de cultivo

2.2.5.1. Preparación de suelo

La preparación debe iniciarse preferiblemente al final de la época seca y terminarse al comienzo de la época de lluvia, se recomienda, dejar el terreno suelto y la superficie ligeramente rugosa, no muy polvosa, para evitar que la semilla quede demasiado profunda o que sea lavada por la lluvia (Recinos 2005).

2.2.5.2. Propagación

La reproducción sexual la manera más común y apropiada de sembrarla de forma directa en el terreno preparado. El peso promedio de cada semilla es de 0.3-0.4g, por lo tanto hay unas 3000 semillas por kilogramo. La viabilidad en general depende del grado de fertilidad de los árboles productores, el poder germinativo es de 99.5 % y la vigorosidad es de 99 %. Las semillas germinan a los 10 días después de la siembra (Josuah 2009).

Las estacas de Teberinto cortadas a finales de la época seca, presentan un rendimiento del 95 % y un 90% de sobrevivencia. Para la obtención de estos altos porcentajes, las estacas se dejan enraizar con sus propias reservas y posteriormente se trasplantan al terreno definitivo, el cual debe tener un buen régimen de humedad. Una vez cortadas las estacas, una buena práctica para el enraizamiento es colocarlas verticalmente bajo sombra y enterrarlas unos 10 cm en el suelo (Recinos 2005).

2.2.6. Siembra

La *Moringa oleífera* se establece fácilmente por material vegetativo o por semillas y pueden ser plantadas directamente en el campo o en viveros y no requieren de un tratamiento anterior y las plantaciones mediante material vegetativo se utilizan para cosechar los rebrotes posteriormente (Duarte y Flores 2004). La propagación por semillas es la manera más común y apropiada de sembrar el Teberinto (*Moringa oleífera*) el surgimiento de la planta depende, en general, del grado de fertilidad de los árboles productores, para éstos árboles el poder germinativo es de 99.5% y la vigorosidad es de 90% (Reyes Sánchez, 2004).

2.2.6.1. Siembra directa

Consiste en colocar directamente la semilla en el suelo preparado. Puede efectuarse mecánicamente, debe colocarse la semilla en el suelo preparado, lo adecuado es sembrar de 10 a 20 semillas por metro lineal para lograr una densidad de 250 a 500 mil plantas por hectárea (Alfaro y Martínez, 2008).

2.2.6.2. Siembra en bolsas

Las semillas son sembradas en pequeñas bolsas de polietileno que permanecen en un vivero hasta que las plantas alcancen unos 30 cm de altura, para luego trasplantarlas al campo, tomar en cuenta el alto costo, por lo que solo se recomienda en pequeñas áreas cuando la siembra directa con semillas por alguna razón no pueda realizarse (Recinos 2005).

2.2.7. Época de siembra

La selección del momento de siembra resulta un elemento clave en el proceso de establecimiento, la época óptima varía de acuerdo a la localidad, pero en términos generales, la siembra debe realizarse durante el período de lluvias, cuando la humedad del suelo es adecuada para la germinación y el establecimiento del cultivo (Gopalan, 1994). En sitios con períodos de lluvias bien definidos, es recomendable realizar la siembra al inicio de la temporada de lluvias; en localidades donde el clima tiene un comportamiento errático, las plántulas mueren al deshidratarse por las altas temperaturas y la falta de humedad, para evitar estos problemas, realizar la siembra hasta que el período lluvioso este bien establecido (Recinos 2005).

2.2.8. Manejo de las plantaciones

El manejo de las plantaciones posterior a la siembra consiste en un conjunto de prácticas agronómicas con las cuales se hacen ajustes menores a las plantas en formación que ya se encuentran sembradas en el campo definitivo. Estas prácticas consisten en el control oportuno de malezas, insectos y plagas, la fertilización y el uso estratégico de cortes y podas. En la tabla 2.4 se muestra un resumen de las prácticas de control más comunes (Reyes Sánchez 2004).

2.2.9. Control de malezas

Es importante evitar que las malezas que crezcan cerca de los cultivos de *Moringa oleífera* compitan con el desarrollo de la planta, siendo necesario efectuar una limpieza del área, ya sea manual o mediante la aplicación de productos químicos que impidan provocarles daños a las plantas se recomienda realizar el control de malezas 25 días después de la emergencia de la planta de Teberinto (Duarte y Flores 2004).

2.2.10. Principales plagas y enfermedades

La *Moringa oleífera* es vulnerable al ataque de insectos, plagas, que perjudican diversas partes de la planta, entre las plagas que la atacan se encuentra el zompopo (*Atta sp.*), la palomilla blanca (*Pieris sp.*) y coleópteros (*Dendroctonu ssp.*) se deben de controlar para disminuir los daños, en condiciones de mucha humedad pueden ocurrir pudriciones de las raíces (*Diploidia sp.*) (FAO, 2004).

2.2.11. Floración, fructificación y cosecha del Teberinto.

El Teberinto normalmente florea una vez al año, pero en algunas regiones lo hace dos veces, el período de floración inicia en agosto y se prolonga hasta enero y la mejor época de floración se observa de septiembre a noviembre, si las lluvias son constantes a lo largo del invierno, el rendimiento será constante y la floración puede marcarse dos veces (Alfaro y Martínez, 2008).

Para evitar el desgaje de las ramas, en ocasiones, es necesario podar algunas ramas por exceso de producción de vainas, cuando la semilla se produce con fines reproductivos, las vainas deben dejarse secar en el árbol de Teberinto hasta que se pongan café, la cosecha debe hacerse antes de que las vainas se abran y caigan las semillas, el período de cosecha de *Moringa oleífera* en El Salvador es de febrero a abril, siendo mayor esta cosecha en marzo, durante la cosecha debe evitarse el jaloneo de vainas y evitar subirse al árbol, ya que esto desgaja las ramas (Alfaro y Martínez, 2008).

2.2.12. Propiedades físicas y químicas del Teberinto (*Moringa oleífera*).

Las propiedades físicas son aquellas que se pueden medir y observar sin que cambie la composición o identidad de la sustancia, mientras que para observar una propiedad química se debe efectuar un cambio químico, es decir, en su estructura interna, transformándose en otra sustancia, ya que la planta posee propiedades físicas y químicas de diferentes componentes (vainas, semillas y hojas) en la tabla N°4 se presentan las características y composición química de la hoja de *Moringa oleífera* (Chang, 2002).

Las vainas de moringa, hojas frescas (crudas) y polvo de hojas han mostrado poseer lo siguiente por cada 100 g.

Cuadro 4. Valor nutritivo de *Moringa Oleífera*

| Determinación | Vainas | Hojas Frescas |
|--------------------------------|--------|---------------|
| Proteína (g) | 2.5 | 6.7 |
| Grasa (g) | 0.1 | 1.7 |
| Hidratos de Carbono (g) | 3.7 | 13.4 |
| Fibra (g) | 4.8 | 0.9 |
| Minerales (g) | 2.0 | 2.3 |
| Calcio (mg) | 30 | 440 |
| Magnesio (mg) | 24 | 24 |
| Fosforo (mg) | 110 | 70 |
| Potasio (mg) | 259 | 259 |
| Cobre (mg) | 3.1 | 1.1 |
| Hierro (mg) | 5.3 | 7 |
| Azufre (mg) | 137 | 137 |

Fuente: Análisis de vaina y hojas frescas de *Moringa oleífera*. Contenido en peso (gramos o miligramos) de una porción comestible de 100 gramos (Alfaro, 2008).

2.2.13. Aplicaciones prácticas del Teberinto (*Moringa Oleífera*)

Las vainas verdes, las hojas, las flores y las semillas tostadas son muy nutritivas y se consumen en muchas partes del mundo, se puede utilizar como cercas vivas o cortinas rompevientos y es adecuado para áreas donde la combinación de fuertes vientos y largos períodos de sequía causan seria erosión al suelo y una buena fuente de leña (Folkard y Sutherland, 1996).

2.2.14. Usos en agricultura

Considerando la elevada importancia que presentan las especies arbóreas y arbustivas en cuanto a sus potencialidades como especies multipropósitos para sistemas con bajos insumos en la última década, *Moringa oleífera* se ha destacado dentro de un grupo de árboles no leguminosos, como una planta promisoría para los sistemas de corte, acarreo y pastoreo, así como en la formación de barreras rompe vientos y cercas vivas, en general, ha adquirido una relevancia dentro de la agricultura por sus múltiples beneficios (Clavero y Medina 2007).

2.2.14.1. Fertilizante

Se puede utilizar el Teberinto como fertilizante ya que provee los nutrientes que los cultivos necesitan, con su uso se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad de igual manera con el uso de fertilizantes se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados (Sánchez, sf).

Al procesar la semilla de *Moringa oleífera*, queda una masa residual, la cual es altamente valorada como fertilizante natural, porque posee un gran contenido en nitrógeno. Además, se puede obtener sin costo alguno por ser derivado de un proceso principal, también debe tomarse en cuenta que el uso de la *Moringa oleífera* como abono verde puede enriquecer significativamente los suelos agrícolas (Agrodesierto, 2008).

2.2.14.2. Fuente de hormonas

El jugo de las plantas de Teberinto puede utilizarse a fin de producir una hormona que es efectiva para el crecimiento de las plantas, aumentando el rendimiento en un 25-30% para casi

todo cultivo: cebolla, pimiento verde, soya, maíz, sorgo, café, chile, melón. (Agrodesierto, 2008).

Una de las sustancias activas es la Zeatina, que es una hormona de las plantas del grupo de las citoquinonas, este rocío foliar deberá usarse además de otros fertilizantes, riego y prácticas agrícolas razonables, para lograr la efectividad adecuada nitrógeno, también debe tomarse en cuenta que el uso de la *Moringa oleífera* como abono verde puede enriquecer significativamente los suelos agrícolas (Agrodesierto, 2008).

2.2.14.3. Fertilizante natural Vitalmor en extracto líquido, listo para mezclar con agua y administrarlo en Spray.

Este producto es para ser usado en jardinería y en cultivos pequeños y grandes. Está basado en: extracto de algas azul verdes pirulina + extracto de moringa.

Su mayor interés, más que como alimento, está en su capacidad para vigorizar y estimular las plantas a que superen situaciones adversas como sequías, daños por heladas, trasplantes, transportes, plagas, enfermedades, efectos fitotóxicos de plaguicidas mal empleados o de herbicidas, etc. Los tratamientos con aminoácidos con extractos de algas y moringa, permiten al cultivo recuperarse más rápidamente si está debilitado por haber sufrido alguna de esas circunstancias: una granizada, un stress hídrico, una helada, etc. Este es su mejor uso, para activar el metabolismo del vegetal. Es un complemento al abonado mineral correspondiente.

Las hormonas de crecimiento vegetal que aporta la moringa, son obtenidas a partir de extracto de hojas y tallos jóvenes. El principio activo es la Zeatina, una hormona vegetal del grupo de las Citoquininas. También es interesante hacer notar que las hojas de Moringa, incorporadas directamente al suelo previenen del ataque de ciertas plagas (*Pythium debaryanum*) (Vitalmoro, 2013).

2.2.14.4. Efectos de fertilizante foliar natural Vitalmor en extracto líquido

Se menciona que, acelera el crecimiento de plantas jóvenes, Las plantas adquieren más vigor y firmeza, con más resistencia a insectos y plagas, mayor ciclo de vida, raíces, tallo y hojas más pesadas, produce más frutos, aumenta el rendimiento del 20-35%, mejora el suelo, sustituye productos químicos de síntesis por orgánicos, liberan más lentamente el nitrógeno y

posee micro-elementos y no genera semillas de malezas. En el cuadro N°5 se presenta la descripción del fertilizante foliar a base de Teberinto.

Cuadro 5. Descripción del fertilizante foliar a base de extracto de *Moringa sp*

| Descripción | Fertilizante natural Foliar de extracto de algas y moringa soluble, para utilizar en Spray o por riego por goteo |
|------------------------------|--|
| Ingredientes | Fertilizante de algas verdeazuladas, diseñado especialmente para la agricultura ecológica. |
| Características técnicas | La técnica enzimática permite la bio actividad del principio activo del alga verde azul y de la hormona de crecimiento de la moringa. Contiene 1000 partes por millón del regulador natural de crecimiento, tiene un efecto regulador en el crecimiento bifásico de la planta. Mejora la inmunidad y la resistencia de las plantas a las enfermedades, obteniendo plantas de mejor calidad. Su pH neutro le permite poder ser combinado con una gran variedad de productos |
| Aplicación | Se puede aplicar pulverizándolo sobre la planta o por fertirrigación. Se disuelve en agua neutra y después de diluirlo se puede combinar con productos químicos. Aplicar en trasplantes, prefloración, cuaje y engorde o en cualquier momento que se necesite la aportación de elementos contenidos en Vitalmor |
| Dosis de aplicación al suelo | Hortícolas: 5-7 l/ha. 3 a 5 aplicaciones repartidas durante el ciclo. Frutales, olivo: 5-7 l/ha. 2 a 5 aplicaciones durante el ciclo |
| Dosis de aplicación Foliar | Diluir 20-30 g de producto con 100 litros de agua o en 36 partes de agua. Rocíe 25 ml en cada planta, cada 10 días, preferentemente en prefloración, crecimiento y desarrollo (llenado). Frutales, cítricos y olivo: 20-30 g./100 l. de agua. 2 a 4 aplicaciones |
| Fertirrigación | 1,0-1,5 kg/ha Tratamiento de semillas: 0.5-1.0 kg para 1 tonelada de semillas Tipos de cultivo: (tomate, pimiento, sandía, lechuga, patata, zanahoria), flores y plantas ornamentales, frutales de hueso (Olivo) y pepitas, césped. |

Fuente: Vitalmoro 2013.

2.3. Uso de fertilizantes foliares

Las plantas de cosecha en general tienen un periodo típico de requerimiento de nutrientes que es cuando están en un rápido y vigoroso crecimiento, esto debido a lo anterior la época de aplicación, así como el método de aplicación y el uso de fertilizantes de lenta liberación son importantes para asegurar la máxima demanda de nutrientes por plantas (Bayfolan 1998).

2.3.1. Aplicación de los fertilizantes foliares

En las plantas terrestres los estomas son los sitios de intercambio de gases con la atmósfera, los minerales nutrientes en forma de gases, de dióxido de azufre también entran en las hojas mayormente por los estomas, ya que hay una relación directa entre el número o distribución de estomas en las hojas y la intensidad de absorción de nutrientes minerales en las aplicaciones foliares, lo anterior nos muestra que la forma de aplicación de los fertilizantes foliares es sobre la planta en forma de aspersión foliar o por la fatigación en sistemas de riego por aspersión (Suarez, 1994).

2.3.2. Resultados obtenidos con el uso de fertilización foliar

Witter en 1968, en estudios realizados sobre fertilizantes foliares encontró que la capacidad de las hojas para absorber nutrientes es grande, aun así, no recomienda el empleo de fertilizantes completos (N, P, K) en forma de aspersión foliar en cultivos con hileras, el mayor valor de los nutrientes foliares ha quedado confirmado en cosechas donde es posible corregir ciertos trastornos producidos por deficiencias.

Aguilar 1965, manifiesta que trabajos realizados en distintos países con la aplicación de isótopos radioactivos han permitido comprobar totalmente la absorción de elementos y fertilizantes por la planta, no solo a través de los estómas sino de todas las partes de sus órganos aéreos tanto hojas, ramas y tallos y que la absorción no diferenciándose de la radícula es mucho más rápido y completa.

Bendaña en 1968, en experimentos que realizó usando sorgo, no obtuvo respuesta positiva sobre el incremento del rendimiento al completar 4 niveles de fertilizantes (N, P, K) aplicados al suelo, con diferentes frecuencias de aplicación de fertilizantes foliares, en épocas de

crecimiento de la planta (40 cm de altura, panícula en bandera, grano en media maduración) en la cual concluyó que aplicaciones foliares en las dosis y épocas de aplicación en que se aplicaron no mejoraron la producción del grano.

En experimentos realizados en sorgo por Tapia & Sequeira en 1970, en que se evaluó tres niveles nitrogenados aplicados al suelo (0; 67.7 y 135.5 kg/ha), complementados con 4 aplicaciones de fertilizantes foliares las cuales se hicieron en los períodos (pre-emergencia de la panoja; floración; 7 días después de la floración y 14 días después de la floración). Los resultados obtenidos mostraron un efecto, marcado y favorable al aplicar fertilizantes nitrogenados al suelo, y al hacer aplicaciones de foliares complementarias, alcanzando incrementos en la producción de grano hasta de 24% sobre el testigo sin aplicación edáfica y foliar.

Cuadro 6. Composición química del fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6)

| Componente | Cantidad (g/l) |
|---|-----------------------|
| Nitrógeno (N) | 10 |
| Fósforo expresado como(P₂O₅) | 80 |
| Potasio expresado como(K₂O) | 60 |
| Azufre (S) | 1500 |
| Boro (B) | 400 |
| Calcio(Ca) | 250 |
| Cobalto(Co) | 20 |
| Cobre(Cu) | 400 |
| Hierro(Fe) | 500 |
| Magnesio(Mg) | 250 |
| Manganeso(Mn) | 400 |
| Molibdeno(Mo) | 50 |
| Zinc(Zn) | 800 |
| Clorhidrato de tiamina | 40 |
| Ácido indolacético | 30 |

Fuente: Manual Bayer para el agricultor. 1998 Bayfolan Forte, foliar solido

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en terrenos de la Cooperativa de aprovisionamiento y suministros agropecuarios San Ramón de R, L, ubicada en la Carretera Panorámica en el cantón San Agustín, municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán, con coordenadas 13° 40' 59.88" Latitud Norte, 88° 55' 59.88" Longitud Oeste y una altitud de 600 msnm (Figura 1).

El área en la que se estableció el ensayo se caracteriza por ser un terreno ondulado y accidentado, con edificaciones en los alrededores, el terreno cuenta con una pendiente del 4% en promedio, la textura del suelo es Franco – Arenoso.

La región donde se ubica ubicó el estudio se zonifica climáticamente según Koppen, Sapper y Laurer como Sabana Tropical Calurosa o Tierra Templada (800 –1200 msnm) la elevación es determinante (880 msnm). Considerando la regionalización climática de Holdridge, la zona se clasifica como “Bosque húmedo subtropical “(con biotemperatura y temperatura del aire, medio anuales menor de 24 grados Celsius (°C). Los rumbos de los vientos son predominantes del Norte durante la estación seca y la estación lluviosa, la velocidad promedio anual es de 8 kilómetros por hora (SNET s.f.).

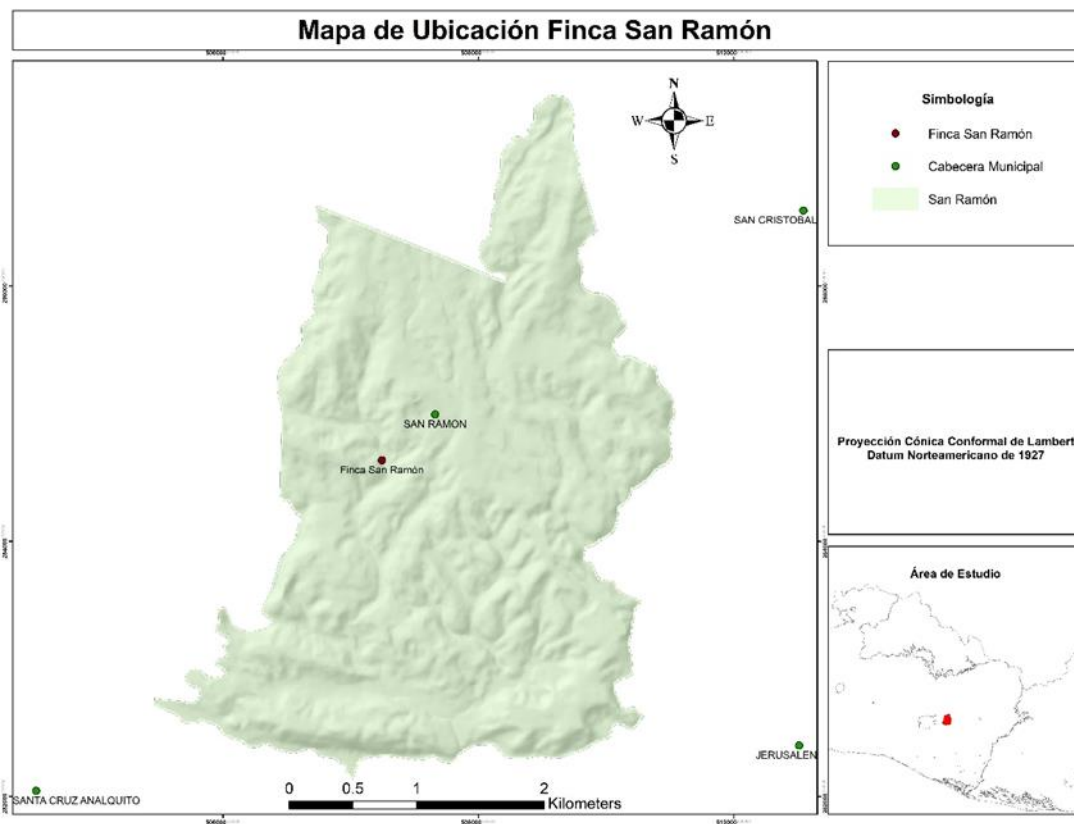


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán.

3.2. Descripción del estudio

3.2.1. Fase de campo

La fase de campo se llevó a cabo en el período comprendido entre los meses de marzo a junio de 2015.

El estudio comprendió la evaluación de las variables de crecimiento y rendimiento obtenidas del cultivo de Frijol, con la aplicación de fertilizante foliar a base de Teberinto (*Moringa sp*) y a través de las cuales se conocieron los resultados obtenidos con las diferentes dosis de fertilizantes.

Para su ejecución se tomó en cuenta el espacio geográfico que comprende 500 m², propiedad de la cooperativa San Ramón de R.L. En el área del ensayo se han establecido r cultivo de

loroco desde el año 2000 al 2008, maíz y frijol hasta el año 2012 y diferentes hortalizas como pipián, tomate, ejote, pepino, rábano, cilantro, camote y ayote.

3.2.1.1. Preparación del área Experimental

Se realizó una limpieza de malezas de forma manual con cuma, posteriormente se efectuaron aplicaciones de Diclorato de Paraquat a razón de 100 cc/bomba y de 2,4-D, a 25 cc/bomba, 20 días antes de la siembra.

3.2.1.2. Establecimiento del Cultivo de Frijol

La siembra se realizó el 15 de abril de 2015, en forma manual, se colocaron tres semillas por postura a un distanciamiento de 0.40 m entre surco y 0.30m entre planta.

3.2.1.3. Control de Malezas

Se efectuó 20 días después de la siembra con una aplicación de Fomesafen con una dosis de 25 cc/bomba, posteriormente se realizó un control manual de deshierbe al cultivo.

3.2.1.4. Fertilización foliar.

La fertilización constituye la parte fundamental del estudio y siguiendo la metodología de la investigación, se hicieron aplicaciones del fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6) y fertilizante foliar natural (*Moringa sp*), quince días después de la siembra y posteriormente cada 8 días.

Se realizaron en horas frescas de la mañana y por la tarde para que la planta tuviera un mejor desarrollo.

El usar como fertilizante foliar, NPK: 11-8-6, se debió a los resultados obtenidos en una encuesta que fue aplicada a los dueños de los agroservicios cercanos a la zona de estudio (Anexo 1), con el propósito de conocer aspectos de comercialización y uso de los fertilizantes, dando como establecido que es el más usado en la zona.

Para obtener el fertilizante foliar a base de Teberinto (*Moringa sp*), se procedió a recolectar brotes frescos y fueron molidos, se añadió un litro de agua por cada 10 kg de brotes y se dejó reposar para que estos liberaran su jugo. Se realizó un filtrado, desechando las partes sólidas de los brotes, quedando así, únicamente el líquido extraído.

3.2.1.5. Fertilización al suelo

Se efectuaron dos fertilizaciones edáficas con 100 libras de fórmula 16-20-0. La primera se realizó dos semanas después de la siembra y la segunda a los 30 días.

3.2.1.6. Manejo de Plagas y Enfermedades

Se realizaron monitoreos semanales en toda la parcela para observar presencia de plagas. Se efectuaron dos aplicaciones de insecticida (Thiodicarb) a los 10 y 25 días después de siembra.

En cuanto al manejo de enfermedades se realizaron tres aplicaciones de fungicida (Azoxistrobina), a los 15, 30 y 45 días después de siembra para tener un mejor control de la parcela.

Durante el ciclo de crecimiento y desarrollo del cultivo no se observó incidencia de plagas y enfermedades que generalmente atacan a las plantas de frijol.

3.2.1.7. Riego

Debido a la escasa precipitación, se necesitó de la aplicación de riego en la parcela con el objetivo que el cultivo no sufriera de stress hídrico. Se aplicó con un intervalo de tres días, por un tiempo de una hora.

3.2.1.8. Cosecha

La cosecha se realizó cuando las hojas presentaron un color amarillo limón y las primeras vainas estuvieran casi secas.

3.3. Metodología de laboratorio

Se realizó un análisis bromatológico al extracto (jugo) del follaje de la planta de Teberinto (*Moringa sp*), para determinar los nutrientes y minerales que posee la solución; así mismo se efectuó un análisis al líquido del fertilizante foliar sintético. Ambos análisis se realizaron en el Laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador (Anexo 13).

3.4. Metodología estadística

3.4.1. Diseño y unidad experimental

El diseño estadístico utilizado fue el de Bloques Completamente al Azar (BCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, que corresponden al uso de diferentes dosis de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto, cada bloque estuvo formado por cinco parcelas de 8 metros de ancho y 8 de largo con un área de 64m², respetando un efecto de borde de 3 metros, para tener una parcela útil de 25 m², el distanciamiento entre surcos fue de 40 cm y 30 cm entre plantas para un total de 13 surcos.

3.4.2. Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos y cinco repeticiones (Cuadro 7).

Cuadro 7. Tratamientos experimentales, aplicados al cultivo de frijol.

| TRATAMIENTO | DESCRIPCIÓN | REPETICIONES |
|-------------|---|--------------|
| T0 | Cultivo de frijol con aplicación del fertilizante foliar sintético (NPK:11-8-6) | 5 |
| T1 | Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 5 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada) | 5 |
| T2 | Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 10 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada) | 5 |

| | | |
|-----------|---|---|
| T3 | Cultivo de fríjol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada) | 5 |
|-----------|---|---|

La asignación de los tratamientos por los bloques de repetición se realizó por medio de un procedimiento aleatorio, quedando distribuidos de la siguiente manera:

Cuadro 8. Distribución de los tratamientos en el área de estudio.

| TRATAMIENTOS | | | | | |
|----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| T₀ | T ₃ R ₄ | T ₀ R ₅ | T ₀ R ₁ | T ₁ R ₂ | T ₂ R ₅ |
| T₁ | T ₂ R ₁ | T ₃ R ₂ | T ₂ R ₃ | T ₂ R ₂ | T ₃ R ₃ |
| T₂ | T ₃ R ₅ | T ₀ R ₄ | T ₁ R ₃ | T ₁ R ₁ | T ₀ R ₂ |
| T₃ | T ₂ R ₄ | T ₁ R ₄ | T ₃ R ₁ | T ₁ R ₅ | T ₀ R ₃ |

3.4.3. Análisis Estadístico

El análisis de los datos se realizó con el software estadístico SPSS (Statistical Product and Service Solutions), versión 24.

Para cada una de las variables evaluadas del cultivo del frijol se realizó un análisis de varianza (one-way ANOVA). Los promedios de los efectos principales de las variables con diferencias significativas se compararon por medio de pruebas de Duncan a una $P \leq 5\%$ (5 % grados de libertad).

La fórmula del diseño estadístico es $\hat{Y}_{ij} = \mu + \bar{I}_i + B_i + \epsilon_{ij}$

Donde:

\hat{Y}_{ij} : Observación de cada parcela

μ : Media General

\bar{I}_i : Efecto del i-ésimo Tratamiento

B_i : Estimador del efecto debido al j-ésimo bloque

ϵ_{ij} : Efecto del error experimental asociado

3.4.4. Cálculo del tamaño de la muestra, para estimar la media poblacional

Para su cálculo y conociendo el tamaño de la población, y la desviación standard (Bonilla 1991), se utilizó la siguiente:

$$n = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{(N-1)E^2 + Z^2 \sigma^2}$$

Donde:

N: Tamaño de la población

Z: Valor de la tabla normal estandarizada, correspondiente al nivel de confianza deseado.

E: Error muestral

σ^2 : Varianza poblacional

3.5. Variables evaluadas en las hojas de Teberinto

3.5.1. Análisis bromatológico

Se realizaron análisis bromatológicos a las diferentes concentraciones de fertilizante foliar a base de Teberinto (*Moringa* sp), para comparar sus propiedades nutricionales.

3.6. Variables evaluadas en el cultivo de frijol

3.6.1. Numero de flores por planta

Este dato se tomó cuando la plantación contaba con al menos al 75% de floración, a los 35 días después de la siembra.

3.6.2. Diámetro y Longitud de la vaina

El diámetro se midió con calibrador pie de rey y la longitud con cinta métrica, realizando siempre un muestreo que fuera homogéneo y representativo de cada tratamiento, la toma de datos para ambas variables se realizó a los 45 días de siembra.

3.6.3. Número de vainas por plantas

Se realizó a los 45 dds, se contó el número de vainas por planta, de 10 de ellas que fueron muestras seleccionadas al azar, del área cultivada de los diferentes tratamientos.

3.6.4. Peso de granos

Se tomó una muestra de 100 granos de cada uno de los tratamientos, para su pesaje se utilizó una balanza analítica. Los datos fueron tomados a los 75 días de siembra.

3.6.5. Rendimiento total por tratamiento

El rendimiento se obtuvo pesando el total de grano limpio (en oro) producidos, por cada tratamiento.

3.7. Análisis económico

Se realizó una evaluación económica de todos los insumos empleados por los productores para la siembra de frijol, así como de cada uno de los tratamientos utilizados, con precios de acuerdo a los datos del año de realización del estudio, recolectados por la Boleta suministrada a los productores de la zona (Anexo 1).

El cálculo de esta variable se efectuó mediante la comparación de los costos de producción del cultivo para cada tratamiento contra los ingresos por venta del producto, para determinar la relación Beneficio–Costo por tratamiento.

La evaluación económica se realizó para un total de 1 hectárea de tierra. El valor de la producción se calculó considerando el rendimiento en kg/ha y el precio de venta del frijol según datos de la zona de estudio (Anexo 1).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis bromatológico de *Moringa sp*

Se evaluó el valor nutricional de *Moringa sp*, en las concentraciones de 5, 10 y 15 libras del extracto de las hojas diluido en 17 litros de agua, así como también del fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6), las cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Datos del contenido nutricional (%) del extracto de hojas de Teberinto (*Moringa sp*) y fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6).

| Componente | Nitrógeno | Fosforo | Potasio | Calcio | Magnesio | Zinc | Cobre | Hierro |
|--|-----------|---------|---------|--------|----------|-------|------------------------|--------|
| Fertilizante Foliar Químico(NPK:11-8-6) | 19.29 | 24.13 | 20.35 | 0.58 | 0.31 | 0.170 | 0.08 | 0.12 |
| Foliar a base de Teberinto (<i>Moringa sp</i>) 5 lb | 2.97 | 0.84 | 0.7 | 3.54 | 0.61 | 0.007 | < 2 X 10 ⁻⁵ | 0.15 |
| Foliar a base de Teberinto (<i>Moringa sp</i>) 10 lb | 2.78 | 1.11 | 0.93 | 3.26 | 0.64 | 0.009 | < 2 X 10 ⁻⁵ | 0.03 |
| Foliar a base de Teberinto (<i>Moringa sp</i>) 15 lb | 2.86 | 1.22 | 1.07 | 2.46 | 0.48 | 0.007 | < 2 X 10 ⁻⁵ | 0.04 |

Cova, et al (2007), de los análisis de micronutrientes realizados, de hojas frescas de *Moringa*, reporta un 3.28 % de N, para P de 0.20%, un 2.43 % de K, 2.42 % de Ca y un 0.57% de Mg. De un estudio bromatológico de hojas de *Moringa oleífera* in vitro y ex vitro (Amador 2016), se obtuvieron datos de Cobre de 0.630, Hierro 29.84, Potasio 1377.11, Sodio 250.23 y Calcio de 2230.73 mg/100g, El mismo autor, comparò estos resultados con los obtenidos en estudios de plantas en otros países, y reporta que existe una cantidad significativamente mayor de potasio (2609.567 – 324.209 mg/100g).

Esto confirma lo dicho por Becker, citado por Foild et al. (2001), que dice que el contenido nutritivo de la sustancia vegetal puede cambiar dependiendo de la variedad de la planta, la estación, el clima y la condición del suelo. Por lo que diferentes análisis producen diferentes números.

Foild et al. (s.f.), en su estudio de utilización de la *Moringa oleífera* como forraje fresco para ganado, señala a esta como una planta altamente extractora de nutrientes del suelo, lo que puede ser un factor que se traslade al contenido de nutrientes en las hojas. Pero más que el contenido de nutrientes reportados, es la presencia de la hormona vegetal, llamada Zeatina, la que la convierte en una opción para incrementar la velocidad de crecimiento y tamaño en los cultivos.

4.2. Análisis de variables del cultivo de Frijol

El análisis de varianza para todas las variables evaluadas en el cultivo de frijol no arrojó diferencia significativa ($p > 0.05$), entre bloques, como se puede observar en los Cuadros A 2 al A 8, lo que demuestra la homogeneidad del suelo en que fueron establecidos los tratamientos.

4.2.1. Número de flores por planta

En el cuadro N° 10, se presentan los tratamientos en estudio y los datos obtenidos del ensayo, correspondientes al número de flores por planta del cultivo de frijol.

Cuadro 10. Datos del número de flores por planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|------|-------|-------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 6.70 | 7.80 | 6.70 | 4.70 | 8.70 | 34.60 | 6.90 |
| T1 | 9.20 | 9.00 | 6.10 | 6.20 | 7.20 | 37.70 | 7.50 |
| T2 | 11.20 | 4.80 | 11.20 | 9.60 | 5.50 | 42.30 | 8.50 |
| T3 | 9.80 | 9.50 | 7.50 | 12.40 | 7.90 | 47.10 | 9.40 |

Los resultados del análisis de varianza (Cuadro A2) indican que no hubo diferencias estadísticas significativas ($p=0,375$) entre los tratamientos, lo que indica que estadísticamente las medias de todos tratamientos son iguales; aunque estadísticamente no existan diferencias, se observa que el número de flores por planta en los tratamientos si presentan variaciones (Figura 2), el mayor promedio lo presentó el tratamiento tres, que corresponde a la aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua.

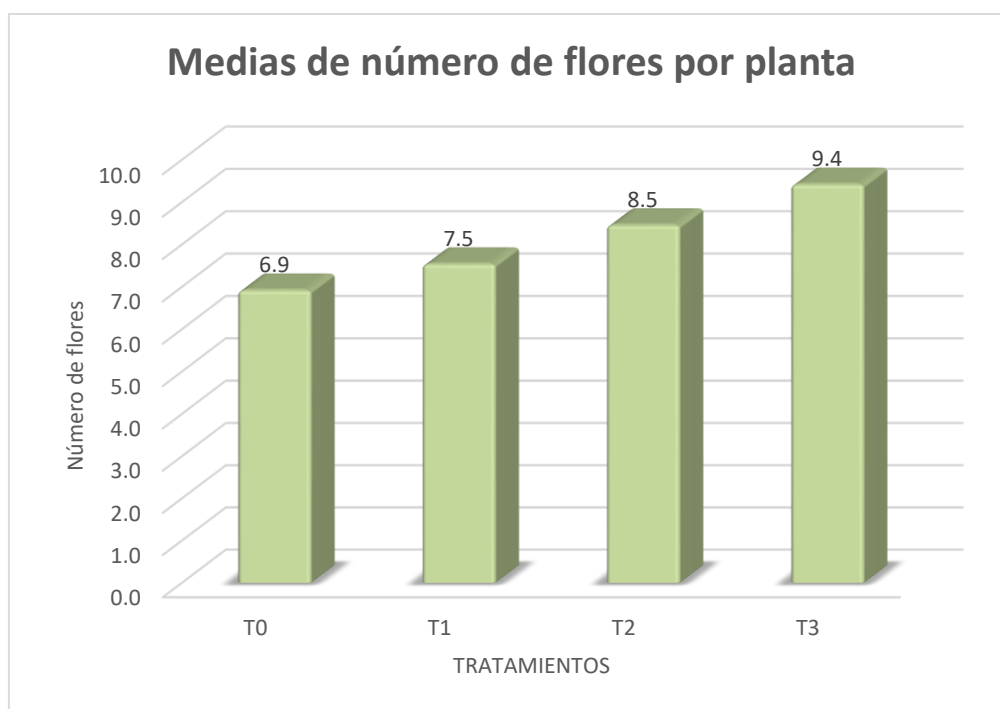


Figura 2. Promedios del número de flores por planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Se evidencia desde la fase vegetativa, el efecto positivo que ejerce en el cultivo de frijol la aplicación del fertilizante foliar a base de Teberinto

4.2.2. Longitud y diámetro de vaina

Para la variable longitud promedio de vaina (cm), se presenta cada tratamiento y bloque (Cuadro N° 11), según el arreglo estadístico del diseño de bloques completamente al azar, con los cuatro tratamientos y los cinco bloques.

Cuadro 11. Datos de longitud de vaina de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|-------|------|-------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 9.90 | 9.50 | 9.90 | 9.40 | 8.90 | 47.60 | 9.50 |
| T1 | 10.10 | 9.40 | 9.50 | 9.90 | 9.60 | 48.50 | 9.70 |
| T2 | 10.50 | 10.00 | 9.80 | 10.00 | 8.90 | 49.20 | 9.80 |
| T3 | 9.80 | 9.80 | 9.70 | 9.60 | 9.60 | 48.50 | 9.70 |

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza (Cuadro A 3), resultando que la significancia de los Tratamientos fue $0.438 > 0.05$, por lo tanto, se acepta la igualdad entre tratamientos, es decir no hay diferencias significativas entre tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos tienen un promedio igual, estadísticamente hablando.

En la Figura 3 se modeló igualdad de comportamiento en los tratamientos, con un despunte del Tratamiento correspondiente a la fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja diluido en los 17 litros de agua.

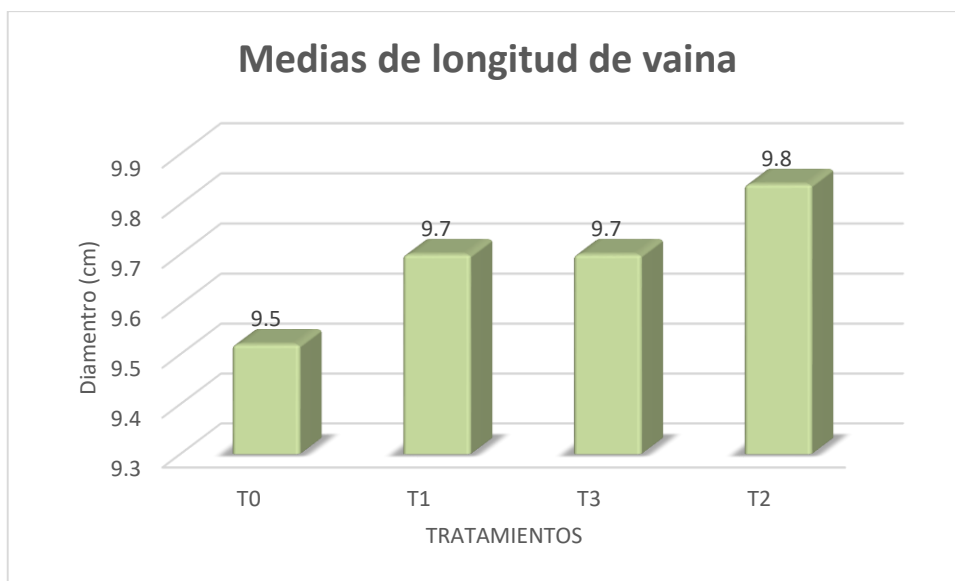


Figura 3. Promedios de longitud de vaina de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Así, en el Cuadro N°12, se muestran también los promedios acumulados para los tratamientos en estudio y los datos obtenidos en el ensayo, del diámetro de las vainas por cada planta.

Cuadro 12. Datos de diámetro de vaina de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|------|------|------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 6.10 | 5.60 | 5.30 | 4.40 | 4.80 | 26.30 | 5.30 |
| T1 | 6.00 | 5.30 | 5.50 | 5.00 | 5.10 | 26.90 | 5.40 |
| T2 | 6.10 | 6.00 | 5.10 | 4.70 | 5.00 | 27.00 | 5.40 |
| T3 | 5.90 | 5.70 | 5.40 | 4.80 | 5.10 | 26.90 | 5.40 |

En la Figura 4 se puede observar que los tres tratamientos correspondientes a la fertilización foliar a base de hojas de Teberinto, tuvieron un diámetro de la vaina igual (5.4 cm). Lo que se comprueba con el análisis de varianza (Cuadro A 4), resultando que la significancia de los Tratamientos fue $0.66 > 0.05$.

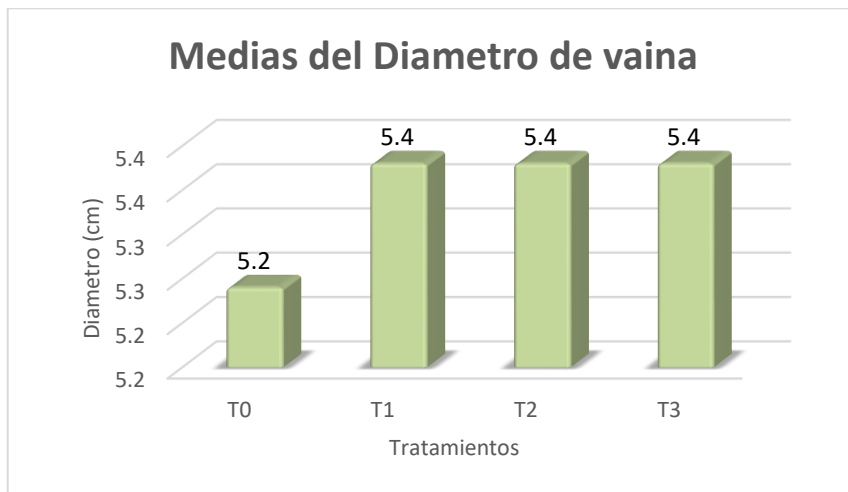


Figura 4. Promedios de diámetro de vaina de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Garduño *et al* 2009, expone que la variable longitud de vaina no se correlaciona con el rendimiento de vaina, por lo que es de esperar que cualquier influencia de los fertilizantes foliares se reflejaría específicamente en el rendimiento y no en la longitud de vaina. Lo mismo

se esperaba del comportamiento del diámetro de vaina, ya que, en este estudio, tampoco se presentaron diferencias significativas.

Según los resultados estadísticos obtenidos (Cuadro A 3, Cuadro A 4) hacen ver que la fertilización foliar no influye sobre la longitud y diámetro de vaina, y que estas variables son definitivamente una característica genética principal de la variedad CENTA Pipil.

4.2.3. Número de vainas por plantas

Se presenta en el Cuadro 13, se observa cada tratamiento y bloque, para el arreglo estadístico del diseño utilizado.

Cuadro 13. Datos de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 22.40 | 23.40 | 22.20 | 22.80 | 23.10 | 113.90 | 22.80 |
| T1 | 18.40 | 16.50 | 15.00 | 17.20 | 17.30 | 84.30 | 16.90 |
| T2 | 16.30 | 14.10 | 18.30 | 20.10 | 16.60 | 85.40 | 17.10 |
| T3 | 20.20 | 23.10 | 22.50 | 22.10 | 22.90 | 110.80 | 22.20 |

En cuanto a la variable número de vainas por plantas, los tratamientos T0 y T3, que corresponden al Cultivo de frijol con aplicación del fertilizante foliar sintético (22.78) y al Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja, respectivamente, presentan las mayores cantidades de vainas por plantas, con promedio de 22.16 (Figura 5).

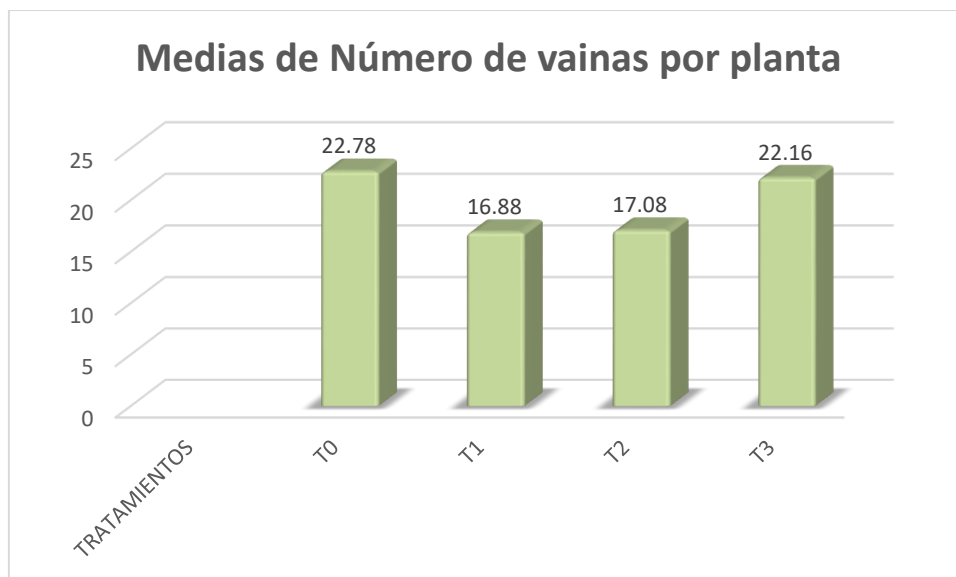


Figura 5. Promedios de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Para esta variable, el p-valor de Bloque es $0.143 > 0.05$, por lo tanto, se comprueba la igualdad entre bloques, es decir que no existen diferencias significativas entre ellos. El p-valor de los diferentes Tratamientos es $0.000 < 0.05$, por tanto, se rechaza la igualdad entre estos, por lo que se afirma que existen diferencias significativas (Cuadro A 5).

Dado que se presentaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, se determinó cuál de los tratamientos difieren entre sí, por lo que se utilizó la Técnica de Separación de Medias (Prueba de Rangos Múltiples de Duncan), según la salida del SPSS se observan los datos en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para Datos de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Número de Vainas | Significancia estadística |
|--------------|------------------|---------------------------|
| T0 | 22.70 | A |
| T3 | 22.16 | A |
| T2 | 16.88 | B |
| T1 | 16.88 | B |

Se puede afirmar que los tratamientos se clasifican en dos categorías estadísticas, la primera categoría “a” determinada por los tratamientos T0 y T3; la segunda categoría “b” está formada por los tratamientos T2 y T1.

Como puede observarse, se comprueba con los datos de esta variable, la eficacia de utilizar el fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en la concentración de 15 libras del extracto de la hoja, ya que se obtienen datos estadísticamente iguales al utilizar del fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6).

Biswas et al. (2016), en su estudio titulado Efectos del extracto de hoja de moringa en el crecimiento y el rendimiento del maíz, afirma que la aplicación de este extracto aumentó significativamente los parámetros de crecimiento como la altura de la planta, la longitud del brote, peso seco y fresco del brote, así como componentes del rendimiento como número de granos, peso de 100 granos.

4.2.4. Número de granos por vaina

El Cuadro N° 15 muestra el comportamiento de los diferentes bloques, sometido a los diferentes tratamientos. Los valores promedio de número de granos variaron entre 5.4 a 5.6, el tratamiento con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja (T3) fue el que obtuvo el mayor valor, pero sin diferencias significativas ($p= 0.800$) con los demás tratamientos (Cuadro A 6). Esto posiblemente se debió a que esta variable, está completamente ligada a las características agronómicas propias de la variedad utilizada.

Cuadro 15. Datos de número de granos por vaina de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|------|------|-------|------|-------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 5.70 | 5.60 | 5.40 | 5.40 | 5.50 | 27.60 | 5.50 |
| T1 | 5.80 | 5.90 | 5.50 | 4.90 | 5.40 | 27.60 | 5.50 |
| T2 | 5.50 | 5.80 | 5.50 | 4.90 | 5.50 | 27.20 | 5.40 |
| T3 | 5.40 | 5.90 | 5.50 | 5.700 | 5.40 | 27.90 | 5.60 |

En la Figura 6, se observa el efecto de la aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en las diferentes concentraciones del extracto de la hoja, y la aplicación del fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6).

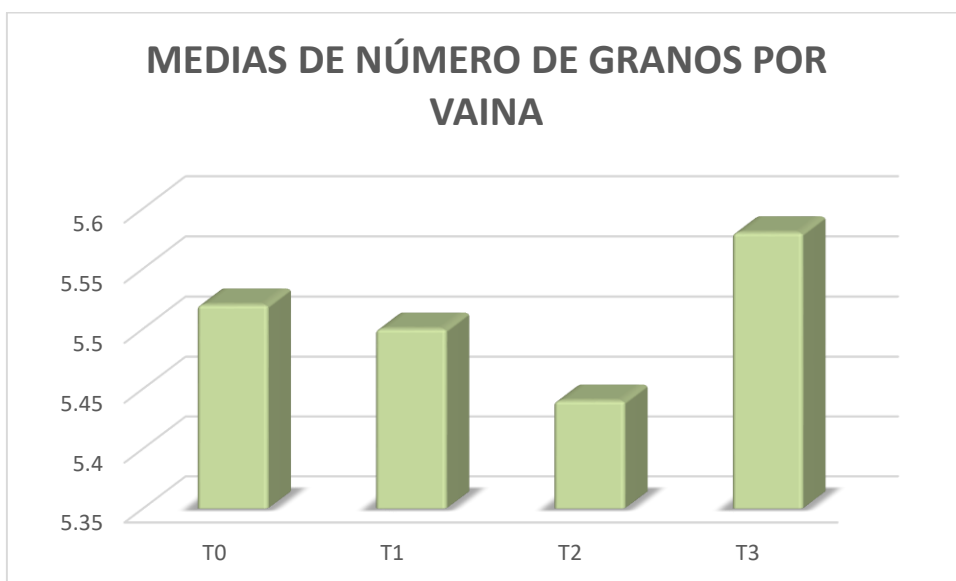


Figura 6. Promedios de número de vainas de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Con esto se evidencia la ventaja que resultaría para un agricultor, la aplicación de este fertilizante foliar natural. Morales et al 2001, sostiene que un biofertilizante, promueve la salud de la planta y por ello, una planta mejor nutrida es más resistente y consecuentemente tendrá mayor éxito reproductivo en flores y frutos.

4.2.5. Peso de 100 granos

El comportamiento de la variable de peso de 100 granos, se encuentra detallada en el Cuadro N° 15, según se observa de los tratamientos con Teberinto el tratamiento T0 es el que presenta mayor peso de 100 granos (22.54 g), mientras que el tratamiento T1 fue el que presentó el menor peso de los cien granos (19.56 g), lo que evidencia que una mayor concentración del extracto de la hoja de la planta de Teberinto, estimuló una mayor producción, lo que indica que los nutrientes que ofrece dicho fertilizante son asimilados exitosamente por la planta (Figura 7).

Cuadro 16. Datos de peso de 100 granos de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 22.64 | 22.16 | 22.93 | 22.56 | 22.39 | 112.68 | 22.54 |
| T1 | 18.20 | 19.30 | 20.40 | 19.50 | 20.40 | 97.80 | 19.56 |
| T2 | 18.30 | 22.00 | 20.10 | 20.00 | 22.17 | 102.57 | 20.51 |
| T3 | 21.0 | 21.88 | 23.00 | 21.59 | 21.19 | 108.66 | 21.73 |

El análisis de varianza (Cuadro A 7) indica que hubo diferencia estadísticamente significativa ($p= 0.001$) entre los tratamientos, con respecto al peso de 100 granos (g).

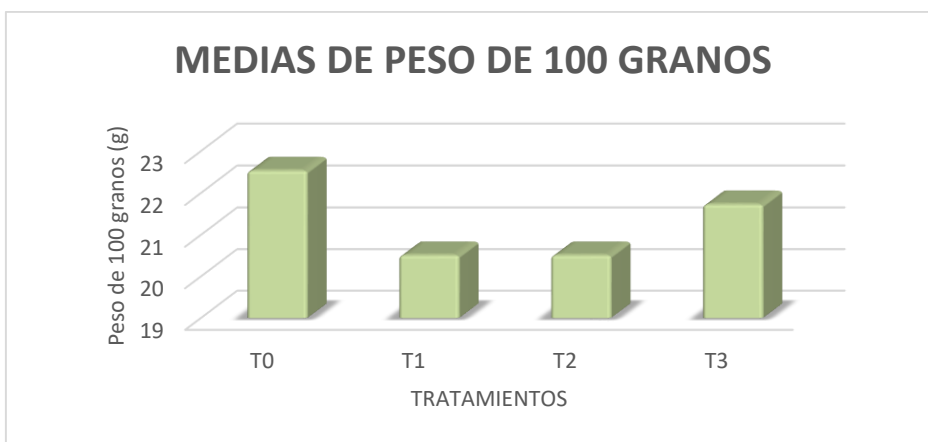


Figura 7. Promedios de peso de 100 granos de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Los tratamientos formaron tres grupos según la prueba de Duncan, un grupo a integrado por los Tratamientos T0 y T3, grupo ab, integrado por T2 y un grupo B compuesto por T1 el que registró el menos peso de los 100 granos.

Cuadro 17. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para datos de peso de 100 granos (g) en la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Peso de los 100 granos (g) | Significancia estadística |
|--------------|----------------------------|---------------------------|
| T0 | 22.53 | a |
| T3 | 21.73 | a |
| T2 | 20.51 | ab |
| T1 | 19.56 | b |

4.2.6. Rendimiento total por tratamiento

A continuación, se ilustra los rendimientos obtenidos por bloques y tratamientos, en la variable rendimiento total por tratamiento. Los datos finales de la cosecha en kilogramos por área útil, de cada uno de los bloques y tratamientos se llevaron a datos de rendimiento en kilogramos por hectárea (Cuadro N°18).

Cuadro 18. Datos de rendimiento (kg/ha) de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Bloques | | | | | Suma | Promedio |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| | I | II | III | IV | V | | |
| T0 | 3456.98 | 4567.50 | 3865.40 | 4783.90 | 4234.80 | 20908.60 | 4181.70 |
| T1 | 1767.68 | 883.80 | 1149.00 | 1546.70 | 1215.30 | 6562.50 | 1312.50 |
| T2 | 2525.25 | 1878.20 | 1745.60 | 1657.20 | 795.50 | 8601.60 | 1720.30 |
| T3 | 4567.34 | 3457.50 | 3987.40 | 3678.50 | 3986.60 | 19677.30 | 3935.50 |

Estos datos resultaron cercanos a los rendimientos promedios para la Variedad CENTA Pipil de 5,000 kilogramos por hectárea, reportados por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA 2012); en la Figura 8, se esquematiza el comportamiento de los tratamientos en la variable, donde se observa que el T0 y T3 presentan los valores más altos de rendimiento de 4181.7 Kg/ha y 3935.5 Kg/ha, respectivamente.

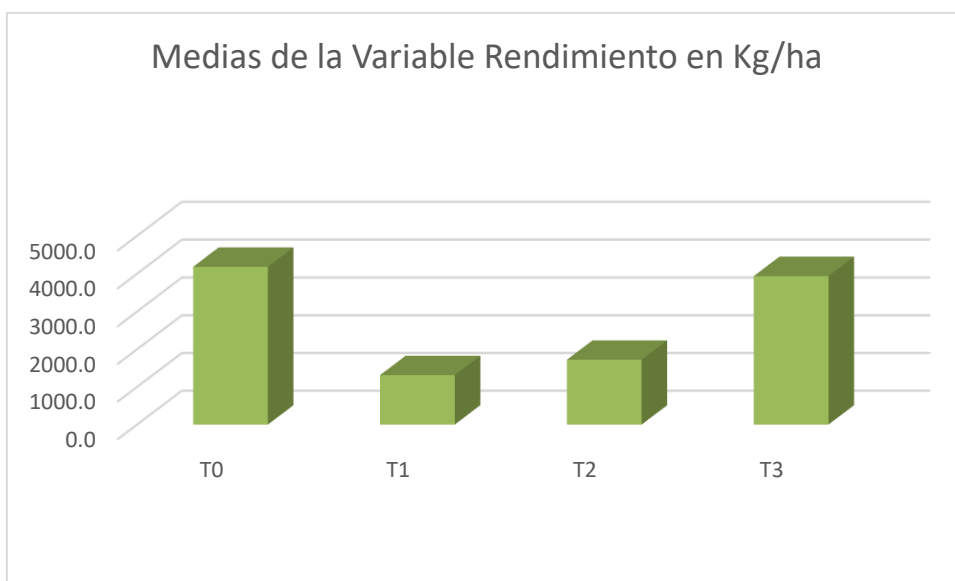


Figura 8. Promedios de la variable Rendimiento (kg/ha) de la planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

Dado que se presentaron diferencias significativas (Cuadro A 8) en la variable rendimiento, se procedió a hacer la separación de medias utilizando la metodología de Duncan, evidenciándose los diferentes grupos que se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 19. Separación de medias dada por la prueba de Duncan para datos de peso de 100 granos (g) e la planta del cultivo de frijol (*Phaseolusvulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| TRATAMIENTOS | Rendimiento (kg/ha) | Significancia estadística |
|--------------|---------------------|---------------------------|
| T0 | 4181.72 | A |
| T3 | 3935.46 | A |
| T2 | 1720.36 | b |
| T1 | 1312.50 | b |
| | | |

De los resultados anteriores se evidencia el aprovechamiento que realiza el cultivo de frijol de la aplicación del fertilizante foliar a base de Teberinto, igualándolo estadísticamente al Tratamiento del fertilizante foliar químico.

Zaki et al (2015), estudiaron el efecto del extracto de hoja de Moringa oleífera, utilizando como remojo para semillas de frijol en combinación con la pulverización foliar; en las variables de crecimiento como longitud del tallo, número y área de hojas por planta, y en las variables de rendimiento.

Biswas et al (2016), evaluó el efecto del extracto de moringa en el crecimiento del maíz, y sostiene que variables como crecimiento de planta, longitud de brote y componentes del rendimiento como número de granos, peso de 100 granos y el rendimiento total, aumentaron significativamente, en los tratamientos en donde se realizó la fertilización foliar con Teberinto.

Similares resultados, obtuvo Cortés (s.f), en la evaluación de tres extractos acuosos de Moringa a diferentes concentraciones (1ml/l, 5 ml/l y 20 ml/l) contrarrestándolo con uno de base química (NPK: 11-8-6) y un testigo (agua), dando como resultado medias significativamente diferente, resultando como mejores tratamientos la concentración de 20 ml/l y la base química.

Abusuwar et al (2017), realizó la evaluación del efecto que causa el extracto de Moringa a diferentes concentraciones, en el rendimiento de tres granos forrajeros, los resultados arrojaron que la mayor concentración (1ml de extracto + 10 ml de agua destilada), contenía la mayor cantidad de elementos inorgánicos y hormonas de crecimiento en comparación con las otras concentraciones y que esto se reflejó en un crecimiento y rendimiento significativamente mayor; los resultados indicaron la efectividad del extracto de hoja de Moringa.

Es de observar que a lo largo de todas las variables evaluadas que hacen referencia desde el crecimiento hasta la producción de frijol, los tratamientos T0 y T3, han resultado los mejores tratamientos presentando diferencias significativas con los tratamientos restantes.

4.3. Análisis económico

El método de costos de producción y la relación beneficio costo (Cuadro A 9 – Cuadro A 12), se utilizó para la evaluación económica para cada uno de los cuatro tratamientos en estudio, se evidencia la poca variación entre los tratamientos a base de la aplicación del extracto de hoja de Tebererinto, ya que, aunque son dosis diferentes, la facilidad de obtención de material los hacen similares entre ellos, no así el T0 que hace subir los costos de producción, debido al precio del fertilizante foliar sintético (NPK: 11-8-6). Se consideró un precio de venta de \$ 0.65 por libra de frijol, que es el precio de venta promedio de la zona de estudio, obtenido de la información recolectada mediante la encuesta realizada (Anexo 1).

Cuadro 20. Costos de producción y Relación Beneficio/Costo para los cuatro tratamientos en estudio.

| TRATAMIENTOS | Rendimiento (Kg/ha) | Costo de producción/ha | Ingresos (\$) | Relación B/C (\$) |
|--------------|---------------------|------------------------|---------------|-------------------|
| T0 | 4181.72 | 2318.58 | 5979.86 | 2.57 |
| T1 | 1312.50 | 2201.21 | 1876.88 | 0.85 |
| T2 | 1720.36 | 2214.25 | 2460.11 | 1.11 |
| T3 | 3935.46 | 2227.29 | 5627.71 | 2.53 |

Se observa que el tratamiento T0, presenta un valor mayor que 1 en la relación beneficio/costo (\$2.57), con un rendimiento de 4181.72 Kg/ha, seguido muy de cerca por el Tratamiento T3 (Relación B/C, 2.53). Por lo que se puede concluir que en ambos tratamientos los beneficios superan los costos. Es decir que, con el manejo dado a las parcelas, se ha logrado que por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de \$1.57 en con el T0 y de \$1.53 con el T3.

El tratamiento T1, con una relación B/C menor que uno, muestra que los costos son mayores que los beneficios, por lo cual este tratamiento no debe ser considerado para ser aplicado por parte de los productos de la zona en estudio.

5. CONCLUSIONES

La aplicación del biofertilizante foliar en la fase reproductiva del frijol no arrojó diferencias estadísticas con respecto al fertilizante sintético, en las variables número de flores, diámetro (cm) y longitud de vaina (cm). En la variable altura sobresalió el Tratamiento del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja (T3), en la variable longitud de vaina el T2 y en la variable diámetro de vaina, los tres tratamientos con aplicación foliar de Teberinto obtuvieron los mismos promedios (5.4 cm)

En base a los resultados obtenidos, el extracto de hojas de Teberinto usado como fertilizante foliar fue efectivo en función al rendimiento para el tratamiento T3, igualándose al T0, razón por la cual, se presenta como una alternativa para maximizar los rendimientos del cultivo de frijol en la zona de estudio.

El rendimiento del cultivo de frijol fue mayor en esta investigación, en comparación con los reportados tradicionalmente en la zona de estudio, se demuestra con esto la validez del uso de la aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja, en el Cultivo de frijol.

Desde el punto de vista económico el tratamiento que reportó el mayor beneficio fue el T0, seguido muy de cerca del T3, el T1 obtuvo el más bajo beneficio, no por los costos de producción, sino, debido al bajo valor observado en la variable rendimiento.

6. RECOMENDACIONES

Dado que los resultados indican que la aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la misma diluido en 17 litros de agua, fue efectivo en función del rendimiento, se recomienda como una buena alternativa para mejorar los rendimientos del cultivo de frijol en la zona del Municipio de San Ramón, Departamento de Cuscatlán.

Se recomienda el uso del extracto de la hoja de Moringa para reemplazar los fertilizantes inorgánicos de alto costo y que son contaminantes del medio ambiente, así como a la vez se podrá motivar a los agricultores, que siembren en su parcela dicha especie, lo cual mejorará la cobertura de rastrojo del suelo, reteniendo la humedad, incrementará la fertilidad del suelo, favorecerá el microclima, lo cual es de mucha importancia para reducir altas temperaturas que afectan a los cultivos.

Se evidencia la necesidad de realizar más estudios específicos de las propiedades agrícolas que posee el Teberinto (*Moringa sp*) para potenciar su producción y aplicación tecnológica en beneficio del consumidor.

Investigar sobre otras alternativas de fertilizantes foliares en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), las cuales se podrán combinar con extracto de hoja de Teberinto.

7. BIBLIOGRAFIA

Abusuwar, AO; Abohassan, RA. (2017). Effect of Moringaolifera Leaf Extracto n Growth and Productivity of Three Cereal Forages. Jeddah, Saudi Arabia (en línea). Journal of Agricultural Science; Vol 9, No. 7. Consultado 24 jul. 2017. Disponible en <http://http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/viewFile/67834/37421>

Aguilar, Adrian; Virgilo, Guillermo. 1965 Las plantas pueden abonarse por las hojas; la hacienda florida, E.U.A. año 60 N° 6. p 72- 74.

Agrodesierto (2008), Programas Agroforestales *Moringa oleífera*, Islas Canarias. (en línea, sitio web). Consultado 14 oct. 2017. Disponible en <http://www.agrodesierto.com/moringa.descripcion.html>

Alfaro, N. C. (2008), Rendimiento y Uso Potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleífera Lam* en la Producción de Alimentos de Alto Valor Nutritivo para su Utilización en Comunidades de Alta Vulnerabilidad Alimentario-nutricional de Guatemala, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT), Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

Amador, O. K (2016), Estudio bromatológico de hojas de *Moringa oleífera* in vitro y ex vitro y análisis del efecto hipoglucemiante en ratas Wistar diabetizadas. Tesis Msc. Biotecnología Vegetal. Aguascalientes, México, Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Bendaña, Antonio 1968 Efectos de fertilizante foliar complementaria con sampi y urea en sorgo granifero; Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. San Andrés, El Salvador, C.A. p 23-28

Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Estelí. Nicaragua. Escuela de Agricultura y Ganadería de Estelí (EAGE) y Programa de Agricultura sostenible en laderas de América Central (PASOLAC). p 188-191.

Biswas A. K; Hoque T. S; Abedin M. A. (2016). Effects of moringa leaf extract on growth and yield of maize (enlínea). Consultado 28 jul. 2015. Disponible en

https://www.researchgate.net/publication/306265398_Effects_of_moringa_leaf_extract_on_growth_and_yield_of_maize

Cáritas Diócesis de San Vicente 2012, Cultivo de frijol. (En línea) Consultado: 11 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.caritaselsalvador.org.sv/caritas-el-salvador11/9-news/latest-news/201-c%C3%A1ritas-zacatecoluca-of-nacional-i-vallecillo.html>.

Cabrera C. 2002, Guía Técnica del Cultivo de Frijol CENTA 2002 (En Línea) Consultado 18 de Agosto de 2015 Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/99347574/2002-CENTA-Guia-Tecnica-del-Cultivo-de-Frijol-CENTA-2000#scribd> .

Cáceres Montes, C. M., Díaz Ayala, J. C. (2005), Propuesta de Tratamiento de Aguas de Desecho de una Industria Química de Adhesivos utilizando Extracto Acuoso de la Semilla de *Moringa oleífera* (Teberinto), Trabajo de Grado, Universidad de El Salvador, Facultad de Química y Farmacia, San Salvador, El Salvador.

Clavero, T., García, D. E., Iglesias, J. M., Medina, M. G. (2007), Estudio comparativo de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento, Revista Zootecnia Tropical, Scientific Electronic Library Online (SciELO), Maracay, Venezuela. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798-72692007000200004&script=sci_arttext

CENTA 2008, (Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal) Programas de granos básicos Guía técnica para el manejo de variedades de frijol (En Línea) Consultado el 19 de agosto del 2015. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/granos%20basicos/Guia%20Tecnica%20Frijol.pdf>

CENTA 2008, (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) Guía Técnica para el Manejo de Variedades de Frijol. Programa de Granos Básicos. San Andrés, La Libertad, El Salvador, C.A. CEVAF. 2008. Fertilización en frijol. (En línea) Consultado: 18 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.fps.org.mx/divulgacion/index.php?option=com_content&view=article&catid=37:sin_aloa-produce&id=264:fertilizacion-en-frijol&Itemid=373

CENTA 2012, (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). Las tres nuevas variedades de frijol desarrolladas en el país. (En línea) Consultado: 12 de mayo de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.diariocolatino.com/es/20120831/nacionales/107164/CENTA-libera-tres-nuevas-variedades-de-frijol-desarrolladas-en-el-pa%C3%ADs.htm>

CENTA 2014, (Centro Nacional De Tecnología Agropecuaria y Forestal) (En línea) Consultado 19 de Agosto de 2015 Disponible en: http://observatorioresdicta.info/sites/default/files/filesinventariotec/brochure_centa_costenio2.pdf

Condor Yaguari, JR; Reyes Pepinós IF. (2005). Respuesta de tres variedades mejoradas del fréjol (*Phaseolusvulgaris*) a las fertilizaciones foliares dos orgánicas y una química en dos localidades de Imbabura (en línea). Tesis Ing. Agr. Ibarra, Ecuador. Consultado 18 jul. 2017. Disponible en <http://http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/3454/577423.pdf?sequence=1>

Cova, J. L; García, D. E; Castro, A. R; Medina, M. G. 2007. Efecto perjudicial de Moringa oleífera (Lam.) combinada con otros desechos agrícolas como sustratos para la lombriz roja (*Eisenia spp.*) (en línea). Caracas, Venezuela. Consultado 17 junio 2016. Disponible en http://http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007001100010

Chang, R. (2002), Química, Séptima edición en español, McGraw Hill.

Duarte F. J & Flores Leiva B. A. 2004, Producción de Biomasa de Moringa oleífera sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte, en el trópico seco de Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua, Nicaragua.

FAO.2004: Una opción viable para contrarrestar la desnutrición y el calentamiento global. (en línea). Forceblog. Consultado 02 febrero 2016. Disponible en <http://www.dforceblog.com>

Foidl N; Mayorga L; Vásquez W. (s.f). Utilización del marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado (en línea). Managua. Nicaragua. Consultado 11 de febrero 2016. ¿Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33901108>

Folkard, Guillen, Sutherland, Jhon (1996), Moringa oleífera, un árbol con enormes potencialidades, Agroforestry today, volumen 8, N° 3, pp. 5-8, Turrialba, Costa Rica.

García Torres, AG; Martínez Cubías, RK; Rodríguez Díaz, IA. 2013. Evaluación de los usos potenciales del Teberinto (*Moringa oleífera*) como generador de materia prima para la industria química. Tesis Ing. Químico. San Salvador, El Salvador, Universidad de El Salvador.

Garduño González, J. et all. 2009; Revista Chapingo serie horticultura. "Biomasa y Rendimiento de Frijol con Potencial Ejotero en Unicultivo y Asociado con Girasol" Vol. 15. p 34-38.

Gisper, C; Gay, J. et all. Enciclopedia práctica de la agricultura y ganadería. OCEANO GRUPO. Barcelona, ESP. p 353-361.

Gopalan Carlos 1994: Programas Agroforestales. (en línea). Agrodesierto. Consultado 12 mayo 2016. Disponible en <http://www.agrodesierto.com>

González, Mario 2006, Unidad Académica de Agronomía. (En línea) Consultado el 12 de mayo de 2015. Disponible en: <http://sistemaproductofrijol.org/publicaciones/clasifica.pdf>

Helviobh 2007, MANA VERDE DEL TROPICO *Moringa oleifera* (Perla) (En línea). Consultado el día 22 de mayo de 2015. Disponible en: <https://sites.google.com/site/helviobh/morigaoleifera>

Josuah 2009, *Moriga Oleifera* (En Línea) Consultado 24 de Agosto de 2015 Disponible en: <http://foro.fuentedepermacultura.org/index.php?topic=866.0>

IICA 2009, Guía técnica para el frijol. (En línea) Consultado 1de mayo de 2015. Disponible en:<http://repiica.iica.int/docs/B2170E/B2170E.PDF>

INIFAP 2006, Guía para Cultivar Frijol. (En línea) Consultado: 13 de mayo de 2015. Disponible en:<http://www.campopotosino.gob.mx/modulos/tecnologiasdesc.php?id=107>

López Torés, M. 1994 Horticultura, fertilización, abonado y análisis DF México Trillas P 21-24, 34.

MAG 1991, Tomado del libro: Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 1991 (En Línea) Consultado el 24 de Agosto de 2015 Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.

MAG 2001, Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. (En línea) Consultado: 15 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec_frijol.pdf.

Mancia 2010, Uso de semilla seleccionada y mejorada de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) para la reducción de síntomas de virosis e incremento del rendimiento local en el caserío nacaspilo, Santa Clara, San Vicente, El Salvador (En Línea) Consultado el 24 de Agosto de 2015 Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/3607/2/TESIS%20DE%20FRIJOL.pdf>

Manual Bayer para el agricultor. 1998 Bayfolan Forte, foliar forte, foliar solido (20-20-20) Bayer. P 55-59.

Makkar HPS, Francis G, Becker K. (2007). Bioactivity of phytochemicals in some lesser known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*.

Mena CJ; Velásquez RV. 2010. Manejo integrado de plagas y enfermedades de frijol en Zacatecas. Folleto técnico N0.24. Campo experimental zacatecas. CIRNOC- INIFA.2010: 83. <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/932/1/RI000484.pdf>

Merino, Gerardo. (1998). *Evaluación de los impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria de El Salvador*. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. San Salvador, El Salvador.

Montes, LA. 1985 Cultivo de hortalizas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. P 86-90.

Morales, H., Perfecto I., y Ferguson, B. (2001). Traditional Cakchiquel soil fertilization and its impact on insect pest populations in corn. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.

Parsons, DB. 1987 Frijol chícharo. 6ed edición. México, editorial TRILLA, pagina 58.

Recinos A. 2005, Palacios, Ivette; Franco, Medelin: "Eficiencia de la mezcla de harina de maíz con hojas de *Moringa Oleífera* (Teberinto) al 10% en el mejoramiento del estado nutricional en

niños y niñas de 2 a 5 años en el municipio de San Salvador”. Universidad Evangélica de El Salvador.

Reyes Sánchez, N. (2004), Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal, Guía técnica N° 5, Universidad Nacional Agraria (UNA), Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado (DIEP), Nicaragua.

Rosas, JC. 2003, Recomendaciones para el manejo agronómico del cultivo de frijol. Programa de Investigaciones en Frijol, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Tegucigalpa Honduras, 33p.

Ruano A. 2010. Guía Práctica para la Producción de Frijol. (En línea) Consultado: 15 de mayo de 2015. Disponible en: http://www.redsicta.org/PDF_Files/manualFrijol_Adego.pdf

SAC 2011. Secretaria de Agricultura y Ganadería, cultivo de frijol, 2008. En línea, consultado el día 28 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.dicta.hn/files/Guia-cultivo-de-frijol-2011.pdf>

Samayoa 2010. Trabajo realizado en el Grupo de Leguminosas del Departamento de Recursos Fitogenéticos de la Misión Biológica de Galicia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, (MBG–CSIC), Pontevedra, España. (En Línea) Consultado el 25 de Agosto de 2015 Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/43284/1/TESIS315222%5B1%5D.pdf>.

Sánchez, MD. (s.f) Sistemas Agroforestales para Intensificar de Manera Sostenible la Producción Animal en Latinoamérica Tropical, Conferencia Electrónica de la FAO sobre “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”. <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/Sanchez1.pdf>

Skerman, PJ. 1991 Leguminosas Forrajeras Tropicales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO. Roma. P 510-516.

Suarez, A. 1994 Manual de propiedades y uso de fertilizantes en suelo tropicales, fundación hondureña de investigación agrícola (F.H.I.A) San Pedro Sula, Honduras. P 193-213,263-288

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). s.f. Perfiles Climatológicos. San Salvador, El Salvador. 16 p.

Trinidad S. A. R. et all. 1971 Aplicaciones foliares de Fe, Mn, Zn y Cu en los arboles de durazno. Memorias del V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Guadalajara, Jal.

Valdez, VS. 1990 Hortalizas en trópicos y sub-trópicos INCAT-DIVAGRO (Programa de Diversificación Agrícola), San Salvador, El Salvador. P 11-18.

Vitalmoro 2013, Fertilizante de Moringa (En línea). Consultado el día 22 de mayo de 2015. disponible en: <http://www.moringa.es/fertilizantevitalmor.html>

White, R. 1968 Las leguminosas en la agricultura. Yugoslavia. FAO- ONU. P 382-384.

Zaki, S; Rady, MM. 2015. Moringaoleífera leaf extract improves growth, physiochemical atributes, antioxidant defence system and yiels of salt.stressedPhaseolus vulgaris L. plants. United States of America (enlínea). International Journal of ChemTech Research. Vol.8, No. 11, pp 120-134. Consultado 24 jul. 2017. Disponible en [http://http://sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no11/1/\(120-134\)V8N11CT.pdf](http://http://sphinxesai.com/2015/ch_vol8_no11/1/(120-134)V8N11CT.pdf)

8. ANEXOS

Figura A-1 Modelo de Boleta de información general sobre comercialización y uso de fertilizante foliar y del frijol utilizados en la zona de estudio.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS



A continuación, encontrará una serie de preguntas destinadas a conocer sobre aspectos de comercialización y uso de fertilizante foliar utilizados. Le pedimos contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Qué fertilizante foliar comercializa para el cultivo de frijol?
2. ¿Según su criterio porque considera que se comercializa mayormente este fertilizante foliar?
3. ¿Por qué razón dispone de estos productos a la venta?
4. ¿Qué dosis recomienda al agricultor para el cultivo de frijol?
5. ¿A los cuantos días después de la siembra recomienda la primera aplicación de fertilizante foliar al cultivo de frijol?
6. ¿Cuál es el intervalo de tiempo de aplicaciones que recomienda para el cultivo de frijol?
7. ¿Cuántas aplicaciones recomienda de fertilizante foliar para el cultivo de frijol?
8. ¿Cuál es el precio de venta promedio de la libra de frijol en la zona?

Cuadro A-2 Análisis de varianza para la variable número de flores por planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|-------|---------|
| Tratamientos | 17.886 | 3 | 5.962 | 1.132 | 0.375 |
| Bloques | 8.148 | 4 | 2.037 | 0.387 | 0.814 |
| Error | 63.192 | 12 | 5.266 | | |
| Total | 1396.570 | 20 | | | |
| Total corregido | 89.226 | 19 | | | |

a. R al cuadrado = 0.292 (R al cuadrado ajustada = -0.121)

Cuadro A-3 Análisis de varianza para la variable longitud de vainas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|-------|---------|
| Tratamientos | 0.258 | 3 | 0.086 | 0.972 | 0.438 |
| Bloques | 1.378 | 4 | 0.345 | 3.893 | 0.3 |
| Error | 1.062 | 12 | 0.089 | | |
| Total | 1880.62 | 20 | | | |
| Total corregido | 2.698 | 19 | | | |

a R al cuadrado = .606 (R al cuadrado ajustada = .377)

Cuadro A-4 Análisis de varianza para la variable diámetro de vainas del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| Tratamientos | 0.074 | 3 | 0.025 | 0.545 | 0.66 |
| Bloques | 4.237 | 4 | 1.059 | 23.583 | 0.65 |
| Error | 0.539 | 12 | 0.045 | | |
| Total | 576.23 | 20 | | | |
| Total corregido | 4.85 | 19 | | | |

a R al cuadrado = .889 (R al cuadrado ajustada = .824)

Cuadro A-5 Análisis de varianza para la variable número de vainas por planta del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|------|------------------|--------|---------|
| Tratamientos | 151.8 | 3.0 | 50.587 | 21.427 | 0.000 |
| Bloques | 4.6 | 4.0 | 1.156 | 0.49 | 0.743 |
| Error | 28.3 | 12.0 | 2.361 | | |
| Total | 7966.2 | 20.0 | | | |
| Total corregido | 184.7 | 19.0 | | | |

10 y a 150 a R al cuadrado = .847 (R al cuadrado ajustada = .757)

Cuadro A-6 Análisis de varianza para la variable número de granos por vaina del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|-------|---------|
| Tratamientos | 0.05 | 3 | 0.017 | 0.336 | 0.8 |
| Bloques | 0.713 | 4 | 0.178 | 3.595 | 0.38 |
| Error | 0.595 | 12 | 0.05 | | |
| Total | 608.56 | 20 | | | |
| Total corregido | 1.358 | 19 | | | |

a R al cuadrado = .562 (R al cuadrado ajustada = .306)

Cuadro A-7 Análisis de varianza para la variable peso de 100 granos del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| Tratamientos | 25.878 | 3 | 8.626 | 10.629 | 0.001 |
| Bloques | 6.690 | 4 | 1.673 | 2.061 | 0.149 |
| Error | 9.739 | 12 | 0.812 | | |
| Total | 8934.273 | 20 | | | |
| Total corregido | 42.307 | 19 | | | |

a. R al cuadrado = .770 (R al cuadrado ajustada = .636)

Cuadro A-8 Análisis de varianza para la variable rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad CENTA Pipil.

| Fuente de variables | Suma de cuadrados | GI | Media cuadrática | F | P-valor |
|---------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| Tratamientos | 32880690.516 | 3 | 10960230.172 | 41.594 | 0.000 |
| Bloques | 691363.001 | 4 | 172840.750 | 0.656 | 0.634 |
| Error | 3162074.887 | 12 | 263506.241 | | |
| Total | 192137484.295 | 20 | | | |
| Total corregido | 36734128.405 | 19 | | | |

a. R al cuadrado = .914 (R al cuadrado ajustada = .864)

Cuadro A-9 Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación del fertilizante foliar sintético NPK: 11-8-6).

| I. COSTO DIRECTO | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$) | VALOR |
| 1. RENTA DE LA TIERRA | | | | |
| 2. MANO DE OBRA PARA PRODUCCION | | | | |
| a. Preparación de la tierra | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| b. Siembra | Jornal | 13 | | |
| c. Primera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| d. Segunda Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Tercera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Primera limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| f. Segunda Limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| g. Primera Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| h. Segunda Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| i. Primera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| j. Segunda aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| k. Tercera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| l. Cuarta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| m. Quinta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| g. Cosecha | Jornal | 7 | 5 | 35 |
| TOTAL | | | | \$250 |
| | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 3. INSUMOS | | | | |
| PARTIDA | | | | |

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| a. Semilla | kg | 20 | \$2.10 | \$42 |
| b. Fertilizantes | | | | |
| - Formula 16-20-0 | Quintal | 6 | \$20.0 | \$120 |
| - Fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6) | l | 12 | \$14.0 | \$168 |
| c. Insecticidas | | | | |
| . Larvin | l | 3 | \$18 | \$54 |
| d. Fungicidas | | | | |
| - Amistar | sobre | 24 | \$3.5 | \$84 |
| e. Herbicidas | | | | |
| - Flex | l | 1.5 | \$24 | \$36 |
| - Gramoxone | l | 3 | \$6.5 | \$19.5 |
| - Hedonal | l | 3 | \$4.5 | \$13.5 |
| f. Otros | | | | |
| - Alquiler de Terreno | | | | \$50 |
| - (Rollos de pita, Hilo nylon, tutores, etc) | | | | \$1271.5 |
| g. Riego | | | | \$25 |
| TOTAL INSUMOS | | | | \$1883.5 |
| | | | | |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | \$2133.5 |
| | | | | |
| II. COSTO INDIRECTO | | | | |
| | | | | |
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 1. Administración | | 3.5 % | | \$74.67 |
| 2. Imprevistos | | 5.0 % | | \$110.41 |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | \$185.08 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | \$2318.58 |

Cuadro A-10 Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 5 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada).

| I. COSTO DIRECTO | | | | |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$) | VALOR |
| | | | | |

| | | | | |
|--|--------|----|---|----|
| 1. RENTA DE LA TIERRA | | | | |
| 2. MANO DE OBRA PARA PRODUCCION | | | | |
| a. Preparación de la tierra | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| b. Siembra | Jornal | 13 | | |
| c. Primera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| d. Segunda Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Tercera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Primera limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| f. Segunda Limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| g. Primera Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| h. Segunda Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| i. Primera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| j. Segunda aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| k. Tercera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| l. Cuarta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |

| | | | | |
|---|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| m. Quinta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| g. Cosecha | Jornal | 7 | 5 | 35 |
| TOTAL | | | | \$250 |
| | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 3. INSUMOS | | | | |
| PARTIDA | | | | |
| a. Semilla | kg | 20 | \$2.10 | \$42 |
| b. Fertilizantes | | | | |
| - Formula 16-20-0 | Quintal | 6 | \$20.0 | \$120 |
| - Extracto de Moringa | l | 12 | \$5 | \$60 |
| c. Insecticidas | | | | |
| . Larvin | l | 3 | \$18 | \$54 |
| d. Fungicidas | | | | |
| - Amistar | sobre | 24 | \$3.5 | \$84 |
| e. Herbicidas | | | | |
| - Flex | l | 1.5 | \$24 | \$36 |
| - Gramoxone | l | 3 | \$6.5 | \$19.5 |
| - Hedonal | l | 3 | \$4.5 | \$13.5 |
| f. Otros | | | | |
| - Alquiler de Terreno | | | | \$50 |
| - (Rollos de pita, Hilo nylon, tutores, etc) | | | | \$1271.5 |
| g. Riego | | | | \$25 |
| TOTAL INSUMOS | | | | \$1775.5 |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | \$2025.5 |

| II. COSTO INDIRECTO | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 1.Administración | | 3.5 % | | \$70.89 |
| 2. Imprevistos | | 5.0 % | | \$104.82 |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | \$175.71 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | \$2201.21 |

Cuadro A-11 Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 10 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada).

| I. COSTO DIRECTO | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$) | VALOR |
| 1. RENTA DE LA TIERRA | | | | |
| 2. MANO DE OBRA PARA PRODUCCION | | | | |
| a. Preparación de la tierra | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| b. Siembra | Jornal | 13 | | |
| c. Primera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| d. Segunda Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Tercera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Primera limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| f. Segunda Limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| g. Primera Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| h. Segunda Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| i. Primera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| j. Segunda aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| k. Tercera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| l. Cuarta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| m. Quinta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| g. Cosecha | Jornal | 7 | 5 | 35 |
| TOTAL | | | | \$250 |
| | | | | |
| | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 3. INSUMOS | | | | |
| PARTIDA | | | | |
| a. Semilla | kg | 20 | \$2.10 | \$42 |
| b. Fertilizantes | | | | |
| - Formula 16-20-0 | Quintal | 6 | \$20.0 | \$120 |
| - Extracto de Moringa | l | 12 | \$6 | \$72 |
| c. Insecticidas | | | | |
| . Larvin | l | 3 | \$18 | \$54 |
| d. Fungicidas | | | | |
| - Amistar | sobre | 24 | \$3.5 | \$84 |
| e. Herbicidas | | | | |
| - Flex | l | 1.5 | \$24 | \$36 |
| - Gramoxone | l | 3 | \$6.5 | \$19.5 |
| - Hedonal | l | 3 | \$4.5 | \$13.5 |
| f. Otros | | | | |
| - Alquiler de Terreno | | | | \$50 |
| - (Rollos de pita, Hilo nylon, tutores, etc) | | | | \$1271.5 |
| g. Riego | | | | \$25 |
| TOTAL INSUMOS | | | | \$1787.5 |

| | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| | | | | |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | \$2037.5 |
| | | | | |
| II. COSTO INDIRECTO | | | | |
| | | | | |
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 1.Administración | | 3.5 % | | \$71.31 |
| 2. Imprevistos | | 5.0 % | | \$105.44 |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | \$176.75 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | \$2214.25 |

Cuadro A-12 Cálculo de costos de producción del Cultivo de frijol con aplicación de fertilizante foliar a base de hojas de Teberinto en concentración de 15 libras del extracto de la hoja diluido en 17 litros de agua (bombada).

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|-----------------------------|--------------|
| I. COSTO DIRECTO | | | | |
| | | | | |
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO (\$) | VALOR |
| 1. RENTA DE LA TIERRA | | | | |
| 2. MANO DE OBRA PARA PRODUCCION | | | | |
| a. Preparación de la tierra | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| b. Siembra | Jornal | 13 | | |
| c. Primera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| d. Segunda Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|------------------------|--------------|
| e. Tercera Fertilización | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| e. Primera limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| f. Segunda Limpia | Jornal | 5 | 5 | 25 |
| g. Primera Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| h. Segunda Aplicación de Herbicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| i. Primera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| j. Segunda aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| k. Tercera aplicación de Insecticidas y Fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| l. Cuarta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| m. Quinta aplicación de insecticidas y fungicidas | Jornal | 3 | 5 | 15 |
| g. Cosecha | Jornal | 7 | 5 | 35 |
| TOTAL | | | | \$250 |
| | | | | |
| | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 3. INSUMOS | | | | |
| PARTIDA | | | | |
| a. Semilla | kg | 20 | \$2.10 | \$42 |
| b. Fertilizantes | | | | |
| - Formula 16-20-0 | Quintal | 6 | \$20.0 | \$120 |

| | | | | |
|--|-------------------------|-----------------|------------------------|------------------|
| - Extracto de Moringa | l | 12 | \$7 | \$84 |
| c. Insecticidas | | | | |
| . Larvin | l | 3 | \$18 | \$54 |
| d. Fungicidas | | | | |
| - Amistar | sobre | 24 | \$3.5 | \$84 |
| e. Herbicidas | | | | |
| - Flex | l | 1.5 | \$24 | \$36 |
| - Gramoxone | l | 3 | \$6.5 | \$19.5 |
| - Hedonal | l | 3 | \$4.5 | \$13.5 |
| f. Otros | | | | |
| - Alquiler de Terreno | | | | \$50 |
| - (Rollos de pita, Hilo nylon, tutores, etc) | | | | \$1271.5 |
| g. Riego | | | | |
| TOTAL INSUMOS | | | | \$1799.5 |
| TOTAL COSTO DIRECTO | | | | \$2049.95 |
| II. COSTO INDIRECTO | | | | |
| PARTIDA | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | VALOR |
| 1.Administración | | 3.5 % | | \$71.74 |
| 2. Imprevistos | | 5.0 % | | \$106.08 |
| TOTAL COSTO INDIRECTO | | | | \$177.82 |
| TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN | | | | \$2227.77 |

Figura A-13 Análisis bromatológico del extracto de hojas de Teberinto (*Moringa sp*) y fertilizante foliar químico (NPK: 11-8-6). Laboratorio de Química Agrícola, de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE QUIMICA AGRICOLA

RESULTADO DE ANALISIS

Fecha: Ciudad Universitaria, 10 de octubre de 2018

Fecha de Ingreso: 21 / Agosto / 2017

Tipo de Muestra: Foliares a base de Teberinto – Moringa

Análisis Solicitado: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Zinc, Cobre, Hierro

Usuario: Br. José Benjamín Najarro - Paracentral


| No. Muestra | Identificación de la muestra | Nitrógeno (%) | Fosforo | | Potasio | | Calcio | | Magnesio | | Zinc | | Cobre | | Hierro | |
|-------------|--|---------------|-----------|-------|-----------|-------|----------|------|----------|------|---------|--------|--------|------|---------|------|
| | | | ppm | % | ppm | % | ppm | % | ppm | % | ppm | % | ppm | % | ppm | % |
| 281 | Foliar a base de teberinto - Moringa 5 Lb | 2.78 | 8436.09 | 0.84 | 7019.42 | 0.7 | 24589.26 | 2.46 | 4832.96 | 0.48 | 65.65 | 0.0066 | <0,2 | * | 343.13 | 0.03 |
| 282 | Foliar a base de teberinto - Moringa 10 Lb | 2.86 | 11077.5 | 1.11 | 9250.87 | 0.93 | 32580.63 | 3.26 | 6068.7 | 0.61 | 66.67 | 0.0067 | <0,2 | * | 392.59 | 0.04 |
| 283 | Foliar a base de teberinto - Moringa 15 Lb | 2.97 | 12161.49 | 1.22 | 10713.85 | 1.07 | 35373.04 | 3.54 | 6433.13 | 0.64 | 86.56 | 0.0087 | <0,2 | * | 1452.61 | 0.15 |
| 284 | Foliar Químico | 19.29 | 241320.65 | 24.13 | 203563.18 | 20.35 | 5838.26 | 0.58 | 3064.78 | 0.31 | 1708.70 | 0.1709 | 806.96 | 0.08 | 1194.78 | 0.12 |

Nota: Los resultados están reportados en base seca

Analista: Lic. Mario Antonio Hernández Melgar

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"


Lic. M.Sc. Freddy Alexander Carranza
Jefe del Departamento de Química Agrícola

