

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Facultad Regional Multidisciplinaria, Matagalpa.



Monografía para optar al título de Ingeniería Agronómica

Evaluación de cuatro fungicidas en el control de enfermedades del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su rendimiento en época de postrera en El Cerro el Calvario, Matagalpa, 2013.

Autoras:

Br. Ramona Dolores Gutiérrez López.

Br. Heydi del Rosario Huerta Palacios.

Tutor:

Ing. Francisco José Moreno Ayestas.

Matagalpa, 31 de Mayo del 2014.

DEDICATORIA

A Dios; por darme vida y salud para poder culminar mis estudios.

A mis padres: Ramón Gutiérrez y Dolores López por darme vida y apoyarme siempre.

A mis hermanos; en especial a mi hermana Dina Gutiérrez López por estar siempre en los momentos difíciles y ser parte de las alegrías de mi vida.

A mi hija: Vivian Fernanda por ser la luz de mi vida y mi motivo para superarme.

A mi tutor maestro y amigo: Ing. Francisco José Moreno Ayestas por impulsarme siempre a terminar mi carrera y por ser apoyo en cada etapa de mi vida.

Al profesor: Antonio Rodríguez (q.e.p.d) por brindarme su amistad y ayudarme.

SIEMPRE ESTARÁ EN MI CORAZÓN

A cada uno de los profesores que contribuyeron a que mi sueño se hiciera realidad.

Br. Ramona Dolores Gutiérrez López.

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador y María Santísima; por darme la vida, todo lo que soy y lo que tengo es por su divina misericordia, gracias por permitirme culminar mis estudios.

A mi madre: Francisca Palacios Blandón, quien me trajo al mundo, por ser una madre ejemplar, por apoyarme incondicionalmente, por sus consejos; pero sobre todo por su amor.

A mi padre: Rafael Huerta Gutiérrez, que con amor y comprensión está conmigo en cada momento, por ser un pilar fundamental para alcanzar mis metas, quien con esfuerzo y arduo trabajo logró formar de mi una profesional.

A mis hijas: Keyli Nahomi y Aylin Guadalupe Mejía Huerta; por ser la razón de mí existir, los seres por quien trato de dar lo mejor de mí, por ser la mayor bendición que Dios me ha regalado.

A mi esposo: Byron Mejía Pérez, por su amor y apoyo incondicional, por ser un buen amigo y estar a mi lado cuando lo necesito.

A mi hermano y hermanas: Rafael, Gladys, Yesenia, Yariela, Kenia, especialmente Damaris por apoyarme durante el período de mis estudios; por sus consejos e instarme a seguir adelante.

A mis sobrinos: Michael, Josué, Emerson, Samuel, Daniela, Yunaysi, Haniseth y Alexandra; por ser la alegría y bendición de nuestra familia.

A mi suegra: Auxiliadora Pérez; por su apoyo, sus consejos a luchar por lo que quiero y seguir adelante aunque el camino sea largo.

A mis amigas: Indira Tórrez, Karen Díaz, Anielka González y Arlen Toruño; con quienes he compartido alegrías y tristezas.

Br. Heydi del Rosario Huerta Palacios.

AGRADECIMIENTO

A Dios nuestro creador por darnos la vida, sabiduría y entendimiento para culminar una meta más en nuestras vidas.

A nuestro tutor Ing. Francisco José Moreno Ayestas por dedicarnos parte de su tiempo, paciencia, disponibilidad y apoyo incondicional durante el período de nuestros estudios; pero sobre todo durante la elaboración de nuestro trabajo.

Al MSc. Julio César Laguna Gámez por brindarnos tiempo, compartir sus conocimientos en el transcurso de nuestra carrera, por su apoyo y asesoría.

Al Sr. Julio Castillo por apoyarnos hacer posible la realización de esta investigación.

A todos los maestros que colaboraron en nuestra formación profesional motivándonos a seguir adelante, en especial:

MSc. Virginia López Orozco

MSc. Francisco Javier Chavarría Aráuz

MSc. Evelyn Calvo Reyes

Dr. Jairo Emilio Rojas Meza

MSc. Carmen Fernández Hernández

Al Sr. Noel González por su apoyo durante el transcurso de la carrera.

Br. Ramona Dolores Gutiérrez López

Br. Heydi del Rosario Huerta Palacios

OPINIÓN DEL TUTOR

Yo, Francisco José Moreno Ayestas, tutor de la monografía titulada “Evaluación de cuatro fungicidas en el control de enfermedades en el cultivo de frijol en la comunidad Cerro El Calvario durante el Primer Semestre del año 2014” doy testimonio que el trabajo realizado por las bachilleres Ramona Dolores Gutiérrez López y Heydi del Rosario Huerta Palacios para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, cuya tesis cumple con la Normativa de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.

Por lo cual estimo que existe correspondencia entre el problema de investigación, objetivos, contenido del trabajo, conclusiones y recomendaciones, por lo que tiene rigurosidad científica requerida para este tipo de trabajo.

Por último me permito felicitar a las bachilleres Gutiérrez y Huerta por su esfuerzo, dedicación y entrega en la realización del presente trabajo de investigación.

Ing. Francisco José Moreno Ayestas

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en la finca San Antonio, comunidad El Calvario propiedad del señor Julio Castillo, ubicada a 5 km de la ciudad de Matagalpa. Se evaluó el efecto que tienen cuatro fungicidas en el control de enfermedades y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en época de postrera, año 2013; las variables evaluadas fueron altura de planta (cm), enfermedades (incidencia) y rendimiento (en kg/ha) en el cultivo del frijol variedad Chile Rojo # 1. La investigación es de carácter experimental, con un diseño de BCA, donde se establecieron cinco tratamientos y cuatro repeticiones separados por 1 metro entre bloque, el área total del ensayo fue 690 m². Los datos provenientes del experimento se procesaron utilizando análisis de varianza ANDEVA, considerando además la prueba de rangos múltiples de Duncan, mediante el programa estadístico SPSS versión 19. Los resultados obtenidos en cuanto a la variable altura ostentó los mayores promedios con el tratamiento Amistar 50, así como la fórmula Phyton 24 SC causó efecto en el control de mancha angular, enfermedad que se presentó en la etapa R8 (llenado de vainas); y por consiguiente su efecto en el rendimiento del frijol; los tratamientos que causaron un menor efecto fueron Funbact 24 SL en la variable altura y el Testigo absoluto no causó efecto alguno en el control de mancha angular.

ÍNDICE

Contenido	Páginas
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	iii
OPINIÓN DEL TUTOR.....	iv
RESUMEN.....	v
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES.....	4
III. JUSTIFICACIÓN.....	9
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	11
4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	11
V. OBJETIVOS.....	12
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	122
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN.....	13
VII. MARCO TEÓRICO.....	14
7.1. Origen del cultivo de frijol.....	14
7.2. Producción de frijol en Centroamérica.....	14
7.3. Producción de frijol en Nicaragua.....	15
7.4. Taxonomía.....	16
7.5. Morfología.....	18
7.6. Ciclo vegetativo.....	17
7.7. Etapas fenológicas.....	18

7.8. Propiedades alimentarias del frijol	19
7.9. Factores climáticos	199
7.10. Manejo Agronómico.....	21
7.11. Semillas	23
7.11.1. Variedades	23
7.12. Fertilización.....	25
7.13. Malezas.....	26
7.13.1. Control de malezas	27
7.14. Siembra.....	29
7.15. Enfermedades	30-45
Importancia económica y síntomas	
Condiciones adecuadas para la enfermedad	
Manejo integrado	
7.16. Plagas.....	45 - 64
Descripción	
Daños	
Control	
7.17. Cosecha.....	64
7.18. Fungicidas.....	65
7.18.1. Amistar 50 WG.....	65
7.18.2. Phyton 24 SC.....	66
7.18.3. Funbact 24 SL.....	67
7.18.4. Carbendazim 50 SC.....	68
VIII.DISEÑO METODOLÓGICO	69
8.1. Ubicación geográfica.....	69

8.2. Tipo de estudio	70
8.3. Diseño experimental	70
8.4. Técnicas de investigación	72
8.5. Manejo agronómico	72
8.6. Variables evaluadas	73
8.7. Análisis estadístico	74
8.8. Operacionalización de variable	75
IX. ANÁLISIS Y RESULTADOS DE DISCUSIÓN	76
9.1. ANDEVA para la variable Mancha Angular	76
9.2. ANDEVA para la variable Altura 1	79
9.3. ANDEVA para la variable Altura 2	82
9.4. ANDEVA para la variable Altura 3	85
9.5. ANDEVA para la variable Altura 4	88
9.6. ANDEVA para la variable Número de Vainas	91
9.7. ANDEVA para la variable Número de Granos/Vaina	94
9.8. ANDEVA para la variable Rendimiento	97
X. CONCLUSIONES	100
XI. RECOMENDACIONES	101
IX. BIBLIOGRAFÍA	102

ANEXOS

Anexo 1. Hoja de campo	108
Anexo 2. Guía para determinar al tacto las diferentes clases texturales.....	109
Anexo 3. Cronograma de actividades.....	110
Anexo 4. Fotos de fase de campo.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas fenológicas del frijol.....	18
Figura 2. Mal del talluelo	31
Figura 3. Amarillamiento	32
Figura 4. Tizón sureño.....	33
Figura 5. Mustia hilachosa.....	34
Figura 6. Mancha angular.....	36
Figura 7. Falsa mancha angular.....	37
Figura 8. Antracnosis.....	39
Figura 9. Roya	40
Figura 10. Tizón común	41
Figura 11. Mosaico dorado amarillo.....	43
Figura 12. Amachamiento	44
Figura 13. Localización del Departamento de Matagalpa.....	69
Figura 14. Localización del Cerro El Calvario.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variedad de frijol.....	24
Tabla 2. Densidad de siembra.....	25
Tabla 3. Escala para la evaluación de las enfermedades	45
Tabla 4. Plano de campo.....	71
Tabla 5. Tratamientos evaluados con sus diferentes dosis de aplicación.....	72
Tabla 6. Variables e indicadores.....	75
Tabla 7. Resultados de ANDEVA para la variable Mancha Angular	76
Tabla 8. Separación de medias por Duncan mancha angular	77
Tabla 9. Resultados de ANDEVA en Altura 1	79
Tabla 10. Separación de medias por Duncan Altura 1	80
Tabla 11. Resultados de ANDEVA en Altura 2	82
Tabla 12. Separación de medias por Duncan Altura 2	83
Tabla 13. Resultados de ANDEVA en Altura 3.....	85
Tabla 14. Separación de medias por Duncan Altura 3	86
Tabla 15. Resultados de ANDEVA en Altura 4.....	88
Tabla 16. Separación de medias por Duncan Altura 4	89
Tabla 17. Resultados de ANDEVA para la variable Número de Vainas	91
Tabla 18. Separación de medias por Duncan para Número de Vainas.....	92
Tabla 19. Resultados de ANDEVA para la variable Granos/Vaina	94
Tabla 20. Separación de medias por Duncan para Número de Granos/Vaina	95

Tabla 21. Resultados de ANDEVA para la variable Rendimiento.....97

Tabla 22. Separación de medias por Duncan en Rendimiento98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Incidencia de Mancha Angular.....78

Gráfico 2. Promedio de la Altura 1 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados ...81

Gráfico 3. Promedio de la Altura 2 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados ...84

Gráfico 4. Promedio de la Altura 3 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados ...87

Gráfico 5. Promedio de la Altura 4 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados ...90

Gráfico 6. Promedio del Número de Vainas.....93

Gráfico 7. Promedio del Número de Granos/Vainas96

Gráfico 8. Rendimiento de los tratamientos evaluados99

I. INTRODUCCIÓN

Es fundamental mencionar la importancia que tiene el cultivo del fríjol tanto en el contenido social como económico, pues es uno de los principales productos que forman parte de la canasta básica alimentaria en algunos países del mundo, pero principalmente a nivel nacional.

En el año 2003, se produjeron a nivel mundial 19 millones de toneladas de fríjol seco, destacándose Brasil como el mayor productor con una participación del 17 % (3,3 millones) y Colombia con tan solo 125.000 toneladas producidas. Sin embargo, hay que considerar que muchos de los grandes países productores registran pocos volúmenes de exportación principalmente por la importancia de sus mercados domésticos para sus propias producciones. Este es el caso de Brasil, que a pesar de ser el mayor productor mundial de frijoles, prácticamente no participa en el comercio mundial (Velásquez & Giraldo, 2005). En la mayoría de los países productores de frijol, los agricultores siembran variedades mejoradas de frijol.

Visualizando las exportaciones por región, Nicaragua concentra sus exportaciones principalmente a Venezuela; aunque también se reflejan a nivel de Centro y Norte América y España, las mismas no son significativas. Entre los meses de Enero-Abril del corriente año se han exportado aproximadamente 27,078,300.64 Kg a nivel mundial (CETREX, 2014).

La producción de frijol en Nicaragua se caracteriza por ser una actividad de pequeños productores en diferentes zonas del país. El grano se ha cultivado históricamente en función de la dieta alimenticia básica del nicaragüense, constituida por maíz, frijol y arroz. Otros países Centroamericanos también son consumidores de frijol, particularmente los vecinos: El Salvador y Costa Rica. En la medida en que la actividad agrícola en estos países ha disminuido, la necesidad de importar frijoles ha ido en aumento; de ahí la importancia reciente del producto en las exportaciones del país. A pesar de la importancia del fríjol en Centroamérica, la producción de este rubro se caracteriza por tener niveles de rendimiento y productividad bajos, sobre todo en Nicaragua. El cultivo se muestra altamente vulnerable

a daños climáticos (propios del trópico) e incidencias de plagas, y no ha alcanzado un buen desarrollo tecnológico (Paz, Flores & Delmelle, 2007). Por las características topográficas de los suelos de ladera en las que se desarrolla el cultivo, no se utilizan prácticas modernas de mecanización, ni altos niveles de tecnificación, lo cual se traduce en bajas productividades, pero convierte el frijol en una actividad altamente generadora de empleo.

Las propiedades nutritivas que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas y minerales; además, este alimento también es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico (Ulloa & Ramirez, 2011).

El frijol se adapta bien desde 200 hasta 1500 msnm, el cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante la época 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 (FONDEAGRO, 2001). Las siembras de frijol se realizan en su mayoría en época de invierno para que las etapas que requieren mayor cantidad de agua se vean favorecidas y además que la cosecha coincida con la época seca, ya que los productores, en su mayoría no utilizan riego.

La época más adecuada para el frijol es aquella en que además de ofrecer las condiciones climáticas para un buen desarrollo y crecimiento del cultivo, permite que la cosecha coincida con el período de baja o ninguna precipitación o lluvia, para evitar daños en el grano provocados por el exceso de agua. En Nicaragua, la siembra de frijol se realiza entre épocas denominadas primera (mayo, junio), postrera (septiembre) y Apante (noviembre-diciembre) (SAG, 2011).

El presente estudio se llevó a cabo en la finca San Antonio, comunidad El Calvario propiedad del señor Julio Castillo, ubicada a 5 km de la ciudad de Matagalpa; el cual consistía en evaluar el control de enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Chile Rojo # 1; mediante la aplicación de cuatro fungicidas y su rendimiento en época de postrera, año 2013; utilizando un diseño de Bloques Completos al Azar, donde se utilizaron instrumentos como hoja de campo, observación, para valorar incidencia de enfermedades

fungosas, siendo Mancha Angular la de mayor afectación. Esta enfermedad fue controlada mediante la aplicación de los diferentes tratamientos, presentando mejores resultados Phyton 24 SC y Amistar 50.

II. ANTECEDENTES

A medida que transcurren los años a nivel mundial se realizan diferentes proyectos que permiten enriquecer los conocimientos del ser humano; entre ellos el estudio realizado en Mesoamérica que resume los resultados de dos experimentos elaborados en 1991 y 1992 en el Centro Experimental de Café del Pacífico Central-Jardín Botánico, Masatepe, Nicaragua. Se planteó el objetivo de estudiar el comportamiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en cuanto a su crecimiento y rendimiento, sembrado en asocio con café (*Coffea arabica* L.) Catuaí amarillo de cinco años de edad. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, dos tratamientos con cuatro repeticiones, los tratamientos fueron: Frijol en Primera; Frijol en postrera; en el primer y segundo año. Las plantas más bajas se obtuvieron en la época de primera, esto producto de una mayor densidad de plantas iniciales, el número de vainas por planta de frijol se redujo en comparación con promedio de la variedad, consecuencia de las condiciones ambientales, lo que también afectó el peso de mil granos de frijol común. El rendimiento fue mayor en las épocas de primera en ambos años, mostrando con esto la importancia de la semilla a utilizar, los promedios de rendimiento obtenidos en ambos años están cercanos al promedio nacional de rendimiento de frijol en unicultivo, demostrándose con esto la validez del sistema de asocio frijol en calles de café (Blanco, Corrales, Chevez & Campos, 1995).

En México se realizó otro estudio basado en la resistencia genética y control químico de la roya del frijol en el trópico húmedo. En cuanto al mejoramiento genético, desde 1980 se han llevado a cabo evaluaciones de líneas avanzadas, pruebas preliminares y ensayos regionales de rendimiento y como resultado se liberaron en 1981 las variedades "Negro Veracruz", tolerante a roya, y "Negro Huasteco-81", resistente; y en 1991 se liberó la variedad "Negro Cotaxtla-91", resistente; y en lo que se refiere a control químico, en 1990 se iniciaron trabajos de evaluación de fungicidas para el control de la roya en varias localidades. El uso de fungicidas en variedades susceptibles como Jamapa, incrementó los rendimientos en más de 200 kg/ha; los fungicidas que dieron los mejores resultados fueron: Hexaconazole (0,5 l/ha), Maneb (3 kg/ha) y Tehuconazole (0,5 kg/ha), donde el costo de la

aplicación de fungicidas se pagó con un incremento en el rendimiento de frijol de 75 kg/ha (Becerra, López & Acosta, 1995).

El estudio rendimiento y reacción a enfermedades de genotipos de frijol en condiciones de temporal y humedad residual realizado en Chiapas, Veracruz y Puebla tuvo como objetivo determinar el comportamiento productivo de genotipos de frijol negro. En 2008 se estableció un ensayo en Ocozocoautla, Chiapas, Orizaba, Veracruz y Tecamachalco, Puebla, en temporal y en Medellín de Bravo y San Andrés Tuxtla, Veracruz, con humedad residual; se evaluaron 11 variedades y cinco líneas, en diseño látice 4 x 4 con cuatro repeticiones. En campo se cuantificó su reacción al virus del mosaico común, mancha angular, roya y antracnosis, con la escala de 1 a 9 del CIAT, así como el rendimiento de grano en kilogramos por hectárea. Se realizó análisis de varianza de cada enfermedad, las cuales se correlacionaron con el rendimiento de grano; así como análisis combinado del rendimiento de los genotipos por condición de humedad y análisis de conjunto de todos los ambientes de prueba, para la separación de promedios se aplicó la DMS (probabilidad de error) al 0.05. La variedad Negro Papaloapan rindió 1,753 kg ha⁻¹ en temporal y 1,333 kg ha⁻¹ con humedad residual; ambos rendimientos promedios fueron estadísticamente superiores al del resto de los genotipos. La incidencia de antracnosis ($r = -0.516^*$) en la primera condición y de mancha angular ($r = -0.528^*$) en la segunda, disminuyeron significativamente el rendimiento de frijol. La variedad Negro Papaloapan fue el más productivo en ambas condiciones de humedad y mostró resistencia al mosaico común y mancha angular y tolerancia a antracnosis (Tosquy, López, Acosta, Ugalde & Villar, 2012).

En Colombia en el año 1998, se realizó un proyecto de investigación donde se evaluaron calidad y pérdidas post-cosecha de frijol fresco (*Phaseolus vulgaris* L), que se comercializa en la ciudad de Neiva. Se realizaron caracterizaciones físicas y químicas del producto, dichas pruebas condujeron a la conclusión que el frijol presenta un comportamiento típico de un fruto climatérico. Las pérdidas por peso en el manejo tecnológico tradicional fueron del 27.13 % hasta las 36 horas; las pérdidas por daños se evaluaron según la Norma ICONTEC 871 (Solórzano, 1998).

En Suramérica se evaluaron variables como altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* (vinculado con frijol) en dos localidades de Venezuela. Se llevaron a cabo ensayos entre los meses de noviembre de 2001 y febrero 2002. El diseño experimental fue bloques al azar con tres repeticiones. El genotipo que alcanzó mayor altura de planta en ambas localidades fue MEM-02-00-19, por su hábito de crecimiento indeterminado trepador. El análisis de varianza y la prueba de medias de Duncan detectaron diferencias significativas para el rendimiento en Maracay. Los materiales con mayor rendimiento fueron de la especie *Vigna unguiculata*: MS-01-00-09 (2114,1 kg/ha) y JA-01-00-05 (1605,6 kg/ha). Las vainas de mayor longitud y total de semillas por vainas se observaron en MS-01-00-09, con 14,2 cm de longitud y 10,9 semillas/vainas. En el genotipo de *Vigna umbellata*, MEM- 02-00-19 se obtuvo el mayor número de vainas por planta con 17,5. El rendimiento se correlacionó positivamente con la longitud de vaina y número de semillas por vaina. El uso del genotipo MEM-02-00-19, *Vigna umbellata* es más para cultivos asociados, por su hábito de crecimiento trepador (Flores, Madriz, Warnock & Trujillo, 2004).

En Chile en el año 2008, se editó el libro Resultados y Lecciones en Biocontrol de Enfermedades Fungosas con *Trichoderma* spp; incluyendo enfermedades en el cultivo del frijol. El proyecto incluyó una fase experimental donde se contempló una fase de difusión y transferencia tecnológica donde se dio a conocer los resultados a productores orgánicos de todo el país. El almacenaje de *Trichoderma* con los medios que disponía el laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Talca, comprobó que la *Trichoderma* no es útil más allá de cuatro meses. Es mucho más factible económica y técnicamente un sistema de producción continuo, el cual demostró mejores resultados en el control de enfermedades, al entregar como producto final una mezcla de conidias y de micelio. Las enfermedades fúngicas controladas por *Trichoderma* en frijol son: Moho gris (*Botrytis* sp), Actracnosis (*Colletotrichum* sp) y Marchitamiento vascular (*Fusarium* sp); en síntesis, el uso de esta herramienta productiva está directamente relacionado con una actividad con grandes proyecciones de crecimiento; el hecho de reconocerse como una línea de productos nuevos, sanos, amigables con el medio ambiente, tiene un alto potencial futuro (Fundación para la Innovación Agraria, 2008).

A nivel Centroamericano, en Costa Rica se evaluaron las variedades de frijol Guaymí y la línea MUS 181 en cinco densidades de siembra (140.000, 170.000, 200.000, 230.000 y 260.000 plantas por hectárea), con y sin aplicación de fungicida Benomyl 50 PM en dosis de 0,35 kg/ha. Se determinaron las pérdidas en rendimiento causadas por patógenos y se realizó un análisis económico de la actividad. Hubo baja incidencia de *Mustia Hilachosa* y las densidades de siembra de 140.000 a 170.000 plantas por hectárea presentaron los mayores beneficios netos y la más alta tasa de retorno marginal. El análisis estadístico de los resultados se realizó por medio del SAS (Statistical Analysis System). En todos los experimentos se analizaron el número de plantas cosechadas por parcela, el número de vainas en cinco plantas y el rendimiento expresado en gramos por parcela. Además, se realizó una correlación simple entre las variables estudiadas y la densidad con el objetivo de observar la tendencia de los tratamientos (Mora, Fernández, Flores & Solórzano, 1998).

A mediados de los años 90's, Nicaragua inicia la actividad de exportación frijolera llegando al 2006 con un volumen de exportación que alcanza las 50 mil toneladas que incluye todos los tipos (rojo, blanco, negro). La producción de fríjol de exportación, se inició con el fríjol negro promovido por el Fondo Nicaragüense de Inversión (FNI), el cual tenía por destino el mercado mejicano en el marco del Tratado de Libre Comercio (TLC) firmado con aquel país, sin embargo, en la actualidad, la exportación de fríjol se concentra en el fríjol negro a Venezuela y el frijol rojo, el cual se exporta principalmente a El Salvador (FUNICA, 2006).

Nicaragua igualmente participa en la elaboración de estudio como es uno de ellos la cadena del fríjol, el cual tuvo como propósito identificar los principales cuellos de botella (Dificultades) que enfrentan los pequeños y medianos productores para la comercialización del grano. En la metodología se partió de identificar algunas de las zonas con mayor producción del grano a través de un mapeo de las principales áreas geográficas con información del cultivo reportadas en el último censo agropecuario. Los resultados indican que el 41 % de los productores realiza una sola venta de fríjol en el año, en muchos casos se trata de productores de subsistencia y que solamente destinan una pequeña parte de su producción para la venta. El 45 % realiza dos transacciones al año y solamente el 14 % de los encuestados realiza tres ventas al año (Paz, Flores & Delmelle, 2007).

Otro estudio realizado por la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua (FUNICA), denominado Análisis Subsectorial del Frijol creado en el marco del Proyecto Desarrollo de Mercados de Tecnología, para el cual fue preciso entrevistar a productores, acopiadores, empacadores, distribuidores así como a técnicos de oficinas gubernamentales y no gubernamentales en los departamentos de Jinotega, Matagalpa y la RAAS. Los resultados muestran que para alcanzar niveles de competitividad, el país debe incrementar la productividad con enfoque social a través del uso de variedades mejoradas, especialmente aquellas que los consumidores prefieren. También es impostergable implementar programas que promuevan el cambio tecnológico sustituyendo el uso de químicos por insumos eco-amigables acompañado de programas de suministro de información de mercado y el fortalecimiento de los contactos entre productores, acopiadores y comercializadores incluso con exportadores e importadores del producto (FUNICA, 2006).

III. JUSTIFICACIÓN

La importancia de una enfermedad en un cultivo está determinada por su influencia en el rendimiento, la calidad y en el costo de su manejo. Se ha estimado que por ejemplo la antracnosis en el frijol ha causado pérdidas que oscilan entre 80 y 100 % de la producción. Generalmente el combate o el manejo de las enfermedades se basa en la protección de las plantas para evitar la enfermedad, ya que una vez que ésta se establezca es muy difícil eliminarla. Por lo tanto es necesario conocer el agente causal, la epidemiología de la enfermedad, identificar sus síntomas, entre otros aspectos, para que este propósito sea cumplido. La mancha angular es una enfermedad de primordial importancia, causando el manchado de vainas y defoliación; en 1954, se registraron pérdidas de un 50 % ó más en varias áreas productivas comerciales del cultivo de frijol en el centro de Wisconsin (León, 2009). Esto demuestra la importancia del estudio del cultivo de frijol y las enfermedades que afectan su rendimiento.

En el año 2030 la humanidad habrá alcanzado casi nueve mil millones de habitantes donde se tendrá que producir una tercera parte más de alimento, basada principalmente en un incremento de productividad por área, ya que la tierra y el agua disponible será cada vez más escasa. Los esfuerzos para evitar la carencia de alimentos en el futuro empiezan hoy, de ahí que es necesario en primera instancia tener la cultura de la producción, donde es importante el productor y la condición productiva de su medio ecológico (Hernández, 2009). Es importante que las generaciones futuras hereden el conocimiento técnico y científico de la producción, ya que es por medio de la innovación tecnológica que se realizan los cambios reales para ser más competitivos en la agricultura.

La sociedad reclama un desarrollo sostenible lo que conlleva una sostenibilidad que abarca lo económico, lo social, y lo ambiental, actualmente el papel de esta leguminosa sigue siendo fundamental en lo económico, porque presenta para la economía campesina una fuente importante de ocupación e ingreso, así como una garantía de seguridad alimentaria, vía autoconsumo. El gran desafío actual es investigar, crear, experimentar y adaptar tecnologías que permitan producir a menores costos pero con mayores rendimientos,

productos más sanos, de mejor calidad, con mayor competitividad y que a su vez aseguren la sostenibilidad económica sin impactos desfavorables al ambiente.

Es en el sector rural del país donde el problema de la pobreza se manifiesta con mayor crudeza, al concentrarse en él la mayor cantidad de pobres, situación que tiene como causa fundamental el atraso tecnológico con que se desarrollan las actividades productivas del sector agrario.

Este estudio está enfocado para beneficiar de manera directa, principalmente a pequeños y medianos productores; ya que en él se detallarán puntos básicos para obtener mejores resultados en el rendimiento del cultivo del frijol; mediante la utilización del fungicida adecuado para controlar enfermedades que afectan las diferentes etapas fenológicas de dicho cultivo, y poder evitar pérdidas por la presencia de patógenos necróticos. Así mismo será de gran utilidad para los estudiantes de Ingeniería Agronómica, Economía, Administración entre otras carreras; debido a que es poca la información existente en la Universidad sobre esta problemática.

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pequeños agricultores son los protagonistas de la actividad productiva del frijol, un producto que día a día toma mayor relevancia en la economía nacional, debido al crecimiento que registra en las exportaciones; pero también un rubro que enfrenta una serie de factores los cuales se conjugan para causar una reducción en la producción por la falta de financiamiento, poca tecnología y la más importante el ataque de enfermedades al cultivo, de aquí se deriva la importancia de un control adecuado y efectivo.

Debido a la situación económica de pequeños y medianos productores y con el propósito de brindar información que mejore ésta problemática a nivel nacional, se plantean las siguientes interrogantes:

4.1. PREGUNTA GENERAL.

¿Cuál es el efecto que tienen cuatro fungicidas en el control de enfermedades y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en época de postera, en el Cerro El Calvario, Matagalpa, año 2013?

4.2. PREGUNTAS ESPECÍFICAS.

¿Cuáles son las enfermedades que afectan el cultivo del frijol y su incidencia en el rendimiento durante su ciclo vegetativo?

¿Cuál es el efecto de los fungicidas Phyton 24 SC, Carbendazim 50 SC, Funbact 24 SL, Amiztar 50 y un testigo absoluto; mediante la altura y el número de vainas de la planta?

¿Cuál es el rendimiento del frijol en cada una de las parcelas a partir de la aplicación de los diferentes fungicidas?

V. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el efecto que tienen cuatro fungicidas en el control de enfermedades y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en época de postrera, en el Cerro El Calvario, Matagalpa, año 2013.

5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar las enfermedades que afectan el cultivo del frijol y su incidencia en el rendimiento durante su ciclo vegetativo.

Valorar el efecto de las fórmulas químicas Phyton 24 SC, Carbendazim 50 SC, Funbact 24 SL, Amistar 50 y un testigo absoluto; mediante la altura y el número de vainas de la planta.

Estimar el rendimiento del frijol en cada una de las parcelas a partir de la aplicación de los diferentes fungicidas.

VI. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

6.1. HIPÓTESIS GENERAL.

6.1.1. Ha. Al menos uno de los cuatro fungicidas aplicados en el cultivo del frijol, estudiados en el Cerro El Calvario, Matagalpa; causan efecto sobre las enfermedades fungosas que afectan el rendimiento.

6.1.2. Ho. Ninguno de los cuatro fungicidas aplicados en el cultivo del frijol, estudiados en el Cerro El Calvario, Matagalpa; tendrá efecto sobre las enfermedades fungosas que afectan el rendimiento.

6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

6.2.1. Ha. Al menos una de las fórmulas supera al testigo en cuanto a las variables crecimiento.

Ho. Ninguna de las fórmulas supera al testigo en cuanto a las variables crecimiento.

6.2.2. Ha. Los tratamientos utilizados causan efecto sobre patógenos necróticos encontrados en el cultivo del frijol.

Ho. Los tratamientos utilizados no causan efecto alguno sobre patógenos necróticos encontrados en el cultivo del frijol.

6.2.3. Ha. A partir de la aplicación de los diferentes fungicidas al cultivo del frijol, se obtuvo un mayor rendimiento.

Ho. A partir de la aplicación de los diferentes fungicidas al cultivo del frijol, no se logró un buen rendimiento.

VII. MARCO TEÓRICO

7.1. Origen del cultivo de frijol

El frijol es de origen americano; los restos más antiguos de esta planta, ya domesticada, se encontraron en las cuevas de Coxcatlán, en el valle de Tehuacan Puebla y datan de hace 4,975 años AC. La planta de frijol más antigua encontrada en Perú data de hace unos 2,200 años; debido a esto se cree que el frijol fue introducido a las costas de Perú por América Central. Fue llevada a Europa por los españoles y portugueses en el siglo XVI (INIFAP, 2001).

México se ha reconocido como el más probable centro de su origen, o al menos, como el centro primario de diversificación. El cultivo del frijol se considera uno de los más antiguos. Algunos de los hallazgos arqueológicos en México y Sudamérica indican que se conocía hace algunos 5,000 años antes de Cristo (Ulloa & Ramírez, 2011).

El frijol fue uno de los primeros granos cultivados. La mayoría de las variedades actuales, tienen como origen el África, Asia, y Medio Oriente. El frijol, presuntamente, fue introducido en América por las tribus nómadas que cruzaron el estrecho Bering hasta Alaska. Hay evidencia que en el siglo décimo los Aztecas en México usaron el frijol como un grano básico, y que los Incas lo introdujeron a Suramérica (Velázquez & Giraldo, 2005).

Son muchas las teorías sobre el origen del cultivo de frijol, pero la más aceptada debido a literaturas consultadas es que el tema en discusión pertenece a México ya que existe un acuerdo relativo que indica a México como su lugar de origen.

7.2. Producción de frijol en Centroamérica

Los principales productores de frijol son: India, Brasil, Estados Unidos, México y China, siendo estos mismos países los principales consumidores a nivel mundial. En cuanto a la comercialización del producto, entre los principales exportadores figuran: China, Estados Unidos, Canadá, Argentina quienes producen diferentes variedades de frijoles (Paz, Flores & Delmelle, 2007).

Según Paz *et al* (2007) los países Centroamericanos, se diferencian en cuanto al tipo de frijól que consumen. Nicaragua, Honduras y El Salvador producen y consumen frijól rojo, mientras que Guatemala y Costa Rica producen y consumen mayoritariamente frijoles negros. Aunque Nicaragua no sea uno de los países que produzca gran cantidad de frijól; no significa que se vea en la necesidad de importar este grano; ya que produce lo necesario para abastecer el consumo a nivel nacional.

7.3. Producción de frijól en Nicaragua

Nicaragua es el mayor productor de frijól en América Central. Su producción, en forma mayoritaria, proviene del cultivo de frijoles criollos con color de grano rojo claro, denominados color rojo-seda. Estos frijoles son producidos predominantemente en la región nor-oeste del país, conocida como Las Segovias y conformada por los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia (Red SICTA, IICA & Cooperación Suiza en América Central, 2011). El frijól que tiene mayor demanda a nivel nacional es el de color rojo, esto se debe a que tiene un mejor sabor.

La producción de frijól ha mostrado una tendencia creciente, aunque en algunos casos irregular; y en los últimos 10 años ha pasado de aproximadamente 1, 200,000 qq a casi 5 millones de qq. La tendencia positiva que experimenta la producción se debe al aumento sustancial del área cosechada, sin embargo el rendimiento por manzana no ha variado mucho en los últimos 10 años manteniéndose entre los 8 y 13 qq lo cual se deriva de la susceptibilidad del rubro a daños climáticos y plagas, como también de la falta de tecnificación y de manejo del cultivo (Paz *et al*, 2007). En efecto la trayectoria en el área de siembra ha aumentado debido a la exportación de dicho grano a diferentes países como Venezuela y El Salvador; se aprecia el crecimiento en la producción pero desafortunadamente con un nivel tecnificado muy bajo. Los productores siembran en laderas con un porcentaje de pendiente muy alto, además el uso inadecuado de agroquímicos todo esto repercute en el deterioro del suelo y en sí de todo el medio ambiente; por lo tanto es necesario emprender nuevas técnicas en este tema no solo para obtener mayores rendimientos sino mejor calidad.

Según datos del tercer censo agropecuario (CENAGRO) realizado por el Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) en el 2001, en Nicaragua existen 114,976 fincas que producen frijol, es decir que el 58 % de las fincas que se encuentran en el país. Los departamentos con mayor número de fincas son la Región Autónoma del Atlántico Sur (RAAS) Región Autónoma del Atlántico Norte (RAAN) y Matagalpa con 14, 12 y 14 % respectivamente (IICA-MAGFOR & CENAGRO, 2004). Para este año se esperan incrementen las área de siembra del frijol, al haber crecimiento en las áreas de siembra se evita el alto precio del frijol.

7.4. Taxonomía

Desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. fue asignado por Lineo en 1753.

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionoidene

Tribu: Phaseolac

Subtribu: Phascolinae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

(COVECA, 2011)

El género *Phaseolus* incluye aproximadamente 35 especies, de las cuales cuatro se cultivan. Son ellas: *P. vulgaris* L.; *P. lunatus* L.; *P. coccineus* L., y *P. acutifolius* A. Gray *vanlatifolius* Freeman (Arias, Rengifo & Jaramillo, 2007).

7.5. Morfología

Por su amplia adaptación a diferentes climas, el frijol tiene diversas características; sin embargo, todas ellas tienen mucho en común. Esta planta es de forma arbustiva y su

crecimiento puede ser tanto determinado donde su altura varía entre 30 y 90 cm, y de crecimiento indeterminado con altura generalmente mayor a 80 cm. (Parsons, 1990).

Raíz principal: Puede alcanzar una profundidad de 1 a 2 m.

Raíces laterales: Éstas desarrollan una radícula cónica.

Nódulos en las raíces: En ellos se encuentran las bacterias simbióticas que fijan el nitrógeno del aire.

Hojas-cotiledones: Son las primeras dos especies de hojas de forma acorazonada, sencillas y opuestas. Estas hojas son el resultado de la germinación epigea, o sea, cuando los cotiledones salen a la superficie.

Hojas verdaderas: Estas hojas son pinnadas, trifoliadas y pubescentes. Su tamaño varía de acuerdo con la variedad del frijol.

Inflorescencia: Ésta aparece en forma de racimo. Nace en la axila de las hojas.

Flor: Está formada de cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres y un pistilo. Esta flor es típica de las leguminosas. Sus pétalos difieren morfológicamente, pero en conjunto forman la corola.

Estandarte: Es el pétalo más grande. Está situado en la parte superior de la corola.

Alas: Son los dos pétalos laterales.

Quilla: Son los dos pétalos inferiores, unidos por los bordes laterales.

Legumbre: Es el fruto de las leguminosas. La semilla está encerrada en una vaina, el color de la vaina puede ser verde, blanco o plateado. Las semillas se propagan por dehiscencia, o sea, que la vaina al madurar se abre dejando escapar sus semillas (Parsons, 1990).

7.6. Ciclo vegetativo

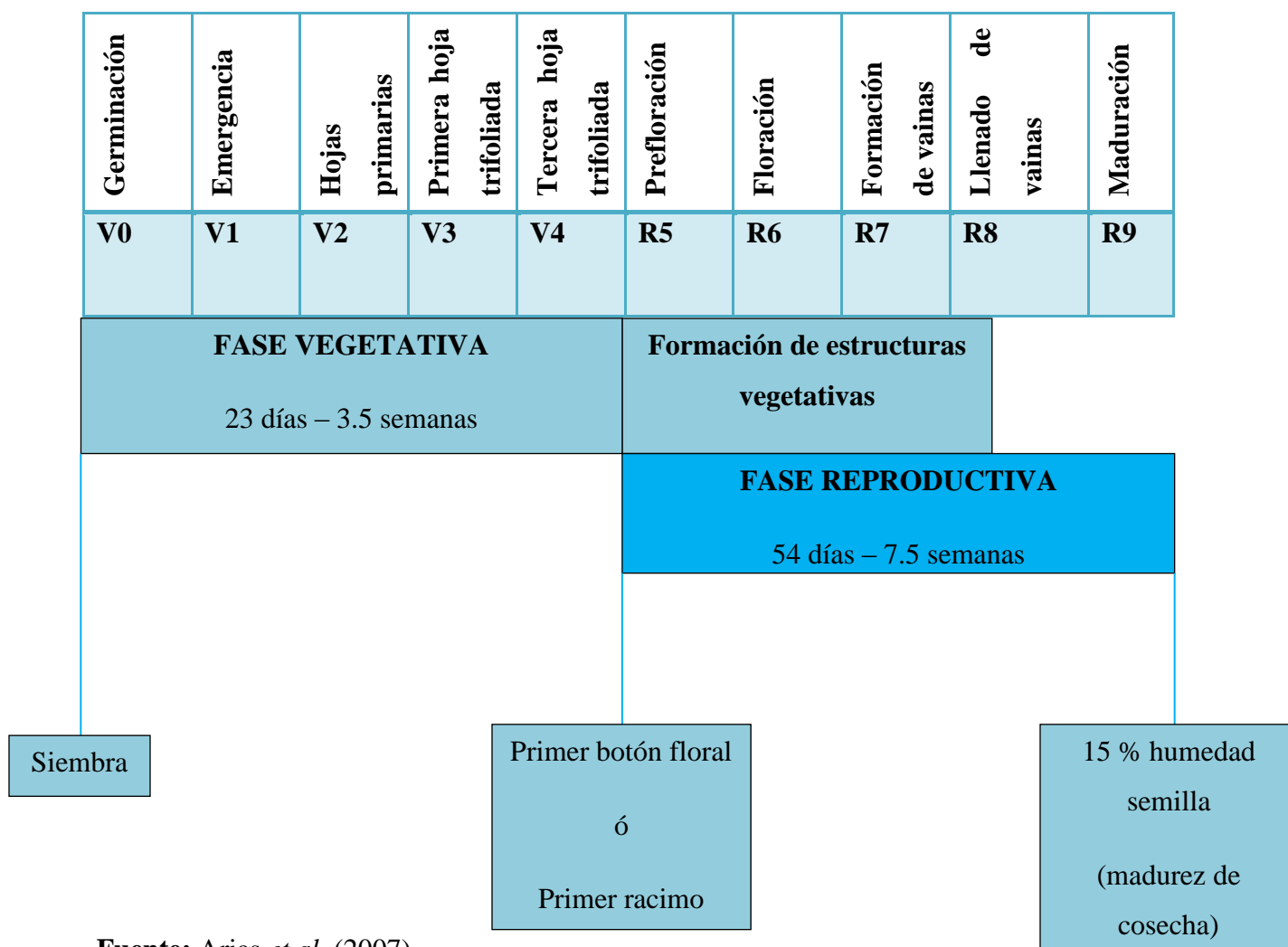
Tanto en su forma silvestre como cultivados es anual, y el ciclo vegetativo puede variar de 80 días en las variedades precoces hasta 180 días en variedades trepadoras (Red IICA *et al*, 2009).

7.5. Etapas fenológicas

Cada etapa está asociada con cambios en tamaño y morfología, lo que puede influir en forma distinta en la respuesta de la planta a factores ambientales. La reacción de la planta a diferentes enfermedades, sequía, fertilización es distinta según sea la etapa de desarrollo en que se encuentre (Arias *et al*, 2007).

La figura 1 refleja las 10 etapas que conforman la Escala de Desarrollo de la planta de frijol, delimitadas por eventos fisiológicos importantes en el proceso.

Figura 1: Etapas fenológicas del frijol



Fuente: Arias *et al*, (2007)

7.8. Propiedades alimentarias del frijol

Según Ulloa et al, (2007) las propiedades nutritivas que posee el frijol están relacionadas con su alto contenido proteico y en menor medida a su aportación de carbohidratos, vitaminas y minerales. Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14 al 33 %, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4 a 7.6 g/100 g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3 a 8.2 g/100 g de proteína), pero con deficiencias en los aminoácidos azufrados de metionina y cisteína. En relación a la aportación de carbohidratos, 100 g de frijol crudo aportan de 52 a 76 g dependiendo de la variedad, cuya fracción más importante la constituye el almidón.

Dentro de los macronutrientes del frijol, la fracción correspondiente a los lípidos es la más pequeña (1.5 a 6.2 g/100 g), constituida por una mezcla de acilglicéridos cuyos ácidos grasos predominantes son los mono y poliinsaturados. El frijol también es buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100 g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser de la forma soluble. Los principales componentes químicos de la fibra en el frijol son las pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina (Ulloa & Ramírez, 2011).

El frijol es uno de los granos que no debe faltar en la canasta básica del nicaragüense, éste es muy importante en nuestra dieta por los componentes que tiene, los cuales contribuyen y forman parte del crecimiento y desarrollo que el cuerpo humano necesita, gracias a éstos representa un eslabón de mucho valor al momento de hablar de seguridad alimentaria en la región.

7.9. Factores climáticos

Los factores climáticos que más influyen en el desarrollo del cultivo son la temperatura y la luz; tanto los valores promedios como las variaciones diarias y estacionales tienen una influencia importante en la duración de las etapas de desarrollo y en el comportamiento del cultivo.

7.9.1. Temperatura

La planta de frijol crece bien en temperaturas promedio entre 15 y 27° C. En términos generales, las bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas causan una

aceleración. Las temperaturas extremas (5° C o 40° C) pueden ser soportadas por períodos cortos, pero por tiempos prolongados causan daños irreversibles (Arias *et al*, 2007).

7.9.2. Luz

El papel más importante de la luz está en la fotosíntesis, pero también afecta la fenología y morfología de la planta. El frijol es una especie de días cortos, los días largos tienden a causar demora en la floración y la madurez. Cada hora más de luz por día puede retardar la maduración de dos a seis días (Arias *et al*, 2007).

Según Ríos (2002) citado por Arias *et al*, 2007), los factores climáticos como la temperatura y la luminosidad no son fáciles de modificar, pero es posible manejarlos; se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables.

El clima no se puede variar; pero se recomienda sembrar en épocas establecidas dependiendo de la zona; y que tanto las lluvias como el período seco coincidan con el requerimiento del cultivo según su etapa fenológica.

7.9.3. Agua

El agua es un elemento indispensable para el crecimiento y desarrollo de cualquier planta, como reactivo en la fotosíntesis, elemento estructural, medio de transporte y regulador de temperatura; se estima que más del 60 % de los cultivos de frijol en el tercer mundo sufren por falta de agua. Está demostrado que el frijol no tolera el exceso ni la escasez de agua, sin embargo, la planta ha desarrollado algunos mecanismos de tolerancia a estas condiciones de estrés, como el aumento en el crecimiento de las raíces para mejorar la capacidad de extracción de agua; en cambio, no se han identificado mecanismos de tolerancia al anegamiento, y su recuperación frente a este hecho se relaciona con la habilidad para producir raíces adventicias. El cultivo del frijol se adapta bien desde 200-1,500 metros sobre el nivel del mar (msnm); pero lo que necesita es entre 300 a 400 msnm. (Arias *et al*, 2007).

Estudios realizados para medir el consumo de agua del fríjol a lo largo de las etapas de desarrollo han permitido determinar que el mayor consumo se da en las etapas de floración y formación de las vainas (Arias *et al*, 2007). Por ende son las etapas más propensas a la falta de agua.

7.9.4. Viento: El viento puede afectar negativamente a la planta de frijol, tanto en forma indirecta como directa. Indirectamente aumenta la evapotranspiración con lo que puede aumentar los problemas en período seco. En forma directa, los vientos fuertes pueden dañar las raíces exponiéndolas a patógenos radiculares; también daña tallo, ramas y flores (Monge, 1953).

7.9.5. Humedad Relativa: La humedad relativa óptima del aire durante la primera fase del cultivo es del 60-65 % y posteriormente oscila entre el 65-75 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación; es importante que se mantenga sin excesivas oscilaciones de humedad (Arias *et al*, 2007).

Para que el cultivo del frijol pueda completar eficientemente su ciclo vegetativo, se le deben brindar las condiciones óptimas que requiere, de esta manera se obtendrán los resultados que cualquier productor de éste grano espera.

7.10. Manejo Agronómico

7.10.1. Suelos

El fríjol requiere de suelos profundos y fértiles, con buenas propiedades físicas, de textura franco limosa, aunque también tolera texturas franco arcillosas. Crece bien en suelos con pH entre 5,5 y 6,5, de topografía plana y ondulada, con buen drenaje (Arias *et al*, 2007). Sin embargo es un cultivo que se adapta a suelos pobres y se desarrolla bien en terrenos con diferentes niveles dependiente.

Preparación de suelo

Las labores de preparación del suelo dependen de las condiciones de cada terreno. El frijol puede establecerse sobre suelo preparado con labranza tradicional (barbecho, rastreos, nivelación, marca o curvas de nivel) y también con el sistema de labranza mínima. En

ambos casos deberán utilizarse únicamente las labores necesarias, ya que el uso indiscriminado de maquinaria eleva el costo de producción y no mejora el rendimiento, disminuyendo por lo tanto la rentabilidad del cultivo (COVECA, 2011). Una buena preparación del suelo provee las condiciones adecuadas para que las semillas del cultivo presenten una buena germinación, se desarrolle con un excelente vigor y obtengamos una excelente producción.

Según COSUDE *et al*, 1996; en Nicaragua se utilizan tres métodos de preparación de suelo:

- **Labranza convencional:** Consiste en remover el suelo con diferentes equipos y sistemas de tracción. Normalmente los bueyes son usados como tracción animal para el arado o gradeo.

El pase de arado debe hacerse a una profundidad de 0 a 30 cm; luego se hace un pase de grada, esto deja el suelo bien mullido para que la semilla tenga un buen contacto con el suelo húmedo, para aumentar la aireación y permitir que el agua se infiltre a mayor profundidad.

- **Labranza cero o mínima:** Con este método no se remueve el suelo; las malezas se controlan con machete o con herbicida una semana antes de la roza. Las malezas secas y restos de cultivo anterior forman una cobertura muerta que protege el suelo; sobre esta cobertura se siembra el frijol. En áreas pequeñas se usa un espeque y en áreas mayores se siembra con arado de bueyes o de máquina.

Se recomienda un arado de punta angosta porque hace una raya fina sin voltear el terreno. Las semillas se distribuyen a mano y la germinación es mejor si no se cubren.

- **Frijol tapado:** Este método consiste en sembrar el frijol al voleo, es decir, entre malezas. Después se corta la maleza con machete, antes de que estas lleguen a la etapa de floración o con semillas, para evitar la propagación de las arvenses. Las

plantitas de frijol, cuando germinan, salen a través de la cobertura muerta de malezas.

Este método tiene la ventaja de prevenir la erosión y es adecuado para sembrar en terrenos con pendiente. También permite controlar enfermedades como la Mustia hilachosa y la Bacteriosis o Requema.

La preparación de suelo es una labor muy importante para el establecimiento de este cultivo, la más utilizada por nuestros productores es la labranza mínima, ya que el frijol es sembrado en su mayoría por pequeños y medianos productores los cuales trabajan en sus pequeñas áreas y no requieren de grandes maquinarias para la siembra.

7.11. Semillas

La semilla representa el óvulo fecundado y maduro y, en granos como el fríjol, la forma de reproducción y multiplicación de la especie. Para asegurar el proceso de reproducción es necesario contar con una semilla de buena calidad, considerada como aquella que al momento de la siembra está en condiciones de germinar y producir una planta normal y vigorosa (Arias *et al*, 2007).

La calidad de la semilla se puede resumir en tres componentes: el componente genético, que define sus características y las de la planta en cuanto a adaptación, resistencia o susceptibilidad al ataque de agentes patógenos, y el tipo de grano (tamaño, color, forma); el componente sanitario, que se refiere a la presencia o ausencia de patógenos internos o externos, que no sólo deterioran su apariencia sino que pueden transmitirse de un cultivo a otro a través de la semilla, y el componente fisiológico, que está relacionado con el tamaño, la cantidad y la calidad de los elementos que posee en su interior para nutrir la planta, y darle madurez, viabilidad y vigor (Arias *et al*, 2007).

7.11.1. Variedades

7.11.1.1. Selección de la variedad

En la selección de las variedades que se van a sembrar se debe tener en cuenta varias consideraciones: que se adapten bien a las condiciones climáticas de la zona, que tengan un buen potencial de rendimiento por unidad de área y por unidad de semilla sembrada. La

variedad escogida, en lo posible, debe tener resistencia comprobada a las enfermedades más limitantes del cultivo en la zona. Por último, y lo más importante, es que la variedad por su tipo de grano tenga aceptación en el mercado y que le garantice un buen precio de venta al agricultor para mejorar la competitividad del cultivo (Arias *et al*, 2007). Este parámetro está influenciado directamente por la disponibilidad de semilla y los objetivos que persigue el productor. La variedad Chile Rojo es una de las variedades más utilizadas por los productores por su color, tamaño, brillo como aparece en la tabla 1; sin obviar la compra en el mercado por los consumidores.

El manejo agronómico es importante para aumentar el rendimiento de las variedades, sean mejoradas o criollas. Sin embargo, algunos insumos que forman parte del manejo agronómico, son parte importante de los costos de producción y no siempre están al alcance de los agricultores pequeños (COSUDE *et al*, 1996). Es necesario conocer el insumo a utilizar, ya que existen diferentes precios y efectividad para cada producto, y si el rendimiento no es el óptimo el perjudicado será el productor.

Tabla 1: Variedad de frijol

Chile Rojo # 1	
Semilla	
Forma de semilla	Ovoide
Días a germinación	8
Color de testa	Rojo oscuro brillante
Peso de 100 semillas	23.49 g
Tallo	
Tipo II arbustivo determinado	
Altura de planta	38.00 cm
Floración y madurez	
Días a floración	30-35 días después de la emergencia
Madurez fisiológica	70-75 días después de la emergencia
Vaina	
Color de vaina	Rojo

Ápice de vaina	Curvado
Vainas por planta	7
Semillas por vaina	6
Longitud de la vaina	10.52 cm

Fuente: Red SICTA *et al* (2011)

Tabla 2: Densidad de siembra

Producción	Distancia entre surco	Distancia entre golpe	Granos /golpe	Cantidad semilla/mz	Población plantas/mz
Para grano	16-20pulgadas	8-10 pulgadas	3	80 libras	150 mil
Para semilla	20 pulgadas	10 pulgadas	2-3	70 libras	130mil

Fuente: Red IICA *et al*(2009)

7.12. Fertilización

7.12.1. Época de aplicación de los fertilizantes

Como el fríjol es un cultivo de ciclo corto que, para el caso del clima frío moderado, dura cinco meses en promedio, se ha encontrado que la fertilización puede hacerse una sola vez y al momento de la siembra. De esta manera se logra que los nutrientes estén disponibles cuando la planta está en condiciones de absorberlos a través de las raíces y en las etapas de mayor demanda. Además, es necesario tener en cuenta que generalmente en fríjol se utilizan fertilizantes compuestos que son de lenta solubilidad en el suelo (Arias et al, 2007). La fertilización se debe aplicar una sola vez utilizando fórmulas completas con alto contenido en fósforo, por ejemplo 18-46-0, esto le va inducir raíces y crecimiento rápido.

7.12.2. Fertilización química

Según Fuentes (1994), citado por Estrada & Peralta (2004), el objetivo primordial de la fertilización consiste en suministrar al suelo los elementos nutritivos que se precisan para obtener la máxima rentabilidad en la producción.

En Nicaragua la fertilización del cultivo de frijol no es muy usual por los altos precios, lo que requiere en mayor cantidad es calcio y potasio y son elementos costosos, de fósforo

necesita cantidades pequeñas; en cuanto al nitrógeno es un elemento muy importante en el cultivo, pero debe recalcar que el frijol al igual que la mayoría de las leguminosas tiene la facultad de tomarlo del aire mediante el proceso de fijación biológica y puede aportar parcial o totalmente los requerimientos de este nutrimento.

Según INTA (2000) citado por Estrada & Peralta (2004), los fertilizantes minerales representan la fuente de nutrientes que tienen un origen inorgánico ya sean naturales o sintéticos. Los fertilizantes minerales tienen mayor contenido de nutrientes que las fuentes orgánicas. Los fertilizantes de alta concentración tienen hasta un 82 % de nutrientes por lo que permiten ahorros sustanciales en costos de transporte y de mano de obra para su manejo.

7.13. Malezas

Uno de los principales problemas que limitan la producción de frijol es el manejo inadecuado de la maleza, ya que además de disminuir el rendimiento de frijol aumenta la dificultad de la cosecha (Amador, 1993). Muchos productores de frijol controlan muy bien las malas hierbas utilizando herbicidas selectivos como Flex y Fusilade, esto se debe a que implica menores costos que la limpieza manual.

En Nicaragua las malezas asociadas al frijol son principalmente del tipo conocido como monte o de hoja ancha. Según COSUDE *et al* (1996) las más comunes son:

Flor amarilla (*Melampodium divaricalum*)

Mozote de clavo (*Milleria quinqueflora*)

Totalquelite (*Solanum umbelatum*)

Bledo espinoso (*Amaranthus spinosus*)

Cardo santo (*Argemone mexicana*)

Pastorcillo (*Capsela pastoris*)

Chichicastillo (*Melanthera nivea*)

Pincelillo (*Emilia fosbergii*)

Dentro de los zacates o gramíneas (hoja angosta) asociados al frijol, los más comunes son:

Cepillo de diente (*Setaria geniculata*)

Pata de gallina (*Eleusine indica*)

Manga larga (*Cynodon dactylon*)

Invasor (*Cesaria arborea*)

(COSUDE *et al*, 1996)

Las malezas predominan en el ciclo de siembra, tienen un carácter agresivo y dominante; esto exige ser efectivo en el momento de realizar controles para evitar pérdidas por efecto de daño.

7.13.1. Control de malezas

7.13.1.1. Manejo cultural: Según Lee y Shcroeder (1995), citado por Martínez, Osuna, Padilla, Acosta & Loredó (2008). El objetivo de este manejo es darle al cultivo una ventaja competitiva sobre la maleza, los productores pueden darle esa ventaja al mantener una apropiada fertilidad del suelo y al manejar o evitar parcelas infectadas con enfermedades o nemátodos. Este método da como resultado una planta vigorosa que va ofrecer la aceleración del crecimiento y desarrollo y por lo tanto buen rendimiento.

La rotación de cultivos es una práctica cultural efectiva para reducir el problema de las malezas en plantaciones de frijol. También, conocer qué grado de infestación con maleza tendrá una determinada parcela, ayudará a decidir si es buena idea plantar frijol en ésta.

La maleza que emerge en el fondo del surco es usualmente controlada con el uso de la cultivadora, pero la maleza que surge en el hilo de siembra representa el mayor reto de todo programa de control. La mayoría de las veces, estas malezas presentes en el hilo de siembra compiten con el frijol reduciendo el rendimiento y aumentando la dificultad de la cosecha. Afortunadamente, la presencia del frijol se ha visto que reduce la emergencia de plántulas de maleza hasta en 30 % a los 63 días después de la siembra, al inducir cambios en el

microclima del suelo alrededor de la semilla de la maleza y consecuentemente reducir el efecto de las malezas en el cultivo (Martínez *et al*, 2008).

Según Fidanza *et al* (1996) citado por Martínez *et al* (2008) los cambios en el clima del suelo inducidos por la presencia del cultivo influyen la reducción en la cantidad y calidad de la luz, concentración de CO₂ en el suelo e interferencia en la transferencia de calor. Estos cambios reducen la germinación de la semilla de maleza y consecuentemente la emergencia.

7.13.1.2. Manejo mecánico: El uso de escardas es aún una herramienta en el manejo de malezas cuando éstas son pequeñas. Los productores de frijol usualmente escardan en 2 ocasiones, la primera alrededor de los 22 días y la segunda a los 45 días después de la siembra, ambas durante el período crítico de interferencia con el cultivo (Pérez, 1998).

Según Amador (1993) la primera escarda es la más importante porque la competencia de la maleza después de esta escarda solo reduce el rendimiento de frijol en 18 %, por otro lado, un retraso en la primera escarda podría reducir el rendimiento de grano hasta en un 39 %.

Los deshierbes manuales o con azadón en la hilera de siembra de frijol son requeridos para eliminar especies de malezas no controladas con la cultivadora (Martínez *et al*, 2008).

7.13.1.3. Manejo químico: El manejo químico de maleza llevado a cabo mediante herbicidas es una alternativa que permitiría la reducción de costos en las labores de cultivo. A menudo los herbicidas ofrecen un buen control de muchas especies de malezas cuando son combinados con buenas prácticas culturales y mecánicas. El uso de herbicidas depende de la especie de maleza, época de aplicación y prácticas culturales, aunque en muchas ocasiones la aplicación de herbicidas está relacionada con la existencia de determinado producto herbicida en el mercado local más que a la eficiencia y oportunidad (Martínez *et al*, 2008).

Es de mucha importancia controlar las malezas ya que éstas pueden ser hospederos de las muchas plagas que afectan el cultivo del frijol, además compiten por los diversos elementos esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas; entre estos elementos están la luz, humedad, nutrientes, todos estos en un mismo espacio.

7.14. Siembra

7.14.1. Fechas de siembra y localización

En Nicaragua existen tres épocas de siembra conocidas como: Primera, Postrera y Apante; éstas siembras están en función de la disminución de las lluvias a la cosecha.

7.14.1.1. Primera: En zonas secas, con precipitación de 550-900 mm durante el ciclo, caracterizada por lluvias mal distribuidas y una canícula bien definida se recomiendan las variedades precoces, con ciclo de 55 – 70 días. La siembra debe efectuarse con las primeras lluvias, del 10 de mayo al 5 de junio para que la cosecha coincida con la canícula.

A estas zonas corresponden la parte costera del Pacífico, Estelí, Condega, Limay, Somoto, Ocotal, Pueblo Nuevo; San Lucas, Teustepe, Esquipulas, Terrabona, Darío, La Concordia, Sébaco y San Isidro.

7.14.1.2. Postrera: En las zonas semi-húmedas también se siembra frijol de Primera, pero existe mayor riesgo con la cosecha por la humedad, por lo que las siembras deben ajustarse para que la cosecha coincida con la canícula.

En el Pacífico Central, las siembras de postrera son las más importantes porque la cosecha coincide con el fin del período lluvioso.

La postrera se realiza del 1 de septiembre al 5 de octubre, de acuerdo a la variedad utilizada. La siembra de postrera es tradicionalmente la más importante y la cosecha coincide con el período seco (diciembre-enero).

Esta comprende Carazo, Matagalpa, San Dionisio, Santa Cruz, San Fernando, Ciudad Antigua, Jícaro, Jalapa, Jinotega y partes altas de Rivas.

7.14.1.3. Apante: En la zona húmeda no existe canícula. La siembra es de Apante, se realiza entre el 10 de noviembre y el 15 de diciembre y se cosecha entre marzo y abril.

Las áreas típicas de esta siembra son Nueva Guinea, San Carlos, zonas montañosas de Matagalpa y Jinotega, y muchas áreas de la zona Atlántica, principalmente en las vegas de los grandes ríos, cuando éstos bajan su caudal (INTA, 2000).

En Nicaragua la época durante la cual se realiza la mayor parte de las siembras es en Apante, esto se debe a las precipitaciones durante las primeras etapas fenológicas y la cosecha que concuerda con el verano.

7.15. Enfermedades

Las enfermedades no siempre tienen una sola causa; los síntomas que se observan en el campo son producidos por la interacción de condiciones climáticas, el sistema de producción, la variedad utilizada, y la presencia de residuos de siembras anteriores contaminados con enfermedades. Una de las causas de enfermedades a la que se le ha dado mayor énfasis es la infección por organismos (Araya & Hernández, 2006).

Para que se presente una enfermedad debe existir tres elementos fundamentales: un hospedero susceptible, una condición climática ideal y un patógeno; esto genera la enfermedad, por lo tanto se requiere utilizar variedades resistentes y brindarle al cultivo un control adecuado.

Los patógenos fungosos, bacteriales y virales muestran una distribución variable en las zonas productoras de frijol. En este grupo se incluyen hongos, bacterias, nematodos y virus, pero no existe un síntoma característico para cada uno de ellos. Por lo cual, para el diagnóstico de la enfermedad se requiere de la colecta de suficiente material enfermo en diferentes etapas de desarrollo de la infección.

7.15.1. *Rhizoctonia solani* (Hongo): Pudrición de raíces, mal del talluelo, pudrición del tallo

7.15.1.1. Importancia económica y síntomas

Esta enfermedad ataca raíces, puede causar pérdidas hasta un 50 % en los rendimientos. Las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas, en la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos y oscuros. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena. En la figura 2 se observa como la raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos.



Figura 2. Mal del talluelo del frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.1.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Suelos húmedos y temperaturas medias (20-25° C) favorecen la enfermedad; la planta puede ser atacada durante las primeras cuatro semanas. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores, por lo que el daño aumenta cuando se cultiva frijol en el mismo sitio por varios años.

7.15.1.3. Manejo integrado

Usar semilla sana y nueva (preferiblemente certificada).

Sembrar en lomillo alto, evitar suelos encharcados.

No sembrar a profundidad mayor de 3 cm en suelos contaminados.

Rotar con yuca, maíz, pastos.

Trabajar con labranza mínima y usar coberturas (malezas quemadas, restos de caña de maíz, etc.).

En suelos muy contaminados arar a 20 cm de profundidad.

No hay variedades tolerantes a la enfermedad.

Tratar la semilla con fungicida como Benomil, Carboxin, ó Rizolex (IICA *et al*, 2008).

7.15.2. *Fusarium oxysporum* (Hongo): Amarillamiento, amarillamiento de fusarium, marchitez de fusarium

7.15.2.1. Importancia económica y síntomas

La reducción en la emergencia de plantas puede alcanzar el 15 %, y las pérdidas en rendimiento varían entre 10 y 50 %. La figura 3 muestra como en campo se pueden observar plantas pequeñas y marchitas, con las hojas inferiores amarillentas, distribuidas en focos.



Figura 3. Amarillamiento del follaje en frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

La enfermedad causa una maduración temprana de la planta, las raíces presentan color café rojizo a café oscuro. En un corte se observa el tejido interno de color café o rojizo oscuro. La base del tallo se puede cubrir con una felpa de color anaranjado claro o rosado.

7.15.2.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Es necesario reducir las condiciones que favorecen la supervivencia del hongo, como zonas húmedas y cálidas (20-28° C), con suelos arcillosos o mal drenados, además las siembras continuas de frijol favorecen la presencia de la enfermedad, por lo tanto favorece la presencia del hongo, debido a esto se recomiendan las siembras escalonadas o en asocio.

La planta es atacada en la segunda o tercera semana después de la siembra, pero los síntomas se observan cerca de la floración o el llenado de vainas.

7.15.2.3. Manejo integrado

Usar semilla sana y nueva (preferiblemente certificada).

Evitar siembras con distancias muy cortas y en suelos con mucha humedad o mal drenados.

Rotar con maíz, pastos, sorgo, millón por más de tres años.

Tratar la semilla con fungicidas como Benomil, Carboxin y Tiram (IICA *et al*, 2008).

7.15.3. *Sclerotium rolfsii* (Hongo): Tizón sureño, marchitez de sclerotium, añublo sureño, malla blanca, mal de esclerocio.

7.15.3.1. Importancia económica y síntomas

Durante épocas secas y calientes las pérdidas pueden llegar hasta 25 %, se presentan parches de plantas amarillentas y caída temprana de hojas, puede haber marchitez repentina de plantas, en la figura 4 se notan lesiones oscuras y acuosas cerca del suelo que avanzan hacia las raíces, sobre estas lesiones se observa una masa de color blanco con estructuras redondas (tamaño de la cabeza de un alfiler), este último síntoma la diferencia de la marchitez por Fusarium.



Figura 4. Tizón sureño en raíces de frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.3.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Se da con mayor severidad en regiones calientes (25-35° C), secas, o en lugares donde ocurre un año extremadamente seco (lluvias esporádicas). Suelos arenosos, bien drenados y ácidos favorecen la infección.

La planta es atacada durante todo su ciclo de vida; el hongo sobrevive en residuos de siembras anteriores de frijol u otras plantas y en el suelo por lo menos un año.

7.15.3.3. Manejo integrado

Se debe utilizar semilla sana y nueva (recomendable certificada).

Eliminar los restos de siembras anteriores de dos a seis semanas antes de la siembra de frijol.

En suelos muy contaminados, que no tengan problema de erosión, arar a 20 cm de profundidad.

Para América Central no se tienen variedades de frijol tolerantes a la enfermedad.

Tratar la semilla con productos químicos (carboxin) o productos a base del hongo antagonista *Trichoderma* (IICA *et al*, 2008).

7.15.4. *Thanatephorus cucumeris* (Hongo): Mustia hilachosa, telaraña, requema, hielo.

7.15.4.1. Importancia económica y síntomas

Es la enfermedad más importante del frijol; puede ocasionar pérdidas de hasta 90 %, ataca hojas, tallos y vainas. La figura 5 muestra las hojas donde aparecen pequeñas manchas de aspecto acuoso y color café claro, rodeadas de borde oscuro.



Figura 5. Mustia hilachosa en follaje de frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

Las manchas crecen, se unen y forman manchas más grandes, más oscuras, con fino borde oscuro, en las manchas aparecen pequeños hilos blancos o café claro, que pegan las hojas entre sí (parece una telaraña). En invierno se ven muchos pequeños granitos de café claro (esclerocios) alrededor de las manchas; en vainas causa lesiones oscuras y acuosas.

7.15.4.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Temperaturas moderadas o altas (25-32° C) y lluvias frecuentes. La enfermedad se inicia a partir de los hilos o de esclerocios que caen al suelo y son salpicados por la lluvia hasta las hojas, junto con tierra.

La planta es atacada desde las dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vainas. El hongo sobrevive en restos de cosecha, en el suelo y en las semillas.

7.15.4.3. Manejo integrado

Usar semilla limpia y nueva (certificada). Usar coberturas muertas (maíz, caña o malezas).

Sembrar en lomillos altos. Evitar siembras tupidas.

Utilizar variedades de porte erecto, o de guía con maíz en relevo o asocio, rotar lotes o cultivos (tabaco, yuca, maíz, pastos).

Tratar semilla con Benomil, Carboxin, Rizolex.

En ataques moderados usar fungicidas sistémicos (Azoxistrobina, Benomil) o protectores (Carbendazim, Maneb, Óxido de cobre).

Aplicar fungicidas cuando aparecen los primeros síntomas, ya que en ataques severos la aplicación es costosa (IICA *et al*, 2008).

7.15.5. *Phaeoisariop sisgriseola* (Hongo): Mancha angular

7.15.5.1. Importancia económica y síntomas

Puede causar pérdidas entre 40 y 80 % en rendimiento. Los síntomas son más frecuentes en hojas y vainas, aunque también aparecen en tallos; en las hojas se observan pequeñas manchas de color gris o café, de forma cuadrada o triangular, con borde amarillento, estas

manchas crecen y se unen y por debajo de la mancha en la hoja se observan pequeños bastoncitos grises. En plantas adultas ocurre amarillamiento y caída de las hojas inferiores.

La ausencia de color en la hoja y la angularidad de las manchas constituyen características equivocadas para un diagnóstico de esta enfermedad, las lesiones pueden ser tan numerosas como para causar una defoliación prematura (León, 2009).

En las vainas las lesiones son menos frecuentes que en las hojas, son superficiales al principio y tienen márgenes casi negros con centro marrón-rojizo, siendo ambos netamente definidos. Las vainas infestadas presentan semillas mal desarrolladas o arrugadas, las manchas varían en tamaño, y pueden ser tan numerosas que se superponen y ocupan el ancho de las vainas (León, 2009). En la figura 6 se observan las vainas con manchas café o rojizas circulares con un borde más oscuro.



Figura 6. Mancha angular

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.5.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

La mancha angular es común en regiones con temperaturas intermedias (18-28° C), y períodos de lluvia alternados con días secos. La planta puede ser atacada desde dos semanas después de la siembra hasta el llenado de vaina (la enfermedad se nota más a partir de la sexta semana).

La enfermedad se transmite por semilla; el hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores y en el campo se disemina rápidamente por el viento.

7.15.5.3. Manejo integrado

Usar semilla sana y nueva.

Eliminar del campo restos de cosechas anteriores muy afectadas.

Rotar por un año con cualquier cultivo que no sea algún tipo de frijol.

En casos de ataques anteriores severos aplicar fungicidas (Azoxistrobina, Benomil, Carbendazim, Epoxiconazol maneb, óxido de cobre) antes de la quinta semana de edad del cultivo (IICA *et al*, 2008).

7.15.6. *Aphelenchoides besseyi* (Nemátodo): Falsa mancha angular

7.15.6.1. Importancia económica y síntomas

Se observan pérdidas en rendimiento del 50 %. La figura 7 refleja como se observan pequeños puntos amarillentos cerca de la base de las hojas más viejas, que al crecerse oscurecen y toman forma de cuadrados o triángulos, con un pequeño borde amarillo claro. Estas manchas pueden unirse para formar manchas oscuras más grandes y alargadas.



Figura 7. Falsa mancha angular

Fuente: IICA *et al* (2008)

Esta enfermedad puede confundirse con la Mancha Angular, pero en este caso no se observan los bastoncitos grises por debajo de las manchas en las hojas. En las vainas no se observan síntomas.

7.15.6.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Se presenta en regiones con temperaturas moderadas (18-25°C) y lluvias frecuentes. La planta es atacada durante las primeras siete semanas del cultivo, y los síntomas pueden ser más visibles en las hojas más viejas; se presenta en sitios donde antes se sembró arroz.

Se disemina por el salpique de lluvia.

El nematodo puede sobrevivir en plantas de arroz o en malezas; no parece tener gran capacidad de supervivencia en residuos de cosecha.

7.15.6.3. Manejo integrado

Evitar sembrar frijol después de arroz, eliminar malezas y plantas voluntarias de arroz.

Usar coberturas o labranza mínima.

No sembrar muy tupido para que las plantas sequen rápidamente después de las lluvias.

Actualmente no se conoce algún químico que controle la enfermedad y tampoco hay variedades resistentes a ésta (IICA *et al*, 2008).

7.15.7. *Colletotrichum lindemuthianum* (Hongo): Antracnosis

7.15.7.1. Importancia económica y síntomas

Puede causar pérdidas totales en condiciones favorables, es la principal causa de rechazo de lotes de semilla. Los síntomas se presentan en tallos, pecíolos, hojas, vainas y semillas.

En plantas jóvenes, los tallos presentan manchas pequeñas (1 mm), alargadas, ligeramente hundidas, que crecen a lo largo y pueden quebrarlo; debajo de las hojas, las venas principales se ven quemadas y presentan un color rojizo oscuro.

En las hojas, los síntomas están muy bien definidos, sobre todo en el envés. El hongo avanza por las venas, primarias o secundarias, causando necrosis de los tejidos. Algunas veces se produce en la haz de las hojas una lesión oscura, con borde definido, forma irregular a los lados de las venas (León, 2009).

Como muestra la figura 8 el síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo. En ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos.



Figura 8. Antracnosis en las vainas de frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

En las hojas, los síntomas están muy bien definidos, sobre todo en el envés. El hongo avanza por las venas, primarias o secundarias, causando necrosis de los tejidos. Algunas veces se produce en el haz de las hojas una lesión oscura, con borde definido, forma irregular a los lados de las venas

7.15.7.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Muy común en regiones de temperaturas frescas (16-24° C), localizadas a más de 1,000 msnm con lluvias frecuentes; la planta es atacada desde germinación hasta llenado de vaina. El hongo es transmitido por semilla y sobrevive durante mucho tiempo en restos de cosechas; la diseminación por salpique de lluvia es muy eficiente.

7.15.7.3. Manejo integrado

El uso de semilla certificada, producida en regiones secas o aisladas, es la práctica más importante, así como el tratamiento de semilla con benomil, Carbendazim, Carboxin.

Eliminar restos de cosecha y rotar cultivos por al menos dos años.

Algunas variedades comerciales en el mercado tienen resistencia intermedia.

En ataques intermedios, aplicar fungicidas (Azoxistrobina, Propiconazol, Tebuconazol, Tiofanato metílico) antes de floración y durante la formación de vainas. Ataques muy tempranos limitan la eficiencia de los fungicidas (IICA *et al*, 2008).

7.15.8. *Uromyces appendiculatus* (Hongo): Roya, herrumbre

7.15.8.1. Importancia económica y síntomas

Las pérdidas en rendimiento están alrededor del 25 %. En la figura 9 se observan las hojas con puntos amarillentos que después de cuatro días de su aparición, presentan en el centro un punto de color oscuro, que se abre y libera un polvo rojizo o color ladrillo, semejante a herrumbre; estos puntos se distribuyen por toda la hoja; en algunos casos presentan borde amarillo. Cuando la planta se acerca a la madurez, los puntos rojizos se vuelven negros. Ataques muy severos pueden causar amarillamiento y caída de hojas.



Figura 9. Roya

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.8.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

La roya es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27° C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración; ataca desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas. El hongo sobrevive en los restos de cosechas, tutores, plantas de frijol voluntarias, o malezas, desde donde se disemina muy rápidamente por el viento, y no se transmite por semilla

7.15.8.3. Manejo integrado

Rotar cultivos y eliminar restos de cosecha ayudan a reducir el ataque, pero no siempre es suficiente. Que la distancia de siembra no sea reducida.

Hay variedades con resistencia intermedia pero no son estables en todos los países.

Aplicar fungicidas (Carboxin, Clorotalonil, Oxicarboxin, Triadimefon) a partir de la tercera semana o antes de floración (IICA *et al*, 2008).

7.15.9. *Xanthomonas axonopodis* (Bacteria): Tizón común, bacteriosis común, quema

7.15.9.1. Importancia económica y síntomas

Es la principal enfermedad bacteriana del frijol, ocasiona pérdidas entre 20 y 40 %. Los síntomas se presentan en hojas, vainas, tallo y semillas; en hojas, se inicia con pequeñas manchas acuosas, que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen dando aspecto de quema, con borde amarillo claro, aparece principalmente en el borde de las hojas, como lo muestra la figura 10. En las vainas se ven pequeñas manchas húmedas, que se vuelven de color café oscuro con el borde rojizo.



Figura 10. Tizón común en hojas de frijol

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.9.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Aparece en regiones bajo los 1,200 msnm, con temperaturas altas (20-32° C) y lluvias frecuentes; la planta es susceptible desde germinación hasta llenado de vainas.

Los ataques se notan más después de floración; la bacteria sobrevive más de 10 años, en restos de cosecha, malezas, otros tipos de frijol y semilla.

Se transmite por semilla y se disemina fácilmente por salpique de lluvia o por el paso de personas o animales por los campos mojados.

7.15.9.3. Manejo integrado

Usar semilla sana y certificada libre de la bacteria.

Rotar cultivos.

Eliminar plantas enfermas.

Hay variedades con resistencia intermedia que mejoran la eficiencia del combate químico.

Aplicar fungicidas a base de cobre.

El uso de antibióticos resulta caro y propicia la aparición de resistencia en el patógeno (IICA *et al*, 2008).

7.15.10. Mosaico dorado amarillo (BGYMV) (Virus): Mosaico dorado, mancha amarilla

7.15.10.1. Importancia económica y síntomas

Es la enfermedad viral más importante en América Central; puede causar pérdidas entre 30 y 100 % dependiendo de la edad de la planta y la población de mosca blanca.

La figura 11 muestra como en el campo pueden aparecer plantas amarillentas distribuidas al azar; en las hojas se observa un moteado de tonos amarillos hasta amarillo fuerte con venas más blancas de lo normal. La hoja puede enrollarse hacia la parte inferior y las vainas se deforman, produciendo semillas pequeñas, mal formadas y descoloridas.

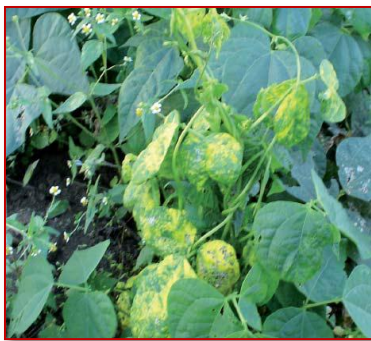


Figura 11. Mosaico dorado amarillo

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.10.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

El mosaico dorado amarillo afecta siembras en zonas calientes (25-30° C), bajo los 1,200 msnm; las plantas son atacadas desde las dos semanas de la siembra y los síntomas empiezan a notarse tan solo cinco días después de la invasión de mosca blanca, el vector del virus.

La enfermedad, además se transmite mecánicamente pero no por semilla; siembras vecinas de algodón, tabaco, tomate, frijol o soya, aumentan la población de mosca blanca.

7.15.10.3. Manejo integrado

Sembrar frijol lejos de otros cultivos que son reservorios de mosca blanca (tomate).

Controlar mosca blanca.

Eliminar malezas o frijol voluntario que pueden conservar el virus.

La mayoría de variedades mejoradas con tipo de grano para América Central tienen resistencia de moderada a alta (IICA *et al*, 2008).

7.15.11. Complejo de virus (Virus): Amachamiento

7.15.11.1. Importancia económica y síntomas

Enfermedad emergente en América Central; en condiciones de invernadero causa pérdidas del 70 % en rendimiento.

Como se observa en la figura 12 en el campo se pueden encontrar plantas de color verde oscuro, con guía más larga que lo normal, las hojas se deforman, son más alargadas, la vena central es más elevada y en forma de zigzag, algunas partes de la hoja están contraídas.

El daño es más severo en plantas más pequeñas; las plantas se notan más vigorosas pero no producen vainas o muy pocas, y éstas son un poco duras y ligeramente deformadas.



Figura 12. Amachamiento

Fuente: IICA *et al* (2008)

7.15.11.2. Condiciones adecuadas para la enfermedad

Se presenta con mayor frecuencia en regiones de temperaturas moderadas (20-25° C) y húmedas. La planta puede ser atacada desde la segunda semana después de la siembra.

Los insectos crisomélidos (cucarroncitos, diabroticas, doradillas, vaquitas, tortuguillas) parecen ser los principales vectores de la enfermedad. No se transmite por semilla.

7.15.11.3. Manejo integrado

No utilizar la rotación maíz-frijol porque aumenta el reservorio de insectos crisomélidos.

Arar el terreno después de una siembra muy afectada, cuando no hay problemas de erosión.

Controlar insectos. Utilizar variedades mejoradas que tienen resistencia a otros virus (IICA *et al*, 2008).

Todas estas enfermedades deben ser controladas a tiempo para evitar pérdidas, es fundamental tomar en cuenta las recomendaciones en cuanto al manejo que se le debe dar

al frijol, usarlas como un método preventivo para obviar la incidencia de estas enfermedades a las cuales se enfrenta el cultivo del frijol.

Evaluación de las enfermedades

Tabla 3. Escala para la evaluación de las enfermedades en las etapas R6 (floración) y R8 (llenado de vainas).

1	Resistente	Síntomas no visibles ó muy leves.
2		
3		
4	Intermedio	Síntomas visibles y conspicuos que solo ocasionan un daño económico limitado.
5		
6		
7	Susceptible	Síntomas severos o muy severos que causan pérdidas considerables en rendimiento o la muerte de la planta.
8		
9		

Fuente: CIAT (1982)

7.16. Plagas

Para prevenir las plagas se deben eliminar las plantas hospederas de insectos, para evitar que estos alcancen poblaciones capaces de hacer daño al cultivo.

7.16.1. *Phyllophaga spp.* (Coleoptera: Scarabaeidae): Gallina ciega, gusano blanco

7.16.1.1. Descripción

Los adultos son escarabajos, ronrones o cucarrones típicos; ponen sus huevos, de color blanco aperlado, a tres o más centímetros de profundidad en el suelo.

Las larvas o gusanos son robustas, en forma de “C” y miden de tres a tres y medio centímetros, son blandas, de color blanco y cabeza color café, sin ojos aparentes, tienen mandíbulas fuertes. Las pupas se encuentran en el suelo, en celdas construidas a 15-20 cm

de profundidad; en este estado permanecen inactivas durante el verano. Su ciclo de vida puede ser de uno a dos años, dependiendo de la especie.

7.16.1.2. Daños

Las larvas se alimentan de las raíces dejándolas completamente destruidas y provocando, en casi todos los casos, la muerte de las plantas. El ataque normalmente ocurre en zonas localizadas del cultivo, por lo que se observan manchones de daños en la parcela.

Esta plaga causa daños más frecuentes en suelos donde hubo pastos o donde el suelo estuvo cubierto de césped.

7.16.1.3. Control

Nivel crítico: Una larva por cada tres muestras de suelo de 30×30 cm y 20 cm de profundidad.

7.16.1.3.1. Cultural: En suelos donde hubo pastos o suelos infestados severamente, eliminar las malezas gramíneas (Ej. caminadora, jaragua).

La aradura profunda del suelo en tierra y exponer al sol, las aves y otros predadores, a las larvas y pupas.

7.16.1.3.2. Biológico: Los hongos entomopatógenos como *Metarrhizium* y *Beauveria* controlan de forma efectiva esta plaga.

7.16.1.3.3. Químico: Se pueden utilizar insecticidas granulados incorporados al suelo (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.2. *Sarasinula plebeia* (Molusca: Veronicellidae): Babosa, lesma o lipe del frijol

7.16.2.1. Descripción

Los adultos son grises o marrones, tienen cuerpo alargado y no tienen patas, son blandos y húmedos. La babosa al moverse dejan una secreción viscosa y pegajosa que se pone brillante al secarse.

Los huevos son colocados en masas en lugares húmedos como troncos, piedras, suelo o bajo la basura.

Las babosas jóvenes tienen el mismo aspecto que los adultos, aunque son de menor tamaño; se reproducen con mucha facilidad, son hermafroditas y muy prolíficas. Su ciclo de vida depende de la humedad del lugar donde habitan.

Durante las épocas secas se mantienen inactivas, produciéndose una explosión reproductiva al iniciar las lluvias (postrera en el frijol).

7.16.2.2. Daños

En toda Centroamérica la babosa es la responsable de los daños principales en el cultivo de frijol. Tanto adultos como los ejemplares jóvenes, comen las hojas de las plantas haciendo orificios irregulares; también se alimentan de los brotes de plantas recién emergidas. En infestaciones severas producen la pérdida total de las hojas, lo que reduce los rendimientos de forma significativa.

Las babosas ocasionan los daños en días nublados y húmedos, o durante las noches. En el verano la mayoría muere debido a la sequedad del ambiente.

7.16.2.3. Control

Nivel crítico: Al encontrarse una babosa por metro cuadrado en siembras de primera y una babosa por dos metros cuadrados en siembras de postrera.

7.16.2.3.1. Cultural: Eliminar las malezas de hoja ancha dentro y en los alrededores del cultivo, basura y otros hospederos para acabar con los nidos de babosas.

Destruir rastros.

Mantener buenos drenajes.

7.16.2.3.2. Manual: Colocar trampas para la recolección manual y destrucción de las babosas. Una babosa muerta en primera son 50 menos en postrera.

7.16.2.3.3. Químico: Utilizar cebos a base de metaldehído en todo el terreno, en horas de la tarde. No aplicar insecticidas, porque no funcionan (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.3. *Agrotis ipsilon*, *A. bilitora*, *Feltia experta*, *F. subterranea* (Lepidoptera: Noctuidae): Gusanos cortadores negros, tierreros, nocheros, cuerudos

7.16.3.1. Descripción

Los adultos son polillas robustas de color gris. Sus alas tienen una banda de manchas negras en forma transversal. Ponen sus huevos en forma individual o en pequeñas masas en el suelo húmedo o en las hojas bajas de las plántulas; los huevos tienen forma globular y son de color blanco.

Las larvas son gruesas, de color café y manchas dorsales café pálido, cuando están pequeñas, posteriormente se vuelven color negro grisáceo y miden hasta cinco centímetros de largo, son nocturnas. En el día se refugian en el suelo lugar donde empupan y toman un color café brillante.

7.16.3.2. Daños

Los daños son muy importantes en plantas jóvenes. Las larvas cortan los tallos al nivel del suelo causando la muerte de las plantas, las larvas pequeñas raspan los tallos debilitando el crecimiento. Los lotes con alta presencia de malezas gramíneas son más susceptibles a esta plaga.

7.16.3.3. Control

Nivel crítico: Antes de la siembra, una larva por cada cinco muestras de suelo de 30 × 30 cm y 20 cm de profundidad. Después de la siembra, una planta cortada por cada 20 plantas muestreadas.

7.16.3.3.1. Cultural: Eliminar malezas y preparar el suelo 15 días antes de la siembra. El riego permanente afecta el desarrollo de larvas.

7.17.3.3.2. Biológico: Existen avispas ichneumoníidas o braconíidas que parasitan las larvas y las pupas. También hay moscas tachínidas que atacan las larvas.

7.16.3.3.3. Químico: Aplicaciones nocturnas de insecticidas de contacto o ingestión; cebos con melaza, afrecho e insecticidas granulados al pie de la planta y tratamientos con insecticidas en la semilla (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.4. *Elasmopalpus lignosellus* (Lepidoptera: Pyralidae): Barrenador menor del tallo, coralillo, gusano saltarín

7.16.4.1. Descripción

Los adultos son palomillas pequeñas de color café grisáceo; colocan sus huevos en los tallos, hojas y en el suelo, los huevos son de color blanco-verdoso.

Las larvas o gusanos son delgadas y hacen movimientos rápidos, son de color verde claro hasta azul verdoso, con bandas o anillos de color café rojizo, miden dos centímetros de largo. Las pupas se encierran en un capullo sedoso, a uno o dos centímetros de la superficie del suelo; su ciclo lo completan de 30 a 35 días.

7.16.4.2. Daños

Las larvas provocan un daño muy importante ya que perforan el tallo de las plantas tiernas causando su muerte. Dentro del tallo, las larvas lo comen de abajo hacia arriba, las plantas dañadas se ven marchitas o se caen; los ataques son más severos en suelos arenosos y en condiciones secas.

7.16.4.3. Control

Nivel crítico: Una larva por cada dos muestras de suelo de 30×30 cm y 20 cm de profundidad.

7.16.4.3.1. Cultural: Hacer rotación de cultivos. Antes de la siembra el campo debe estar libre de rastrojos.

Un riego con gran cantidad de agua mata las larvas y pupas. Si en el campo hay casos aislados de plantas con daño se deben arrancar y resembrar.

7.16.4.3.2. Químico: En la siembra, aplicar sobre los surcos insecticidas granulados sistémicos o de contacto. Después de la siembra es muy difícil controlar esta plaga (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.5. *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae): Gusano medidor, falso medidor

7.16.5.1. Descripción

En su fase adulta son palomillas de color café, de tórax abultado. Los huevos son redondeados y de color verde, las hembras los colocan de forma individual en el haz de las hojas.

Las larvas son de color verde con rayas laterales de color amarillo pálido, sus patas torácicas siempre son blancas y poseen tres pares de falsas patas en su parte trasera, caminan recogiendo su cuerpo como si estuvieran midiendo la superficie donde caminan. Las larvas empupan en un capullo tejido en el envés de las hojas; su ciclo biológico dura entre 25 a 30 días.

7.16.5.2. Daños

Las larvas comen hojas y vainas. Altas poblaciones de larvas pueden reducir en gran medida los rendimientos.

Un cultivo de frijol ya establecido puede soportar hasta 30 % de pérdidas de hojas (defoliación).

7.16.5.3. Control

Nivel crítico: El recomendado es de 26 larvas por metro lineal de plantas de frijol.

7.16.5.3.1. Cultural: El uso de variedades con buena capacidad de recuperación ayuda a mantener el rendimiento del cultivo. Se recomienda manejar densidades óptimas (16-20 pulgadas en surco y de 8-10 pulgadas entre planta para controlar la plaga.

7.16.5.3.2. Biológico: Puede ser controlada con avispas *Trichogramma*, *Telenomusremus*. Existen depredadores que destruyen todos sus estadios. La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y varios hongos entomopatógenos como *Beauveria basiana* controlan esta plaga.

7.16.5.3.3. Químico: Preferiblemente no usar agroquímicos. En altas infestaciones usar dosis bajas de insecticidas de contacto o ingestión (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.6. *Estigmene acrea* (Lepidoptera: Arctiidae): Gusano peludo

7.16.6.1. Descripción

Los adultos son de color blanco, en sus alas se observan puntos negros, su abdomen es anaranjado con rayas negras transversales. La hembra pone sus huevos en grandes masas, en cualquier superficie de la hoja. Los huevos son grandes, esféricos y de color amarillo.

Las larvas recién nacidas son amarillas y peludas, posteriormente cambian de amarillo púrpura a café oscuro; tienen pelos largos de color café o negro que cubren todo el cuerpo. Llegan a medir hasta 5 cm de largo, empupan en la superficie del suelo, entre residuos de plantas.

7.16.6.2. Daños

Las larvas forman grupos de varios individuos en la parte inferior de las hojas, comen toda la hoja, excepto las nervaduras. Las hojas atacadas presentan un aspecto de esqueleto.

Cuando atacan todas las hojas de una planta se movilizan a otra; en grandes poblaciones pueden dejar sin hojas al cultivo. Las plantas se ven severamente atacadas cuando las vainas están madurando.

7.16.6.3. Control

Nivel crítico: Trece larvas por cada 10 plantas o daño en las hojas mayor a 20%.

7.16.6.3.1. Cultural: Eliminar malezas hospederas como *Bidens pilosa* y *Amaranthus spp.*

Usar barreras vivas o zanjas para evitar larvas de otro cultivo cercano.

7.16.6.3.2. Biológico: En su estado de larva y pupa puede ser controlado con varias moscas tachínidas, parasitoides.

La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear (VPN) y algunos hongos entomopatógenos controlan esta plaga.

7.16.6.3.3. Químico: Se utiliza muy poco. En caso de aplicarlos, utilizar insecticidas de ingestión o de contacto de amplio espectro para lepidópteros (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.7. *Cerotoma spp.*, *Diabrotica spp.* (Coleoptera: Chrysomelidae): Crisomelidos, cucarroncitos, tortuguillas, diabroticas, mayas.

7.16.7.1. Descripción

Los adultos son escarabajos pequeños (0.5 cm), de forma ovalada. Presentan una diversidad de colores y diferentes tipos de manchas en las alas, tienen patas delgadas y antenas segmentadas.

Los huevos son colocados en el suelo en masas de 12 a 14 huevos, son amarillentos y puntiagudos. Las larvas son muy pequeñas, de color blanquecino, con la cabeza y la cola de color pardo-oscuro; tienen patas pequeñas cerca de la cabeza y viven en el suelo.

Las pupas se encuentran en el suelo, son blandas y están encerradas en una celda. Su ciclo biológico dura de 30 a 35 días.

7.16.7.2. Daños

Las larvas se alimentan de raíces; los adultos comen hojas y vainas, en plantas pequeñas también comen los tallos. Los daños se ven como perforaciones redondeadas, el daño más severo es en plantas pequeñas, puesto que éstas son más débiles y tienen pocas hojas.

Algunas especies transmiten enfermedades causadas por virus, por ejemplo el Mosaico común. En caso de infestaciones severas, los rendimientos pueden ser reducidos en 25 a 30 %.

7.16.7.3. Control

Nivel crítico: Un escarabajo por cada dos plantas muestreadas en un mismo sitio, desde la germinación hasta la aparición de dos hojas trifoliadas.

7.16.7.3.1. Cultural: Eliminar malezas dentro y en los alrededores del cultivo.

La aradura reduce los niveles de la plaga.

Utilizar cultivos trampa en los alrededores, como las cucurbitáceas, para reducir daños.

7.16.7.3.2. Biológico: Aplicar hongos entomopatógenos como *Bauveria basiana*. Las chinches reducidas controlan la plaga pero no ejercen control total.

7.16.7.3.3. Químico: Insecticidas granulados al suelo o sistémicos a la semilla controlan la larva. Los adultos se controlan con aplicaciones foliares de insecticidas de contacto o ingestión (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.8. *Anticarsia gemmatalis* (lepidoptera: noctuidae): Gusano terciopelo

7.16.8.1. Descripción

Los adultos son palomillas de varios colores, desde café-púrpura hasta amarillo-café pálido moteado de negro, generalmente presentan una línea diagonal pálida de bordes oscuros que atraviesa las alas anteriores y posteriores. Ponen sus huevos en el envés de las hojas, en grupos o en forma individual.

Las larvas son delgadas, de color verde pálido a café oscuro, tienen líneas amarillas o pálidas al costado del cuerpo y en la espalda, los segmentos están separados por bandas aterciopeladas en la piel. Son activas, se retuercen y saltan de la planta al ser perturbadas.

7.16.8.2. Daños

Las larvas son comedoras voraces del follaje y de las vainas, cuando se presentan en altas densidades pueden dejar al cultivo sin hojas en poco tiempo. Comienzan alimentándose de las hojas en la parte superior de la planta; una vez que eliminan todo el follaje de la planta se alimentan de la parte más suculenta del tallo.

Las mayores infestaciones se dan durante la época seca; en sus primeros tres estadios pueden ser confundidas con gusanos medidores, por su similitud al caminar.

7.16.8.3. Control

Nivel crítico: Pérdida de 30 % del follaje cuando las plantas están en floración.

7.16.8.3.1. Cultural: Mantener densidades altas y variedades con buena capacidad de recuperación a la defoliación.

7.16.8.3.2. Biológico: La bacteria *Bacillus thuringiensis*, el Virus de la poliedrosis nuclear, y varios hongos entomopatógenos controlan esta plaga.

7.16.8.3.3. Químico: Utilizar insecticidas de contacto o ingestión. Para un buen control, es necesaria buena penetración del insecticida.

**7.16.9. *Spodoptera eridania*, *S. frugiperda*, *S. ornithogalli* (Lepidoptera: Noctuidae):
Gusano cogollero, soldado**

7.16.9.1. Descripción

Los adultos son palomillas nocturnas de color gris marrón, con manchas en las alas, colocan sus huevos en masas de 40 a 300 en hojas y tallos, los huevos son inicialmente de color verde claro y luego se vuelven grises.

Las larvas son gordas y de color verdoso o gris oscuro, miden hasta 3.5 cm de largo, durante el día se ocultan en el suelo; las pupas son color café oscuro y son encontradas en el suelo. Estos insectos viven entre cinco a ocho semanas.

7.16.9.2. Daños

Durante la tarde y la noche, las larvas cortan los tallos de las plantas tiernas, ocasionando su muerte. Cuando la larva es joven se alimenta raspando las hojas y tallos de la planta, debilitando su crecimiento; en la época de floración y formación de vainas pueden alimentarse de estos tejidos.

En los surcos, las plantas se ven afectadas en hileras, lo que causa disminución en la población del cultivo y caída en los rendimientos.

7.16.9.3. Control

Nivel crítico: Trece larvas por cada 10 plantas muestreadas en el mismo sitio. En sus primeras etapas el cultivo debe ser muestreado periódicamente.

7.16.9.3.1. Biológico: Avispas *ichneumonidas* y *bracónidas*, así como moscas tachínidas parasitan las larvas de esta plaga.

7.16.9.3.2. Cultural: La aradura y rastreo profundo del suelo en tierra y expone al sol las larvas y pupas.

7.16.9.3.3. Químico: Aplicar insecticidas de contacto o ingestión durante la tarde o la noche, usar insecticidas granulados al pie de la planta y tratar la semilla. Emplear cebos con melaza, afrecho e insecticida (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.10. *Tetranychus spp.* (Acarina: Tetranychidae): Arañita roja, ácaros

7.16.10.1. Descripción

Los adultos son pequeñas arañas de color rojizo y verdoso, difíciles de apreciar a simple vista, miden 0.5 mm y poseen cuatro pares de patas.

Sus huevos son redondos, traslúcidos y los colocan individualmente, de forma dispersa, en las plantas; los estados inmaduros son similares al adulto con la diferencia que solo poseen tres pares de patas. Viven de 15 a 25 días.

7.16.10.2. Daños

Esta plaga es más abundante en épocas secas (altas temperaturas y baja humedad); a veces, las poblaciones aumentan cuando se hacen aplicaciones excesivas de insecticidas. Los adultos y las larvas raspan las partes inferiores de las hojas, causando daños que debilitan a las plantas, los daños aparecen como pequeñas manchas claras en las hojas que luego se vuelven amarillas y finalmente de color café claro.

Cuando las poblaciones son muy altas pueden causar caída de las hojas e incluso muerte de la planta, en estos casos el follaje se llena de telaraña.

7.16.10.3. Control

7.16.10.3.1. Cultural: Rotar cultivos.

No hacer segunda siembra anual y no traslapar siembras.

7.16.10.3.2. Genético: Sembrar variedades tolerantes.

7.16.10.3.3. Biológico: Plaga susceptible a enemigos naturales como *Geocoris punctipes* (Hemiptera: Lygaeidae), *Orius sp.* (Hemiptera: Anthocoridae) que son insectos depredadores y *Phytoseyolus persimilis* (Acarina: Phytoseiida). Hongos entomopatógenos como *Beauveria* controlan la plaga.

Lluvias y/o riego por aspersión disminuyen la población de las arañitas.

7.16.10.3.4. Químico: Aplicar acaricidas al follaje, hacerlo solo en casos económicamente justificados (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.11. *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): Mosca blanca

7.16.11.1. Descripción

Los adultos son muy pequeños, miden aproximadamente un milímetro, tienen dos pares de alas. Se los encuentra en la cara inferior de las hojas; cuando se mueve el follaje, vuelan rápidamente.

La hembra adulta pone hasta 160 huevos sobre la superficie inferior de las hojas, sus huevos son ovalados y diminutos; las ninfas son de color amarillo pálido, de forma ovalada y aplanada, no tienen patas ni alas y parecen escamas, las ninfas completamente desarrolladas miden menos de un milímetro. El insecto completa hasta 15 generaciones durante cada cultivo.

7.16.11.2. Daños

Las ninfas se alimentan chupando la savia de las plantas; las hojas afectadas presentan manchas amarillentas dispersas y se arrugan o encrespan. En caso de poblaciones altas, hay un amarillamiento general del follaje, al alimentarse secretan una miel pegajosa que cubre las hojas y flores, en esta miel crece un hongo de color negro llamado fumagina.

Las plantas dejan de crecer, pierden vigor y producen muy poco; el insecto hace más daño como vector de virus que por el daño directo de alimentación. La mosca blanca transmite geminivirus, como los virus del Mosaico dorado, del Moteado clorótico y del Mosaico enano.

7.16.11.3. Control

Nivel crítico: Manejar la presencia de mosca blanca en cero, debido a que es vector de muchas enfermedades virales.

Realizar controles desde que se encuentre una sola mosca blanca en el cultivo.

7.16.11.3.1. Genético: Sembrar variedades resistentes a los virus transmitidos por la mosca blanca.

7.16.11.3.2. Cultural: Eliminar plantas con virus, malezas y plantas de pepino, tomate, soya, tabaco, algodón, que atraen a la mosca y pueden tener virus.

Evitar siembras en épocas secas donde el ataque es más severo.

Utilizar barreras vivas de maíz o sorgo.

7.16.11.3.3. Químico: No se recomienda usar químicos a largo plazo; en caso necesario hacer rotación de los insecticidas aplicados. Usar insecticidas sistémicos (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.12. *Aphis spp.*, *Myzus persicae*, *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera: Aphididae):
Áfidos, pulgones

7.16.12.1. Descripción

Los adultos y los estados inmaduros o ninfas son iguales, diferenciándose solo por su tamaño. Son insectos muy pequeños (2-2.5 mm), de cuerpo suave, en forma de pera; son de color amarillo, verde, rosado, gris o negro dependiendo de su especie. Algunos adultos tienen alas; estos insectos pueden encontrarse en toda la planta, prefiriendo la parte de abajo de las hojas.

7.16.12.2. Daños

Los pulgones son insectos chupadores; tanto adultos como ninfas succionan la savia de las hojas, brotes, tallo y flores. Su saliva es tóxica.

Las hojas picadas se enrollan y encrespan y finalmente caen de la planta, este daño hace que las plantas se debiliten y se queden pequeñas. Las plantas severamente afectadas por la plaga se observan ennegrecidas, esto se debe al crecimiento del hongo fumagina en una mielecilla excretada por estos insectos.

Son vectores importantes de diferentes virus como el CMV y el Mosaico rugoso.

7.16.12.3. Control

Nivel crítico: Para áfidos con alas, cuatro insectos por cada cinco plantas muestreadas. Para áfidos sin alas, un grupo de insectos por cada dos plantas muestreadas.

7.16.12.3.1. Cultural: Realizar siembras de alta densidad en zonas donde hay muchos áfidos.

Eliminar plantas de frijol con síntomas de virus y de pepino, tomate, soya, tabaco o algodón que estén dentro del cultivo.

Evitar siembras en época seca.

Sembrar barreras vivas de maíz o sorgo.

7.16.12.3.2. Biológico: Las mariquitas *Hippodamia convergens*, *Cicloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae), los insectos llamados “león de áfidos” (*Chrysoperla externa*, Neuroptera: Chrysopidae) son voraces comedores de pulgones. Las avispas braconíidas (*L. testaceipes* y *D. rapae*) son parasitoides disponibles comercialmente.

7.16.12.3.3. Químico: Aplicar insecticidas sistémicos al follaje.

Aplicar aceite agrícola y agua con jabón (al 1 %) o con harina de trigo, a todo el follaje (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.13. *Empoasca spp.* (Homoptera: Cicadellidae): Salta hojas, chicharritas, langostinos, lorito verde

7.16.13.1. Descripción

Los adultos y las ninfas tienen forma de cono, miden como máximo tres milímetros; los adultos tienen alas, mientras que las ninfas no las presentan y son más pequeñas, son de color verde y presentan manchas blancas en la cabeza y en la parte anterior del tórax. Caminan hacia los lados al sentirse amenazados, se desplazan por saltos o volando, ponen sus huevos individualmente, dejando los insertados en los tejidos de la planta. Estos insectos viven entre 20 a 25 días.

7.16.13.2. Daños

Al chupar la savia de las plantas inyectan una toxina que causa el enrollamiento de las hojas hacia abajo, las hojas afectadas toman un color café rojizo y en ataques severos se secan. Las plantas atacadas no crecen; si los daños ocurren durante la floración, el número de vainas se reduce, las vainas que logran desarrollar crecen con mal formaciones.

Los daños de la plaga reducen significativamente el rendimiento; el verano, la sequía y altas temperaturas agravan los daños.

7.16.13.3. Control

Nivel crítico: Un adulto de chicharrita por planta o tres o más ninfas por cada 10 plantas muestreadas. Para evaluar el número de chicharritas se mueve el follaje de las plantas con la mano.

7.16.13.3.1. Cultural: Programar fechas de siembra para evitar períodos calurosos y sequía.

Dejar en el suelo residuos de cosechas anteriores.

Lluvias y riego por aspersión reducen las poblaciones de la plaga.

7.16.13.3.2. Biológico: Existen especies de avispas que parasitan los huevos (*Anagrus* spp.) y son depredadores.

7.16.13.3.3. Genético: Utilizar variedades resistentes.

7.16.13.3.4. Químico: Con alta incidencia, utilizar insecticidas sistémicos granulados. Antes de la producción de vainas aplicar insecticidas de contacto o ingestión (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.14. *Liriomyza* spp. (diptera: agromyzidae): Moscas minadoras

7.16.14.1. Descripción

Los adultos son moscas diminutas (1-2 mm), de color oscuro y manchas amarillas en la cabeza y entre las alas. Los huevos son puestos dentro del tejido de las hojas.

Las larvas son de color crema amarillento, vermiformes, sin patas; viven en minas o galerías que hacen en las hojas. Las pupas se encuentran en el suelo o adheridas a las hojas.

Viven de 20 a 25 días.

7.16.14.2. Daños

Las larvas comen los tejidos de las hojas, justo por debajo de la capa superior de las mismas (cutícula), al alimentarse forman galerías irregulares, que se ven como manchas claras en las hojas. Esta plaga es altamente dañina cuando las plantas son jóvenes.

En infestaciones severas hay amarillamiento en el follaje, se pueden observar muchas galerías o minas de color claro y caída de hojas. Los rendimientos de las plantas afectadas disminuyen.

7.16.14.3. Control

Nivel crítico: No existe método específico, se recomienda observar la presencia de minas frescas (verde claro) con larvas.

7.16.14.3.1. Biológico: Avispas eulóphidas (*Chrysochari ssp.* Y *Diglyphu ssp.*) parasitan y matan las larvas.

7.16.14.3.2. Químico: Utilizar insecticidas solo en ataques severos y con las dosis recomendadas, porque el insecto es altamente propenso a adquirir resistencia. El uso exagerado de insecticidas elimina los enemigos naturales (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.15. *Nezara viridula* (hemiptera: pentatomidae): Chinche verde, maya

7.16.15.1. Descripción

Los adultos son de color verde claro y de forma triangular, tienen antenas delgadas y miden aproximadamente 16 mm. Las ninfas son pequeñas, redondeadas, de color café rojizo con manchas negras, verdes, amarillas o rojas.

Los huevos recién puestos tienen un color verde pálido, antes de eclosionar se ponen amarillos o rojizo, son colocados en masas de unos 30 huevos y tienen forma de barril. Viven unos 45 días.

7.16.15.2. Daños

Las chinches son insectos chupadores, succionan la savia de las plantas. El insecto en su fase adulta prefiere alimentarse de las vainas, esto daña las semillas y las de forma; pueden transmitir enfermedades fungosas.

7.16.15.3. Control

Nivel crítico: Dos adultos o ninfas grandes por metro cuadrado, durante la formación y llenado de vainas.

7.16.15.3.1. Cultural: No hacer una segunda siembra anual en el mismo campo.

Realizar rotación de cultivos.

7.16.15.3.2. Biológico: Los huevos son parasitados por avispas. Algunas moscas tachínidas parasitan a las ninfas maduras y los adultos.

7.16.15.3.3. Químico: Usar insecticidas sistémicos y de contacto (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.16. *Epinotia aporema*, *Laspeyresia leguminis* (Lepidoptera: Tortricidae), *Helicoverpa zea*, *H. virescens*. (Lepidoptera: noctuidae): Barrenadores o perforadores de la vaina

7.16.16.1. Descripción

Los adultos son polillas típicas de color grisáceo y con un tamaño de uno y medio a tres centímetros de largo, colocan sus huevos en masas de color verde-grisáceo; los ponen en los brotes, las flores y en las vainas jóvenes de la planta. Las pupas son subterráneas.

Su ciclo de vida es de 20 a 30 días.

7.16.16.2. Daños

Las larvas recién nacidas se alimentan de las partes tiernas de la planta; una vez desarrolladas se introducen en las vainas. El daño principal es causado a las semillas.

Las vainas con larvas se pudren debido a la presencia de hongos; infestaciones severas reducen los rendimientos de forma considerable.

7.16.16.3. Control

Nivel crítico: Una larva en 20 vainas muestreadas.

7.16.16.3.1. Cultural: Hacer siembras lejos de leguminosas y eliminar malezas dentro y alrededor del cultivo.

Programar siembras y cosechas tempranas previene altas infestaciones de esta plaga.

7.16.16.3.2. Biológico: Las larvas pueden ser controladas aplicando patógenos como el Virus de la poliedrosis nuclear *Bacillus thuringiensis* y hongos entomopatógenos.

También existe una gran variedad de depredadores y parásitos.

7.16.16.3.3. Químico: Aplicar insecticidas translaminares de contacto o ingestión durante la floración y formación de vainas (Red SICTA *et al*, 2010).

7.16.17. Trichapion godmani (coleoptera: curculionidae): Picudo de la vaina, gorgojo de la vaina, picudo del ejote

7.16.17.1. Descripción

Los adultos son pequeños, miden entre dos y medio y tres milímetros, son de color grisáceo, sus alas superiores son duras y estriadas, su principal característica es su trompa alargada.

Las larvas se desarrollan dentro de las vainas, son de color blanco y de forma curva, su cabeza es de color café oscuro, miden dos a tres milímetros; las hembras colocan los huevos, uno a uno, en el tejido de las vainas recién formadas; depositan hasta 390 huevos en toda su vida. Las pupas son desnudas y se las encuentra dentro de las vainas. Su ciclo de vida es de 20 días.

7.16.17.2. Daños

El daño principal lo ocasionan las larvas que se alimentan de los granos, al colocar los huevos, ocasionan daños en las vainas, provocando cicatrices circulares de color amarillo y malformaciones. Estos insectos pueden reducir los rendimientos y la calidad de los granos de forma considerable.

7.16.17.3. Control

Nivel crítico: Ocho adultos por metro cuadrado, durante la floración y formación de las vainas.

7.16.17.3.1. Cultural: Cortar el ciclo de vida de este insecto mediante la uniformidad en las fechas de siembra, manejo adecuado de las malezas y destrucción de los rastrojos o plantas hospederas.

7.16.17.3.2. Genético: Utilizar variedades resistentes.

7.16.17.3.3. Biológico: El control con depredadores y parásitos no es eficiente. Los hongos entomopatógenos *Metharrhiziu manisopliae* y *Beauveria basiana* han mostrado mayor efectividad.

7.16.17.3.4. Químico: Aplicar insecticidas de contacto en todo el follaje, con atomización muy fina.

7.16.18. *Acanthoscelides obtectus* (coleoptera: bruchidae): Gorgojo, bruco del frijol

7.16.18.1. Descripción

Los adultos son pequeños escarabajos (3 mm) de cuerpo angosto por el frente y ancho por detrás, son de color gris o pardo con manchas claras en la parte superior del abdomen. Colocan sus huevos sobre las vainas maduras o sobre los granos, éstos son color blanco, de forma ovalada y no están pegados a los granos.

Sus larvas son blancas, gruesas, de forma curva y carecen de patas; las pupas se desarrollan en celdas o cápsulas larvales donde crecen desnudas. Su ciclo de vida es de 25 a 30 días.

7.16.18.2. Daños

Esta plaga comienza a hacer daño al final de la floración; ya en esta etapa las larvas se comen las semillas. La infestación luego se traslada al grano almacenado.

En su estado de larva ataca todos los tipos de frijoles, caupí y garbanzos; esta plaga tiene mucha importancia económica, debido a que puede destruir la totalidad del grano almacenado.

7.16.18.3. Control

7.16.18.3.1. Cultural: Cortar el ciclo de vida destruyendo o incorporando los rastrojos.

Las cosechas sacadas temprano del campo evitan infestaciones.

Las bodegas o silos deben estar limpios y secos.

Dejar el grano al sol disminuye los daños.

7.16.18.3.2. Químico: Aplicar insecticidas de contacto o ingestión durante la formación de las vainas, solo cuando hay gorgojos.

En almacenamiento, de manera preventiva aplicar insecticidas de contacto en el piso, paredes y techo de la bodega. Para tratamiento curativo, aplicar fosfamina en ambientes cerrados; este tratamiento es muy tóxico y debe realizarlo personal capacitado.

7.16.18.3.3. Físico-Mecánico: Espolvorear el grano con ceniza, sílice cristalina, arcilla, carbonato de magnesio o cal. Se puede tratar la semilla con aceite vegetal (Red SICTA *et al*, 2010).

Muchos de estos insectos son vectores de enfermedades virales; por ende se deben tomar las medidas necesarias para impedir que éstos lleguen al umbral económico y que causen pérdidas drásticas en el cultivo del frijol.

7.17. Cosecha

Es la fase de arranque de las plantas de frijol y se dejan en el campo secándose, hasta que las vainas se puedan abrir con el golpe de un palo sobre una lona. Esto se hace cuando el frijol tiene un 16 al 17 % de humedad y que la vaina esté seca. Esta es una operación donde se le da con un palo a la masa de plantas con hojas y la planta entera, después se les quita las plantas grandes con la mano y con el viento se sopla para limpiar el grano.

Después se asolea para llevarla a un 14 % de humedad para ponerla en el silo; el silo debe estar limpio y libre de infestaciones de plagas del grano como el gorgojo *Zobrote ssp.* (German, 2009).

El uso de la mano de obra es alto, por lo tanto la participación de la mano de obra familiar es marcada en Nicaragua, situación que puede estar asociada con el tamaño de las fincas dedicadas al cultivo y con la estructura de la tierra.

7.18. Fungicidas

7.18.1. Amistar 50WG

Nombre común: Azoxystrobina

Concentración: 500 gramos de i.a. por kilogramo de producto.

Formulación: Gránulos Dispersables

Acción biológica: AMISTAR 50WG, es un nuevo fungicida del grupo de las “estrobilurinas”, con perfil netamente natural y orgánico, que inhibe la respiración mitocondrial de los hongos, evitando el transporte de electrones entre el citocromo impidiendo también la formación de ATP. Afecta hongos pertenecientes a los cuatro grupos patogénicos con acción preventiva, curativa erradicante y antiesporulante en forma sistémica. “AMISTAR” 50WG, no presenta resistencia cruzada con ninguno de los grupos fungicidas conocidos.

Categoría toxicológica: Franja verde

Dosis para cultivos como frijol, arroz y tomate:

140 a 200 g/mz

200 a 284g/ha

Ornamentales: 30 a 40 g/100 litros de agua.

Patógenos: Tiene un amplio espectro de control sobre hongos Basidiomicetos, Ascomicetos, Oomicetos y Deuteromicetos en una gran variedad de cultivos.

Aplicación: Debe ser aplicado en forma de aspersión foliar. Con los gránulos dispersables se debe preparar una pre-mezcla en un recipiente pequeño con poca agua, la que se agrega al tanque del equipo de aplicación lleno por lo menos hasta la mitad de su capacidad,

completando finalmente el agua hasta el nivel deseado y acorde con la calibración previamente efectuada. Se debe mantener la mezcla en constante agitación durante la preparación y aplicación.

Período de reingreso: Se puede ingresar al área aplicada, una vez que el rocío se haya secado sobre el follaje.

Días a cosecha: Está calificado por EPA, como un “Pesticida de riesgo reducido”, que permite efectuar la cosecha de cualquier cultivo agrícola con carencia máxima de un día.

Compatibilidad: Es compatible con la mayoría de fitosanitarios de uso común. No debe mezclarse con productos de fuerte reacción alcalina.

Protección personal: Está calificado como “Producto seguro” por la E.P.A., debe usarse siempre el equipo de protección y observarse las medidas de seguridad mientras se manipula, se aplica y se lava el equipo de aspersión.

No tiene antídoto específico, el tratamiento debe ser sintomático (VADEAGRO, 2006).

7.18.2. Phyton 24 SC

Uso agronómico: Es un potente bactericida-fungicida sintético perteneciente al grupo de los inorgánicos.

Modo de acción: Tiene acción preventiva y curativa. Es absorbido por la planta y transportado por la corriente de savia de tal manera que el ingrediente activo protege las plantas y no es lavado por las lluvias. Es poco tóxico para los humanos, aves, peces, insectos benéficos o plantas de follaje sensible o delicado; sin embargo, durante la aplicación del producto se recomienda usar ropa de protección personal. Aplicado en las dosis apropiadas y con buena cobertura tiene un efecto residual de 6 a 8 días, este período puede incrementarse o reducirse.

Intervalo de aplicación: Se debe repetir la aplicación de acuerdo a la necesidad del agroquímico usado para el control y eliminación de la plaga.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: Sin restricción

Intervalo de reingreso al área tratada: No existe intervalo de reingreso al área tratada. Sin embargo se debe seguir las instrucciones recomendadas para los plaguicidas que se agregaron al tanque de mezcla.

Fitotoxicidad: No causa fitotoxicidad a los cultivos.

Compatibilidad: Se recomienda realizar la aplicación solo sin mezclarlo con otros plaguicidas, de mezclarse con otros agroquímicos se debe realizar pruebas de compatibilidad antes de la aplicación. Bajar el pH con PH-PLUS hasta valores entre 6-7 (VADEAGRO, 2006).

7.18.3. Funbact 24 SL

Uso agronómico: Es un potente bactericida-fungicida sistémico perteneciente al grupo de los inorgánicos.

Modo de acción: Tiene acción preventiva y curativa. Es absorbido por la planta y transportado por la corriente de savia de tal manera que el ingrediente activo protege las plantas y no es lavado por las lluvias. Es un producto que se debe de aplicar con protección para no causar daños a humanos, aves, peces, insectos benéficos o plantas de follaje sensible o delicado; sin embargo, durante la aplicación del producto se recomienda usar ropa de protección personal. Aplicado en las dosis apropiadas y con buena cobertura tiene un efecto residual de 6 a 8 días, este período puede incrementarse o reducirse.

Intervalo de aplicación: Se debe repetir la aplicación de 6 a 8 días.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: No tiene

Intervalo de reingreso del área tratada: 0 días, no existe intervalo de reingreso al área tratada.

Fitotoxicidad: No causa fitotoxicidad a los cultivos si se aplican las dosis recomendadas.

Compatibilidad: Se recomienda realizar la aplicación solo sin mezclarlo con otros plaguicidas. Se debe nivelar el pH con PH-PLUS hasta valores entre 6-7 (VADEAGRO, 2006).

7.18.4. Carbendazim 50 SC

Ingrediente activo: Benzimidazol, Carbendazim

Formulación y concentración: Suspensión concentrada que contiene 500 g/l de producto comercial.

Modo de acción: Es un fungicida perteneciente al grupo de los benzimidazoles, el cual posee acción sistémica, ejerciendo control preventivo y curativo sobre las enfermedades fúngicas que atacan una gran diversidad de cultivos.

Fitotoxicidad: No es fitotóxico a las dosis y en los cultivos recomendados.

Compatibilidad: Es compatible con los plaguicidas de uso común existentes en el mercado, a excepción de compuestos alcalinos como sulfato de calcio y polisulfuros.

Categoría toxicológica: IV

Intervalo de aplicación: Dependerá de la incidencia de enfermedades en los cultivos, pero se recomienda entre 7 y 14 días, dependiendo de la época de siembra.

Intervalo entre la última aplicación y la cosecha: 8 días

Intervalo de reingreso al área tratada: Después que la mezcla con el producto se haya secado en el follaje de las plantas tratadas, lo cual ocurre después de 30 o 45 minutos (VADEAGRO, 2006).

SL: Sustancia líquida

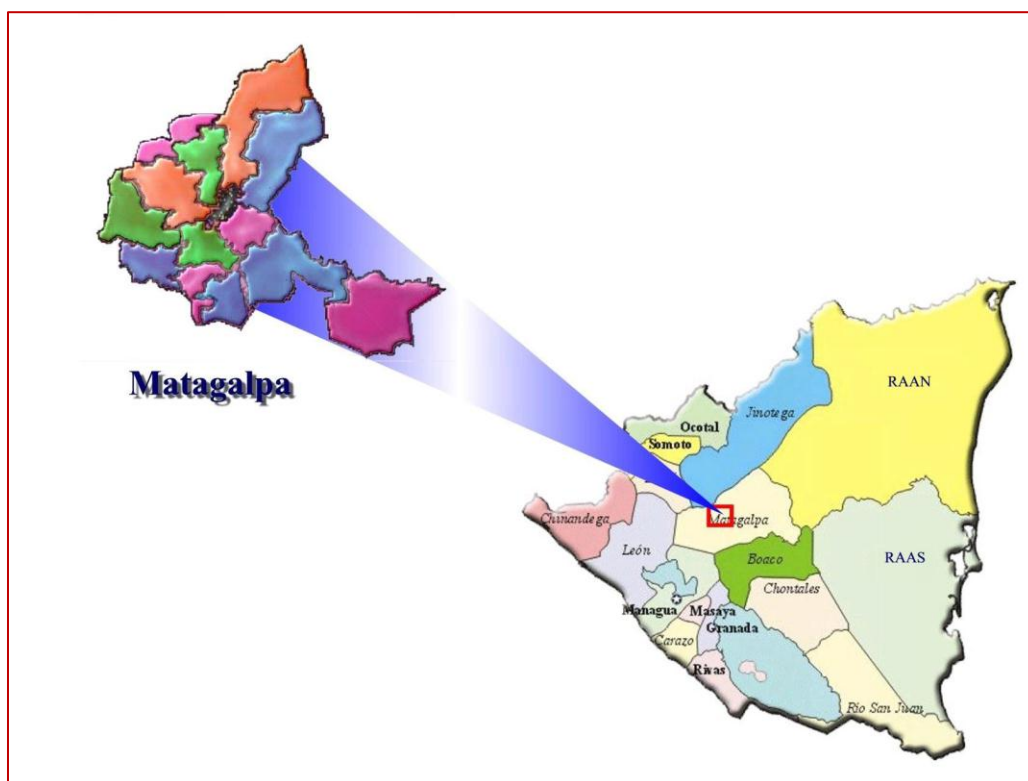
SC: Sustancia Sólida

VIII. DISEÑO METODOLÓGICO

8.1. Ubicación Geográfica y caracterización del sitio de estudio

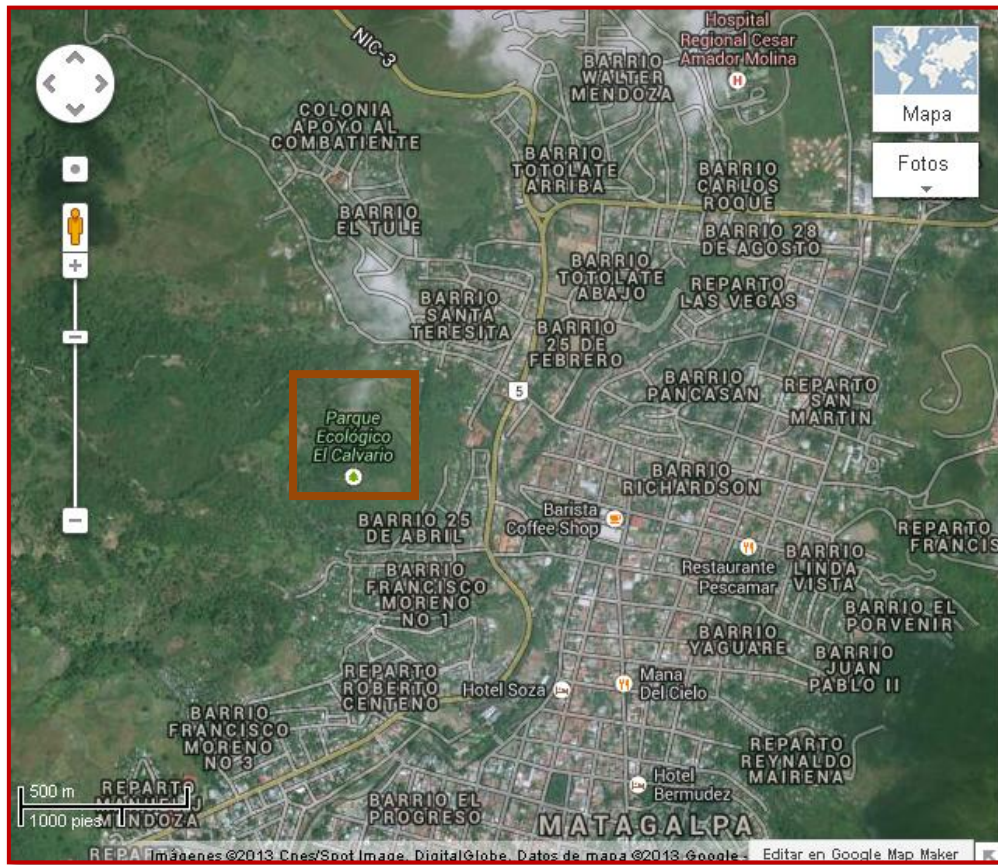
La figura 13 muestra el municipio de Matagalpa, el cual tiene una extensión territorial de 619.36km², lo que representa el 9 % del territorio del departamento. El clima es moderadamente fresco y húmedo, la altura determina la condición del clima agradable. La investigación se llevó a cabo en la finca San Antonio, comunidad El Calvario; propiedad del señor Julio Castillo, ubicada a 5 km de la ciudad de Matagalpa como se observa en la figura 14, este cuenta con temperaturas que oscilan entre los 19° y 24° C; posee una altura de 618.84 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.); la precipitación anual fluctúa entre los 800 a 2000 mm. La textura del suelo es franco arcilloso con erosión de moderada a fuerte y mayormente con cobertura agropecuaria (CENAGRO, INIDE & MAGFOR, 2013).

Figura 13: Localización del Municipio de Matagalpa



Fuente: SINAPRED (2009)

Figura 14: Localización del Cerro El Calvario



Fuente: Google Map Maker (2013)

8.2. Tipo de estudio

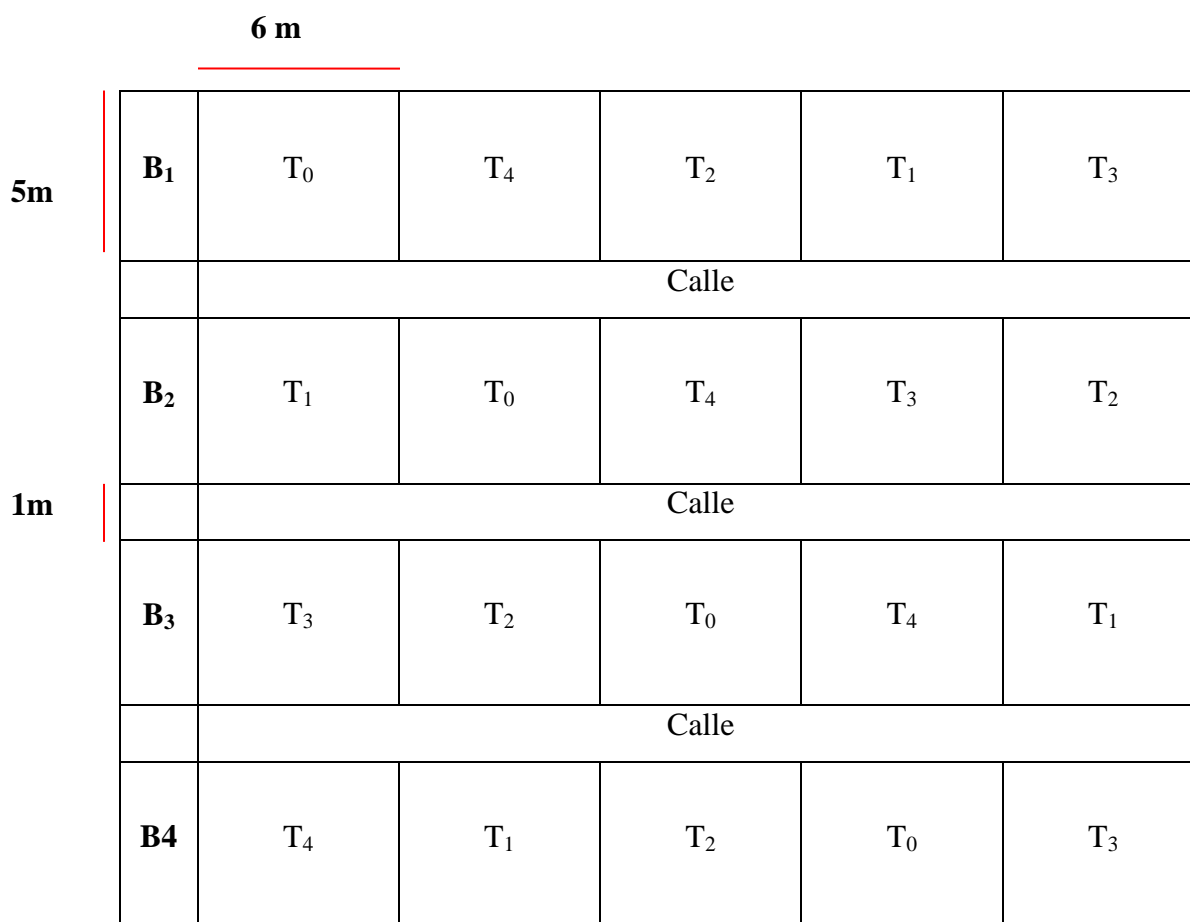
Esta investigación es de tipo experimental, en la que se evaluó el efecto de cuatro fungicidas y un testigo absoluto (ninguna aplicación de fungicida) el cual consiste en no aplicar ningún producto que controle enfermedad alguna en el cultivo del frijol variedad Chile Rojo # 1; con el propósito de conocer con cual de los tratamientos se obtuvo mejor crecimiento y rendimiento.

8.3. Diseño experimental

Como se muestra en la tabla 4 el experimento se estableció mediante un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) utilizando cinco tratamientos y cuatro repeticiones, cada repetición separada por un metro. Cada parcela la conformaron diez surcos de 6 m de largo

con una distancia de 0.50 m entre cada surco, lo que representó 30 m² para cada tratamiento (parcela). El área total del ensayo fue de 690 m², con una población de 3,000 plantas aproximadamente a una distancia entre planta de 0.40 m, cada tratamiento conformado por 150 plantas. Se realizaron cuatro muestreos, donde se tomó como muestra 19 plantas en sorteo para obtener los datos en cuanto a incidencia de enfermedades y rendimiento (peso en lb) por cada tratamiento en estudio. Para controlar incidencia de enfermedades se realizaron dos aplicaciones de los fungicidas Amistar 50 utilizando 2.5 gr, Phyton 24 SC con 10 cc, Funbact 24 SL con 12.5 cc, Carbendazim 50 SC con 15 cc y el testigo absoluto sin utilizar fungicida; todos estos mezclados en 5 litros de agua en cada aplicación.

Tabla 4. Plano de campo



T₀: Absoluto **T₂**: Phyton 24 SC **T₄**: Carbendazim 50 SC

T₁: Amistar 50 **T₃**: Funbact 24 SL

8.4. Técnicas de investigación

Se utilizó una hoja de campo para la toma de datos y posteriormente analizar incidencia de enfermedades y rendimiento como efecto del tratamiento que se le aplicó a cada unidad experimental. En Anexo 1, se presenta el diseño de la hoja utilizada en campo para el estudio; además se hizo uso de fotografía y observación directa cada 15 días para verificar el efecto causado por los fungicidas en las enfermedades que se presentaron durante el ciclo vegetativo del cultivo de frijol.

8.5. Manejo agronómico del experimento

La siembra fue realizada el día 17 de Septiembre del 2013. Una vez establecida la parcela donde se realizaría el estudio y germinada la semilla, 8 días después se establecieron las unidades experimentales, la cual se dividió en partes iguales para los cinco tratamientos por cada bloque. A los quince días de germinado se realizó la primer aplicación de los fungicidas Amistar 50, Phyton 24 SC, Funbact 24 SL y Carbendazim 50 SC; utilizando las dosis reflejadas en la Tabla 4, administrados con una bomba de 16 litros. La segunda aplicación de las cuatro fórmulas se hizo 22 días después de la primera aumentando solamente 1 litro de agua con la misma dosis de las fórmulas; los fungicidas fueron aprovechados de manera foliar. La cosecha se realizó de forma manual una vez concluido el ciclo del cultivo a los 75 días después de la siembra.

Tabla 5. Tratamientos evaluados con sus diferentes dosis de aplicación

Tratamiento	Fuente	Dosis de fungicida cc/mz	Dosis de fungicida cc/tratamiento
T ₀	Absoluto	-	-
T ₁	Amistar 50 (Producto granular)	100 gr/mz	2.5 gr/5 lt H ₂ O
T ₂	Phyton 24 SC	400 cc/mz	10 cc/ 5 lt H ₂ O
T ₃	Funbact 24 SL	500 cc/mz	12.5 cc/ 5 lt H ₂ O
T ₄	Carbendazim 50 SC	600 cc/mz	15 cc/ 5 lt H ₂ O

8.6. Variables evaluadas

La toma de datos de las variables de desarrollo y rendimiento se efectuaron aproximadamente cada 15 días, a partir de los 18 días después de la siembra (dds).

8.6.1. Enfermedades fungosas (Incidencia)

Se realizaron aproximadamente nueve visitas y observaciones en el lugar donde se estableció el estudio, y mediante la observación directa se identificó la incidencia y nivel de afectación de las enfermedades presentes.

8.6.2. Altura de la planta (cm)

Se midió en centímetros, desde la base del tallo hasta la última hoja trifoliada bien formada.

8.6.3. Promedio de vainas por planta

El conteo de número de vainas fue realizado en el campo a los 64 días después de la siembra, tomando 19 plantas al azar por parcela útil y determinando su promedio.

8.6.4. Promedio de granos por vaina

Esta variable fue registrada a los 64 días después de la siembra, contándose los granos de las vainas en las 19 plantas tomadas al azar por parcela útil y luego se determinó un promedio.

8.6.5. Rendimiento (kg/hectárea)

Se determinó en base a la cantidad de granos cosechados de las plantas comprendidas en la parcela útil, expresado en kg/hectárea.

8.6.6. Propiedades físicas y químicas presentes en la parcela experimental

En la parcela experimental se realizó la extracción de suelo para poder identificar las siguientes variables:

Textura: Es la relación que existe entre los diferentes fragmentos de arena, limo y arcilla que componen el suelo. Esta se determinó realizando la prueba en campo utilizando la guía que se muestra en Anexo 2.

Estructura: La determinación de la estructura se efectuó mediante el grado de cohesión al tacto, utilizando una pequeña porción de suelo y por medio de su consistencia se identificó la estructura siendo esta granular.

Color: El color de suelo indica el contenido de materia orgánica que tiene un suelo, se identificó mediante la observación, suelo claros indican lavado, pobreza de materia orgánica. En la parcela experimental el suelo es pobre en materia orgánica ya que este es de color claro.

pH: El pH del suelo en el área de estudio se verificó mediante una cinta pH métrica comparando el resultado con la tabla correspondiente, encontrándose un pH de 6.5.

8.7. Análisis estadístico

Los datos se procesaron utilizando el paquete estadístico SPSS versión 19, donde se aplica estadística descriptiva como media aritmética, promedio, mínimos, máximos; con el fin de presentar los resultados se realizaron cuadros y gráficos.

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medidas por prueba de Duncan en cada variable para determinar el mejor tratamiento mediante las diferencias significativas.

8.8. Operacionalización de variables

Tabla 6: Variables e indicadores

Objetivos específicos	VARIABLES	Indicador	Instrumento
Identificar las enfermedades que afectan el cultivo del frijol y su incidencia en el rendimiento.	Enfermedades fungosas: Mustia Hilachosa, Mancha Angular, Antracnosis y Roya	Incidencia: ✓ Resistente ✓ Intermedio ✓ Susceptible	✓ Hoja de campo ✓ Lapicero ✓ Observación
Valorar el efecto de los fungicidas Phyton 24 SC, Carbendazim 50 SC, Funbact 24 SL, Amistar 50 y un testigo absoluto en el control de enfermedades en frijol; mediante la altura y el número de vainas de la planta.	Altura de la planta	Centímetro (cm): Altura 1: 15 dds Altura 2: 22 dds Altura 3: 47 dds Altura 4: 64 dds	✓ Hoja de campo ✓ Lapicero ✓ Cinta métrica
	Número de vainas	Unidades	
	Número de granos/vainas	Unidades	
Estimar el rendimiento del frijol en cada una de las parcelas a partir de la aplicación de los diferentes fungicidas.	Rendimiento	Kg/hectárea	✓ Hoja de campo ✓ Lapicero ✓ Pesa

IV. ANÁLISIS Y RESULTADO DE DISCUSIÓN

9.1. ANDEVA para la variable Mancha Angular de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 7. Resultados de ANDEVA para la variable Mancha Angular

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	21.300 ^a	7	3.043	6.189	.003
Intersección	28.800	1	28.800	58.576	.000
Tratamientos	17.700	4	4.425	9.000	.001*
Bloques	3.600	3	1.200	2.441	.115NS
Error	5.900	12	.492		
Total	56.000	20			
Total corregida	27.200	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

El análisis estadístico realizado para la variable Mancha Angular tomada en el último muestreo a los 64 dds por ser la etapa R8 (Llenado de vainas) nos refleja que existen diferencias altamente significativas en los tratamientos evaluados. Estos datos fueron tomados a partir de la sexta semana por ser la etapa donde la enfermedad se nota más; y esta favorecida por las condiciones de alta humedad relativa y temperaturas frescas originando un microclima y por consiguiente la susceptibilidad del cultivo al desarrollo de patógenos es mayor.

Estas diferencias se deben a la efectividad de cada uno de los tratamientos para controlar los patógenos necróticos que afectan el cultivo de frijol.

Tabla 8. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Mancha Angular

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Phyton 24 SC	4	.00		
Amistar 50	4	.50	.50	
Funbact 24 SL	4		1.25	
Carbendazim 50 SC	4		1.50	
Testigo	4			8.75
Significación		.33	.078	1.00

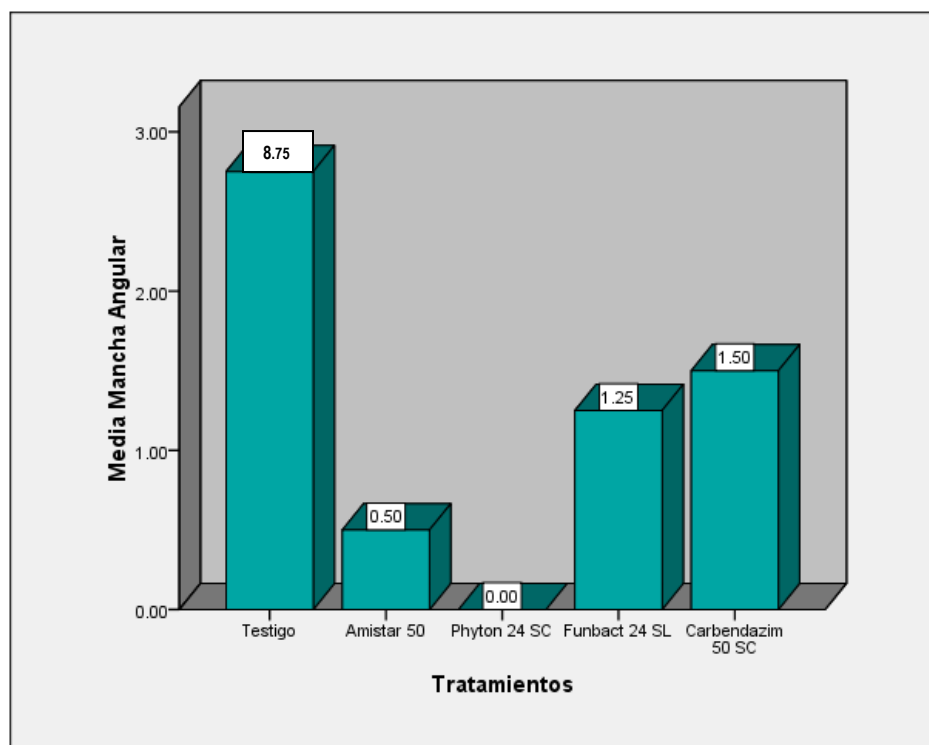
Fuente: Resultados de investigación

Al realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan, clasifica los tratamientos en las siguientes categorías: En la primera categoría se encuentra el tratamiento Phyton 24 SC con rango de 0.00, en una segunda categoría se encuentra el tratamiento Amistar 50 con 0.50, en la tercer categoría están los tratamientos Funbact 24 SL y Carbendazim 50 SC con medias de 1.25 y 1.50, respectivamente; en una cuarta y última categoría está el tratamiento Testigo con 2.75. La severidad de la enfermedad se evaluó por el grado de daño expresado en las plantas mediante los síntomas externos, el cual fue realizado mediante inspección visual tomando como referencia la escala propuesta por el CIAT que se muestra en la tabla 3. Como se puede apreciar en la Tabla 8 los resultados indican que el tratamiento Phyton 24 SC es el fungicida más eficaz en cuanto al control de Mancha Angular, seguido de Amistar 50; y en cuanto a la presencia de mancha angular en las plantas se verifica que se mostró en el tratamiento testigo por no haber sido controlada con ningún fungicida.

Mancha Angular en los cinco tratamientos evaluados

Las pérdidas de rendimiento por esta enfermedad pueden ser severas, si se presentan condiciones ambientales de alta humedad relativa y temperaturas de moderadas a intermedias de entre 16 a 28 °C y días soleados, que favorecen el desarrollo del hongo (Correa *et al*, 1989). El gráfico 1 refleja la incidencia de mancha angular en los tratamientos, y como se puede observar el tratamiento Testigo es el más afectado por no recibir ningún control de la enfermedad, todo lo contrario sucedió con el tratamiento Phyton 24 SC el cual presentó los mejores resultados en cuanto al control del patógeno. Con estos resultados se puede comprobar que la variedad de frijol Chile Rojo # 1 es susceptible a Mancha angular, por lo tanto se deben reducir las condiciones (temperaturas frescas y alta humedad relativa) que favorecen la presencia del hongo en las parcelas de este cultivo.

Gráfico 1. Incidencia de Mancha Angular



Fuente: Resultados de investigación

Es necesario mencionar que entre las enfermedades que se presentaron en el cultivo de frijol no solo se observó mancha angular sino también antracnosis en la etapa V4 (Tercera hoja trifoliada), siendo controlada inmediatamente; pero de esta no se logró mostrar resultados mediante ANDEVA ni graficar ya que los síntomas fueron leves, por lo tanto los datos serían bajos y no confiables.

9.2. ANDEVA para la variable Altura 1 (cm) de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 9. Resultados de ANDEVA para la variable Altura 1 (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	10.500 ^a	7	1.500	1.856	.166
Intersección	7761.800	1	7761.800	9602.227	.000
Tratamientos	4.700	4	1.175	1.454	.276NS
Bloques	5.800	3	1.933	2.392	.120NS
Error	9.700	12	.808		
Total	7782.000	20			
Total corregida	20.200	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación.

Al realizar el análisis de varianza al 5 % de confiabilidad no se encontró diferencias estadísticas significativas en cuanto a la altura de las plantas de los diferentes tratamientos en estudio, esto tomada a los 15 dds antes de la primera aplicación de los fungicidas, para luego verificar la efectividad de estos.

Tabla 10. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Altura1 en cm

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
Funbact 24 SL	4	19.00
Testigo	4	19.50
Phyton 24 SC	4	19.75
Carbendazim 50 SC	4	19.75
Amistar 50	4	20.50
Significación		.052

Fuente: Resultados de investigación

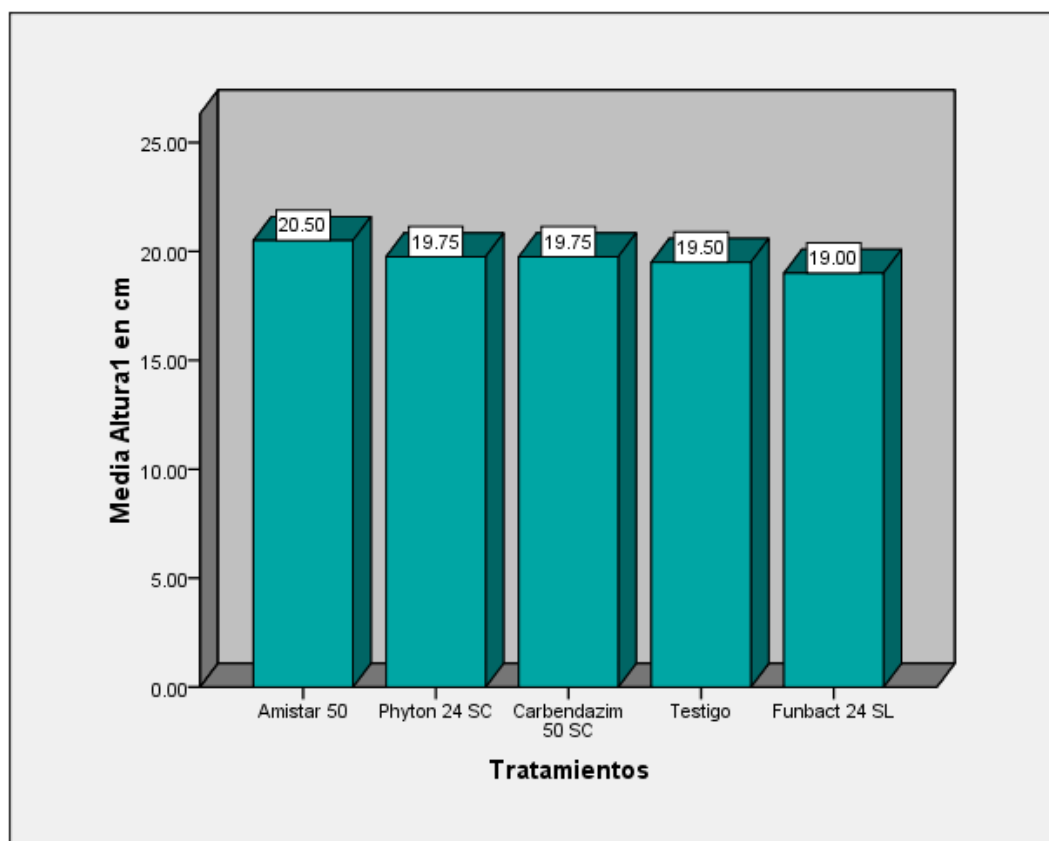
Entre las categorías estadísticas según la prueba de rangos múltiples de Duncan, no se encuentran diferencias significativas, por lo tanto hay una sola categoría. Esto se debe a que en esta etapa no se había presentado ninguna enfermedad y por lo tanto no se realizó aplicación de fungicida, siendo similar la altura de las plantas en los cinco tratamientos.

Promedio de la Altura 1 de las plantas en los cinco tratamientos del estudio

La altura de planta en el cultivo del frijol es muy importante por la competencia interespecífica que se puede dar entre el cultivo y la maleza, por la sanidad de las primeras vainas, enfermedades fungosas y la relación existente con el rendimiento (Sánchez, 1990).

El gráfico 2 representa la altura de las plantas tomadas en el primer muestreo antes de aplicar los diferentes fungicidas, siendo las plantas sembradas en el tratamiento Amistar 50 las de mayor altura con 20.50 cm en comparación con las plantas del tratamiento Funbact 24 SL que presentaron menor altura con 19 cm.

Gráfico 2. Promedio de la Altura 1 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados.



Fuente: Resultados de investigación

9.3. ANDEVA para la variable Altura 2 (cm) de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 11. Resultados de ANDEVA para la variable Altura 2 (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	176.700 ^a	7	25.243	2.771	.058
Intersección	13520.000	1	13520.000	1484.355	.000
Tratamientos	111.500	4	27.875	3.060	.050*
Bloques	65.200	3	21.733	2.386	.120NS
Error	109.300	12	9.108		
Total	13806.000	20			
Total corregida	286.000	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

Al realizar el análisis de varianza al 5 % de confiabilidad demuestra que existe una mínima diferencia significativa entre la altura de las plantas con los diferentes tratamientos tomada 5 días después de la primera aplicación, esto indica que hay un incremento en el desarrollo del tallo de las plantas.

Tabla 12. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Altura2 en cm

Tratamientos	N	Subconjunto	
		2	1
Funbact 24 SL	4	22.50	
Testigo	4	24.00	24.00
Carbendazim 50 SC	4	27.00	27.00
Phyton 24 SC	4		27.75
Amistar 50	4		28.75
Significación		.067	.061

Fuente: Resultados de investigación

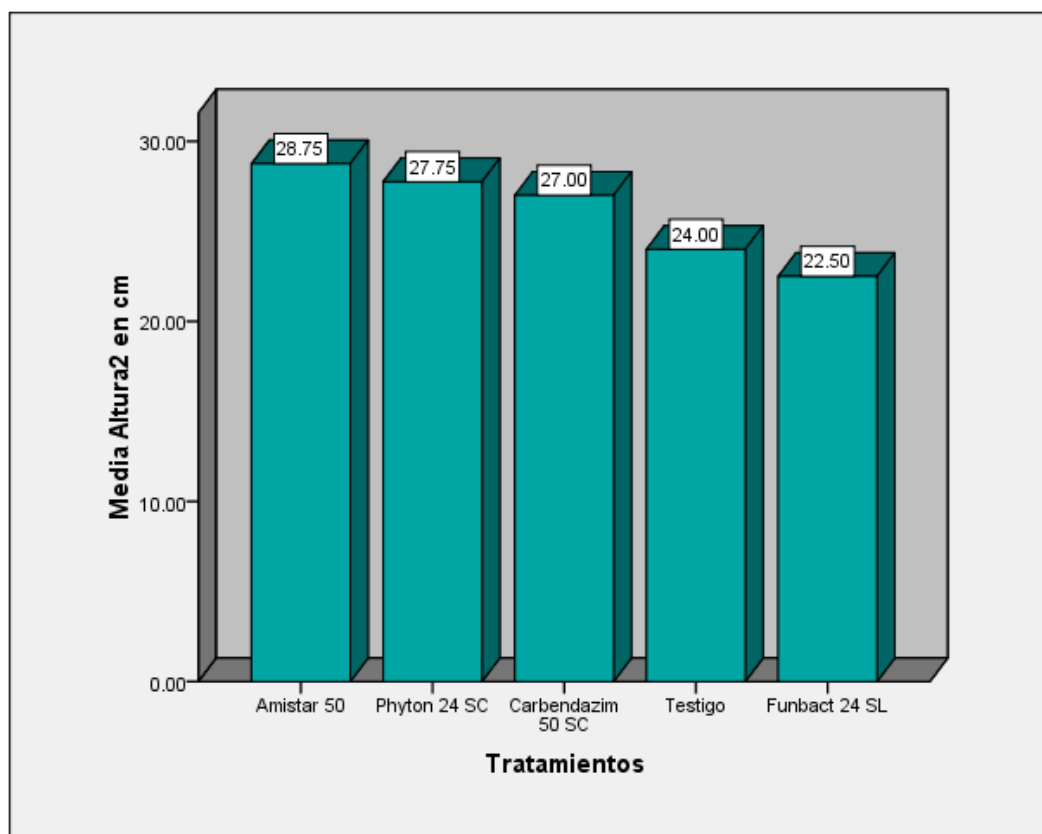
Según Alemán (1989) citado por Estrada & Peralta (2004); la altura en el frijol es muy importante, ya que algunos autores refieren de la competencia intraespecífica que se da entre el cultivo sobre la altura de las plantas, indican que en condiciones de alta presión de competencia las plantas de frijol común, elongan sus tallos para facilitar la captación de la radiación solar.

La prueba de rango múltiple de Duncan clasifica los tratamientos en las siguientes categorías: como primera categoría refleja el tratamiento Amistar 50 y Phyton 24 SC con rangos de 28.75 y 27.75 cm de altura, en la segunda categoría se encuentran los tratamientos Carbendazim 50 SC y el Testigo, este último con 24.00 cm de altura, y en la tercer categoría se encuentra el tratamiento Funbact 24 SL con un rango de 22.50 cm; lo que indica que la diferencia de altura entre las plantas de los diferentes tratamientos es mínima.

Promedio de la Altura 2 de las plantas en los cinco tratamientos del estudio

La altura de 28.75 cm corresponde a las plantas del tratamiento Amistar 50, seguido por Phyton 24 SC con una altura de 27.75 cm, y con la menor altura se encuentra nuevamente el tratamiento Funbact 24 SL con 22.50 cm. En esta etapa los síntomas de mancha angular presentes eran leves por lo tanto la altura de las plantas en cada tratamiento era equivalente.

Gráfico 3: Promedio de la Altura 2 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados.



Fuente: Resultados de investigación

9.4. ANDEVA para la variable Altura 3 (cm) de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 13. Resultados de ANDEVA para la variable Altura 3 (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	86.200 ^a	7	12.314	5.959	.004
Intersección	18605.000	1	18605.000	9002.419	.000
Tratamientos	74.000	4	18.500	8.952	.001*
Bloques	12.200	3	4.067	1.968	.173 NS
Error	24.800	12	2.067		
Total	18716.000	20			
Total corregida	111.000	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

Al tomar por tercera vez la altura de las plantas a los 47 dds con los diferentes tratamientos se observó mediante el análisis de varianza al 5 % de confiabilidad que existe diferencia significativa al momento de evaluar el factor fungicida.

Tabla 14. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Testigo	4	28.25	
Funbact 24 SL	4	28.75	
Carbendazim 50 SC	4	30.00	
Amistar 50	4		32.75
Phyton 24 SC	4		32.75
Significación		.127	1.00

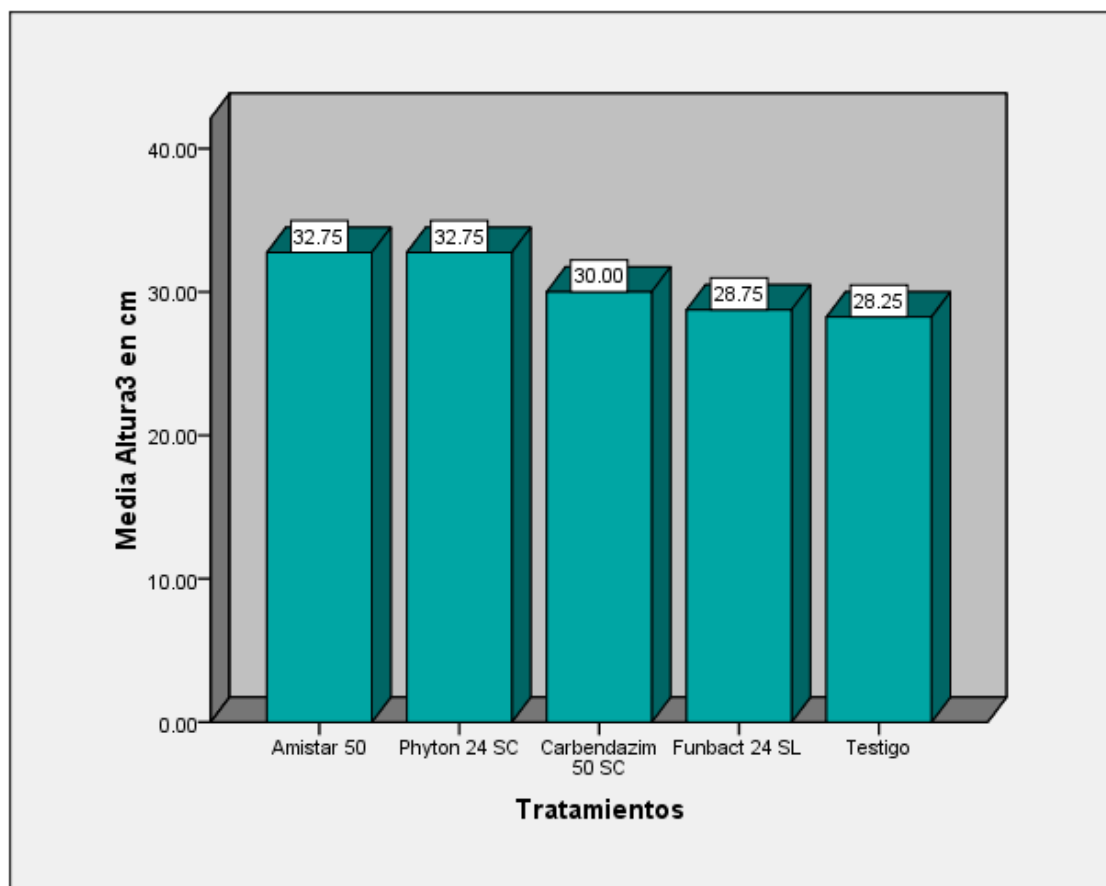
Fuente: Resultados de investigación

Entre las categorías estadísticas según la prueba de rangos múltiples de Duncan, clasifica los tratamientos en las diferentes categorías; como primer categoría se encuentran los tratamientos Phyton 24 SC y Amistar 50 con el mismo rango de altura de 32.75 cm, en la segunda categoría muestra los tratamientos Carbendazim 50 SC con 30.00 cm, Funbact SL con 28.75 cm y el tratamiento testigo con 28.25 cm.

Promedio de la Altura 3 de las plantas en los cinco tratamientos del estudio

En el gráfico 4 se refleja la altura tomada antes de realizar la segunda y última aplicación de las cuatro fórmulas, observándose que los tratamientos que lograron mayor altura fueron Amistar 50 y Phyton 24 SC comparado con las otras dos fórmulas y el testigo, alcanzando una altura de 32.75 cm, mostrando menor altura el testigo con 28.25 cm. Estos datos confirman que el fungicida Funbact 24 SL no es eficiente en cuanto al control de patógenos ya que la altura que alcanzaron las plantas tomadas en los muestreos es menor a la altura en centímetros de las plantas del tratamiento testigo.

Gráfico 4: Promedio de la Altura 3 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados.



Fuente: Resultados de investigación

9.5. ANDEVA para la variable Altura 4 (cm) de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 15. Resultados de ANDEVA para la variable Altura 4 (cm)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	154.700 ^a	7	22.100	1.825	.172
Intersección	25920.000	1	25920.000	2140.674	.000
Tratamientos	129.500	4	32.375	2.674	.084NS
Bloques	25.200	3	8.400	.694	.573NS
Error	145.300	12	12.108		
Total	26220.000	20			
Total corregida	300.000	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

La altura de la planta es una característica varietal genética y ambiental, es el resultado de números de nudos y longitud de los entrenudos (Rosas, 1998). En el análisis de varianza de los datos de la altura final a los 64 dds no se obtuvo diferencias estadísticas significativas.

Tabla 16. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Altura4 en cm

Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
Funbact 24 SL	4	33.50	
Testigo	4	34.25	34.25
Carbendazim 50 SC	4	34.25	34.25
Phyton 24 SC	4	38.00	38.00
Amistar 50	4		40.00
Significación		.115	.050

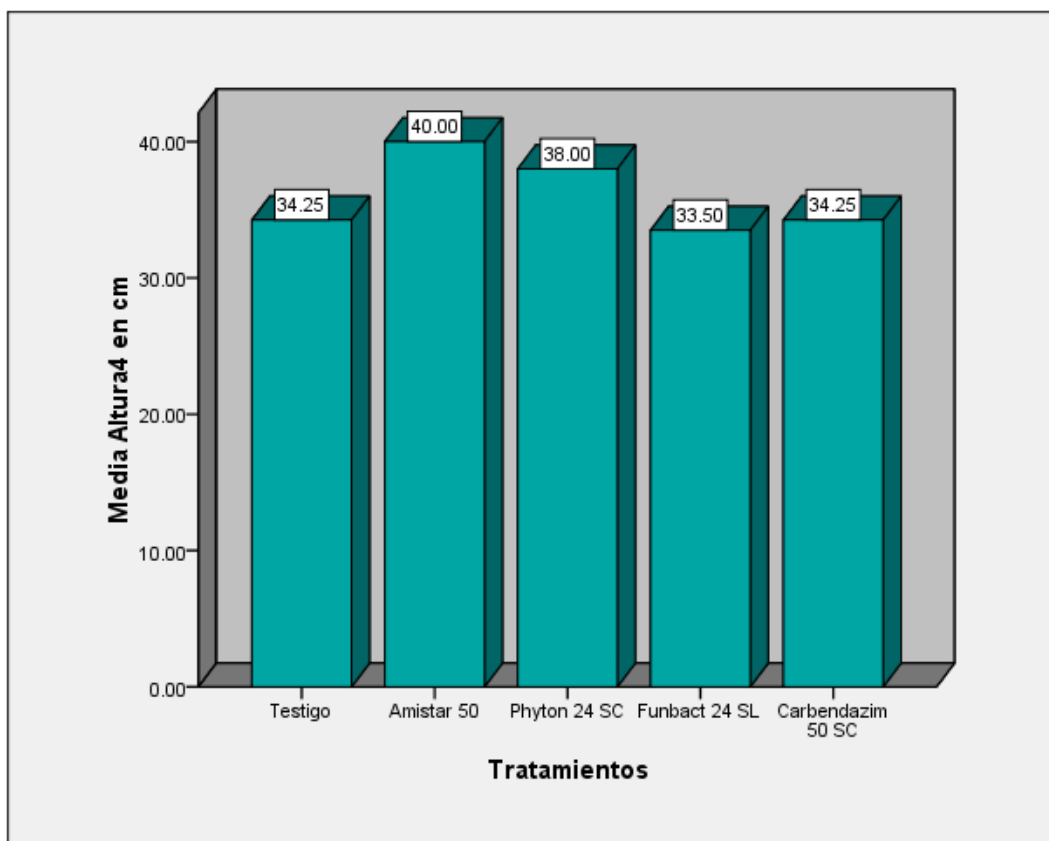
Fuente: Resultados de investigación

Según Duncan el tratamiento Amistar 50 continúa en la primera categoría con la mayor altura de 40.00 cm, en la segunda categoría clasifica a los tratamientos Phyton 24 SC, Carbendazim 50 SC y el testigo con una altura igual a 34.25 cm de altura y como tercer categoría se encuentra Funbact 24 SL con 33.50 cm. Es importante estudiar la altura de la planta por que ella es determinante en el número de flores, frutos y por tanto en el rendimiento, una planta de frijol enferma no es capaz de producir frutos y si llegase a producirlos, estos serán vanos o semilla de mala calidad, donde muchas enfermedades se transmiten por medio de la semilla.

Promedio de la Altura 4 de las plantas en los cinco tratamientos del estudio

La gráfica 5 muestra la altura de las plantas tomada días después de la segunda aplicación, reflejando nuevamente mayor altura el tratamiento Amistar 50 con 40 cm, y el tratamiento Funbact 24 SL con la menor altura de 33.50 cm. Estos datos son similares a los que aparecen en la tabla 1 donde la altura de las plantas de la variedad de frijol Chile Rojo # 1 es de 38 cm.

Gráfico 5: Promedio de la Altura 4 de las plantas en los cinco tratamientos evaluados.



Fuente: Resultados de investigación

La altura de las plantas fue tomada a los 15, 22, 47 y 64 días después de la siembra, antes y después de las dos aplicaciones de los fungicidas, para observar el efecto que estos causan sobre patógenos. El intervalo de tiempo entre la primera aplicación y la segunda se debe al lapso que dura un fungicida en realizar acción sobre un patógeno, o sea, la residualidad.

9.6. ANDEVA para la variable Número de vainas de la planta en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 17. Resultados de ANDEVA para la variable Número de Vainas

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	57.973 ^a	7	8.282	1.485	.261
Intersección	2789.994	1	2789.994	500.262	.000
Tratamientos	40.055	4	10.014	1.796	.195NS
Bloques	17.918	3	5.973	1.071	.398NS
Error	66.925	12	5.577		
Total	2914.892	20			
Total corregida	124.898	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

Moraga & López (1993) plantean que el promedio de vainas por planta es influenciado por los factores ambientales (temperatura, viento y agua), en la época de floración y por el estado nutricional durante la fase de formación de vainas y granos y siempre está relacionado con el rendimiento. Según el análisis de varianza al 5 % de confianza demuestra que los tratamientos evaluados no presentan diferencias estadísticas significativas.

Tabla 18. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Número de vainas

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
Carbendazim 50 SC	4	10.48
Testigo	4	10.51
Funbact 24 SL	4	11.00
Phyton 24 SC	4	13.46
Amistar 50	4	13.59
Significación		.115

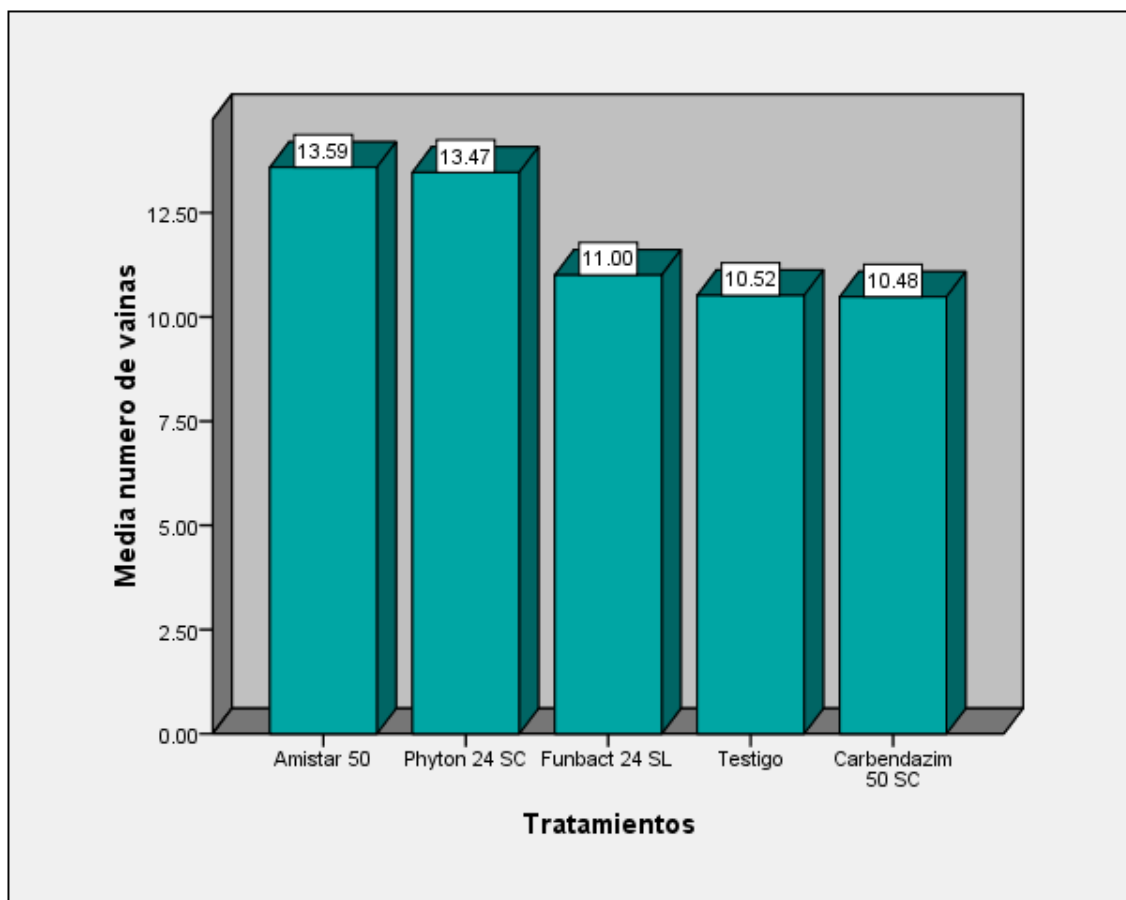
Fuente: Resultados de investigación

Entre las categorías estadísticas según la prueba de rangos múltiples de Duncan, clasifica los tratamientos en una sola categoría, con promedio de 13.59 vainas por planta para el tratamiento Amistar 50 y de 10.48 vainas por planta para Carbendazim 50 SC; aunque estará en dependencia del número de granos por vaina que tenga cada planta para la obtención de buenos resultados.

Promedio del Número de Vainas de las plantas de los cinco tratamientos estudiados

Según Marín (1994) citado por Estrada & Peralta (2004) el número de vainas por planta es uno de los componentes del rendimiento más fuertemente influenciado por la competencia, un aumento en el número de vainas por planta se interpreta como capacidad competitiva. Al observar las diferencias numéricas en los tratamientos, el mayor promedio de vainas por planta fue de 13.59 vainas para el tratamiento Amistar 50 y el menor promedio lo obtuvo Carbendazim 50 SC con 10.48 vainas, ubicándose por encima de lo que se refleja en la tabla 1 por Red SICTA *et al* (2011) quien plantea que el número de vainas por planta para la variedad Chile Rojo # 1 es de 7.

Gráfico 6. Promedio del Número de Vainas



Fuente: Resultados de investigación

9.7. ANDEVA para la variable Número de Granos/Vaina de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 19. Resultados de ANDEVA para la variable Número de Granos/Vaina

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	2.250 ^a	7	.321	.897	.539
Intersección	884.450	1	884.450	2468.233	.000
Tratamientos	1.300	4	.325	.907	.490NS
Bloques	.950	3	.317	.884	.477NS
Error	4.300	12	.358		
Total	891.000	20			
Total corregida	6.550	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

En las observaciones realizadas a los 64 dds, el ANDEVA no presentó diferencias significativas. Esto se debe a que la variedad de frijol utilizada en las cuatro repeticiones es la misma, al igual que hubo homogeneidad para todos los factores a excepción de los tratamientos utilizados para el control de las enfermedades.

Tabla 20. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Granos/Vaina

Tratamientos	N	Subconjunto
		1
Funbact 24 SL	4	6.25
Testigo	4	6.50
Amistar 50	4	6.75
Carbendazim 50 SC	4	6.75
Phyton 24 SC	4	7.00
Significación		.131

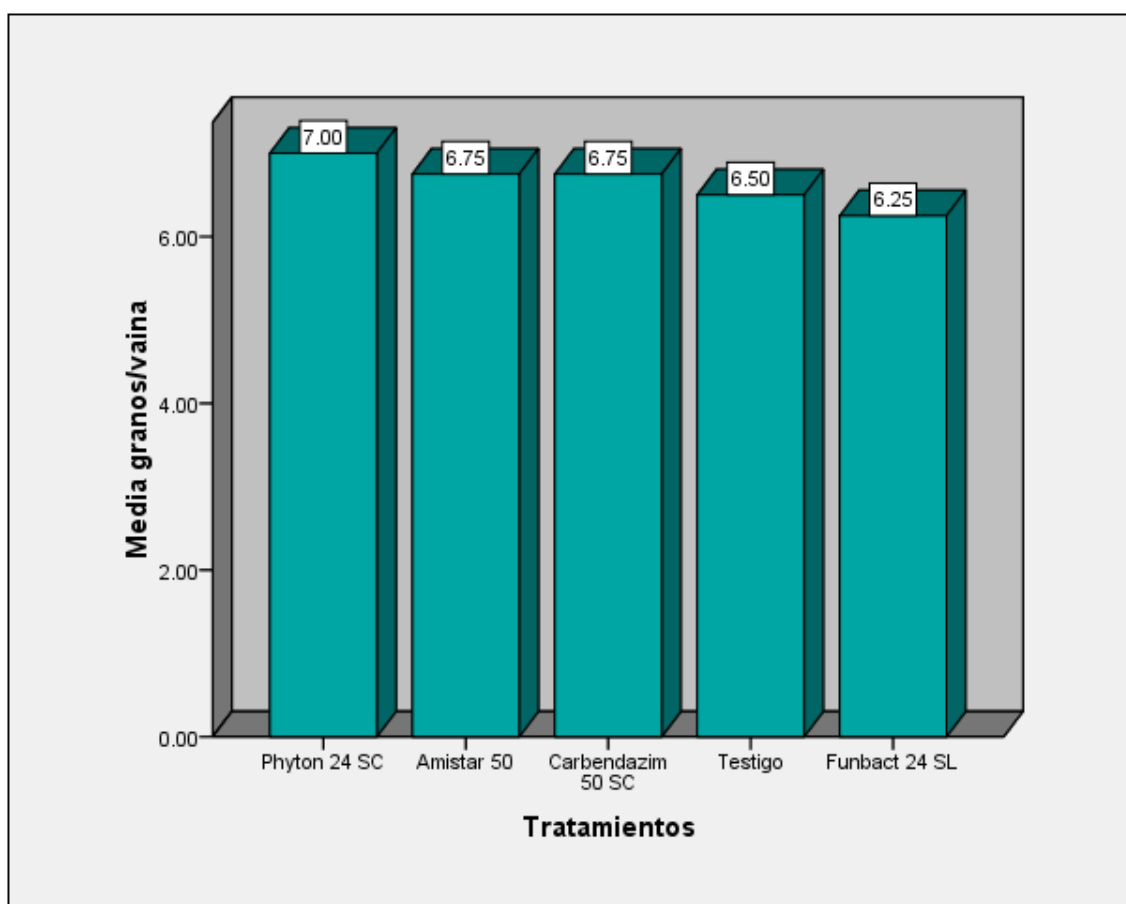
Fuente: Resultados de investigación

Los granos por vaina es una variable determinada por sus características genéticas propias de cada variedad, que varía con las condiciones ambientales existentes de cada región, dicho componente es heredable y se toma como indicador el que ejerce el medio ambiente (Bonilla, 1990). La separación de medias por Duncan refleja una sola categoría con promedios de 7.00 granos por vaina para el tratamiento Phyton 24 SC y el menor número de granos por vaina lo presentó Funbact 24 SL con 6.25.

Promedio del Número de Granos/Vainas de las plantas de los cinco tratamientos estudiados

Red SICTA *et al* (2011) reporta en la variedad Chile Rojo # 1 un promedio de 6 semillas/vainas, demostrándose pequeñas diferencias con los resultados obtenidos en este estudio, Phyton 24 SC fue el tratamiento que superó los resultados que se plantea en la bibliografía con 7.00 granos por vaina.

Gráfico 7. Promedio del Número de Granos/Vainas



Fuente: Resultados de investigación

9.8. ANDEVA para la variable Rendimiento (Kg/Hectárea) de las plantas en frijol Chile Rojo # 1

Tabla 21. Resultados de ANDEVA para la variable Rendimiento (Kg/Hectárea)

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Significación
Modelo corregido	9.352 ^a	7	1.336	12.028	.000
Intersección	279.004	1	279.004	2511.668	.000
Tratamientos	8.863	4	2.216	19.947	.000*
Bloques	.490	3	.163	1.469	.272NS
Error	1.333	12	.111		
Total	289.690	20			
Total corregida	10.685	19			

* (Significativo) NS (No significativo)

Fuente: Resultados de investigación

En la tabla 21 se puede observar que el análisis estadístico para la variable rendimiento del frijol, presentó diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos evaluados.

Tabla 22. Separación de medias por Duncan en cada uno de los tratamientos.

Rendimiento Kg/Hectárea

Tratamientos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Funbact 24 SL	4	120.06		
Testigo	4	132.88		
Carbendazim 50 SC	4		165.75	
Amistar 50	4		179.56	179.56
Phyton 24 SC	4			195.5
Significación		.240	.207	.149

Fuente: Resultados de investigación

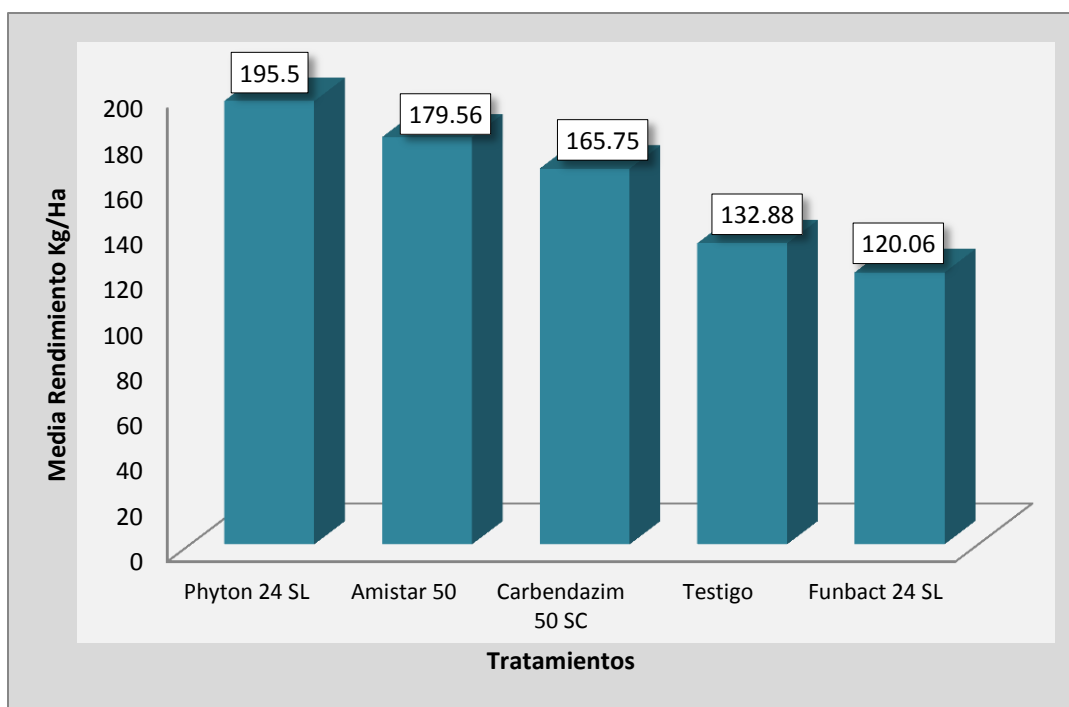
En la Tabla 22 se observa el rendimiento del frijol en Kg/Hectárea cada tratamiento; la separación de medias según Duncan refleja categorías estadísticas bien definidas; en la primer categoría se encuentra el tratamiento Phyton 24 SC con un rendimiento promedio de 195.5 Kg/hectárea, en una segunda categoría Amistar 50 con 179.56 Kg/hectárea; seguido en una tercera categoría estadística por el tratamiento Carbendazim 50 SC con 165.75 Kg/hectárea. Y por último la cuarta categoría la conforman con los menores rendimientos los tratamientos Testigo y Funbact 24 SL con 132.88 Kg/hectárea y 120.06 Kg/hectárea, respectivamente. Estos rendimientos están por encima de la media nacional porque la mayoría de los productores frijoleros tienen un nivel de tecnología muy bajo y en algunos casos su agricultura es de subsistencia.

Rendimiento en los cinco tratamientos del estudio

Según Voysest (1985) citado por Estrada y Peralta (2004); son muchos los factores que condicionan el rendimiento, por esta razón la evaluación tiene que considerar el ambiente específico en el cual se realiza el ensayo ya que los valores altos y bajos reflejan, las posibilidades reales del genotipo según las condiciones presentes.

El gráfico 8 muestra el rendimiento en kilogramos por hectárea presentando un menor rendimiento el tratamiento Funbact 24 SL con 120.06 kg/hectárea, a diferencia del tratamiento Phyton 24 SC con el mayor rendimiento de 195.5 kg/hectárea, seguido del tratamiento Amistar 50 con 179.56 kg/hectárea. Se corrobora que el uso de fungicidas es un método efectivo para prevenir y controlar enfermedades fungosas como la mancha angular.

Gráfico 8. Rendimiento de los tratamientos evaluados



Fuente: Resultados de investigación

X. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos en el presente estudio realizado en la finca San Antonio comunidad El Calvario, evaluando cuatro fungicidas y un testigo absoluto, se llegó a las siguientes conclusiones:

El fungicida Amistar 50 tuvo el mayor efecto en la variable altura; seguido del fungicida Phyton 24 SC. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa específica 1, ya que tres de las fórmulas utilizadas en el estudio superan al testigo, a excepción del fungicida Funbact 24 SL.

Los tratamientos Phyton 24 SL, Amistar 50, Funbact 24 SL y Carbendazim 24 SC causan efecto sobre las enfermedades fungosas como Mancha Angular y Antracnosis que afectan el cultivo de frijol; por ende se acepta la hipótesis alternativa específica 2.

Al realizar la aplicación de las fórmulas evaluadas como son Amistar 50, Phyton 24 SL, Carbendazim 24 SC a excepción de Funbact 24 SL, se obtuvieron buenos rendimientos del frijol, por lo que se acepta la hipótesis alternativa específica 3.

Se descarta en este ensayo el uso de Funbact 24 SL por tener poca acción sobre patógenos.

Los fungicidas Amistar 50 y Phyton 24 SC produjeron al menos 1,000 kg más que los otros tratamientos, lo cual paga su uso.

XI. RECOMENDACIONES

Partiendo de los resultados obtenidos, se recomienda:

Realizar experimentos similares utilizando el fungicida Amistar 50 y Phyton 24 SC en otras variedades, cultivos, tipos de suelo y diferentes dosis.

Utilizar el presente estudio como material educativo.

Se recomienda realizar la aplicación de los fungicidas adecuadamente, en cuanto a dosis, momento y equipo de protección, para evitar pérdidas por incidencia de enfermedades fungosas y daños a la salud humana.

Se recomienda el uso de Phyton 24 SC y Amistar 50 en dosis de 400 cc/mz y 100 gr/mz, respectivamente, ya que estos fungicidas causan efecto sobre enfermedades fungosas.

Tomar en cuenta los factores ambientales como temperatura, humedad relativa, viento al momento de establecer algún cultivo.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Amador, R. (1993). Competencia de malezas con frijol de temporal en Zacatecas. México. 16 p.

Araya, C; Hernández, J. (2006). Guía para la identificación de enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. San José, Costa Rica. ISBN: 9968-877-0. 44 p.

Arias, J; Rengifo, T; Jaramillo, M. (2007). Manual Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de frijol voluble. Colombia. ISBN: 978- 92-5-305827-3. 168 p.

Becerra, E; López, E; Acosta, J. (1995). Resistencia genética y control químico de la roya del Frijol en el trópico húmedo de México. Agronomía Mesoamericana. México. 67 p.

Blanco, M; Corrales, C; Chevez, O; Campos, A. (1995). El crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) como cultivo intercalado con café (*Coffea arabica L.*) Agronomía Mesoamericana. Nicaragua. 139 p.

Bonilla, J. (1990). Efecto de control de malezas y distancia de siembra sobre la cenosis de las malezas, crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) Tesis de Ingeniería Agrícola. UNA, Escuela de Sanidad Vegetal. 32 p.

CENAGRO, (2013). IV Censo Nacional Agropecuario, INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo), MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). Departamento de Matagalpa y sus municipios, uso de la tierra y el agua en el sector agropecuario. Información estadística del sector agropecuario, estructura agraria municipal, uso potencial del suelo, uso del agua en la agricultura por municipio. Nicaragua. 120 p.

CETREX, (2014). Centro de Tramites de las Exportaciones. Exportaciones autorizadas. Período: Enero - Abril 2013 – 2014. www.cetrex.gob.ni.

CIAT, (1982). (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Enfermedades del frijol y su control. Cali, Colombia. 56 p.

Correa, V; Corrales, P. (1989). Problemas en la producción de frijol en el Trópico por Mancha Angular. Cali, Colombia. 75 p.

COSUDE, (1996). (Cooperación Suiza al Desarrollo), Departamento de protección vegetal, INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria), UNA (Universidad Nacional Agraria), CATIE (Centro Agropecuario Tropical de Investigación y Enseñanza). Manual de Manejo Integrado de Plagas en el cultivo de frijol. Nicaragua. Primera edición. ISBN: 1-885995-31-8. 75 p.

COVECA, (2011). (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria). Monografía del frijol. Veracruz. 25 p.

Estrada, M; Peralta, J. (2004). Evaluación de dos tipos de fertilizantes orgánicos (Gallinaza y estiércol vacuno) y un mineral en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) variedad DOR-364, Postrera 2011. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 55 p.

Flores, C; Madriz, P; Warnock, R; Trujillo, A. (2004). Evaluación de altura de plantas y componentes del rendimiento de seis genotipos del género *Vigna* en dos localidades de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, Maracay, Venezuela. 364 p.

FONDEAGRO, (2001). Plan de manejo. Cultivo del frijol. Tecnología semi-tecnificada. Nicaragua. 23 p.

Fundación para la Innovación Agraria, (2008). Resultados y Lecciones en Biocontrol de Enfermedades Fungosas con *Trichoderma* spp. Ministerio de Agricultura. Chile. Proyecto de Innovación en las Regiones de O'Higgins y del Maule. ISBN N° 978-956-328-077-7. 30 p.

FUNICA. (2006). Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua. Análisis de la cadena subsectorial del frijol. Nicaragua. 58 p.

German, W. (2009). Proyecto demostrativo de la cadena productiva del cultivo del frijol en la cuenca del Río Coco. Buenas prácticas agrícolas y mejores prácticas de manejo de plaguicida en el cultivo del frijol. Nicaragua. 20 p.

Gómez, O; Milleni, M. (1990). La producción de semilla. Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 76 p.

Google Map Maker. (2013). Imágenes, datos de mapas.

Hernández, J. (2009). Manual de recomendaciones técnicas. Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*). San José, Costa Rica. 77 p.

IICA, (2008). (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura), Red SICTA (Proyecto Red de Innovación Agrícola), COSUDE (Cooperación Suiza al Desarrollo). Guía y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central. Nicaragua. 32 p.

IICA-MAGFOR. (2004). Cadena agroindustrial del frijol. Nicaragua.

INIFAP, (2001). Diagrama N° 33. Biblioteca del Campo Experimental del Bajío. Celaya, Guanajuato, México. 25 p.

INTA, (2000). Cultivo del frijol. Guía Tecnológica 3. Nicaragua. 13 p.

León, I. (2009). La antracnosis y la mancha angular del frijol común (*Phaseolus vulgaris*). Instituto de Investigaciones Hortícolas La Habana, Cuba. Temas de Ciencia y Tecnología. Vol. 13 número 39. 54 p.

Liotta, M; Ciancaglini, N. (2009). Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. Nicaragua. 10 p.

Martínez, M; Osuna, E; Padilla, J; Acosta, J; Loredó, C. (2008). Tecnología para la producción de frijol en el Norte Centro de México. México. Libro Técnico N° 4. ISBN: 978-607-425-030-5. 216 p

Monge, L. (1953). Cultivos básicos. Cultivo del frijol. San José, Costa Rica. Primera edición. ISBN: 9977-64-427-6. 68 p.

Mora, B; Fernández, S; Flores, G; Solórzano, A. (1998). Efecto de las densidades de siembra y un fungicida en el rendimiento del frijol. *Agronomía Mesoamericana*. México. 15 p.

Moraga, P; López, R. (1993). Efectos de la labranza, métodos de control de malezas y rotación de cultivos sobre la dinámica de las malezas, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) y Soya (*Glycinemax. L. Merr*). Tesis Ing. Agronomía. UNA Managua, Nicaragua. 74 p.

Parsons, D. (1990). Clasificación morfológica y fisiológica. Frijol y chicharo. México. 2^a edición. ISBN: 968-243-383-5. 58 p.

Paz, T; Flores, S; Delmelle, G. (2007). Informe de cadena de frijol rojo en Nicaragua. 35 p.

Pérez, T. (1998). Guía para cultivar frijol en el Estado de Zacatecas. Folleto par productores N° 1. Segunda edición. Campo experimental Calera. INIFAP. México. 40 p.

Red IICA, SICTA-COSUDE. (2009). Guía técnica para el cultivo del frijol en los municipios de Santa Lucía, Teustepe y San Lorenzo del departamento de Boaco, Nicaragua. 28 p.

Red SICTA, (2010). (Proyecto Red de Innovación Agrícola), Cooperación Suiza en América Central, **IICA**. Guía de identificación y manejo integrado. Plagas del frijol en Centroamérica. ISBN: 978-9248-264-0. 45 p.

Red SICTA, (2011). (Proyecto Red de Innovación Agrícola), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura), Cooperación Suiza en América Central. Catálogo de frijoles criollos rojo seda de Las Segovias. Caracterización Molecular y Morfo Agronómica. Nicaragua. ISBN: 978-98-9248-369-2. 108 p.

Rosas, J. (1998). El cultivo del frijol en América Latina. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería). (2011). El cultivo del frijol. Tegucigalpa, Honduras. II edición. 43 p.

Sánchez, M. (1990). Influencia de diferentes controles de malezas sobre el comportamiento de las malezas y el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) Revolución 81. Tesis Ing. Agr. UNA Managua, Nicaragua. 43 p.

Secretaría de Economía. (2012). Análisis de la cadena de valor del frijol. Dirección General de Industrias Básicas, Estados Unidos Mexicanos. 39 p.

SINAPRED, (2009). Sistema nacional para la prevención, mitigación y atención de desastres. Plan de Respuesta Municipal con Enfoque de Gestión del Riesgo, Municipio de Matagalpa. Nicaragua. 90 p.

Solórzano, D. (1998). Evaluación de pérdidas postcosecha del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Universidad Surcolombiana de Ingeniería, Colombia. 116 p.

Tosquy, O; López, E; Esqueda, V; Acosta, J; Ugalde, F; Villar, B. (2012). Rendimiento y reacción a enfermedades de genotipos de frijol en condiciones de temporal y humedad residual. Revista de Ciencias Agrícolas. México. Vol.3. Núm.4. 11 p.

Ulloa, J; Ulloa, P; Ramírez, J; Ulloa, B. (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): Su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. Centro de Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Nayarit. México. Revista Fuente año 3, N° 8. ISSN: 2007-0713. 7 p.

VADEAGRO, (2006). Catálogo de Agroquímicos. Nicaragua. Tomo II, 3ª edición. 947 p.

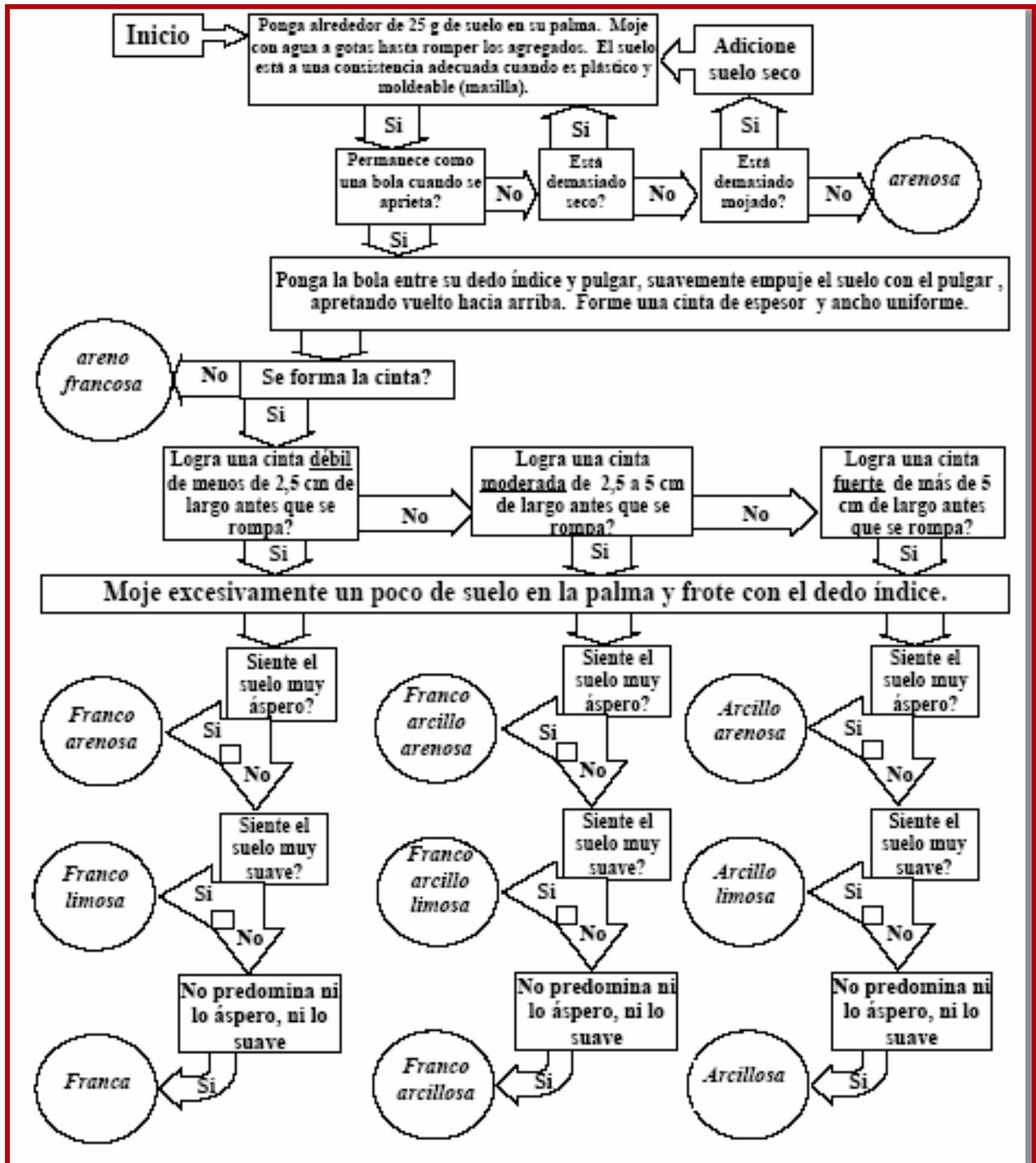
Velásquez, J; Giraldo, P. (2005). Posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales. Departamento de Planeación. Informe de avances. Antioquia. 20 p.

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de campo

			Enfermedades					
Bloque	Tratamiento	Planta	Mustia Hilachosa	Antracnosis	Roya	Mancha Angular	Altura	Rendimiento
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						
		6						
		7						
		8						
		9						
		10						
		11						
		12						
		13						
		14						
		15						
		16						
		17						
		18						
		19						

Anexo 2: Guía para determinar al tacto las diferentes clases texturales



Fuente: Liotta & Ciancaglini (2009)

Anexo 3. Cronograma de Actividades

Actividades		Agosto				Sept.				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Definición del tema				x																																								
2	Objetivos					x																																							
3	Planteamiento del problema					x																																							
4	Revisión bibliográfica					x	x																																						
5	Elaboración de protocolo					x	x	x	x																																				
6	Entrega de protocolo									x																																			
7	Establecimiento del experimento									x																																			
8	Seguimiento y registro de datos: crecimiento y enfermedades													x	x	x	x	x	x	x	x																								
9	Cosecha de experimento																	x																											
10	Ordenamiento de datos, análisis e interpretación de resultados																	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
11	Presentación de trabajo final																																	x											
12	Predefensa																																					x							
13	Defensa																																									x			

Anexo 4. Fotos de Fase de Campo

Foto 1. Medición para el establecimiento del experimento



Foto 2. Diseño de Bloques Completamente al Azar



Foto 3. Aplicación de los fungicidas



Foto 4. Recolección de datos en campo



Foto 5. Mancha angular en el follaje

