



**COMPORTAMIENTO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO
(*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA GRANJA LA ESPERANZA, MUNICIPIO DE
FUSAGASUGÁ, PROVINCIA DEL SUMAPAZ**

**REINA ALEXANDRA CRIOLLO GARZON
JUAN CAMILO LÓPEZ BARRERA**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ**

2015

**COMPORTAMIENTO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO
(*Phaseolus vulgaris* L.), EN LA GRANJA LA ESPERANZA, MUNICIPIO DE
FUSAGASUGÁ, PROVINCIA DEL SUMAPAZ**

**REINA ALEXANDRA CRIOLLO GARZON
JUAN CAMILO LÓPEZ BARRERA**

Tesis de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo

Director (a):

CESAR ALFONZO ARIZA CASTILLO

Ingeniero Agrónomo Msc.

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FUSAGASUGÁ**

2015

CONTENIDO	Pág.
<u>RESUMEN.....</u>	<u>7</u>
<u>SUMMARY.....</u>	<u>9</u>
<u>1.INTRODUCCION.....</u>	<u>11</u>
<u>2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</u>	<u>12</u>
<u>3.JUSTIFICACION.....</u>	<u>13</u>
<u>4.OBJETIVOS.....</u>	<u>15</u>
<u>4.1OBJETIVO GENERAL.....</u>	<u>15</u>
<u>4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....</u>	<u>15</u>
<u>5.MARCO REFERENCIAL.....</u>	<u>16</u>
<u>5.1ORIGEN.....</u>	<u>16</u>
<u>5.2 GENERALIDADES DEL CULTIVO.....</u>	<u>16</u>
<u>5.2.1 Categoría taxonómica.....</u>	<u>17</u>
<u>5.2.2 Características morfológicas.....</u>	<u>17</u>
<u>5.2.3 Plagas presentes en el cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....</u>	<u>23</u>
<u>5.2.4 Enfermedades.....</u>	<u>27</u>
<u>5.2.6 Índices de Crecimiento.....</u>	<u>36</u>
<u>6. METODOLOGIA.....</u>	<u>39</u>
<u>6.1 LOCALIZACION DEL EXPERIMENTO.....</u>	<u>39</u>
<u>6.2 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA ZONA.....</u>	<u>39</u>
<u>6.3 DISEÑO EXPERIMENTAL.....</u>	<u>39</u>
<u>6.3.1 Caracteres Evaluados.....</u>	<u>40</u>
<u>7.RESULTADOS Y DISCUSION.....</u>	<u>50</u>
<u>7.1 COMPORTAMIENTO FISIOLÓGICO Y FENOLÓGICO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO EN LA GRANJA LA ESPERANZA, EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, PROVINCIA DEL SUMAPAZ.....</u>	<u>50</u>
<u>7.1.1 Fenología de Cultivares de Fríjol Arbustivo (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....</u>	<u>50</u>

<u>7.1.2 Comportamiento Fisiológico de cultivares de Frijol Arbustivo (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....</u>	<u>53</u>
<u>7.2 COMPORTAMIENTO SANITARIO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO EN LA GRANJA LA ESPERANZA, EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGA, PROVINCIA DEL SUMAPAZ.....</u>	<u>62</u>
<u>7.2.1 Comportamiento de las Plagas de Cultivares de Frijol Arbustivo (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....</u>	<u>62</u>
<u>7.2.2 Comportamiento de las Enfermedades de cultivares de frijol arbustivo (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>).....</u>	<u>66</u>
<u>7.3 COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y PRODUCTIVO DE CUATRO CULTIVARES DE FRIJOL ARBUSTIVO EN LA GRANJA LA ESPERANZA, EN EL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ, PROVINCIA DEL SUMAPAZ.....</u>	<u>70</u>
<u>7.3.1 Componentes de Rendimiento.....</u>	<u>70</u>
<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>77</u>
<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>78</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>79</u>
<u>ANEXOS.....</u>	<u>85</u>

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Etapas de la fase vegetativa y reproductiva de la planta de frijol.....	22
TABLA 2 : Características agronómicas de los cultivares ICA Calima, ICA Cerinza, Radical arbustivo e ICA Quimbaya.....	34
TABLA 3: Características agroecológicas de Guavio bajo.....	40
TABLA 4: Etapas evaluadas en el experimento fisiología y fenología en el avance de los cultivares de frijol arbustivo (<i>Phaseolus vulgaris</i> L)	44
TABLA 5: Épocas recomendadas para la evaluación de las enfermedades en el cultivo de frijol.....	49
TABLA 6: ciclo de vida de los cultivares evaluados en el experimento fisiología y fenología.....	53
TABLA 7: Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) calculada con base en la incidencia del mildew polvoso en las variedades de frijol	69
TABLA 8: Componentes de rendimiento para los cultivares ICA Calima, Radical arbustivo, ICA Cerinza e ICA Quimbaya.....	70

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Esquema de los cuatro tipos de habito de crecimiento.....	18
FIGURA 2: Ciclo Patológico de <i>Antracnosis</i> en algunos cultivos.....	28
FIGURA 3: Ciclo Patológico de <i>Fusarium</i> en algunos cultivos.....	31
FIGURA 4: Ciclo Patológico de <i>Pythium</i> en algunos cultivos.....	32
FIGURA 5: Ciclo Patológico de <i>Rhizoctonia</i> en algunos cultivos.....	33
FIGURA 6: Distribución de tratamientos en cada experimento.....	41
FIGURA 7: Porcentaje de emergencia de los tres experimentos evaluados por tratamiento.....	51
FIGURA 8: Tasa absoluta de crecimiento vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología.....	54
FIGURA 9: Tasa de crecimiento relativo vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología.....	56
FIGURA 10: Tasa de asimilación neta vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología.....	57
FIGURA 11: Duración de área foliar vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología.....	59
FIGURA 12: Tasa de crecimiento del cultivo vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología.....	60
FIGURA 13: Numero de individuos promedio de mosca blanca vs días después de siembra por tratamiento en el experimento fitosanitario.....	62
FIGURA 14: Numero de individuos promedio de trips, vs días después de siembra por tratamiento en el experimento fitosanitario.....	64
FIGURA 15: Porcentaje de incidencia de mildew polvoso vs días después de siembra por tratamiento en el experimento fitosanitario.....	67
FIGURA16: Rendimiento de cultivares de frijol arbustivo experimento rendimiento.....	74
FIGURA 17: Reducción del rendimiento de cultivares de frijol arbustivo experimento rendimiento en comparación con el experimento sanitario.....	75

RESUMEN

En la provincia del Sumapaz, en el municipio de Fusagasugá, en la granja La Esperanza de la Universidad de Cundinamarca, se evaluó el comportamiento fenológico, fisiológico, fitosanitario y productivo de cuatro materiales de frijol arbustivo disponibles para la siembra en la región del Sumapaz, para ello se estableció un diseño de bloques completamente al azar, donde los tratamientos utilizados fueron los cultivares ICA Calima, Radical Arbustivo, ICA Cerinza y ICA Quimbaya, éstos fueron distribuidos en tres experimentos diferentes para la evaluación de las variables haciendo monitoreo con frecuencia de cada ocho días. Se evaluó porcentaje de emergencia, para los experimentos fisiología, rendimiento y fitosanitario, su comportamiento fenológico, días a emergencia, días a floración, días a formación de vainas, días a llenado de vainas y madurez de cosecha.

Los días de emergencia oscilaron entre 9 y 12 días, los días a floración entre los 35 y 45 días, siendo más tardíos los cultivares, ICA Cerinza y ICA Quimbaya y más precoces los cultivares Radical arbustivo y ICA Calima.

Para el comportamiento fisiológico se tomaron medidas de área foliar y peso seco, se determinó, tasa absoluta de crecimiento (TAC), duración de área foliar (DAF), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento relativo (TCR), y tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

Para el comportamiento sanitario, se evaluó el nivel de infestación de trips y mosca blanca y para enfermedades la incidencia de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), el tipo de enfermedad, tasa de progreso de la enfermedad y área bajo la curva (ABCPE). Se obtuvo que las plagas que se presentaron en el experimento fitosanitario, fueron mosca blanca y trips, obteniendo el mayor nivel de infestación el cultivar Radical arbustivo para mosca blanca y ICA Quimbaya para Trips. Para el porcentaje de incidencia de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), se observó que el cultivar Radical arbustivo fue quien presentó los mayores valores durante todo el periodo de evaluación, con un resultado de 89,5% a los 83 días.

Para el comportamiento productivo de los cultivares se evaluó número de vainas por planta (NVP), número de semillas por vaina (NSV), peso de vainas por planta (PVP) peso de cien semillas (PCS) y rendimiento en Kg. Ha⁻¹. Para el NVP osciló entre 16 y 22 vainas sin diferencias significativas entre tratamientos, para NSV y PVP el cultivar ICA Quimbaya obtuvo el mayor valor con 44,4 y 27,7 respectivamente, para el PCS se presentaron diferencias significativas entre cultivares, obteniendo los mayores valores los cultivares ICA Calima con 63,92 y ICA Quimbaya con 55,64 g, adquiriendo también los mayores rendimientos en Kg. Ha⁻¹ de 2152 y 2042 Kg.Ha⁻¹ respectivamente, por otro lado los cultivares ICA Cerinza y Radical arbustivo obtuvieron los menores valores en cuanto a PCS con 49,63 y 49,09 g, sin presentar diferencias significativas y obteniendo los menores rendimientos en kg. Ha⁻¹ con 1817 y 969,40 Kg. Ha⁻¹.

Para los resultados obtenidos, teniendo en cuenta los tres experimentos, el cultivar ICA Calima demostró una mayor productividad y menor porcentaje de incidencia e infestación de plagas y enfermedades, sin embargo los otros materiales utilizados, no presentaron grandes diferencias significativas, teniendo en cuenta la afectación de los factores ambientales tales como la sequía, que fue predominante en toda la investigación.

SUMMARY

In the province of Sumapaz, in the municipality of Fusagasugá, La Esperanza farm in the Universidad de Cundinamarca, the phenological, physiological and phytosanitary productive behavior of four bush bean materials available for planting in the Sumapaz region was evaluated, for that block design was completely randomized, where the treatments were the ICA Calima cultivars, Radical arbustivo, ICA Cerinza and ICA Quimbaya, they were divided into three different experiments to evaluate the variables by monitoring frequently each eight days. Percentage emergence, for physiology, yield and plant experiments, their phenology, days to emergence, days to flowering, days to pod formation, filling pods days to harvest maturity and evaluated.

Emergency day ranged between 9 and 12 days, days to flowering between 35 and 45 days, with more cultivars LATE, ICA Cerinza and ICA Quimbaya and the Radical arbustivo earliest cultivars and ICA Calima.

Measures for the physiological behavior of leaf area and dry weight were taken, determined, absolute growth rate (AGR), leaf area duration (LAD), net assimilation rate (NAR), relative growth rate (RGR), and crop growth rate (CGR).

For health behavior, the level of infestation of thrips and whitefly and the incidence of diseases mildiu (*Erysiphe polygoni*), the type of disease, rate of progression of the disease and area under the curve (AUC) was evaluated. It was found that the plagues that occurred in the plant experiment were whitefly and thrips, obtaining the highest level of infestation Radical arbustivo growing to whiteflies and thrips ICA Quimbaya. For the percentage incidence of mildiu (*Erysiphe polygoni*), we observed that the bush was growing Radical arbustivo who presented the highest values throughout the evaluation period, with a score of 89,5% at 83 days.

For the productive performance of cultivars number of pods per plant (NPP), number of seeds per pod (NSP), weight of pods per plant (WPP) weight of hundred seeds (PHS) and performance in Kg was evaluated. Ha^{-1} . For NPP ranged from 16 to 22 pods with no significant difference between treatments for NSP and WPP cultivar ICA Quimbaya obtained the highest value with 44.4 and 27.7 respectively for the PHS significant differences between cultivars were presented, getting older values cultivars with 63.92 ICA Calima and ICA Quimbaya with 55.64 g, also acquiring the highest yields in kg. Ha^{-1} of 2152 and 2042 kg Ha^{-1} , respectively, on the other hand cultivars Radical arbustivo and ICA Cerinza They had the lowest values regarding PCS with 49.63 and 49.09 g, without significant differences and obtaining lower yields in kg. Ha^{-1} in 1817 and 969.40 kg. Ha^{-1} .

For the results, taking into account the three experiments, showed growing ICA Calima higher productivity and lower percentage of incidence and pest infestation and disease, but other materials used, showed no significant differences large, considering the involvement environmental factors such as drought, which was predominant throughout the investigation.

1. INTRODUCCION

El fríjol, según la FAO se produce en 129 países. La producción mundial entre 1961 y 2007 ha estado en promedio en 15 millones de toneladas. En el 2008 se produjeron 20.935.000 t, con un rendimiento promedio mundial de 730 kilos por hectárea (FENALCE, 2010).

El fríjol se cultiva en todo el territorio nacional; adaptado desde climas cálidos a fríos, la producción está en manos de la agricultura campesina, se estiman en 65.000 el número de familias que lo cultivan para autoconsumo o para comercialización; posee alto valor nutritivo y tiene amplia aceptación en la dieta alimenticia de los colombianos (Ligarreto, 1991).

Colombia es uno de los principales productores de fríjol en la zona andina, con alrededor de 86.134 hectáreas, sembradas por año. Los departamentos de mayor producción son Antioquia, Huila, Santander, Nariño, Tolima y Boyacá (CCI & MADR, 2009); debido a las bondades del clima y la lluvia, el rendimiento está entre los mayores en América Latina, con un promedio de 1.200kg Ha⁻¹. La variabilidad de ambientes, desde los 500 hasta los 2.800 msnm, permite la producción de muchos cultivares, entre los cuales, se destacan los cargamantos y bola rojas (Arias *et al.* 2007).

Por otro lado, el rendimiento en la provincia del Sumapaz para el año 2010, fue de 1,4 Ton/Ha (FENALCE, 2010), donde sobresalen los cultivos del municipio de Cabrera para grano seco y Sylvania y Granada para fríjol verde (FENALCE, 2014).

En la provincia del Sumapaz, no existen antecedentes de la siembra de fríjol arbustivo en la región objeto del estudio, por ello se planteó esta investigación, buscando brindar al campesino, un análisis detallado de un material, que sea altamente productivo, resistente a plagas y enfermedades, disminuyendo los costos de producción y logrando así cultivos más rentables en las condiciones

agroclimáticas del la provincia del Sumapaz, específicamente para zona de Fusagasugá, Vereda Guavio Bajo.

Palabras clave: ICA Cerinza, ICA Calima, Radical arbustivo, ICA Quimbaya, fenología, fisiología, sanidad, rendimiento.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La presente investigación, surge de la necesidad de poder brindar al agricultor un material de frijol arbustivo, que tenga un alto potencial de rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, sobre todo que al momento de su selección, los costos de producción sean bajos, ya que la mayor parte de recursos son dirigidos a mitigar los problemas fitosanitarios que éste sistema productivo pueda presentar.

El principal dilema que cuestiona al productor, es que semilla utilizar, sin conocer el comportamiento del material en el entorno donde va a ser establecido, por ende es de vital importancia ofrecer un análisis detallado de la adaptabilidad, no de uno sino de varios cultivares, que pueden ser escogidos por el agricultor para ser establecidos en sus parcelas.

Esto conlleva a que el estudio tenga un enfoque directamente relacionado al agricultor, al material y al entorno donde va a ser establecido, mostrando así la variabilidad en cuestión de factores ambientales y fitosanitarios, para la zona de Guavio Bajo, municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

3. JUSTIFICACIÓN

El frijol, especie de origen americano, es la leguminosa alimenticia más importante del mundo y uno de los alimentos básicos en la región Andina (Ramos, 1981; López, 2005).

En los últimos años la investigación en frijol en el país ha sido continua e importante. Muestra de ello son los trabajos realizados por Vargas (1993), Rojas (1995), Cerón (1996), Valderrama (1997), Aceros y Pineda (1997), Quevedo (1998), Ligarreto (2001), López (2005), Gallego (2005) y Melo (2005), que han desarrollado diferentes temas de investigación relacionados con enfermedades, fisiología, densidades, sequía, calidad nutricional del grano y características bioquímicas, moleculares y morfoagronómicas; dentro de estas últimas se encuentran el rendimiento y sus componentes.

El presente estudio tiene como objetivo, evaluar de los cultivares de frijol arbustivo disponibles para la siembra en la vereda Guavio Bajo, Municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz, aquellos que presenten características deseables en cuanto a comportamiento fenológico, fisiológico, sanitario y productivo, ya que se hace necesaria la evaluación de los cultivares, porque en la región existe desconocimiento del desarrollo de estos en la zona, en cuanto a periodo vegetativo, presencia de plagas y enfermedades y componentes de rendimiento.

Se debe tener en cuenta a la hora de escoger un cultivar para la siembra por parte del agricultor, tener en cuenta la calidad comercial del tipo de grano, el potencial de rendimiento, la resistencia a enfermedades, las plagas limitantes del cultivo, así como la buena calidad de la semilla. (CORPOICA. Frijol. consulta el 17 de febrero, 2015, de <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/1232/1232.pdf>).

Por lo tanto, mediante este estudio se puede recomendar que cultivar de los evaluados puede ser usado por los agricultores debido a las características favorables que éste presente.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Evaluar el comportamiento de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

4.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el comportamiento fisiológico y fenológico de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.
- Evaluar el comportamiento sanitario de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.
- Evaluar el comportamiento agronómico y productivo de cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 Origen

FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Dentro del origen del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) existen dos centros principales de diversificación: uno de ellos comprende el sur de México y gran parte de Centroamérica y el otro es la región de los Andes en Perú (Reunión Centroamericana Mejoramiento de Frijol; 1964).

Sobre el origen y evolución del frijol de acuerdo con Miranda-Colín (1967) y Centro (1969) (citado por Hernández *et al.* 2013), quienes afirmaron que la forma silvestre de frijol se encuentra en Mesoamérica. Posteriormente, se han propuesto centros de origen y domesticación alternativos. El género *Phaseolus* incluye cinco especies domesticadas: *P. vulgaris* (frijol común), *P. lunatus* (frijol lima), *P. acutifolius* (frijol tépari), *P. coccineus* ssp. *coccineus* (frijol ayocote) y *P. dumosus* = *P. polyanthus* (= *P. coccineus* ssp. *darwinianus*) (frijol de año) (Freytag y Debouck, 2002; (Hernández *et al.* 2013)

Desde el punto de vista taxonómico, el frijol es el prototipo del género *Phaseolus* y su nombre científico es *Phaseolus vulgaris* L. asignado por Lineo en 1753 (CIAT, 1984).

5.2 Generalidades del cultivo

5.2.1 Categoría taxonómica

Nombre científico: *Phaseolus vulgaris* L.

División: Magnoliophyta

Familia: *Leguminosae*

Subfamilia: *Papilionoidene*

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus vulgaris* L.

5.2.2 Características Morfológicas

- **Hábito de crecimiento**

Definido como el resultado de la interacción de varios caracteres de la planta que determinan su arquitectura final. Debido a que algunos de estos caracteres son influenciados por el ambiente, el hábito de crecimiento puede ser afectado por éste. Los principales caracteres morfo agronómicos que ayudan a determinar el hábito de crecimiento son, el tipo de desarrollo de la parte terminal del tallo determinado o indeterminado, el número de nudos, la longitud de los entrenudos y, en consecuencia, la altura de la planta, la aptitud para trepar, el grado y tipo de ramificación. Es necesario incluir el concepto de guía definida como la parte del tallo o de las ramas que sobresale por encima del follaje del cultivo. (Arias *et al*, 2007). También Betancour & Dávila (2002) afirman que el tallo es cilíndrico y pubescente, tiene un incremento progresivo en la longitud de los internodos y se pueden identificar 4 tipos de hábitos de crecimiento según la terminación apical del tallo y de las ramas, dependiendo de si se forma un racimo o un meristemo apical, respectivamente.

Según el CIAT (1984), se considera que los hábitos de crecimiento pueden ser agrupados en cuatro tipos principales:

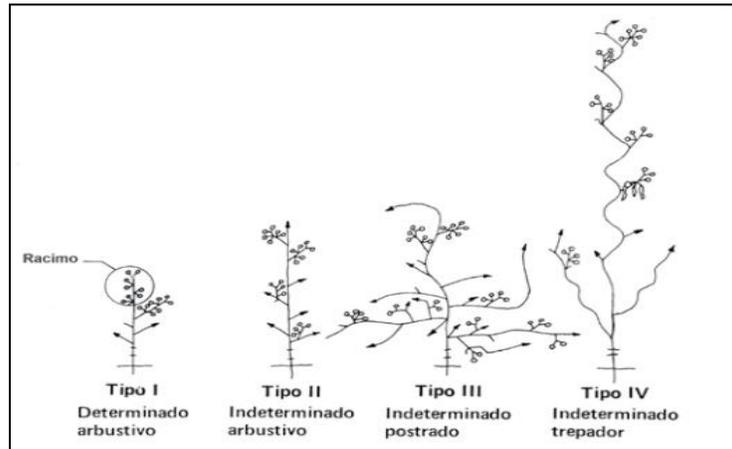


Figura 1: Esquema de los cuatro tipos de hábitos de crecimiento
(Fuente: CIAT,1984).

Tipo I: hábito de crecimiento determinado arbustivo, donde el tallo y las ramas terminan en una inflorescencia desarrollada (Figura 1), es decir detiene el crecimiento de la rama en general, el tallo es fuerte, con un bajo número de entrenudos, de cinco a diez, normalmente cortos, la altura puede variar entre 30 y 50 cm; sin embargo, hay casos de plantas enanas, más cortas, la etapa de floración es corta y la madurez de todas las vainas ocurre casi al mismo tiempo. (CIAT 1980) además carecen de la habilidad de trepar (Betancour & Dávila, 2002).

Tipo II: hábito de crecimiento indeterminado arbustivo, donde el tallo es erecto sin aptitud para trepar, aunque termina en una guía corta (Figura 1). Las ramas no producen guías, pocas ramas, pero con un número superior al tipo I, y generalmente cortas con respecto al tallo, el número de nudos del tallo es superior al de las plantas del tipo I, generalmente más de 12, como todas las plantas de hábito de crecimiento indeterminado, éstas continúan creciendo durante la etapa de floración, aunque a un ritmo menor. (CIAT 1980). Para Beebe *et al.*, (2000b); Debouck & Hidalgo, (1989); Schoonhoven & Oswald, (1994) quienes afirman que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento tienen tallos cortos de 30 a 50 internodos y ramas; las plantas terminan en guías cortas y son semitrepadoras.

Tipo III: hábito de crecimiento indeterminado postrado, donde las plantas postradas o semipostradas con ramificación bien desarrollada (Figura 1), la altura de las plantas es superior a la de las plantas del tipo I, generalmente mayor a 80 cm, (CIAT, 1980; Schoonhoven & Oswaldo, 1994), el número de nudos del tallo y de las ramas es superior al de los tipos I y II; así mismo la longitud de los entrenudos, y tanto el tallo como las ramas terminan en guías, el desarrollo del tallo y el grado de ramificación originan variaciones en la arquitectura de la planta. Algunas plantas son postradas desde las primeras etapas de la fase vegetativa; otras son arbustivas hasta prefloración y luego son postradas. Pueden presentar aptitud trepadora (CIAT 1980).

Tipo IV: hábito de crecimiento indeterminado trepador (Figura 1). Se considera que las plantas de este tipo de hábito de crecimiento son las del típico hábito trepador donde a partir de la primera hoja trifoliada, el tallo desarrolla la doble capacidad de torsión, lo que se traduce en su habilidad trepadora, las ramas muy poco desarrolladas a causa de su dominancia apical, el tallo, el cual puede tener de 20 a 30 nudos, puede alcanzar más de 2 m de altura (CIAT, 1980; Schoonhoven & Oswaldo, 1994), con un soporte adecuado, la etapa de floración es significativamente más larga que la de los otros hábitos, de tal manera que en la planta se presentan, a un mismo tiempo, la etapa de floración, la formación de las vainas, el llenado de las vainas y la maduración (CIAT 1980).

- **Etapas de desarrollo de la planta de fríjol**

Emergencia: Cuando más del 50% de las semillas ha germinado y la plántula se puede ver sobre la superficie del suelo.

Inicio de floración: Cuando por lo menos el 10% de las plantas presentan una o más flores.

Plena floración: momento en que todas las plantas presentan flores y más del 50% de éstos muestran una floración abundante.

Fin de la floración: se considera como el fin de la floración cuando solamente el 10% de las plantas muestran flores bien desarrolladas.

Madurez Fisiológica: ocurre cuando la planta ha completado su ciclo de vida y se puede arrancar o cortar sin consecuencias negativas en la fisiología y peso de la semilla (COVECA, 2011).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ha establecido una escala para diferenciar las etapas de desarrollo del frijol, basada en la morfología de la planta y en los cambios fisiológicos que se suceden durante el desarrollo. La distribución de la materia seca indica el crecimiento de las plantas; así a través de esta se puede determinar la duración de cada una de las fases de desarrollo del vegetal, las que influyen en el crecimiento vegetativo, el fructificación y la senescencia. Lo anterior es fundamental para el desarrollo de recomendaciones del manejo agronómico tendientes a maximizar la producción (Chirinos *et al*, 1999).

El ciclo biológico de la planta de frijol se divide en dos fases sucesivas: La Fase Vegetativa y La Fase Reproductiva. La fase vegetativa se inicia cuando se le brindan a las semillas las condiciones para iniciar la germinación, y termina cuando aparecen los primeros botones florales o los primeros racimos. En esta fase se desarrolla la estructura vegetativa necesaria para iniciar la actividad reproductiva de la planta. La fase reproductiva, por su parte, está comprendida entre la aparición de los primeros botones florales o racimos y la madurez de cosecha (CIAT, 1982).

En el desarrollo de la planta de frijol se han identificado 10 etapas, las cuales están delimitadas por eventos fisiológicos importantes. Cada etapa comienza en un evento de desarrollo cuyo nombre la identifica, y termina donde se inicia el siguiente evento y así sucesivamente. La identificación de cada etapa se hace con base en un código que consta de una letra y un número, la letra corresponde a la inicial de la fase a la cual pertenece la etapa particular. Es decir, V si la etapa

pertenece a la fase vegetativa, o R si pertenece a la fase reproductiva, el numero indica la posición de la etapa en la escala (CIAT, 1982).

Los factores más importantes que afectan la duración de las etapas de desarrollo del frijol son el genotipo y el clima, aunque también influyen otros factores como la fertilidad y las características físicas del suelo, la sequia y la luminosidad, entre otros (CIAT, 1982)

Tabla 1: Etapas de la fase vegetativa y reproductiva de la planta de frijol.

Etapa ^a	Descripción ^b
V0	Germinación: absorción de agua por la semilla; emergencia de radícula y su transformación en raíz primaria.
V1	Emergencia: los cotiledones a nivel del suelo y empezar a separarse. El epicotilo comienza su desarrollo
V2	Hojas primarias: hojas primarias totalmente abiertas
V3	Primera hoja trifoliada: se abre la primera hoja trifoliada y aparece la segunda hoja trifoliada.
V4	Tercera hoja trifoliada: se abre la tercera hoja trifoliada y las yemas de los nudos inferiores producen ramas.
R5	Prefloración: aparece el primer botón floral o el primer racimo. Los botones florales de las variedades determinadas se forman en el último nudo del tallo o en la rama. En las variedades indeterminadas, los racimos aparecen primero en los nudos más bajos.
R6	Floración: se abre la primera flor.
R7	Formación de las vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud.
R8	Llenado de vainas: comienza a llenarse la primera vaina (crecimiento de la semilla). Al final de la etapa, las semillas pierden su color verde y comienza a mostrar las características de la variedad.
R9	Maduración: maduración y secado de vainas. Aquí termina el ciclo biológico de la planta y esta se encuentra lista para la cosecha. Se inicia la defoliación.

^a: **V**: Vegetativa; **R**: Reproductiva.

^b: cada etapa comienza cuando el 50% de las plantas muestran las condiciones que corresponden a la descripción de la etapa (Schoonhoven, 1987).

Además de la escala utilizada por el CIAT, existen otras escalas para la diferenciación de las etapas de desarrollo de la planta de frijol, por ejemplo el

sistema de Fernández *et al.*, (1985), describe las fases vegetativas de la V0 a la V4 de igual forma, pero son seguidas por otras dos fases V4,4 Cuarta hoja trifoliolada: 50% de las plantas que presenten la cuarta hoja trifoliada totalmente desplegada en el sexto nudo del tallo principal, comenzando por el nudo cotiledonar, la fase V4,5 Quinta hoja trifoliada: 50% de las plantas que presenten la quinta hoja trifoliada totalmente desplegada en el séptimo nudo del tallo principal, comenzando por el nudo cotiledonar, terminado aquí la etapa vegetativa, para la etapa reproductiva se describe de igual forma de la fase R5 denominada prefloración terminando en la fase R9 denominada maduración.

5.2.3 Plagas presentes en el cultivo de fríjol

- **plagas de suelo**

Mosca de la semilla (*Hilemya cilicrura Rondani*)

Los adultos de este insecto son muy parecidos a la mosca casera. Los suelos recién labrados y con alto contenido de materia orgánica atraen a las hembras que ovipositan en el suelo, cerca de las semillas o en las plántulas. Es más común en suelos de zonas frías, donde se ha observado en lotes con aplicaciones abundantes de gallinaza (Londoño y Ríos, 2002).

La semilla atacada por la larva generalmente no emerge, y si lo hace, la plántula que resulta es muy débil. Las larvas son de color blanco o crema, de aproximadamente 6 mm de largo, ápodas y de integumento muy resistente. Después de eclosionar, barrenan los cotiledones y, al alimentarse de ellos, dañan con frecuencia el embrión. Las larvas también pueden penetrar por el pequeño tallo de las plántulas (CIAT, 1980). Este daño generalmente es más severo durante períodos húmedos y fríos. Se han registrado pérdidas hasta del 80% ocasionada por el ataque de este insecto. (CIAT, 1980).

Trozadores

Las larvas de estos insectos cortan los tallos de plántulas disminuyendo las poblaciones de plantas. Los géneros más comunes son *Agrotis*, *Feltia* y *Spodoptera*. El ataque de este tipo de insectos ocurre de manera irregular y es difícil de predecir. En ensayos preliminares realizados por el CIAT, se encontró que aparentemente el frijol no era un hospedante preferido por *Spodoptera frugiperda*, una de las especies más importantes de trozadores (CIAT, 1980).

Chizas

Varias especies de chizas atacan el frijol. Las más comunes son *Phyllophaga obsoleta*, *Cyclocephala* sp., *Ancognata* sp., *Anomala* sp., *Plectris* sp., y *Macrodactylus* sp. En frijol, atacan en sus estados larvales, ocasionando daños en las raíces que perturban el desarrollo de las plantas y pueden causar su muerte. Cuando las poblaciones son altas (5-6 larvas/m²) producen severas reducciones en el rendimiento del frijol (Tamayo y Londoño, citados por Ríos, 2002).

- **Insectos comedores de hojas**

Crisomélidos

Muchas especies de crisomélidos atacan el frijol. Los más comunes son los géneros *Diabrotica*, *Neobrotica* y *Cerotoma*. La especie *Diabrotica balteata* es la más abundante (CIAT, 1980).

Los adultos son cucarrones pequeños de diversos colores que causan perforaciones en las hojas y pueden atacar también flores y vainas. La mayor parte del daño ocurre durante el estado de plántula, cuando el insecto consume un porcentaje relativamente alto del follaje. Las larvas también pueden ocasionar daño en las raíces del frijol y en los nódulos radicales que contienen *Rhizobium* (CIAT, 1980).

Estos insectos también son vectores del virus del mosaico rugoso (CIAT, 1980). Boonckamp (citado por CIAT, 1980) concluyó que la alimentación de los crisomélidos adultos tiene poco efecto en los rendimientos del frijol, excepto

cuando el ataque tiene lugar durante las dos primeras semanas después de la siembra y, en menor grado, durante la floración (CIAT, 1980).

- **Insectos chupadores**

Lorito verde

El lorito verde o salta hojas (*Empoasca kraemeri*) es considerado como la plaga más importante del frijol en el mundo. Sin embargo, para las condiciones del clima frío, en pocas ocasiones se presenta como plaga de importancia económica (CIAT, 1980).

El insecto en estado de ninfa y adulto causa daño al alimentarse del tejido del floema, aunque es posible que también intervenga una toxina. El daño se manifiesta en forma de encrespamiento y clorosis foliar, crecimiento raquítico, gran disminución del rendimiento o pérdida completa del cultivo. El ataque es más severo en épocas secas y cálidas y la situación se agrava cuando la humedad del suelo es insuficiente (CIAT, 1980).

Mosca blanca

La mosca blanca es un insecto frecuente y abundante en épocas de sequía. Al frijol lo atacan dos especies de mosca blanca. La especie *Bemisia tabaci* predomina en climas cálidos y la especie *Trialeurodes vaporariorum* que predomina en zonas de clima frío moderado. Los adultos de mosca blanca chupan la savia de las plantas. La mosca blanca que predomina en zonas cálidas transmite el virus del mosaico dorado del frijol. Las pupas de la mosca blanca y otros estados inmaduros (huevos y ninfas) se localizan en el envés de las hojas bajas y también chupan la savia de las plantas. (Tamayo y Londoño, 2001).

Tríps

Dentro de las especies de Trips conocidas, el *Thrips palmi* es el más común como plaga del frijol y de muchos otros cultivos importantes en Colombia. El *Thrips palmi* fue introducido en Colombia en 1997 y en los años siguientes causó daños

cuantiosos y grandes pérdidas en diferentes cultivos, incluyendo el frijol. Recién introducido este insecto, contó con condiciones propicias para su incremento poblacional, debido a la diversidad de hospederos susceptibles y al uso indiscriminado de insecticidas, además de el bajo control ejercido por sus enemigos naturales (Guarín, 2003).

Los potenciales daños del insecto se acrecientan durante las épocas secas. *Thrips palmi* en estado adulto es de color amarillo pálido, mide alrededor de un milímetro de longitud y presenta alas con bordes. Es de hábito gregario, se presenta normalmente en el envés de las hojas aunque también se puede hallar en las flores (Chang, citado por Guarín, 2003). Su crecimiento es favorecido por las altas temperaturas, cuando la humedad relativa es baja, aunque en el Oriente antioqueño se han verificado infestaciones severas en zonas con altas precipitaciones pluviales en cultivos dependientes del control químico (Guarín, 2003).

Cuando se alimenta en el envés de las hojas reduce normalmente el vigor del hospedero. El insecto chupa los contenidos de las células más bajas del mesófilo, como resultado, quedan espacios de aire en estos tejidos y las hojas comienzan a distorsionarse. Las áreas afectadas presentan un brillo o resplandor que es característico, las plantas jóvenes son muy susceptibles, y altas poblaciones del insecto pueden llegar a ocasionar la muerte de la estructura afectada (Sastrosiswojo y Vos *et al*, citado por Guarín, 2003).

Para el caso de *Frankliniella occidentalis*, este insecto pasa la mayor parte de su desarrollo sobre el material vegetal, de manera que precisa un substrato adecuado para la puesta y alimentación y que le sea apetecible, y en condiciones normales, realiza la ninfosis en los primeros centímetros de suelo o la hojarasca y está muy influenciado por las condiciones ambientales, en especial por la humedad ambiental. (Lacasa y Llorens, 1996).

5.2.4 Enfermedades

- **Enfermedades foliares**

Antracnosis

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, enfermedad que ataca en todo el mundo los cultivares susceptibles establecidas en localidades con temperaturas moderadas a frías, y con alta humedad relativa ambiental. La enfermedad puede causar pérdidas hasta del 100% cuando se siembra semilla severamente afectada, bajo condiciones favorables para su desarrollo (CIAT, 1980).

Los síntomas producidos por la infección ocasionada por la antracnosis pueden aparecer en cualquier parte de la planta, según el momento de la infección y la fuente de inóculo. La semilla infectada y los residuos de cosecha son las fuentes primarias de inóculo que originan las epidemias locales.

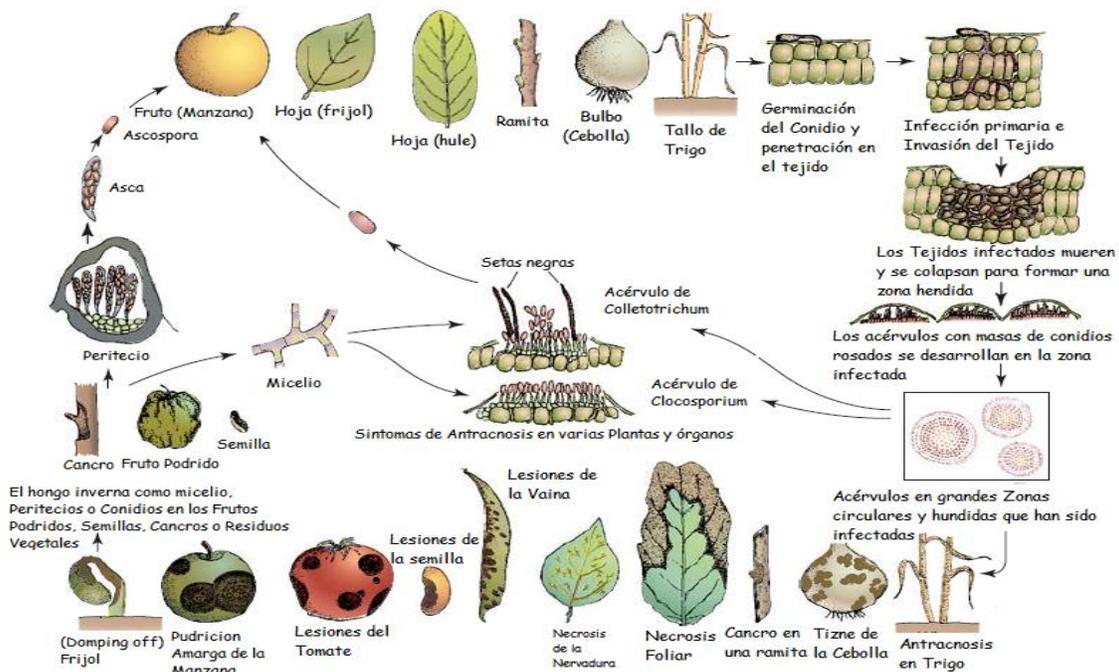


Figura 2: Ciclo Patológico de Antracnosis en algunos cultivos. (Agrios, 2005)

Los primeros síntomas pueden aparecer en las hojas cotiledonales como lesiones pequeñas de color café oscuro o negro. Las lesiones inicialmente se pueden desarrollar en los pecíolos y en el envés de las hojas, así como en las venas, en forma de manchas pequeñas y angulares, de color rojo ladrillo o púrpura, las cuales posteriormente se vuelven café oscuras o negras. Las infecciones en las vainas se manifiestan en forma de lesiones, de un color entre encarnado y amarillo rojizo, y dan origen a chancros deprimidos, delimitados por un anillo negro, el cual está rodeado a su vez por un borde café rojizo (Figura 2). En el caso de infección severa, las plantas jóvenes se pueden marchitar y secar. El hongo puede invadir las vainas y semillas en formación (CIAT, 1980).

Mancha anillada

La mancha anillada es causada por el hongo *Phoma exigua* var. *Diversispora*, muy común en las condiciones del clima frío moderado. Esta enfermedad le sigue en importancia a la antracnosis, por su alta incidencia, la severidad de los daños y las altas pérdidas que causa en el cultivo (CIAT, 1980).

La alta humedad y las temperaturas frías a moderadas favorecen la infección por la mancha anillada. Inicialmente los síntomas aparecen en las hojas, donde se observan lesiones zonadas, de color café a negro que, más tarde, pueden contener pequeños picnidios negros. Las lesiones también se pueden presentar en el pedúnculo, el pecíolo, las vainas y el tallo. Cuando ocurren epidemias severas se observa una caída prematura de las hojas. El hongo puede sobrevivir en la semilla (CIAT, 1980).

Mancha angular

La mancha foliar angular del frijol es causada por el hongo *Phaeoisariopsis griseola* Sacc., que se encuentra en regiones tropicales y subtropicales. Las pérdidas en rendimiento causadas por esta enfermedad pueden ser bastante

elevadas y han alcanzado hasta un 60% en Colombia. El hongo tiene numerosos hospedantes, entre ellos *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. multiflorus*, *Pisum sativum* y *Vigna sinensis* (CIAT, 1980).

Los síntomas de infección son más comunes en las hojas. Las lesiones pueden aparecer en las hojas primarias. Inicialmente las lesiones son de color gris o café, pueden estar rodeadas por un halo clorótico y tener márgenes indefinidos; luego se vuelven necróticas y toman la forma angular típica. Posteriormente pueden aumentar de tamaño, unirse y causar necrosis parcial y amarillamiento de las hojas, y una defoliación prematura. Las lesiones también llegan a aparecer en las vainas en forma de manchas ovaladas o circulares, cuyo centro de color café rojizo está rodeado de un borde más oscuro. En los tallos, ramas y pecíolos de la planta se pueden presentar lesiones alargadas de color café. El patógeno puede sobrevivir en la semilla (CIAT, 1980).

- **Enfermedades radicales**

Putridión radical por *Fusarium*

La enfermedad conocida como pudrición seca de las raíces es causada por el hongo *Fusarium solani*, *F. phaseoli*, está presente en la mayor parte de las zonas productoras de frijol en el mundo y, además del frijol común, afecta otras leguminosas. El *Fusarium* es un hongo habitante del suelo y sobrevive en la materia orgánica. Las condiciones ambientales, como la compactación, la temperatura y el pH del suelo, afectan la susceptibilidad de la planta, siendo más grave en suelos compactos, ya que bajo estas condiciones las raíces no pueden escapar a la infección. Los suelos ácidos y los fertilizantes con nitrógeno amoniacal favorecen la infección. El daño por pudrición radical puede ser más grave durante los periodos de alta humedad del suelo, cuando se reduce la tasa de difusión de oxígeno. Las esporas del hongo pueden ser transportadas en el agua de drenaje y riego, en el suelo por el agua de lluvia o inundaciones, en

partículas de suelo adheridas a los implementos agrícolas y a los animales, en residuos de frijol, en estiércol y, posiblemente, una vez que el hongo se ha introducido en una nueva área puede sobrevivir indefinidamente como un saprófito del suelo en la materia orgánica, o como un componente micorrízico de cultivos no susceptibles; por lo tanto, la incidencia del hongo se puede incrementar de manera significativa sembrando ininterrumpidamente un cultivo hospedero susceptible. El hongo no es portado internamente por la semilla (CIAT, 1980).

Amarillamiento o marchitamiento por *Fusarium*

La enfermedad del frijol conocida como fusariosis, marchitamiento o amarillamiento por *Fusarium* es causada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. Phaseoli*. La infección ocurre en las raíces e hipocótilos, generalmente donde hay heridas. El sistema vascular de la raíz, hipocótilo, tallo y pecíolo se puede decolorar a medida que el tejido se torna café rojizo. El hongo puede ocasionar el taponamiento del sistema vascular, lo cual produce un leve amarillamiento y envejecimiento prematuro de las hojas inferiores (Figura 3). Posteriormente, este amarillamiento se hace más pronunciado y afecta las hojas más jóvenes, sin que la planta llegue, por lo general, a marchitarse (CIAT, 1980).

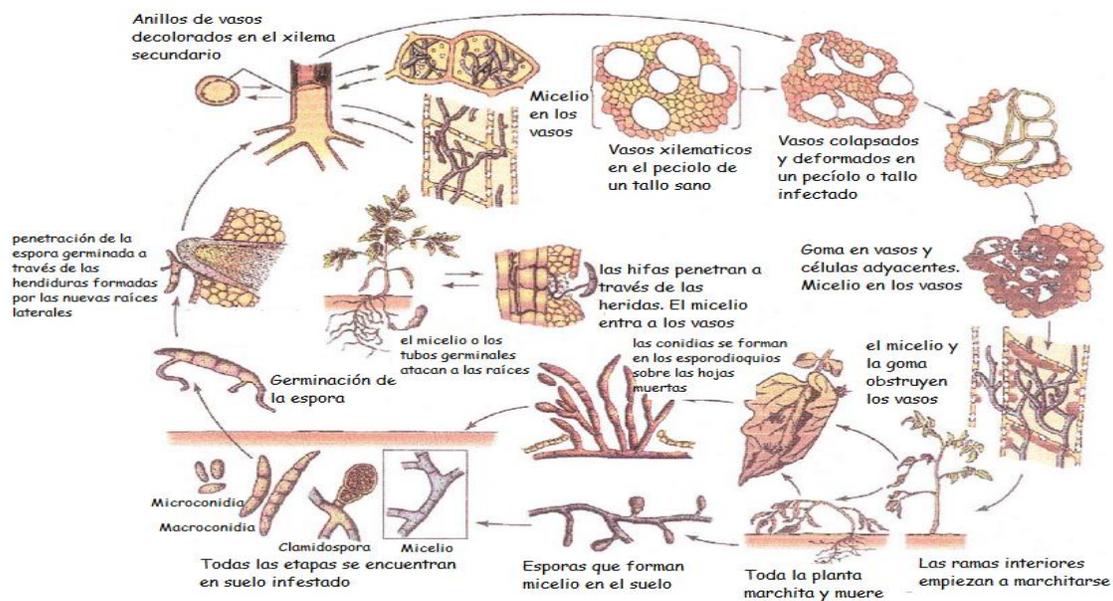


Figura 3: Ciclo Patológico de *Fusarium* en algunos cultivos. (Agrios, 2005)

Pudrición Radical por *Pythium*

Es causada por varias especies de *Pythium*, tales como *P. Irregulari*, *P. Aphanidermatum* y *P. myriotilum*. Las especies de *Pythium* pueden infectar la semilla en germinación, los cotiledones, la yema terminal, la radícula y el tejido del hipocótilo antes de la emergencia, lo cual eventualmente trae como consecuencia la muerte de la plántula. Las plántulas que sobreviven pueden morir tres a cinco días después de emerger. Los síntomas de marchitamiento por *Pythium* se manifiestan en forma de lesiones húmedas, alargadas en el hipocótilo y en las raíces, una a tres semanas después de la siembra. A medida que la infección progresa, las lesiones se secan y toman un color entre canela y café y su superficie se ve levemente deprimida (Figura 4). *Pythium* también puede infectar plántulas o plantas adultas (CIAT, 1980).

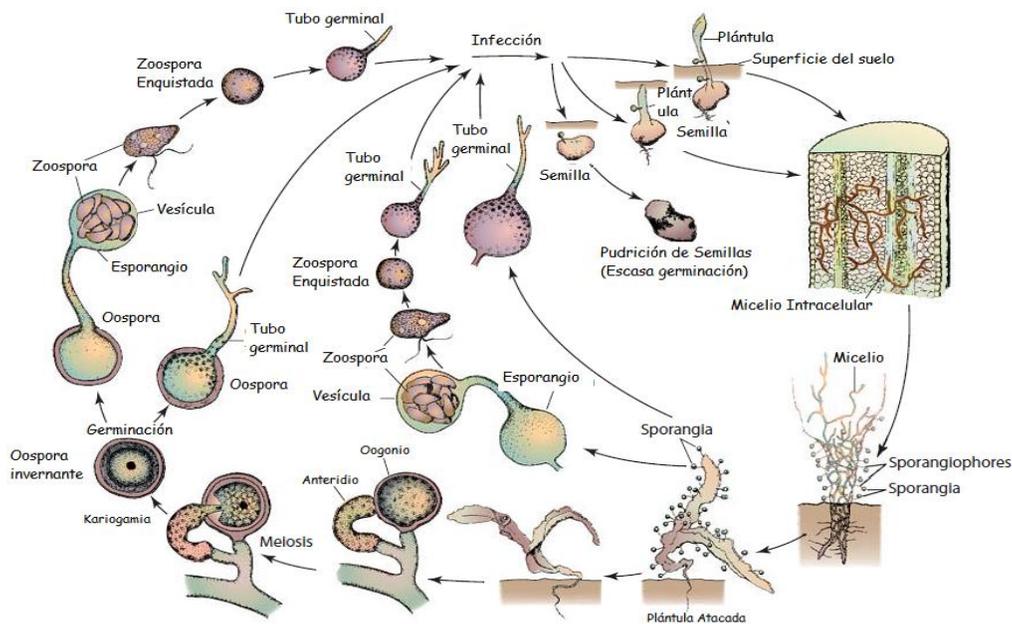


Figura 4: Ciclo Patológico de *Pythium* en algunos cultivos. (Agris, 2005)

Pudrición radical por *Rhizoctonia*

Rhizoctonia solani puede producir podredumbre del pie, chancro del tallo, pudrición radical y pudrición de la vaina. Durante los estados iniciales de infección

del hipocótilo y las raíces, el hongo puede ocasionar la formación de chancros deprimidos y delimitados por márgenes de color café, a medida que progresa la infección los chancros aumentan de tamaño y se vuelven de color rojo y, como consecuencia, se retarda el crecimiento de la planta; también puede ocasionar el volcamiento de la planta (Figura 5). *R. Solanii* también llega a infectar las vainas que se encuentran en contacto con la superficie del suelo, y de ahí infectar la semilla (CIAT, 1980).

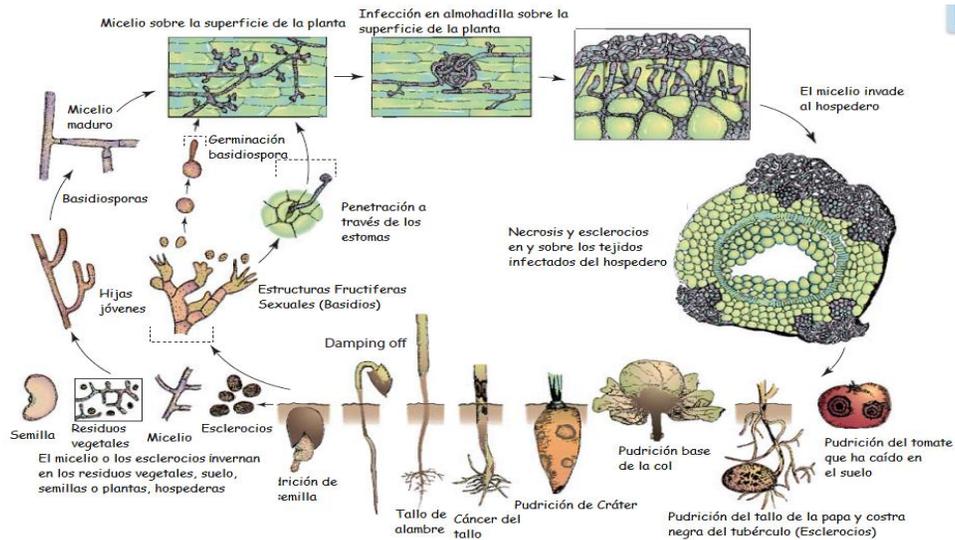


Figura 5: Ciclo Patológico de *Rhizoctonia* en algunos cultivos. (Agris, 2005)

5.2.5 Características agronómicas de los cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.)

Tabla 2 : Características agronómicas de los cultivares ICA Calima, ICA Cerinza, Radical arbustivo e ICA Quimbaya.

Características Agronómicas	ICA QUIMBAYA	RADICAL ARBUSTIVO	ICA CERINZA	ICA CALIMA
Habito de crecimiento	Arbustivo tipo I	Arbustivo	Arbustivo	Arbustivo
Periodo vegetativo	80 - 90 días*	140 – 150 días*	140 días*	140 – 150 días*
Días de siembra a cosecha	85 – 90 días*	150 días*	140 – 160 días*	150 días*
Altura de la planta	49 – 57 cm	50 60 cm	45 cm	50 60 cm
Color de la semilla	Rojo	Rojo solido brillante	rojo	Ricas ojo moteado de crema
Forma	Redondeada – alargada Ligeramente cilíndrica reniforme	Semiredondo ligeramente cilíndrica reniforme	Redondeada – alargada, ligeramente cilíndrica reniforme	Redondeada – alargada, ligeramente cilíndrica reniforme
Peso de 100g al 15% de humedad	47gr	45 g	53 g	48 g
Zona de adaptación	Clima medio	Clima cálido – medio	Clima medio	Clima cálido – medio
Rango altitudinal	1200 – 1800 msnm	600 – 1500 msnm	2200-2800 msnm	800 – 1800 Msnm

Tomado de: Arias et al., (2007); Fenalce (2009); Secretaria de agricultura y pesca del V. Cauca (2009)*Datos promedio. Pueden variar según la región.

Cultivar ICA Quimbaya

ICA QUIMBAYA fue obtenida por hibridación y selecciones sucesivas (1983- 1985) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical- CIAT, Palmira. Sus padres fueron los materiales Canadian Wonder y Perú 69 x Vermelho. Las evaluaciones se hicieron en el año 1989 en los departamentos de Antioquia y Caldas y posteriormente en los años 1991- 1992 se realizaron las pruebas de confirmación en la zona de clima medio de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda, para su posterior liberación en 1993 (Ríos *et. al.*, 1986).

ICA Quimbaya es un cultivar que se caracteriza por su porte arbustivo o de arbolito, de tallo erecto, de follaje verde intenso y flores blancas, de buen potencial de rendimiento, el grano es alargado, ligeramente cilíndrico, de color rojo oscuro; el peso de 100 semillas al 15% de humedad es de 47 gramos. Posee excelente calidad culinaria, su tiempo de cocción es de aproximadamente 20 minutos y su contenido de proteína es de 19.8%, con un porcentaje de absorción de agua de 98.4% (Ríos *et al.*, 1986). Presenta buena adaptación al clima medio de los departamentos de Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda (1.200-1.800 msnm). Produce bien en asociaciones con café y plátano y es resistente a la Antracnosis, y tolerante a roya, mancha angular y bacteriosis (Ríos *et. al.*, 1986). Es un cultivar que tolera muy bien suelos ácidos (altos contenidos de Aluminio intercambiable) (Rangel *et. al.*, 2007).

Cultivar Radical arbustivo

El frijol Radical arbustivo, es un cultivar seleccionado por productores colombianos y posteriormente recolectada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en el departamento del Valle del Cauca, municipio La Cumbre, vereda Puente Tierra. Se introdujo en el área de San Gil, en 1991, como uno de los materiales del ICA-CIAT. Frijol de porte arbustivo, erecto de altura aproximada entre 45 a 55 cm; tallo fuerte, el numero de nudos es bajo, de 5 a 10, comúnmente

cortos; con hojas trifolioladas de color verde claro; flor blanca concentrada; entre 18 y 44 vainas por planta; y 4 a 5 granos por vaina. Grano semiredondo, color rojo sólido brillante. El peso de 100 semillas es de 55.8 g.

Cultivar ICA Cerinza

Cultivar que se caracteriza por su porte arbustivo, erecto con ramas laterales cortas, flores blancas y su buena tolerancia a enfermedades, tales como *Antracnosis*, *Roya*, *Oidium*, *Fusarium* y Mancha de la hoja, permitiendo un cultivo exitoso y competitivo. Cultivar procede del cruzamiento de las variedades (Ant.10 x L.3043) x (Ant.8 Uribe redondo x Ant.26 Sánchez). Semilla apropiada para cultivo en climas medios, en zonas como sabana Cundiboyacence Antioquia, Cauca, Santander, Nariño y Huila (2200-2800 msnm).

Cultivar ICA Calima

El frijol ICA Calima es un cultivar que se caracteriza por su porte arbustivo, erecto con una altura aproximada entre 45 a 55 cm y de buena disposición a la carga entre 18 y 44 vainas por planta, características heredadas de los frijoles parentales Perú 5, Algarrobo y Estrada, este cultivar fue liberada en el año 1966. La planta se caracteriza por tener hojas trifolioladas, flor blanca y 4 a 5 granos por vaina. La semilla es cilíndrica con bordes angulares que se caracteriza por un color rojo con moteado claro. Fríjol apropiado para cultivo en climas cálidos- medios (800-1800 msnm), en zonas como Antioquia, Santander, Nariño y Huila.

5.2.6 Indices De Crecimiento

El crecimiento vegetal, es entendido como cambios irreversibles en un organismo, donde se generan cambios fisiológicos y bioquímicos, los cuales repercuten en el comportamiento agronómico y el rendimiento potencial de cada material teniendo en cuenta que el crecimiento esta ligado a factores ambientales. (Salisbury y Ross, 1994).

- **Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC)**

Mide la ganancia de biomasa vegetal en el área de superficie ocupada por la planta. Es aplicable a plantas que crecen juntas en cultivos cerrados (Hunt, 1982). La máxima TCC ocurre cuando las plantas son suficientemente grandes o densas para explotar todos los factores ambientales en mayor grado. En ambientes favorables, la máxima TCC ocurre cuando la cobertura de las hojas es completa, y puede representar el máximo potencial de producción de masa seca y de tasas de conversión en un momento dado (Brown, 1984).

Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

Es un índice de eficiencia que expresa el crecimiento en términos de una tasa de incremento en tamaño por unidad de tamaño y tiempo (Pedroza *et al.*, 1997); representa la eficiencia de la planta como productor de nuevo material y depende de la fotosíntesis total y de la respiración (Sivakumar y Shaw, 1978); además se propone como una medida que integra el comportamiento fisiológico de las plantas (Radford, 1967). Es una medida del balance entre la capacidad potencial de fotosíntesis y el costo respiratorio (Archila *et al.*, 1998). Expresa el incremento en masa seca de la planta en un intervalo de tiempo dado, tomando como referencia el valor inicial de la masa seca producida y acumulada. Los cambios en la tasa de crecimiento relativo pueden ser utilizados para comparar la eficiencia de la

producción entre diferentes genotipos de plantas a las cuales se les han dado diferentes tratamientos (Fedecafe, 2007)

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

Indica la eficiencia fotosintética promedio, individual o en una comunidad de plantas. La capacidad de la planta para incrementar su masa seca en función del área asimilatoria en periodos cortos a lo largo del ciclo de crecimiento depende del área foliar, de la disposición y edad de las hojas y de los procesos de regulación interna relacionados con la demanda de los asimilados (Hunt, 1982). La TAN es una medida de la eficiencia promedio de las hojas de la planta o del canopi de un cultivo (Brown, 1984), es decir, es una medida indirecta de la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar en una unidad de tiempo; esta no es constante y decrece con la edad de la planta o población.

Duración Área Foliar (DAF)

El área bajo la curva entre dos momentos particulares corresponde a la duración del área foliar, indica la persistencia de la superficie asimilatoria del cultivo, indica el lapso en que el área foliar es funcional. El DAF es un área, las unidades de cualquier área son el producto de sus dimensiones. Puesto que el IAF no posee dimensiones, el DAF determinada mediante integración se expresa en unidades de tiempo usualmente días o semanas (Escalante, 1999).

Usualmente la DAF está muy ligada con el rendimiento, debido a que la interceptación de la radiación solar durante un largo periodo de tiempo generalmente significa mayor producción de materia seca. Las grandes diferencias en la biomasa total producida son frecuentemente, el resultado de la duración de la fotosíntesis como de la tasa fotosintética. Sin embargo, la DAF no toma en cuenta la cantidad de radiación solar disponible para la fotosíntesis del cultivo, la

atenuación de la irradiancia dentro del canopy, o la eficiencia de las hojas en la utilización de la radiación disponible. (Chiesa, *et. al*, 2000).

Tasa absoluta de crecimiento (TAC)

La tasa absoluta de crecimiento está en función de la cantidad de material en crecimiento presente y de la tasa de crecimiento *per se*, motivo por el cual, en el principio del desarrollo existe un periodo en el que esta función del crecimiento es cada vez mayor, posteriormente se mantiene casi constante y luego comienza a disminuir; de tal forma que al final se vuelve negativa por que la muerte de las hojas es superior al crecimiento nuevo (Milthorpe y Mooney, 1982; citados por Mora, 1998).

6. METODOLOGIA

6.1 Localización de los experimentos

El presente estudio se desarrollo bajo las condiciones agroclimatologicas (Tabla 3) de la granja La Esperanza de la Universidad de Cundinamarca, localizada en la vereda Guavio Bajo en el Municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz. Las pruebas de laboratorio se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad de Cundinamarca, laboratorio de microbiología, sede Fusagasugá.

6.2 Condiciones Ambientales de la Zona

Tabla 3: Características agroecológicas de Guavio bajo

Altura promedio	1550 m.s.n.m
Temperatura media anual	18-24 °C
Precipitación media anual	1389.4 mm/año
Precipitación mensual	115.783 mm
Humedad relativa	65.6 %
Textura del suelo	Franco arcillosa
Tipo de Clima ambiental	Medio Húmedo

Fuente: Acevedo *et al* 2007

6.3 Diseño Experimental

Para el desarrollo de la presente investigación se desarrollaron tres ensayos independientes. Éstos presentaron una estructura de bloques completos al azar, con tres repeticiones y cuatro tratamientos. En los cuales se evaluaron cuatro cultivares de frijol arbustivo. ICA Quimbaya, Radical arbustivo, ICA Cerinza e ICA Calima, con una distancia de siembra de 70 cm entre surcos y 40 cm entre plantas, estableciendo 2 semillas por sitio.

Los tres ensayos se desarrollaron con la misma distribución de bloques y tratamientos (Figura 6).

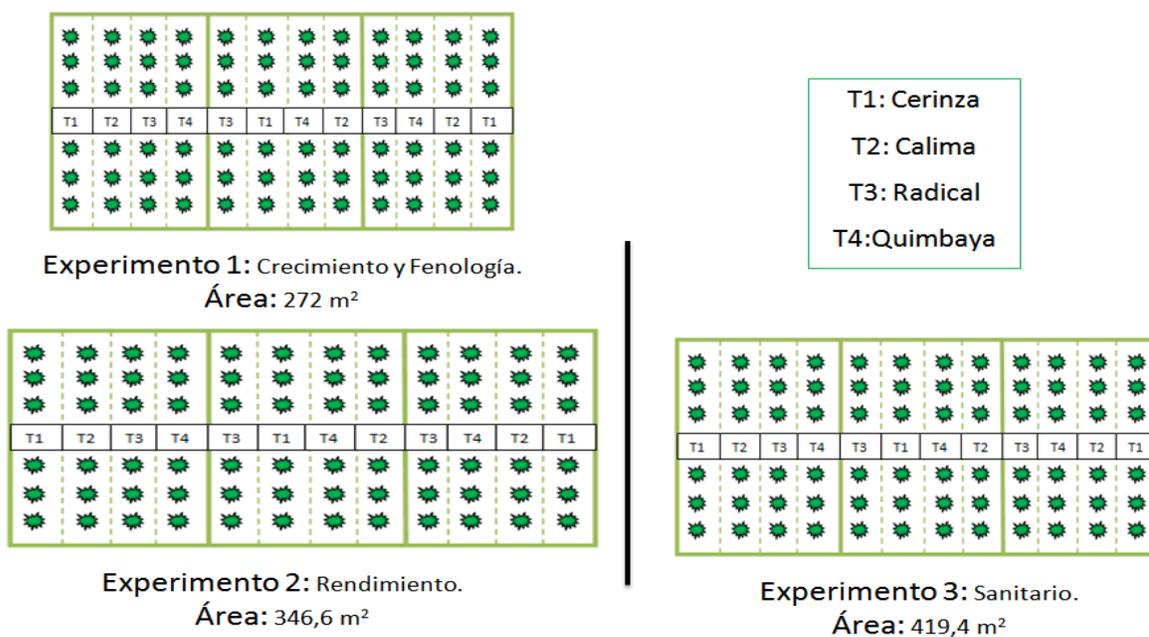


Figura 6: Distribución de tratamientos en cada experimento. Fuente: (Autores, 2015)

6.3.1 Caracteres evaluados

- **Porcentaje de emergencia**

se determinó el porcentaje de emergencia de los cuatro cultivares de frijol arbustivo por cada experimento (fisiología y fenología, rendimiento y fitosanitario), realizando conteo de las plantas que emergieron de acuerdo al total de plantas sembradas.

- **Primer experimento (Fisiología y Fenología)**

Se realizó una adecuación de terreno con azadón, un encalado para el lote experimental a una dosis de 13,10 Kg y posteriormente la siembra a una distancia de 70*40 a dos semillas por sitio, se realizó una aplicación de un combo biológico (*Beuaveria bassiana*, *Metarhizium*, *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium lecani*), a una dosis de 1g por litro de agua, a los 20 DDS, se realizó una aplicación de 10,55 kg abono 15-15-15 más 263,82 Kg de compost y posteriormente se realizó la deshierba. A los 35, 50 y 75 DDS, se realizó una aplicación de fertilizante foliar con EL KACH a una dosis de 50cc en 20 litros de agua, se implementó una erradicación manual de arvenses a los 45 DDS.

En este experimento se realizó un análisis de crecimiento de cada uno de los cultivares. Ya que éste tipo de estudio, muestra una aproximación cuantitativa del crecimiento de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales (Hunt, 1978-1982). Con este fin se midió el peso seco y el área foliar de dos plantas por cada unidad experimental cada siete días durante el ciclo de cultivo. La toma de éstos datos reviste gran importancia, ya que es una medida necesaria para el cálculo de la intensidad de asimilación de las plantas, parámetros de gran relevancia cuando se realizan análisis de crecimiento. (Radford 1967). Con ese fin se midió el peso seco y el área foliar de dos plantas por cada unidad experimental cada siete días durante el ciclo de cultivo. A partir del peso seco y el área foliar se calcularon la duración del área foliar (DAF), la tasa de crecimiento relativo (TCR), la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y la tasa de asimilación neta (TAN), mediante los siguientes cálculos:

- **Duración de Area Foliar**

Representa la duración del área foliar describe la extensión y duración de las hojas como órgano interceptor de la luz (Evans, 1972; Hunt, 1978).

$$DAF = (AF_2 + AF_1) * (T_1 - T_2) / 2$$

- **Tasa de Crecimiento Relativo**

La TCR expresa el incremento en peso seco (W) en un intervalo de tiempo (T) con relación a un peso inicial. La TCR promedia se calcula con base en medidas de peso seco tomadas en T₁ Y T₂. (Radford, 1967; Evans, 1972; Hunt, 1978-1982).

$$TCR = (\ln W_2 * \ln W_1) / (T_2 * T_1)$$

- **Tasa de Crecimiento del Cultivo**

Presenta la productividad total de materia seca de la comunidad de plantas por unidad de área de terreno (Leopold y Kriedemann, 1973).

Se utilizo la relación explicada por Warren y Wilson (1981) donde así como una planta es un componente de una comunidad de plantas, la TCR es un componente de la TCC.

$$TCC = \text{Biomasa} * TCR$$

- **Tasa de Asimilación Neta**

Es una medida de la eficiencia de una planta o de una población como sistema asimilatorio. Es decir, la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo. (Evans, 1972; Hunt, 1978).

$$TAN = (W_2 - W_1) / (T_2 * T_1) * (\ln AF_2 * \ln AF_1) / (AF_2 * AF_1)$$

- **Comportamiento fenológico experimento (Fisiología y fenología)**

Las etapas fenológicas determinadas en el experimento crecimiento y desarrollo, según la escala utilizada (Tabla 4), fueron días a emergencia, días a floración, días a formación de vainas, días a llenado de vainas y días a madurez de cosecha, se realizó la respectiva evaluación en cada cultivar.

Tabla 4: Etapas evaluadas en el experimento crecimiento y desarrollo, en el avance de los cultivares de frijol arbustivo.

Fase	Etapa		Evento con que se inicia cada etapa.
	Código	Nombre	
Vegetativa	V1	Emergencia	Los cotiledones del 50 % de las plantas aparecen al nivel del suelo.
Reproductiva	R6	Floración	Se ha abierto la primer flor en el 50% de las plantas
	R7	Formación de vainas	Al marchitarse la corola, en el 50 % de las plantas aparece por lo menos una vaina.
	R8	Llenado de vainas	Llenado de semillas en la primera vaina en el 50% de las plantas.
	R9	Madurez a cosecha	Cambio de color en por lo menos una vaina en el 50 % de las plantas (del verde a amarillo uniforme o pigmentado)

Elaborado por el CIAT, 1986, modificado por Criollo y López, 2015

- **Segundo experimento Rendimiento:**

Se realizó una adecuación de terreno con azadón, un encalado para el lote experimental a una dosis de 16,69 Kg y posteriormente la siembra a una distancia de 70*40 a dos semillas por sitio, se realizó una aplicación de un combo biológico (*Beuaveria Bassiana*, *Metarhizium*, *Paecilomyces lilacinus*, *Verticillium lecani*), a una dosis de 1g por litro de agua, a los 20 DDS, se realizó una aplicación de 13,45 kg abono 15-15-15 más 336,18 Kg de compost y posteriormente se realizó la deshierba. A los 35, 50 y 75 DDS, se realizó una aplicación de fertilizante foliar con EL KACH a una dosis de 50cc en 20 litros de agua, se implementó una erradicación manual de arvenses a los 45 DDS.

En este experimento se tomaron los datos cada siete días desde el estadio principal 7 (Formación de las vainas: aparece la primera vaina que mide más de 2.5 cm de longitud), hasta el final del ciclo, de los componentes de rendimiento: número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de 10 vainas y peso de cien semillas, además se registró el rendimiento agronómico de cada cultivar expresado en kilogramos por hectárea.

Los componentes de rendimiento evaluados fueron:

- **Número de vainas por planta**

Al momento de la cosecha, se tomaron diez plantas al azar, por tratamiento a las cuales se les contaron sus vainas y se registró el promedio.

- **Número de granos por vaina**

Se tomó una muestra de 10 vainas al momento de la cosecha al azar, las cuales se desgranaron, se mezclaron para contar el total de granos y se dividió entre el número de vainas para obtener el promedio.

- **Peso de diez vainas**

Se tomó una muestra de 10 vainas al momento de la cosecha al azar, y se registró su peso. El valor se expresó en gramos.

- **Peso de cien semillas**

Una vez fueron cosechados y desgranados los granos se tomó al azar de cada unidad experimental cien semillas cuyo peso se obtuvo en una balanza analítica. El valor se expresó en gramos por cada tratamiento.

- **Análisis Estadístico**

Se realizó análisis de varianza mediante el programa estadístico INFOSTAT (Versión 1.0 Universidad de Córdoba, Argentina, 2001), con pruebas de comparación de medias de Tukey y se realizó el respectivo análisis.

- **Rendimiento**

Cuando las plantas llegaron a madurez de cosecha se recolectaron en total las vainas por cada tratamiento, en los experimentos (Rendimiento y fitosanitario) por separado y se llevaron a secamiento hasta cuando abrieron. Efectuando el desgrane, se registró el peso en kilogramos por cultivar, y se calculó la reducción del rendimiento en Kg comparando el experimento 3 (sanitario) con el experimento 2 (Rendimiento) por medio la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{potencial de rendimiento exp 2} - \text{potencial de rendimiento exp 3}}{\text{potencial de rendimiento exp 2}} * 100$$

- **Tercer experimento (Comportamiento fitosanitario)**

Se realizó una adecuación de terreno con azadón, un encalado para el lote experimental a una dosis de 20,20 Kg y posteriormente la siembra a una distancia de 70*40 a dos semillas por sitio, a los 20 DDS, se realizó una aplicación de 20 kg abono 15-15-15 más 300 Kg de compost y posteriormente se realizó la deshierba. A los 35, 50 y 75 DDS, se realizó una aplicación de fertilizante foliar con EL KACH a una dosis de 50cc en 20 litros de agua, se implementó una erradicación manual de arvenses a los 45 DDS. Cabe resaltar que no se realizaron infestaciones de insectos plagas, ni inoculaciones de patógenos, solo se evaluaron los problemas fitosanitarios favorecidos por las condiciones ambientales.

- **Determinación de la incidencia de (*Thrips palmi*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo**

Se evaluó el nivel de infestación promedio de trips, se realizó un muestreo sistemático en X con frecuencia de 7 días. El tamaño de la muestra fue de 4 plantas escogidas al azar en el trayecto, se registró el número de individuos del insecto en cuatro inflorescencias, para esto, se sacudió en tres ocasiones el órgano vegetal sobre una hoja blanca por planta por cada cultivar evaluado por bloque, se construyeron series de tiempo para las poblaciones por tratamiento y análisis de varianza para los picos en la gráfica de población y para la totalidad del cultivo y análisis de datos.

- **Determinación de la incidencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo.**

Se evaluó el nivel de infestación promedio de mosca blanca, con un muestreo sistemático en X con frecuencia de 7 días, el tamaño de la muestra fue de 3 plantas escogidas al azar en el trayecto, se registró el

número de individuos del insecto en el envés de la hoja tomando 2 folíolos del tercio medio de la planta, evaluando el folíolo central de cada uno, en cada cultivar estudiado por bloque, se realizaron series de tiempo para las poblaciones por tratamiento y análisis de varianza para los picos de población y para la infestación en la totalidad del ciclo de cultivo.

Determinación de las enfermedades en el cultivo de frijol arbustivo.

Para la incidencia de enfermedades, se realizó un muestreo al azar con frecuencia de 7 días, desde el estado de desarrollo V4 (figura 6) realizando un conteo de las plantas enfermas, observando los órganos vegetales como hojas, tallos, inflorescencias, vainas y granos, con el fin de identificar la presencia de enfermedades como Roya, Mancha Anillada, Pudriciones Radicales y Antracnosis a través de los síntomas típicos de cada una a lo largo del ciclo del cultivo fueron los siguientes:

Sintomatología Mancha Anillada (*Phoma exigua* var. *Diversispora*)

Inicialmente los síntomas aparecen en las hojas, donde se observan lesiones zonadas, de color café a negro que, más tarde, pueden contener pequeños picnidios negros. Las lesiones también se pueden presentar en el pedúnculo, el pecíolo, las vainas y el tallo. Cuando ocurren epidemias severas se observa una caída prematura de las hojas. El hongo puede sobrevivir en la semilla (CIAT, 1980).

Sintomatología Antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*)

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. El síntoma característico de la antracnosis se encuentra en las vainas. Este se iniciaron una o varias lesiones pequeñas, redondas, color marrón rojizo, de borde definido, las cuales crecen y presentan su centro hundido. Puede ocurrir unión de lesiones (León, 2009).

Sintomatología de Roya (*Uromyces phaseoli*)

La infección inicial puede presentarse en el haz o en el envés de las hojas, pero generalmente los síntomas aparecen primero en el envés y son pequeñas manchas de color blanco, que al crecer, generan ligeras elevaciones conocidas como soros o pústulas, las cuales, a los pocos días, ya se han formado en ambos lados de la hoja (CIAT, 1980).

- **Sintomatología pudriciones radicales (*Fusarium, Pyhium, Rhizoctonia*)**

Los síntomas en raíces varían ligeramente de acuerdo con el hongo que los cause. por lo general se observa, estrangulamiento, desintegración, o hundimiento de la raíz, de color café o café rojizo, cerca del nivel del suelo (Araya, 2006).

Se realizaron los muestreos de acuerdo a la siguiente tabla:

ENFERMEDAD	ESTADOS DE DESARROLLO									
	V0	V1	V2	V3	V4	R5	R6	R7	R8	
PUDRICIONES RADICALES	X	X	X							
ANTRACNOSIS			X		X		X	X	X	
MANCHA ANILLADA			X		X		X	X	X	
ROYA				X	X		X		X	
VIRUS DEL MOSAICO COMUN				X	X		X			
CENICILLA, AÑUBLO DE HALO					X		X	X	X	
MOHO BLANCO							X	X	X	

Tabla 5: Épocas recomendadas para la evaluación de las enfermedades en el cultivo de frijol (Tamayo, 1995).

- **Determinación del porcentaje de incidencia de Mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) en cultivares de frijol arbustivo.**

Se realizó un muestreo al azar con frecuencia de 7 días, realizando un conteo de las plantas enfermas, observando los síntomas típicos como áreas oscuras en el haz de las hojas que posteriormente se cubren de micelio blanco, estas lesiones pueden unirse y la hoja puede quedar totalmente cubierta con micelio y esporas, presentando una apariencia polvosa. Infecciones severas pueden causar una defoliación prematura (CIAT, 1982).

Se construyeron series de tiempo, con el porcentaje de incidencia hallado con la siguiente fórmula (Anculle, 1999)

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{No de plantas enfermas}}{\text{No total de plantas}} * 100$$

Se hizo la selección de modelo que explicara en mejor forma la epidemia, con base al que presentó mayor coeficiente de determinación R^2 , se halló la tasa de progreso de enfermedad para cada tratamiento a partir de la fórmula:

$$LN \frac{x}{(1-x)}$$

Por último se realizó el análisis de ABCPE, por medio de la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Y_i + (Y_i + 1)}{2} * (T_i + 1) - (T_i)$$

Se realizó análisis de varianza con prueba de comparación de medias de Tukey, y por último análisis de datos.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Comportamiento fisiológico y fenológico de cuatro cultivares de frijol arbustivo en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

7.1.1 Fenología de cultivares de frijol arbustivo

- **Porcentaje de emergencia de cultivares de frijol arbustivo**

En la figura 7 se observa el porcentaje de emergencia, en comparación con los cultivares utilizados en los tres experimentos evaluados, primer experimento (fisiología), segundo experimento (rendimiento), y tercer experimento (fitosanitario), se obtuvo que los mayores porcentajes de emergencia de plantas durante la investigación fueron para los cuatro cultivares en los experimentos de fisiología y rendimiento siendo mayores para los cultivares ICA Cerinza con 92,4% e ICA Quimbaya con 93% y 93, 7% y 90,4% respectivamente mientras que los mayores porcentajes de pérdidas de plantas se obtuvieron para el experimento fitosanitario para los cuatro cultivares objeto del estudio siendo mayores para Radical arbustivo con 34% e ICA Quimbaya con 24,6%, esto posiblemente debido, a que al adecuar el terreno para la siembra, las condiciones de pedregosidad dificultaron la uniformidad del mismo, generando condiciones de encharcamiento que pudieron causar por el exceso de humedad según la FAO, (2011) impedir la germinación, interfiriendo con la aireación adecuada que puede bloquear el intercambio gaseoso de la semilla que está germinando.

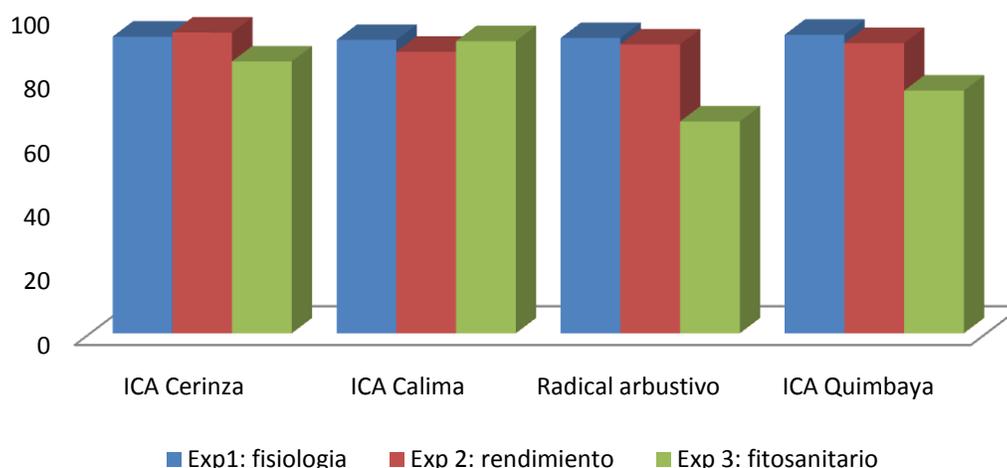


Figura 7: Porcentaje de emergencia de los tres experimentos evaluados, por tratamiento.

En conclusión el cultivar ICA Cerinza obtuvo los mayores porcentajes de emergencia con 93,7% para el experimento de rendimiento, y 92,4% para el experimento de fisiología, lo que puede indicar según Singh, (1985) que una semilla con germinación rápida tendrá más oportunidades de soportar las condiciones del suelo y del clima, que una semilla con germinación lenta o irregular, se puede decir que este cultivar tendría mayor oportunidad de crecimiento y desarrollo bajo las condiciones a las que estuvo sometido, cabe aclarar que esta característica no es la única que influye en el crecimiento y rendimiento de un cultivar, pero si, permite dar una estimación de la adaptabilidad a las condiciones ambientales.

- **Ciclo de vida de cultivares de frijol arbustivo, Experimento Fisiología y Fenología.**

La tabla 5 indica que los días a emergencia (V1: Cotiledones a nivel de suelo en el 50% de las plantas) de los cuatro cultivares oscilaron entre los 9 y 12 días, siendo más tardíos los cultivares, ICA Cerinza e ICA Quimbaya, y más precoces los

cultivares Radical arbustivo e ICA Calima, esto sujeto a que la emergencia de plántulas de frijol está ligada a la calidad de la semilla utilizada y a las condiciones de siembra, (Blanco, 1995), se obtuvo que para los días a floración (R6: Se abre la primera flor en el 50% de las plantas) el cultivar, ICA Quimbaya obtuvo el mayor número de días para alcanzar esta etapa, con 45, tardando de esta, al llenado de vainas 24 días, a diferencia del cultivar ICA Calima que fue el más precoz, alcanzando la etapa de floración a los 35 días, y tardo de esta, al llenado de vainas 30 días, por lo que se puede decir que aunque el cultivar ICA Quimbaya fue más tardío, para alcanzar la etapa de floración, consiguió la etapa de llenado de vainas (R8: Comienza a llenar la primera vaina en el 50 % de las plantas) siendo similar a los demás cultivares, quienes no sobrepasaron los 70 días para dicha etapa, al respecto el CIAT, (1986), en estudios con variedades adaptadas bajo las condiciones de Palmira, como la variedad ICA Guali de habito de crecimiento I, (determinado arbustivo), se observó que el número de días de la etapa de floración al llenado de vainas fue de 26 días, teniendo un ciclo total de cultivo de 77 días, siendo similar a la duración de los ciclos de las variedades evaluadas en este estudio, para los días a madurez de cosecha (R9: Maduración y secado de vainas en el 50% de las plantas) se presentó un comportamiento idéntico para todos los cultivares cumpliendo con su ciclo de vida a los 83 dds, (según Arias *et al.*, 2007; Fenalce, 2009; Secretaria de agricultura y pesca del V. Cauca, 2009), el ciclo de vida para los cultivares ICA Calima, Radical arbustivo e ICA Cerinza, se cumple entre los 140 y 150 dds, en el presente estudio se cumplió su ciclo de vida a los 83 dds de lo anterior, se puede decir que el ciclo de vida está influenciado por las diferencias genéticas de las variedades evaluadas y de sus respuestas al clima, al respecto Cruz y Salazar, (1992) mencionan que la precocidad de las variedades es de carácter genético y pueden ser afectadas en forma diferente por los factores ambientales.

Por otro lado, el cultivar ICA Quimbaya cumple su ciclo de vida entre los 80 y 90 dds, bajo las condiciones del experimento este cultivar completo su ciclo de vida a los 83 dds, lo que puede indicar que obtuvo el mejor comportamiento con respecto a los demás cultivares, cumplió con su ciclo en el momento adecuado,

demostrando así que es un cultivar con características favorables para la región. además al analizar esto, (Hernández *et al*, 2010) en las condiciones de Cuba en el cultivo de habichuela se estableció que un alargamiento de la duración de la fase vegetativa favoreció el rendimiento de dicho cultivo.

Tabla 6: Ciclo de vida de los cultivares evaluados en el experimento fisiología y fenología

Variedad	Días a emergencia (V1)	Días a floración (R6)	Días a formación de vainas (R7)	Días a llenado de vainas (R8)	Días a madurez de cosecha (R9)
ICA Calima	9	35	49	65	83
Radical arbustivo	8	35	48	65	83
ICA Cerinza	10	40	53	67	83
ICA Quimbaya	12	45	56	69	83

7.1.2 Comportamiento fisiológico de cultivares de frijol arbustivo.

Experimento 1 : Fisiología y Fenología.

- **Tasa absoluta de crecimiento (TAC) de cultivares de frijol arbustivo.**

En la figura 8 se indica la tasa absoluta de crecimiento, (TAC) que evalúa el aumento en superficie foliar o biomasa que experimenta una planta en un intervalo de tiempo expresado en unidades de masa o superficie foliar por tiempo $g\ día^{-1}$ o $dm^2\ día^{-1}$. (Hernández., *et al*. 2006).

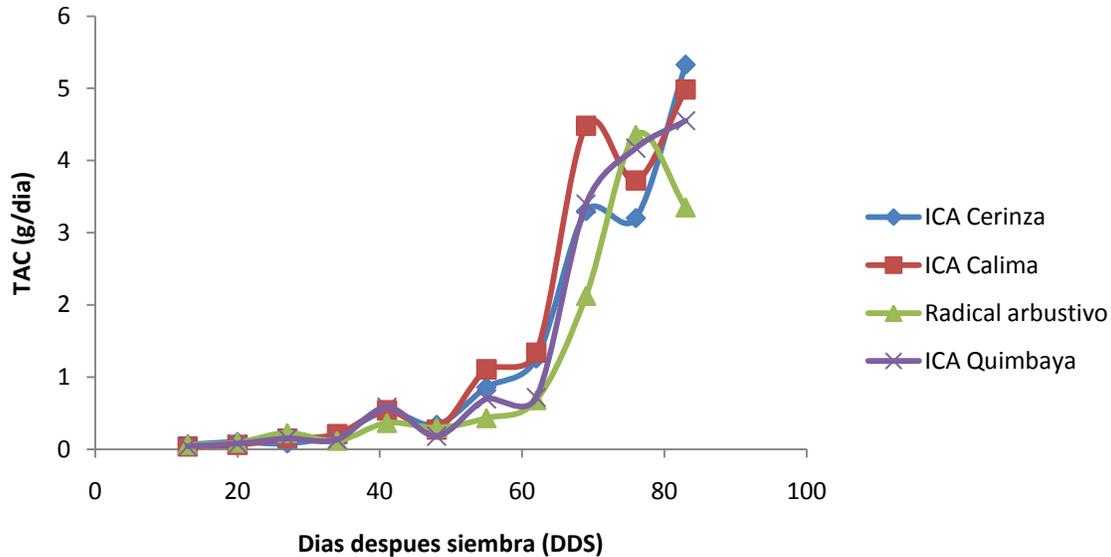


Figura 8: Tasa absoluta de crecimiento vs días después de siembra por tratamiento para el experimento fisiología y fenología

Los valores de TAC, para la masa seca (biomasa), de los cultivares evaluados, mostraron que el cultivar ICA Calima presentó los máximos valores para este índice, hasta los 69 dds, donde fue superado a los 76 dds por el cultivar Radical arbustivo con $4,4 \text{ g día}^{-1}$, y a los 83 dds por el cultivar Cerinza con $5,4 \text{ g día}^{-1}$ obteniendo este último el máximo valor al final del ciclo, entre los cultivares, aunque es seguido por el cultivar Calima con $5,0 \text{ g día}^{-1}$, esto se afirma ya que a medida que transcurre el tiempo la proporción de material vegetal es mayor, al respecto Medeiros, *et al.* (2000), señalan valores de acumulación de materia seca que oscilan entre $2,0$ y $4,80 \text{ g día}^{-1}$ los que resultan mayores a los que reporta (Hernández, 2004), que plantea que este índice es fuertemente modificado por las condiciones ambientales, ya que van a incidir directamente en el crecimiento del cultivo, bajo las condiciones de este estudio los cultivares mostraron valores máximos que oscilan para la última observación entre los $3,3$ y $5,3 \text{ g día}^{-1}$, lo que indica que superan el valor de referencia para el frijol común, sin embargo es importante destacar que la tasa absoluta de crecimiento en frijoles arbustivos puede ser ligeramente inferior a la presentada en frijoles trepadores y varía levemente antes de la floración, pero presenta fluctuaciones fuertes luego de ésta, (Ascencio y Sgambatli, 1975), lo que ocurrió en el presente estudio.

Según esto, la TAC, tiene variación no solamente debido al habito de crecimiento de la planta, sino también a las condiciones ambientales bajo las que se encuentra el cultivo, además de las respuestas diferenciales que pueden existir entre variedades, en este experimento se presentó una etapa de sequia durante la mayor parte del ciclo de cultivo según Vianello, *et al.* (1991) en condiciones de sequia se afectan los procesos fisiológicos y morfológicos de la planta y por ende, disminuye el rendimiento del cultivo, sin embargo aunque en las primeras etapas de el cultivo la TAC obtuvo un promedio para los cuatro cultivares de los 13 a los 62 dds de $0,3 \text{ g día}^{-1}$ después de estos, aumento considerablemente para todos los cultivares evaluados, obteniendo un comportamiento similar y aumentando su acumulación de masa seca.

- **Tasa de crecimiento relativo (TCR) de cultivares de frijol arbustivo**

La tasa de crecimiento relativo que describe el incremento de masa seca en relación con una masa seca inicial, (Radford, 1967; Evans, 1972; Hunt 1978-1982) presentó los mayores incrementos para los cuatro cultivares a los 27, 41 y 69 dds, siendo mayores para los cultivares ICA Calima e ICA Cerinza, la fluctuaciones observadas en la grafica pueden explicarse según Barraza (2000b) en términos del suministro y demanda, por la forma en que las sustancias para el crecimiento son translocadas, para el día 13 los cultivares, habían cumplido con su segunda etapa denominada emergencia, aprovechando las lluvias que se presentaron para la siembra, aumentando su acumulación de materia seca.

El cultivar ICA Cerinza obtuvo el menor valor a los 20 dds muy por debajo de los demás cultivares, lo que puede indicar que este cultivar posee menor tolerancia al exceso de humedad, ya que al existir un tiempo de sequia entre los 27 y 34 dds presento una recuperación en la tasa, mientras que el cultivar Radical arbustivo se vio muy afectado mostrando menor tolerancia a la falta del recurso hídrico, obteniendo el menor valor con respecto a los demás cultivares.

Para la disminución de la tasa entre los 41 y los 48 dds que coincide con la etapa de floración, (Figura 9) se puede explicar según Barraza, (2000b) en un estudio realizado en pimentón (*Capsicum annuum*), que al ocurrir dicho proceso, las hojas inferiores del cánopi entraron en senescencia y no fueron ganando peso en vista de que se convirtieron en fuentes que atendían la demanda de fotoasimilados que requerían las flores para su amarre y posterior cuajado de frutos, en este caso estos fotoasimilados serian translocados para la formación de semillas, por lo que se explica el aumento en la acumulación de materia seca a los 69 dds para todos los cultivares coincidiendo con la etapa de llenado de vainas.

De los 76 a los 83 dds se presenta una disminución en la tasa para todos los cultivares coincidiendo con la finalización del ciclo de cultivo o senescencia ya que según Fernández *et al.*, (1982) la tasa relativa de crecimiento tiende a reducirse con la ontogenia de la planta y con la edad lo que ocurrió en esta investigación.

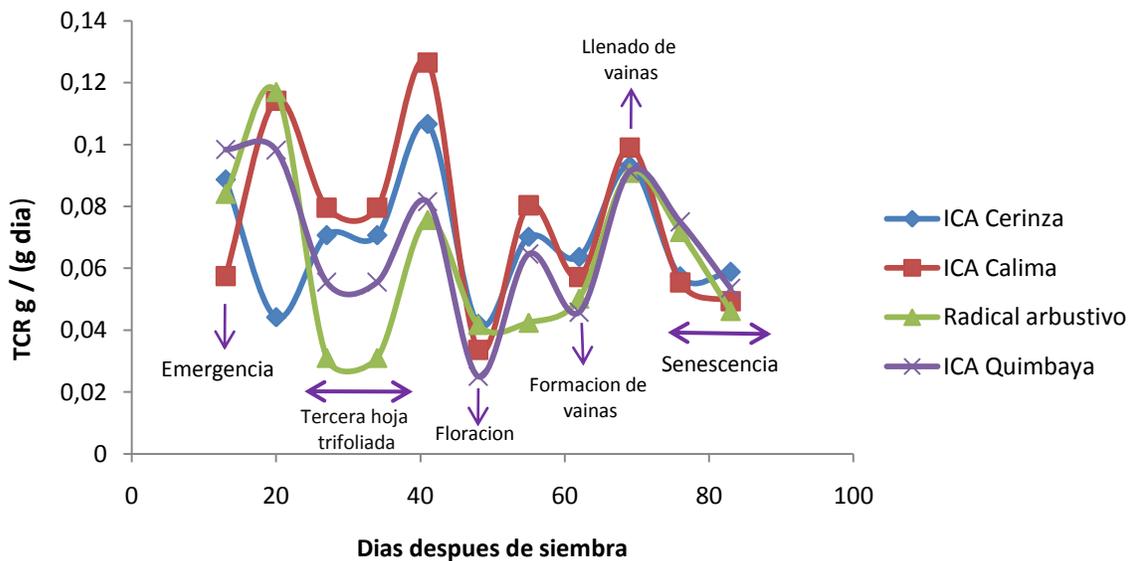


Figura 9: Tasa de crecimiento relativo vs días después de siembra por tratamiento para el experimento Fisiología y Fenología.

Debido a que la TCR, es dependiente de la fotosíntesis y de la respiración, de las condiciones ambientales, del tamaño de las hojas y de la arquitectura de la planta (Gardner., *et al*, 1985), se puede decir que de acuerdo a las variaciones

observadas en la tasa se encuentra que el comportamiento en cuanto a incremento de materia seca de los cultivares fue homogéneo.

- **Tasa de acumulación neta (TAN) de cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L).**

En la figura 10 se observa que el comportamiento de los cuatro cultivares en cuanto a acumulación de materia seca por unidad de área fotosintética por unidad de tiempo, (Evans, 1972; Hunt, 1978) fue similar de los 20 hasta los 48 dds, los valores presentaron una disminución para todos los tratamientos, debido a que desde los 30 hasta los 62 días, el experimento sufrió un alto déficit hídrico debido al intenso tiempo seco en el desarrollo del experimento, los valores aumentan debido a que se realizó riego respectivamente a los 41 y 55 días, la disponibilidad de agua fue un factor determinante en el crecimiento de las plantas, ya que cuando el suelo pierde agua gradualmente, el primer órgano que disminuye su crecimiento es la hoja, (Boyer, 1970), teniendo así una menor disponibilidad de captación de luz, reflejando una disminución de fotoasimilados que finalmente se traducen en biomasa.

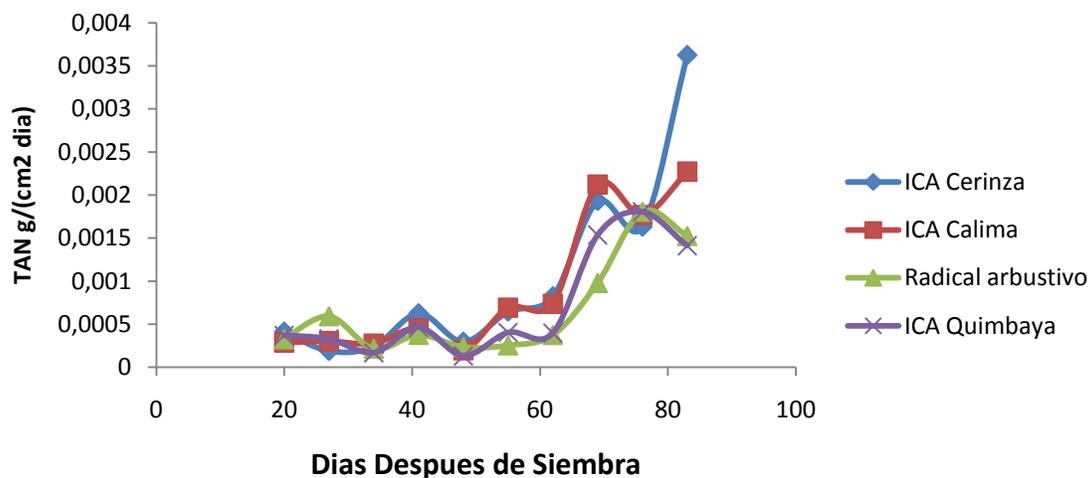


Figura 10: Tasa de asimilación neta vs días después de siembra por tratamiento para el experimento Fisiología y Fenología.

A partir de los 55 dds comenzó a aumentar la acumulación de materia seca, teniendo los valores máximos a los 69 dds, donde los cultivares presentaron una acumulación de materia seca que osciló entre los $0,00212 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ para el cultivar ICA Calima y los $0,00097 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ para el cultivar Radical arbustivo, quien obtuvo el menor valor de acumulación de materia seca en comparación con los demás cultivares.

Para los cultivares Radical arbustivo e ICA Quimbaya a partir de los 76 dds disminuyó la TAN, según (Barraza *et al*, 2004), la disminución en la velocidad de asimilación neta de fotoasimilados, es un reflejo que en la medida en que se producen más hojas, las inferiores van quedando sombreadas y sus tasas fotosintéticas disminuyen en relación directa a la disponibilidad de luz, en concordancia con (Evans, 1972; Hunt, 1978) lo que demuestra un decremento con la edad de la planta.

Para el cultivar ICA Cerinza a los 83 dds se obtuvo un valor que ascendió al final del ciclo con $0,00362 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ lo que demuestra que este cultivar presentó una mayor acumulación de materia seca, con respecto a los demás cultivares pero aun así, no obtuvo el mayor rendimiento al final del ciclo, lo que se puede deber posiblemente a que la translocación de fotoasimilados no fue dirigida hacia la producción de semillas si no a otros órganos como hojas y tallos que finalmente no contribuyeron al rendimiento final de este cultivar.

Sin embargo el cultivar ICA Calima fue quien obtuvo el mayor rendimiento al final del ciclo quien mostró también un aumento al final del ciclo con $0,00227 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ lo que se explica según Alba *et al*, (2005) en un estudio con genotipos de habichuela (*Phaseolus vulgaris*) estos permanecen verdes por mayor tiempo, y pueden garantizar mayor producción de vainas en el tiempo, lo cual puede ser de utilidad agronómica, lo que pudo ocurrir con este cultivar quien obtuvo el mayor rendimiento al final del experimento.

- **Duración de área foliar (DAF) de cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L).**

En la figura 11 se observa la duración de área foliar que describe la extensión y duración de las hojas como órgano interceptor de luz a través del tiempo (Evans, 1972; Hunt, 1978), el cultivar ICA Quimbaya obtuvo los valores más altos de DAF, lo que quiere decir que el incremento y la persistencia del área foliar fue mayor, sin embargo los demás cultivares presentaron un comportamiento similar ya que no obtuvieron valores tan distantes con respecto a este.

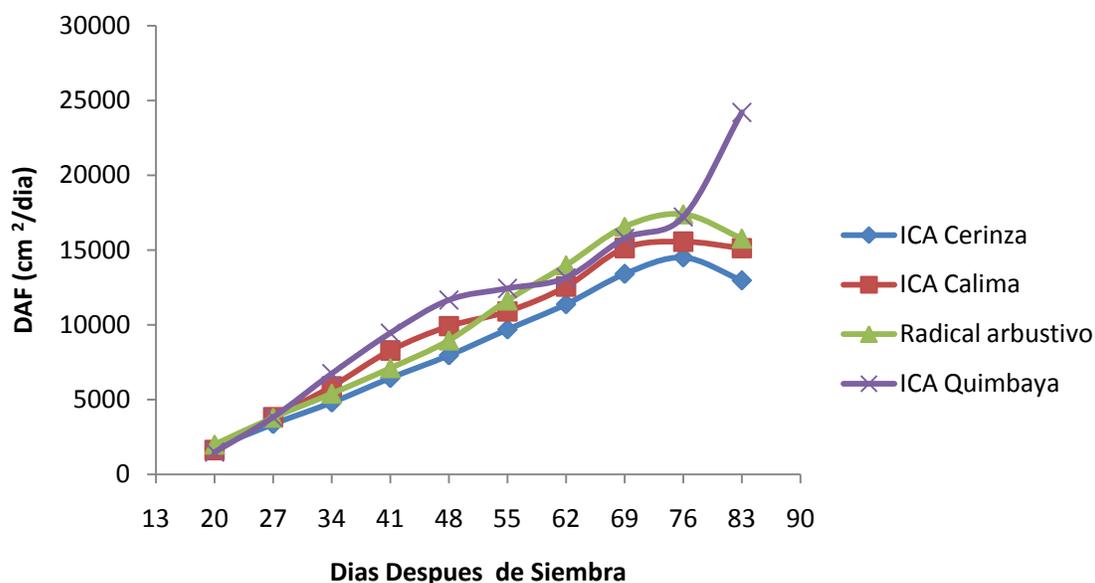


Figura 11: Duración del área foliar vs días después de siembra por tratamiento para el experimento Fisiología y Fenología.

Según Hunt, (1982), hubo un mayor aprovechamiento de la radiación solar, lo cual se manifestó en un mayor crecimiento general de las plantas, mayor acumulación de materia seca y mayor rendimiento total, esto se afirma, ya que todos los cultivares excepto el cultivar Radical arbustivo obtuvieron un rendimiento en Kg por hectárea mayor al reportado, lo que quiere decir que estos cultivares, según Quevedo, (1998), en la evaluación fisiológica y la producción de frijol arbustivo en condiciones de la Sabana de Bogotá, la duración del área foliar (DAF) es uno de

los índices morfológicos de crecimiento que mejor expresa los cambios en el rendimiento agronómico del frijol.

A partir de los 76 dds se puede notar una disminución en el DAF lo que indica el comienzo de la senescencia para los cultivares, ya que esta según Cayón, (1992) reduce la capacidad fotosintética de la hoja y por ende la disminución del área foliar.

Para el cultivar Ica Quimbaya se puede notar un aumento hacia el final del ciclo entre los 76 y 83 dds, donde posiblemente se pudo presentar una recuperación de hojas, que puede indicar una mayor persistencia o duración del área foliar para este, obteniendo así un mejor aprovechamiento de la luz solar y un buen rendimiento al final de la evaluación.

- **Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) de cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L).**

En la figura 12 se observa la tasa de crecimiento del cultivo que según Gardner., *et al*, (1985) es la tasa que describe con mayor precisión el crecimiento de un cultivo en términos de acumulación de materia seca por unidad de área por unidad de tiempo.

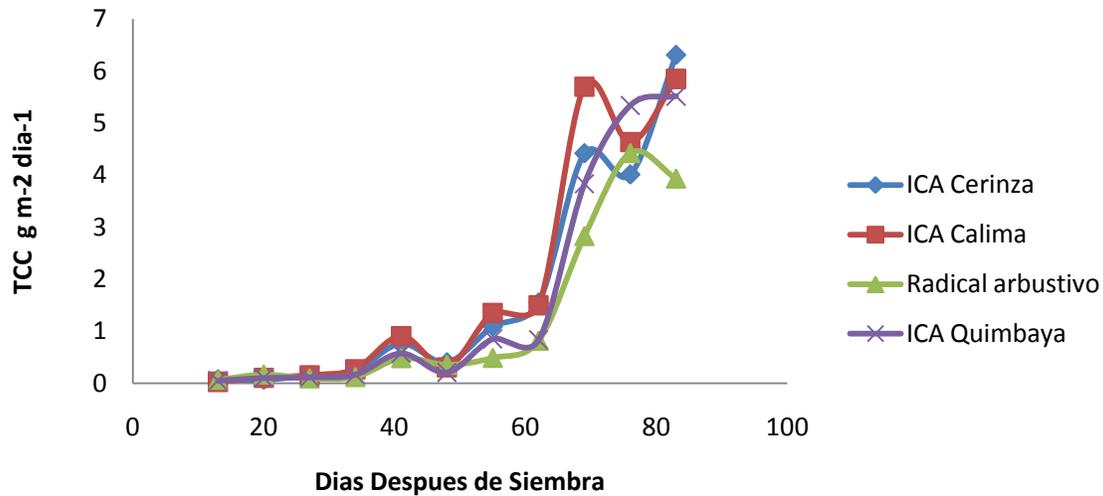


Figura 12: Tasa de crecimiento del cultivo vs días después de siembra por tratamiento para el experimento Fisiología y Fenología

Se obtuvo para todos los tratamientos un crecimiento lento entre los 10 y los 62 dds, para los 48 y 69 días se observó un aumento significativo y acelerado en la TCC, alcanzando los mayores valores a los 69 dds; al igual que la TAN, el cultivar Calima presentó el mayor valor con una acumulación de materia seca de $5,69 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$, lo que demuestra que la mayor tasa alcanzada por este cultivar indica mayor eficiencia productiva de biomasa (Barraza *et al*, 2004) lo que puede explicar el mayor rendimiento de este cultivar al final del ciclo.

Para el caso del cultivar Radical arbustivo quien obtuvo el menor valor con $2,82 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ en comparación con los demás cultivares evaluados, también obtuvo el menor rendimiento al final del ciclo lo que concuerda con lo dicho anteriormente.

Posteriormente a los 83 dds se observó un comportamiento similar a la TAN al final del ciclo con un aumento en la TCC para los cultivares ICA Cerinza e ICA Calima con valores de $6,30$ y $5,84 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ respectivamente y valores que disminuyen progresivamente para los cultivares Radical y Quimbaya con $3,93$ y $5,51 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ lo que explica posiblemente que para estas variedades la etapa de senescencia y caída de hojas comenzó a los 76 dds ya que los valores comenzaron a descender.

7.2 Comportamiento sanitario de cuatro cultivares de frijol arbustivo en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

7.2.1 Comportamiento de las plagas de cultivares de frijol arbustivo

De la presencia de artrópodos plaga evaluados en los cuatro cultivares de frijol arbustivo en el experimento 3 (Fitosanitario), se encontró presencia de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y de trips (*Thrips palmi*) en el experimento, fluctuando el número de individuos de acuerdo a la edad fenológica de los cultivares y las condiciones ambientales.

- **Comportamiento de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en los cultivares de frijol arbustivo**

El número de individuos de mosca blanca, (*Bemisia tabaci*) (figura 13) en los primeros días de desarrollo del experimento fue nulo, lo que quiere decir que no se observaron individuos en ninguno de los cultivares evaluados, a pesar de las altas temperaturas que se presentaron en esta etapa que facilitan la dispersión y proliferación de individuos (Krans, J 1982).

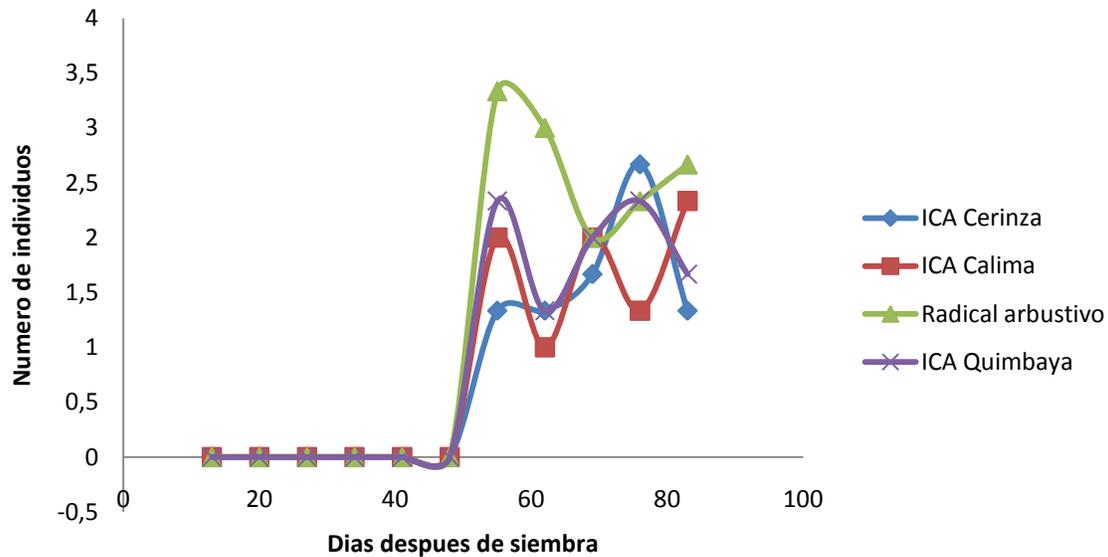


Figura 13: Numero de individuos promedio vs días después de siembra de mosca blanca (*Bemisia tabaci*), por tratamiento en el experimento fitosanitario.

A partir de los 55 dds, se presentó un aumento considerable de la población, el analisis de varianza para esta fecha no presentó diferencias significativas ($P=0,22$) por lo que los cultivares se muestran estadísticamente similares (Anexo 1), sin embargo el menor valor con 1,33 individuos/mosca blanca lo obtuvo el cultivar ICA Calima, y el mayor número de individuos lo obtuvo el cultivar Radical arbustivo con 3,33 individuos/mosca blanca, este aumento puede deberse en concordancia a lo expuesto por Cardona y Chacón, (2005) a que después de la aplicación de riego entre los 41 y 48 días, la temperatura aumento considerablemente logrando un microclima propicio para la multiplicación de individuos de mosca blanca.

Después de los 55 días, las lluvias, que se presentaron pudieron de acuerdo a Bueno, *et al.*, (2005) haber logrado una disminución notable de mosca blanca, además de un desprendimiento de huevos en las hojas, disminuyendo la población futura obteniendo valores promedio de 1,6 individuos por cultivar, en conformidad con Naranjo y Ellsworth, (2005) los factores abióticos en este caso la lluvia, pueden afectar drásticamente las poblaciones de mosca blanca.

Para los 69 dds se puede notar que el nivel de infestación para el cultivar Radical arbustivo disminuye, al contrario de los demás cultivares que aumenta, obteniendo un valor promedio de 1,91 individuos, no presentando diferencias significativas ($P=0,68$) entre tratamientos (Anexo 2).

Para el día 76 después de siembra el cultivar ICA Calima obtuvo el menor valor con 1,3 individuos/ mosca blanca disminuyendo en comparación a la fecha anterior y en comparación con los demás tratamientos quienes obtuvieron en promedio 2,4 individuos/mosca blanca, estos bajos valores presentados en la fase reproductiva se puede deber al cambio de la relación fuente-vertedero ya que los fotoasimilados no son dirigidos a la formación de hojas, sino que son translocados para el llenado de granos Taiz y Zeiger, (2002) logrando así que se disminuyan los sitios de ovoposición de mosca blanca.

Se puede decir, que los cultivares obtuvieron un comportamiento similar, ya que no se demostraron diferencias significativas ($P=0,35$) entre ellos ni para bloques ni tratamientos, (Anexo 3) para la totalidad del ciclo de cultivo, con un coeficiente de determinación de $R^2= 0,40$ lo que indica un bajo porcentaje de datos que se ajustan al modelo utilizado, además de esto la dispersión de los datos es mayor con un coeficiente de variación de 34,54.

- **Comportamiento de tríps (*Thrips palmi*) en los cultivares de frijol arbustivo**

Los cultivares obtuvieron un numero de individuos (Figura 14) de tríps nulo hasta los 48 dds, después de los 48 a los 62 días se presentó un aumento en la población, posiblemente debido a las altas temperaturas y al deshierbe que se realizó a los 41 días, como lo reportado por (Sánchez H, 2012) debido a que al acabarse los hospederos alternos, los individuos se empiezan a establecer en el cultivo.

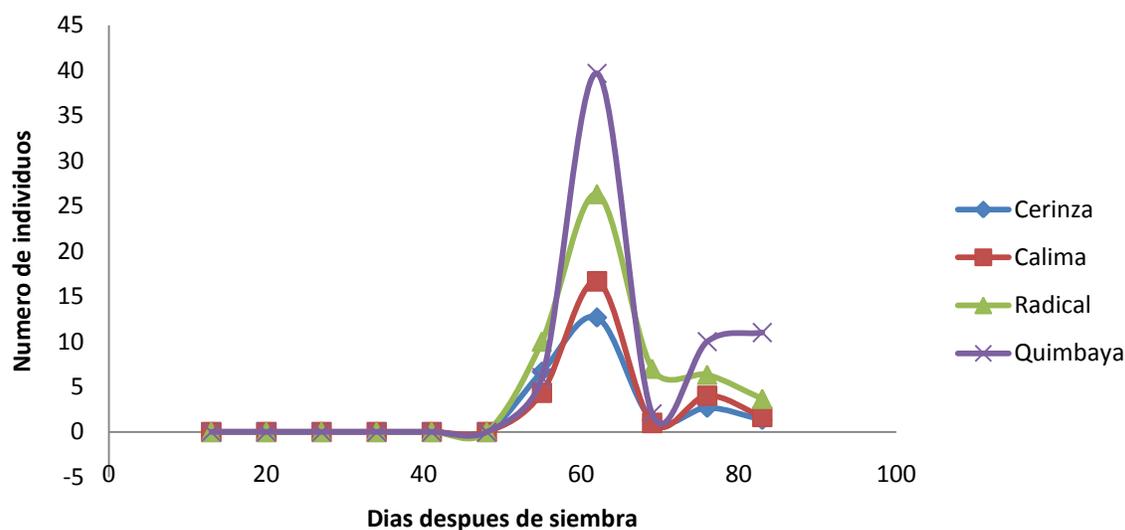


Figura 14 : Numero de individuos promedio de trípss (*Thrips palmi*), vs días después de siembra por tratamiento en el experimento fitosanitario.

Se obtuvo la mayor presencia de la plaga a los 62 días para el cultivar ICA Quimbaya con 39,67 individuos/trípss en promedio, presentando diferencias significativas ($P=0,0014$) con los demás tratamientos (Anexo 4), en comparación con el cultivar ICA Cerinza que obtuvo el menor valor de 12,67, presentando diferencias significativas ($P=0,0014$) con los cultivares Radical arbustivo e ICA Quimbaya, coincidiendo este aumento con la etapa reproductiva de los cultivares, en concordancia con lo expuesto por Morales, *et al.*, (2002) en un estudio realizado en frijol, obtuvo que las poblaciones de trípss aumentan conforme se aproxima la época de floración del cultivo.

Después de los 62 días se observa una disminución notable en la población, debido a las precipitaciones que se presentaron después de los 55 días, siendo muy bajo para todos los cultivares a los 69 días con 2,83 individuos en promedio, ya que su crecimiento se ve favorecido por las altas temperaturas cuando la humedad relativa es baja (Chang, citado por Guarín, 2003), aunque no se tomo medición de precipitación de acuerdo a Sánchez, (2012) con precipitaciones de 40 mm en un día

se pueden afectar las poblaciones ubicadas en el follaje y con 80 mm en el mismo tiempo causan mortalidad de éstas en el suelo.

El aumento del cultivar ICA Quimbaya nuevamente a los 76 dds presentó diferencias significativas ($P=0,004$) con un valor de 10 individuos/tríps con el cultivar ICA Cerinza con 2,67 individuos/tríps más no, con los demás tratamientos (Anexo 5), para los 83 dds comenzaron a disminuir las poblaciones, para todos los tratamientos excepto para el cultivar ICA Quimbaya quien mantuvo la población en el mismo nivel.

El análisis de varianza para el número de individuos de tríps para todo el ciclo de cultivo, mostro también diferencias significativas ($P=0,03$) tanto para bloques como para tratamientos, obteniendo el mayor valor el bloque dos con 5,43 y el menor valor el bloque uno con 2,82 individuos/tríps, y para los tratamientos, el cultivar ICA Quimbaya obtuvo el mayor valor con 6,24 y diferencias significativas ($P= 0,012$) con los cultivares ICA Cerinza e ICA Calima mas no con el cultivar Radical arbustivo quien obtuvo un valor de 4,85 individuos/ tríps, con un coeficiente de determinación $R^2=0,86$ lo que indica que un alto porcentaje de los datos se ajustan al modelo utilizado, a pesar de esto la dispersión de los datos se noto mayor con un coeficiente de variación de 28,05 (Anexo 6).

7.2.2 Comportamiento de las enfermedades de cultivares de frijol arbustivo.

De la presencia de enfermedades evaluadas en los cuatro cultivares de frijol arbustivo en el experimento 3: Fitosanitario, se obtuvo presencia de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*), fluctuando según el crecimiento de los cultivares.

Las demás enfermedades evaluadas como las pudriciones radicales, Antracnosis (*Colletotricum lindemuthianum*), Mancha anillada (*Phoma exigua var Diversispora*) y Roya (*Uromyces phaseoli*) no se presentaron durante el desarrollo del experimento, una posible razón como lo menciona Arauz, (1998) es que para que una enfermedad se produzca debe cumplir con tres elementos, un hospedante

susceptible, un patógeno virulento y unas condiciones favorables para el patógeno pueda invadir los tejidos del hospedante. Si alguna de estas tres condiciones falta, la enfermedad no se produce.

Durante el experimento se presentaron época seca y de lluvias que representarían un ambiente favorable para que se produzca la infección según Tamayo, (1995) las enfermedades radicales son más comunes en condiciones de pluviosidad al igual que la Antracnosis o mal drenaje, para el caso de Roya esta enfermedad es más frecuente durante periodos secos o de verano pero sin embargo no se presentó, entonces se puede inferir que ya se relaciona con el hospedero como tal.

Otra de las razones es la resistencia o tolerancia que la planta misma podría presentar, que representaría a la condición del hospedero, por ejemplo los cultivares ICA Cerinza e ICA Quimbaya presentan resistencia a la antracnosis (Tamayo y Londoño, 2001), el cultivar ICA Calima presenta una resistencia intermedia a Roya, y es resistente a Antracnosis (INIAP, 2010).

- **Comportamiento de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) en cultivares de frijol arbustivo**

La incidencia de mildew polvoso, (Figura 15) se observó a partir de los 34 dds, obteniendo un aumento de la presencia de la enfermedad considerable a los 55 dds siendo mayor para el cultivar Radical arbustivo con un valor de 73,33 %, para los demás cultivares se observó un comportamiento similar obteniendo un promedio de 44,4% de incidencia, este aumento coincide con la época seca que se presentó y la aplicación de riego.

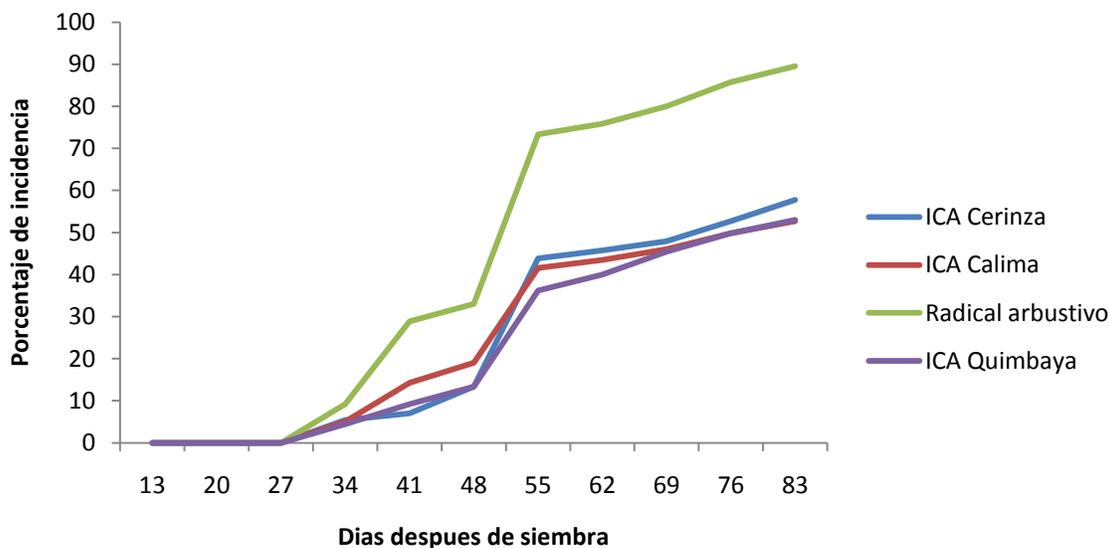


Figura 15: Porcentaje de incidencia de mildew polvoso vs días después de siembra por tratamiento a través del tiempo en el experimento fitosanitario.

De acuerdo a esto McGrath, (1997) expone para las cucurbitáceas, que la germinación del mildew polvoso ocurre a valores inferiores al 20% de humedad relativa, inclusive en ausencia de agua, sin embargo, altos valores de este factor climatológico favorecen la infección, en este caso la aplicación de riego pudo a ver favorecido la infección por mildew polvoso.

De los 55 a los 83 días se observó un comportamiento estable con tendencia al aumento, para todos los cultivares, siendo igualmente el cultivar Radical arbustivo fue quien presentó los mayores valores de incidencia de mildew polvoso durante todo el periodo de evaluación, obteniendo el mayor valor a los 83 días con 89,5 %.

El patrón de crecimiento que describe la curva (figura 14) es de tipo sigmoide, lo que indica que esta enfermedad es policíclica, en concordancia con lo expuesto por Garbi,(2000) los patógenos siguen multiplicándose durante el crecimiento del cultivo, aumentando el número de poblaciones con el tiempo.

La tendencia de la curva es polinómica para todos los cultivares, (figura 14) con un valor de $R^2 = 0,925$ para el cultivar Radical, $R^2 = 0,907$ para el cultivar Cerinza, $R^2 =$

0,929 para el cultivar Calima y por ultimo un $R^2= 0,938$ para el cultivar Quimbaya, este valor indica que los datos se ajustan en un alto porcentaje al modelo utilizado

Por otro lado el analisis de varianza (Anexo 7) para todo el ciclo de cultivo, con un coeficiente de variación de 14,85% lo que indica menor dispersión en los datos, presentando diferencias significativas ($P=0,0034$) entre el cultivar Radical arbustivo con un valor de 62,41% con los demás tratamientos quienes no obtuvieron diferencias entre ellos con valores de 35,91% para el cultivar ICA Cerinza, 35,71% para el cultivar ICA Calima, y el menor valor de porcentaje de incidencia lo obtuvo el cultivar ICA Quimbaya con 32,97%.

La tasa de progreso de la enfermedad para los tratamientos (Anexo 8-11) fue de 0,07 para el cultivar ICA Cerinza, de 0,05 para el cultivar ICA Calima de 0,08 para el cultivar Radical arbustivo y por ultimo de 0,06 para el cultivar ICA Quimbaya, lo que quiere decir que en promedio el aumento de la enfermedad por día es de 0,06 lo que equivale a un 6%, sin embargo el cultivar Radical arbustivo presenta una tasa de progreso más alta con respecto a los demás cultivares.

En la tabla 7 se observa el analisis de ABCPE para incidencia, donde el mejor tratamiento con el menor valor de incidencia fue el cultivar ICA Quimbaya con 23,6 como también se observa que el cultivar Radical arbustivo presento el valor más alto de incidencia con 44,4 demostrando también diferencias significativas ($P= 0,0052$) con los demás tratamientos (Anexo 12), con un coeficiente de determinación $R^2= 0,87$ lo que indica que en un alto porcentaje los datos se ajustan al modelo, con una dispersión de datos menor con un coeficiente de variación de 15,87, mientras los demás tratamientos se comportaron estadísticamente similares.

Tabla 7: Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) calculada con base en la incidencia del mildew polvoso en las variedades de frijol arbustivo.

Tratamiento	ABCPE (Incidencia)
ICA Cerinza B1	19,6

ICA Cerinza B2	29,4
ICA Cerinza B3	28,1
ICA Calima B1	18,35
ICA Calima B2	25,75
ICA Calima B3	33,3
Radical arbustivo B1	41,35
Radical arbustivo B2	50,05
Radical arbustivo B3	42
ICA Quimbaya B1	25,3
ICA Quimbaya B2	23,35
ICA Quimbaya B3	22,2

7.3 Comportamiento agronómico y productivo de cuatro cultivares de frijol arbustivo en la granja la Esperanza, en el municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz. Experimento 2.

En el periodo reproductivo de la planta, se tomaron los datos de los componentes de rendimiento para cada cultivar (Tabla 8).

Tabla 8: Componentes de rendimiento para los cultivares ICA Calima, Radical Arbustivo, ICA Cerinza e ICA Quimbaya.

Cultivar	Numero de vainas/planta		Numero de semillas por vaina		Peso de vainas por planta		Peso de cien semillas		Rendimiento Kg. cosechados	Rendimiento Kg. Ha ⁻¹	Rendimiento Reportado Kg. Ha ⁻¹
ICA Calima	19,50	a	3,90	ab	26,14	a	63,92	c	18,64	2152	1000-2000
R. Arbustivo	22	a	3,96	ab	26,16	a	49,09	a	8,40	2042	1200
ICA Cerinza	21,67	a	3,54	a	27,84	a	49,63	a	15,75	1817	1600
ICA Quimbaya	16,50	a	4,10	b	27,87	a	55,64	B	17,78	969,41	2000

7.3.1 Componentes de Rendimiento

- **Numero de vainas por planta (NVP)**

El análisis de varianza (Anexo 13) no presentó diferencias significativas, ($P=0,310$) en cuanto a número de vainas por planta, por cada tratamiento evaluado, sin embargo el cultivar Radical arbustivo presentó el mayor número de vainas en promedio con un valor de 22, (tabla 4) esto posiblemente debido a que durante la sequía que afectó el experimento, este presenta mayor tolerancia al déficit hídrico, ya que antes de la floración se reduce el número de vainas (Bascur y Fritsch, 1975), mientras que el cultivar ICA Quimbaya obtuvo el menor número de vainas con 16,50 en promedio, obteniendo el menor valor, sin embargo los cultivares presentaron un buen desempeño en cuanto al número de vainas/planta, por ejemplo el cultivar ICA Cerinza en un estudio en selección de variables cuantitativas y clasificación de 22 accesiones de frijol arbustivo realizado por Cerón *et al*, (2001) se encontró que bajo las condiciones del centro de investigación Tibaitatá, en Mosquera, el número de vainas por planta fue de 13, en comparación con el presente estudio donde este cultivar obtuvo 21,67 vainas en promedio, lo que quiere decir que el aumento fue significativo, y podría ser uno de los cultivares utilizados para la siembra en la región.

Además en estudios realizados por Arteaga *et al*, (2010) reportan resultados evaluando dos variedades de frijol arbustivo, UDENAR ANDINO 100 Y FACIANAR LIMONEÑO 100, que fueron cultivares que presentaron mayor producción durante la evaluación, debido a que presentaron mayor número de vainas por planta, lo que quiere decir que este componente es uno de los más importantes en la evaluación, al no existir diferencias significativas entre tratamientos, se corrobora que el comportamiento de los cultivares fue similar, sin embargo el cultivar con mayor producción al final del ciclo fue ICA Calima con 2152 Kg. Ha⁻¹ (Tabla 8) y obtuvo un valor intermedio para este componente, entre el cultivar con mayor y menor número de vainas por planta.

- **Numero de semillas por vaina (NSV)**

El análisis de varianza (anexo 14) sí presentó diferencias significativas, ($P=0,0216$) entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 10,20%, el cual es

relativamente bajo para experimentos de campo, lo que quiere decir que existe uniformidad en el número de granos por vaina, sin embargo para el caso del cultivar ICA Cerinza se obtuvo un NSV de 3,54 contrastando este resultado con el número de vainas/planta, se puede inferir que a pesar de que el cultivar ICA Cerinza tuvo mayor cantidad de vainas/planta, como lo afirma Qifu *et al.*, (2001), al estar las vainas de la planta sometidas a déficit hídrico, éstas disminuyen la fotosíntesis drásticamente, viéndose una disminución en el llenado y desarrollo de las semillas, mientras que el cultivar ICA Quimbaya, fue más eficiente fotosintéticamente ya que produjo menos vainas/planta y una mayor cantidad de semillas/vainas a pesar de estar sometido al mismo estrés.

- **Peso de vainas por planta (PVP)**

El análisis de varianza del peso de vainas por planta no presentó diferencias significativas entre tratamientos, ($P=0,156$) con un coeficiente de variación de 8,49%, (Anexo 15) sin embargo el cultivar ICA Quimbaya obtuvo el mayor valor para esta variable con 27,87 PVP, posiblemente éste valor se obtuvo debido a que el número de semillas fue mayor logrando así que el peso en vainas fuese más alto con respecto a los demás cultivares, también se puede decir que el promedio del peso de la vaina es de 2,7 g (vainas con granos) con un promedio de número de semillas para los tratamientos de 3,8 y un peso promedio (semillas*vaina) de 1,91 g en total, lo que quiere decir que el peso sin granos de la vaina es de 0,79 g, siendo siempre mayor el peso de las semillas de los tratamientos en comparación con el peso de la vaina, en concordancia a lo expuesto por Solórzano, (1998), evaluando pérdidas de postcosecha en frijol, que se comercializa en la ciudad de Neiva, obtuvo que los datos obtenidos en cuanto a peso de vaina y peso de granos, no son definidos, aunque se observa que el peso de granos siempre es mayor al de las vainas.

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable se puede decir que existe uniformidad en los pesos de las vainas, así, el número de semillas difiere entre tratamientos.

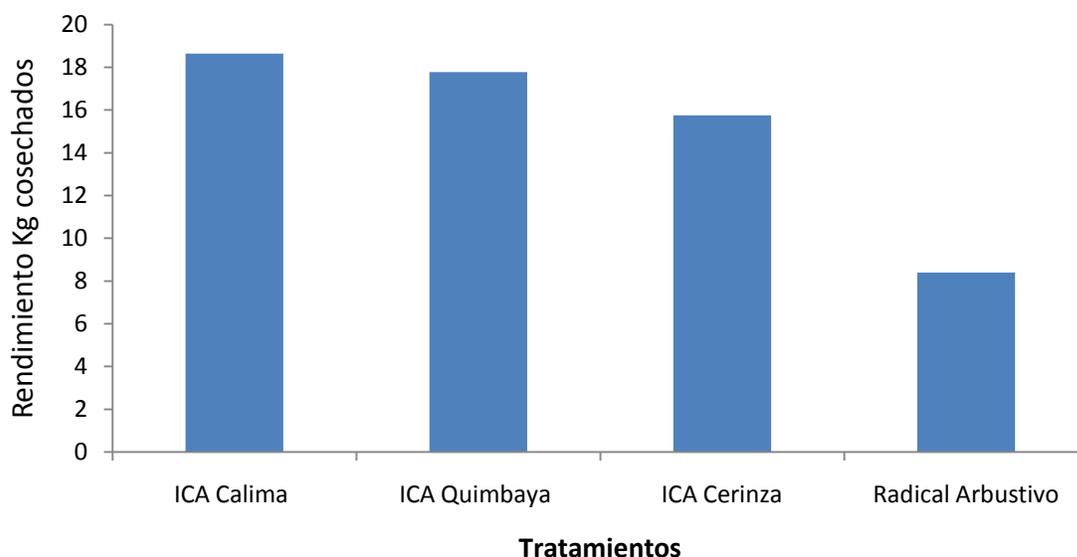
- **Peso de cien semillas (PCS)**

En el análisis de varianza (Anexo 16) para esta variable manifestó diferencias significativas entre variedades, ($P < 0,0001$) con un coeficiente de variación de 2,59% obteniendo los mayores valores los cultivares ICA Calima con 63,92 e ICA Quimbaya con 55,64 g (PCS) respectivamente, adquiriendo también los mayores rendimientos en kg. Ha^{-1} como también diferencias significativas entre ambos; por otro lado los cultivares ICA Cerinza y Radical arbustivo obtuvieron los menores valores en cuanto a peso de cien semillas con 49,63 y 49,09 g respectivamente, no presentando diferencias significativas entre ellos, obteniendo también los menores rendimientos en kg. Ha^{-1} en este mismo orden, en relación a lo expresado, (López y Ligarreto, 2006) el rendimiento en frijol es una variable compleja que depende de factores directos e indirectos. Entre los factores directos los de mayor peso son el número de vainas por planta, el número de semillas por vaina y el peso del grano, siendo este último el que más denota relación con el rendimiento de los cultivares como se expresó en lo dicho anteriormente.

Igualmente según la unidad de recursos genéticos del (CIAT Colombia, 2000), se dice que el peso de 100 granos clasificados como granos grandes, es desde 40 g, superando este peso los cuatro cultivares evaluados, muy importante este aspecto por su aceptación en el mercado (CIAT, 1985a), ya que uno de los factores que más interesa al agricultor de la región es que además de conocer el crecimiento y desarrollo de un cultivar en una región determinada, es poder al mismo tiempo introducir el producto en el mercado.

- **Rendimiento (RTO)**

En la grafica 16 se observa el rendimiento de los cultivares de frijol arbustivo evaluados, obteniendo el mayor valor el cultivar ICA Calima produciendo en el área experimental de 86,65 m² un total de 18,64 Kg lo que indica que su producción es de 2152 Kg.Ha⁻¹, seguido del cultivar ICA Quimbaya con un total en el área experimental de 17,67 Kg, lo que indica que su producción es de 2042 Kg.Ha⁻¹ estas dos variedades presentan un rango altitudinal de 800-1800 msnm con zona de adaptación a clima cálido-medio, tomado de (Arias *et al.*, 2007; fenalce, 2009; secretaria de agricultura y pesca del v. cauca, 2009), lo que puede favorecer su crecimiento y desarrollo bajo las condiciones del experimento en el que su altura es de 1550 msnm, además cabe anotar que el cultivar ICA Calima e ICA Quimbaya obtuvieron los mayores pesos de cien semillas con un valor de 63,92 y 55,64 respectivamente, lo que puede ser razón del mayor peso en kg que obtuvieron.



Grafica 16: Rendimiento en kg cosechados de cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L*), experimento Rendimiento.

Por otro lado la variedad ICA Cerinza con un total en el área experimental de 15,75 Kg y una producción de 1817 Kg. Ha⁻¹ según Corpoica, (1993) el rendimiento para

este cultivar es de 1600 Kg. Ha⁻¹ lo que quiere decir que bajo las condiciones del presente experimento se supero esta producción en 217 Kg, lo que es bastante significativo en términos de desconocimiento del rendimiento de este tipo de cultivares en la región, para el caso del cultivar Radical arbustivo con un total en el área experimental de 8,40 kg para una producción de 969,40 Kg. Ha⁻¹ según (Corpoica, 1993) el rendimiento para este cultivar es de 1200 Kg. Ha⁻¹ lo que quiere decir que bajo las condiciones del presente experimento el rendimiento estuvo por debajo en 230,6 Kg a pesar de que para este cultivar los componentes de rendimiento fueron similares a los demás cultivares pero no los más altos, como el peso de cien semillas que obtuvo el menor valor en comparación con los demás cultivares con 49,09 gramos.

En síntesis las cuatro variedades de frijol arbustivo evaluadas presentaron buenos resultados en cuanto a rendimiento, ya que superaron el promedio nacional que es de 980 Kg Ha⁻¹ para frijol arbustivo (Corpoica, 1998).

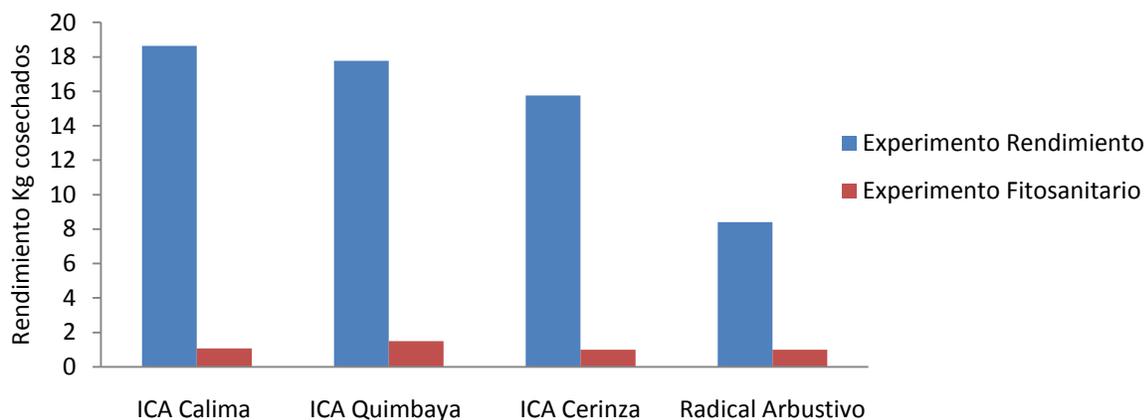


Figura 17: Reducción del rendimiento en Kg de cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) experimento Rendimiento en comparación con el experimento Sanitario

En la figura 17 se observa la reducción del rendimiento comparando el experimento (Rendimiento), con el experimento (sanitario), se puede decir que los trípss, mosca

blanca y mildew (plagas y enfermedades que se presentaron en el experimento) redujeron el rendimiento de los cultivares en el experimento 3 significativamente, ya que para el cultivar ICA Calima la reducción del rendimiento fue de 94,2%, para ICA Cerinza 93,6%, ICA Quimbaya 91,5% y Radical arbustivo con 88% esto quiere decir que el cultivar Radical arbustivo mostró una pérdida menor bajo la presencia de plagas y enfermedades y el cultivar ICA Calima la mayor afectación, cabe aclarar que no puede ser la única razón de la disminución del rendimiento, pero si provee una estimación de como se afectarían los cultivares de frijol arbustivo evaluados, no realizando ningún control a las epidemias naturales que se presentaron, según (Aldana, 2010) estas plagas reducen el rendimiento del frijol al eliminar partes de la hoja, raíces o flores y semillas si no se controlan oportunamente; además las plantas se secan, mueren lentamente o se pueden quedar enanas marchitas o amarillentas (Tamayo, 2001).

Al mismo tiempo no es posible afirmar con precisión en que porcentaje cada una de las epidemias afecto a los cultivares, ya que las mediciones se enfocaron en infestación e incidencia, y no permiten dar una estimación del porcentaje de daño que pudieron producir.

CONCLUSIONES

- La TAC, para el cultivar ICA Calima presentó los máximos valores para este índice, hasta los 69 dds con $4,48 \text{ g día}^{-1}$, donde fue superado a los 76 dds por el cultivar Radical con $4,4 \text{ g día}^{-1}$, y a los 83 dds por el cultivar ICA Cerinza con $5,4 \text{ g día}^{-1}$ obteniendo este último el máximo valor al final del ciclo.
- La TCC y la TAN, obtuvieron un comportamiento similar, alcanzando los mayores valores el cultivar ICA Calima a los 69 dds con $5,69 \text{ g m}^{-2} \text{ día}^{-1}$ y $0,00212 \text{ g cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$ por lo que se explica el mayor rendimiento alcanzado por este cultivar en cuanto a acumulación de materia seca.
- La reducción del rendimiento en el experimento fitosanitario fue influenciada por mosca blanca, trips y mildew polvoso, sin embargo los factores ambientales como la sequía cumplieron un papel trascendental en los niveles de infestación e incidencia de los mismos y en el desarrollo fisiológico de cada uno de los cultivares.
- El peso de cien semillas está muy relacionado con el rendimiento ya que los mayores valores los obtuvieron los cultivares ICA Calima con 63,92 Quimbaya con 55,64 g, adquiriendo también los mayores rendimientos de 2152 y 2042 Kg. Ha^{-1} respectivamente y los menores valores los cultivares ICA Cerinza y Radical arbustivo con PCS de 49,63 y 49,09 g respectivamente, y los menores rendimientos con valores de 1817 y 969,40 Kg. Ha^{-1} .
- Los agricultores de la región podrían utilizar para sus siembras de frijol los cultivares ICA Calima e ICA Quimbaya ya que obtuvieron los mejores resultados en cuanto a comportamiento agronómico bajo las condiciones a las que estuvieron sometidos.

RECOMENDACIONES

- Para futuros ensayos es necesario conocer las condiciones meteorológicas mediante registros ya que éstos nos ayudan a comprender el comportamiento de los factores ambientales de la zona donde se va a realizar la investigación.
- Es indispensable conocer también las condiciones del suelo para la siembra, para así tener una apreciación más precisa de la influencia de este factor en el comportamiento de los cultivos.
- Es necesario la implementación de estos ensayos en diferentes épocas de siembra, donde las condiciones ambientales varían en el transcurso del tiempo, ya que nos dan una estimación del crecimiento de las plantas y los problemas fitosanitarios que puedan presentarse.
- En posteriores investigaciones se debería implementar un análisis económico que permita determinar los costos de producción y así ofrecer al agricultor una alternativa más precisa para la siembra con buen comportamiento agronómico y además rentable.
- Existe la necesidad de seguir realizando este tipo de estudios para ofrecer a los agricultores o trabajadores del campo alternativas diferentes para la siembra, rentables y con buen comportamiento en la región estudiada.

Bibliografía

- Aceros, O.P. y A.E. Pineda. 1997. Efecto de extractos vegetales sobre el crecimiento in vitro de *Colletotrichum lindemuthianum* y sobre la severidad de la antracnosis y los componentes de rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos regiones del departamento de Santander. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 62 pp.
- Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. 5Th edition. Academic Press. San Diego, California.
- Aldana, 2010. Manual de Producción comercial y de semilla de frijol (*phaseolus vulgaris*). Quetzaltenango, Guatemala. 26 pp.
- Arauz, L., 1998. Fitopatología: un enfoque agroecológico. Editorial de la universidad de Costa Rica.
- Araya, C; Hernández C. 2006. Guía para la identificación de las enfermedades del frijol más comunes en Costa Rica. San José. 7-9 pp.
- Arias R., J. H. y colaboradores. 2001. Tecnología para la producción y manejo de semilla de frijol para pequeños productores. Boletín Divulgativo 1. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 17 pp.
- Arias, J.H.; Jaramillo, M.; Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de frijol voluble. CORPOICA – MANA – FAO. C.I. La Selva. Medellín.
- Alba J., Sánchez J., Tofiño P., López Y. Analisis de crecimiento y determinación del contenido de fibra de la vaina de cuatro genotipos de habichuela. Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira.
- Ascencio J. Y L. Sgambalti. 1975. Análisis de Crecimiento en Tres cultivares de caraoatas Venezolanas en Condiciones de campo. Agronomía Tropical. XXV (2): 125- 147 pp.
- Barraza, F.V. 2000b. Crecimiento del Chile Manzano (*Capsicum pubescens*) en cuatro soluciones nutritivas bajo invernadero. Tesis de Maestro en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 142 pp.
- Barraza F; Fischer y C Cardona, 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo de tomate (*lycopersicum sculentum* Mill.) en el Valle del Sinu Medio. Colombia, Agron. Colomb. 22. 81-90 pp.
- Bascur, B., G.; Fritsch, F. N. 1975. Efectos de métodos y frecuencias de riego sobre componentes de rendimiento en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Agricultura Técnica (Chile) v. 35, no. 3. 147 -152 pp.
- Beebe, S., P.W. Skroch, J. Tohme, M.C. Duque, F. Pedraza, and J. Nienhuis. 2000b. Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American Origin Based on Correspondence Analysis of RAPD. crop Sci 40: 264-273 pp.
- Betancour, M.J., and J.E. Dávila. 2002. El frijol (*phaseolus vulgaris*. L): Cultivo, beneficio y variedades. FENALCO., Medellín. Colombia. 20 pp.

- Bueno, J M., Cardona, C., Chacon P. 2005. Fenología, distribución espacial y desarrollo de métodos de muestreo para *trialeuroides vaporariorum* (Whestwooth) Liptera: Aleyrodidae en habichuela y frijol (*Phaseolus vulgaris L*) Revista colombiana de entomología, Bogotá.
- Cerón, M. 1996. Caracterización morfoagronómica de 22 colectas de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L.*) para clima frío. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 147 pp.
- Cerón, M., Ligarreto G., Moreno J., Martínez O., 2001. Selección de variables cuantitativas y clasificación de 22 accesiones de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris L*). Revista CORPOICA., vol 3, N° 2, Mosquera, Colombia.
- CCI – MADR, 2009. Encuesta Nacional Agropecuaria. Disponible desde Internet en: www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/201046112648_RESULTADOS_ENA_2009.pdf (con acceso el 10/11/10).
- Chirinos., 1998. Dinámica de la acumulación de materia seca en la planta de tomate (*Lycopersicum sculentum* Miller). Cv Rio Grande, en la zona noroccidental del estado de Zulia, Venezuela Rev.Fac Agron. Venezuela 16(2): 141-151pp.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1980 La roya del frijol y su control. Cali, Colombia. 5-13 pp.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) Fernández F, Gepts P, López M, Cali, Colombia. 26 pp.
- CIAT, 1984. Morfología de la planta de frijol común, Cali, Colombia. 19 pp.
- CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical. 1985a. Metodología para obtener semilla de calidad. Cali, Colombia. 32 pp.
- CÔme, D. 1982. Germination. Croissance en developpementtt. Physiologie vegetale II, Collection methodes, hermann, Paris. 22-129 pp.
- CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1993. Aspectos agronómicos del cultivo de frijol. Provincia de Pamplona, Colombia. 5 pp.
- CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, 1998. Productos y procesos tecnologicos por macroregion. Bogota, Colombia.
- Cruz, R. y Salazar, M. 1992. Métodos alternativos en la interacción genotipo ambiente. En: Memorias del I simposio interacción genotipo ambiente en genotécnia vegetal. Guadalajara, México: Sociedad Mejicana de Fitogenética. 128 pp.
- Elenkov E, Jristova Ekaterina. Capítulo: Enfermedades y plagas de las cucurbitáceas. In: Enfermedades y enemigos de las hortalizas (Trad. Búlgaro) Editorial Cristo G. Danov, Plovdiv. Bulgaria. 1978; 211-214 pp.
- Escalante, Alberto. 1999 Área Foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. (OnLine) (México). Terra. Volumen 17, numero 2. Avalado por internet: www.chapingo.mx/terra/contenido/17/2/art149-157.pdf
- Evans, G. C. The quantitative analysis of plant growth. Studies in ecology. Vol 1. Blackwell Scientific publication. London. 45-68 pp.

- FEDECAFE, Federación nacional de cafetero. El crecimiento vegetal y su relación con la producción de cosechas. Modulo 6. Lección 4. Colombia 2007. 8- 12 pp.
- FENALCE, Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. 2014. Perspectivas cerealistas. Producción mercado y clima. Informador 17 de abril del 2014. 9-10 pp.
- FENALCE, Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas 2010. Importancia de los cultivos representados por FENALCE. El cultivo de frijol, historia e importancia. 30 – 31 pp.
- Fernández, F., P. Gepts y M. López. 1985. Etapas de desarrollo en la planta de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En Frijol: Investigación y producción. CIAT. Cali, Colombia. p. 61-78.
- Flor M, C. 1985. Revisión de algunos criterios sobre la recomendación de fertilización en frijol. En frijol: investigación y producción CIAT 1985. 287-312 pp.
- Freytag G F, D G Debouck (2002) Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionideae) in North-America, Mexico and Central America. SIDA, Botanical Miscellany23. Botanical Research Institute of Texas. Fort Worth, USA. 300 pp.
- Fogg, G.E. 1967. El crecimiento de las plantas. Editorial Universitaria de Buenos Aires. (EUDEBA). 327 pp.
- Gallego, C. 2005. Avance en un ciclo de selección de poblaciones de frijol volubles (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Bola roja por su reacción a la enfermedad antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 37 pp.
- Garbi, M. 2000. Hoja informativa de horticultura. Protección de cultivos en horticultura. Universidad nacional de Lujan departamento de tecnología producción vegetal. Buenos Aires., Argentina. 1-3 pp.
- Gardner, F; R.B. Pearce y R. Mitchell. 1985 Physiology 01 crop plants. Iowa state University press: AIMES 187-208 pp.
- Gentry H S (1969). Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*. Econ.Bot. 55-69 pp.
- Guarín M., J. H. 2003. Trips palmi Karny en el Oriente antioqueño. Biología, efecto de hongos entomopatógenos y extractos vegetales en laboratorio y campo, comportamiento de sus enemigos naturales e impacto ambiental para su manejo sostenible. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia (Colombia). 64 pp.
- Hernández et al. 2013. Origen, Domesticación Y Diversificación Del Frijol Común. Avances Y Perspectivas. Chapingo, México.
- Hernández, D.V. G.; P. León N.; O. Cruz L. P. y Y. Indrani R. 2006. "Efecto del mulch en indicadores morfofisiológicos del frijol (*phaseolus vulgaris* l.)". Revista Ciencias Técnicas Agropecuaria, 15 (Esp.): 51–55 pp
- Hernández, N. 2007. Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie (*Phaseolus vulgaris* L.) 41 pp.

- Hernández, L.; Hernández, N.; Soto, F. y Pino, M. Estudio fenológico preliminar de seis cultivares de habichuela de la especie (*Phaseolus vulgaris* L.) Cultivos Tropicales, 2010, vol. 31, no. 1, 54-61 pp.
- Herrera, J., Alizaga R., Guevara E., Jiménez V. 2006. *Germinación y crecimiento de la planta*. Costa Rica: San José.
- Hunt R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis. Edward Arnold Publishers, London.
- Hunt R, 1978. Plant Growth Analysis. Studies in Biology No. 95. Edward Arnold publishers, London, 1978.
- Indicadores Sectoriales Frijol. 2010 Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas.
- INIAP, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 2010., citado por Goyes, 2013 en tesis de grado nombrada “Evaluación de la aclimatación de 10 cultivares de fréjol arbustivo (*phaseolus vulgaris* l), a campo abierto en Pisin, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”. Riobamba – Ecuador. 31 pp.
- Jarma A., Rengifo T., Aramendiz H. Fisiología de la estevia (*Stevia rebaudiana*) en función de la radiación en el Caribe colombiano. II. Segundo análisis de crecimiento. 2006. Revista nacional facultad de agronomía ISSN 0120-0965.
- León S. 2009. La antracnosis y la mancha angular del frijol común (*phaseolus vulgaris* l.). Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. La Habana, Cuba. 45-54 pp.
- Ligarreto 1991. Consideraciones generales sobre el cultivo de frijol en Colombia.
- Ligarreto, G.A. 2001. Variabilidad genética en germoplasma de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) determinada por características morfológicas, fisiológicas, bioquímicas y moleculares. Tesis de doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- López, L. 2005. Evaluación de la tolerancia a sequía en genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de invernadero. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- López, L y Ligarreto G. 2006. Evaluación del rendimiento de 12 genotipos promisorios de frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Bola roja y Reventón para la zonas frías de Colombia. Bogotá. Colombia. 238-246 pp.
- Mansab A., D. Jeffers y P. Henderlong. 2003. Interacción entre el Área Foliar, la interceptación de la luz y tasa de crecimiento en un sistema de Soya – Trigo. Diario Asiático de las Ciencias de las Plantas. Volumen 2. Asia.
- Melo, I. 2005. Evaluación de características agronómicas y químicas de 20 accesiones de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo Reventón. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 32 pp.
- Miranda-Colín S (1967) Origen de (*Phaseolus vulgaris* L). (frijol común). Agrociencia 1:99-104 pp.
- Morazán F 2010; Recuentos de plagas de suelo, follaje y uso de controladores biológicos en el cultivo del frijol Escuela Obrera Campesina Internacional, Managua, Nicaragua.

- Morales C., Moreno L., Elizondo A., Neyra M., Velázquez Y., Pupo E., Reyes S., Rodríguez I., Toledo C. 2002. Manejo integrado de plagas de insectos en el cultivo del frijol Fitosanidad, vol. 6, núm. 3, septiembre, 2002, Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal Cuba. 29-39 pp.
- Palomo GIL, Arturo et al. 2003. Análisis del crecimiento de variedades de algodón transgénicas y convencionales. Torreón. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C.
- Quevedo, E. 1998. Evaluación fisiológica y de la producción en tres genotipos de frijol arbustivo indeterminado en la Sabana de Bogotá. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 153 pp.
- Ramos, F. 1981. Herencia de tres diferentes tipos de reacción a roya (*Uromyces phaseoli*) en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 54 pp
- Roman, A. 1985 presentación de una nueva línea de frijol de enredadera. Línea ICA – La Selva – Rionegro. 47 pp.
- Rojas, C. 1995. Efecto de la sequía en tres etapas de desarrollo sobre las características morfofisiológicas y componentes del rendimiento en dos genotipos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) arbustivo tipo I y II. Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 212 pp.
- Roy, K.S., A.M. Karim, A.K.M. Islam, N.M. Bari y H. Tetsuschi. 2006. Relationship between yield and its component characters of bush bean (*Phaseolus vulgaris*). South Pacific Studies 27(1), 13-23 pp.
- Ruiz, N-Andersen, P.P.; Sanders, J.H.; Infante, M.A. 1978. Factores que limitan la productividad de frijol en Colombia. Cali: CIAT 44 pp.
- Singh, S. P. 1985. Conceptos básicos para mejoramiento de frijol por hibridación por hibridación. En: Frijol. Investigación y producción. Cali, Colombia. CIAT, p. 109- 127 pp.
- Sitterly WR. Powdery Mildews of Cucurbits. In: Spenser DM, editor. The Powdery Mildews. Ed. Academia Press; 1978. 359-379 pp.
- Situación actual y perspectivas del cultivo de frijol. 2011. Departamento de información Económica y estadística, Fenalce.
- Shoonhoven, A.A., and V.V Oswaldo. 1994. El frijol común en América Latina y sus limitaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Schoonhoven, V, A; Pastor-Corrales, M. 1987. Sistema Estándar para la Evaluación de Germoplasma de frijol. (Centro Internacional de Agricultura Tropical). (Comps). Cali – Colombia. 56 p.
- Solórzano, D. 1998. Evaluación de pérdidas de postcosecha del frijol (*phaseolus vulgaris*) que se comercializa en la ciudad de Neiva. Tesis de grado. Universidad Sur Colombiana. Facultad de Ingeniería. Colombia, 73-75 pp.
- Taiz, L., & E. Zeiger. 2002. Growth and development. en Plant physiology, tercera ed. Sinauer Associates, New York, Estados Unidos. 339-374 pp.

- Tamayo, P. 1995. Manejo y control de las enfermedades del frijol voluble (*Phaseolus vulgaris*). Boletín técnico. Regional N° 4. Centro de investigación "La Selva" . Rionegro, Antioquia. 7-34 pp.
- Tamayo, P., Londoño, M. 2001. Manejo integrado de enfermedades y plagas del frijol: Manual de campo para su reconocimiento y control. Corpoica, Centro de investigación "La selva" Rionegro, Antioquia, Colombia. 4-5 pp.
- Tuttle-McGrath Margaret. Powdery Mildew of Cucurbits. 1997. Disponible en: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/cucurbits_PM.htm.
- Unidad de recursos genéticos del CIAT Colombia. 2000. El cultivo de frejol en Bolivia. Universidad autónoma Gabriel René Moreno. Facultad de ciencias agrícolas, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 31 pp.
- Valderrama, S.Y. 1997. Evaluación de rendimiento y algunos parámetros fisiológicos en 26 líneas de frijol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) en la zona de vega del río Arauca. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 54 pp.
- Vargas, G. 1993. Efecto de la densidad de la población en la plasticidad fenotípica de frijol arbustivo determinado (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis de maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 130 pp.
- Vianello, I. y M.A. Sobrado. 1991. Respuestas contrastantes del maíz tropical ante la sequía durante el período vegetativo o reproductivo. Turrialba (en prensa).
- White, Jeffrey W. conceptos básicos de la fisiología del frijol. (Online). Cali, Colombia 1988. Guía de estudio 04sb-07.01 CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Avalado por internet: <http://boocks.gqoogle.com.co>.

ANEXOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nivel de Infestacion	12	0,71	0,46	46,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,75	5	3,15	2,91	0,1131
Bloque	9,50	2	4,75	4,38	0,0670
Tto	6,25	3	2,08	1,92	0,2271
Error	6,50	6	1,08		
Total	22,25	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,25819

Error: 1,0833 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
3	1,50	4	0,52 A
2	1,75	4	0,52 A
1	3,50	4	0,52 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,94189

Error: 1,0833 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
1	1,33	3	0,60 A
2	2,00	3	0,60 A
4	2,33	3	0,60 A
3	3,33	3	0,60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 1: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para los 55 dds en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nivel de Infestacion	12	0,27	0,00	63,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,17	5	0,83	0,43	0,8106
Bloque	1,17	2	0,58	0,30	0,7484
Tto	3,00	3	1,00	0,52	0,6829
Error	11,50	6	1,92		
Total	15,67	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,00367

Error: 1,9167 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
2	1,75	4	0,69 A
1	2,25	4	0,69 A
3	2,50	4	0,69 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,91308

Error: 1,9167 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
2	1,33	3	0,80 A
4	2,33	3	0,80 A
3	2,33	3	0,80 A
1	2,67	3	0,80 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 2: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para los 76 dds en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Infestacion	12	0,40	0,00	34,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,40	5	0,08	0,80	0,5871
Bloque	0,01	2	0,01	0,06	0,9409
Tto	0,38	3	0,13	1,29	0,3594
Error	0,59	6	0,10		
Total	0,99	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,68187

Error: 0,0988 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
2	0,87	4	0,16 A
1	0,93	4	0,16 A
3	0,93	4	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88832

Error: 0,0988 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
1	0,76	3	0,18 A
2	0,79	3	0,18 A
4	0,88	3	0,18 A
3	1,21	3	0,18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 3: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para todo el ciclo de cultivo, en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
C. IND. TRIPS	12	0,94	0,89	19,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1860,17	5	372,03	18,07	0,0015
BLOQUE	561,17	2	280,58	13,63	0,0059
TRATAMIENTO	1299,00	3	433,00	21,04	0,0014
Error	123,50	6	20,58		
Total	1983,67	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9,84322

Error: 20,5833 gl: 6

BLOQUE	Medias	n	E.E.
I	15,50	4	2,27 A
III	23,75	4	2,27 A B
II	32,25	4	2,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=12,82340

Error: 20,5833 gl: 6

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1	12,67	3	2,62 A
2	16,67	3	2,62 A B
3	26,33	3	2,62 B
4	39,67	3	2,62 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 4: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de trips (*Thrips palmi*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para los 62dds, en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nivel de Infestacion	12	0,78	0,60	42,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	130,42	5	26,08	4,37	0,0505
Bloque	37,50	2	18,75	3,14	0,1167
Tto	92,92	3	30,97	5,19	0,0419
Error	35,83	6	5,97		
Total	166,25	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,30209

Error: 5,9722 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
1	4,50	4	1,22 A
3	4,50	4	1,22 A
2	8,25	4	1,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=6,90738

Error: 5,9722 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
1	2,67	3	1,41 A
2	4,00	3	1,41 A B
3	6,33	3	1,41 A B
4	10,00	3	1,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 5: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de trips (*Thrips palmi*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para los 76dds, en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Infestacion	12	0,86	0,75	28,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	47,37	5	9,47	7,67	0,0138
Bloque	14,31	2	7,16	5,79	0,0397
Tto	33,06	3	11,02	8,92	0,0125
Error	7,41	6	1,24		
Total	54,78	11			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,41127

Error: 1,2352 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
1	2,82	4	0,56 A
3	3,64	4	0,56 A B
2	5,43	4	0,56 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,14132

Error: 1,2352 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
1	2,24	3	0,64 A
2	2,52	3	0,64 A
3	4,85	3	0,64 A B
4	6,24	3	0,64 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 6: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de nivel de infestación de trips (*Thrips palmi*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus Vulgaris* L), para todo el ciclo de cultivo, en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% de Incidencia	12	0,89	0,80	14,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1890,95	5	378,19	9,83	0,0074
Bloque	167,18	2	83,59	2,17	0,1950
Tto	1723,78	3	574,59	14,94	0,0034
Error	230,75	6	38,46		
Total	2121,70	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,45459

Error: 38,4576 gl: 6

Bloque	Medias	n	E.E.
1	36,48	4	3,10 A
3	44,16	4	3,10 A
2	44,62	4	3,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,52817

Error: 38,4576 gl: 6

Tto	Medias	n	E.E.
4	32,97	3	3,58 A
2	35,71	3	3,58 A
1	35,91	3	3,58 A
3	62,41	3	3,58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 7: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de % de incidencia de mildew polvoso (*Erysiphe polygoni*) en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), para todo el ciclo de cultivo, en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Estadísticas de la regresión							
Coficiente	0,92629387						
Coficiente	0,85802034						
R ² ajustado	0,83435706						
Error típico	0,52753326						
Observacion	8						
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	10,0907252	10,0907252	36,2595739	0,00094652		
Residuos	6	1,66974801	0,27829134				
Total	7	11,7604732					
	Coficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-5,02213046	0,70537743	-7,11977763	0,00038618	-6,74812686	-3,29613407	-6,74812686
Variable X 1	0,07002264	0,01162859	6,02159231	0,00094652	0,0415685	0,09847679	0,0415685

Anexo 8: Regresión para tasa de progreso de la enfermedad para el cultivar ICA Cerinza de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Estadísticas de la regresión								
Coeficiente	0,91515732							
Coeficiente	0,83751292							
R ² ajustado	0,81043174							
Error típico	0,4733585							
Observación	8							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	6,92953812	6,92953812	30,9260128	0,0014313			
Residuos	6	1,34440961	0,22406827					
Total	7	8,27394773						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-4,2477552	0,63293906	-6,71115985	0,00053177	-5,79650128	-2,69900912	-5,79650128	-2,69900912
Variable X 1	0,05802691	0,0104344	5,56111614	0,0014313	0,03249485	0,08355897	0,03249485	0,08355897

Anexo 9: Regresión para tasa de progreso de la enfermedad para el cultivar ICA Calima de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Estadísticas de la regresión								
Coeficiente	0,95232121							
Coeficiente	0,90691569							
R ² ajustado	0,89140164							
Error típico	0,51379008							
Observación	8							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media Cuadrado	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	15,4316774	15,4316774	58,4576966	0,00026137			
Residuos	6	1,58388151	0,26398025					
Total	7	17,0155589						
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-4,61772396	0,68700111	-6,72156698	0,00052735	-6,2987551	-2,93669281	-6,2987551	-2,93669281
Variable X 1	0,08659322	0,01132565	7,64576331	0,00026137	0,05888036	0,11430608	0,05888036	0,11430608

Anexo 10: Regresión para tasa de progreso de la enfermedad para el cultivar Radical arbustivo de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Estadísticas de la regresión								
Coficiente	0,94397439							
Coficiente	0,89108765							
R ² ajustado	0,87293559							
Error típico	0,42897299							
Observación	8							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	de cuadrado de los cua	F	valor crítico de F				
Regresión	1	9,03346669	9,03346669	49,0901711	0,00042138			
Residuos	6	1,10410697	0,18401783					
Total	7	10,1375737						
	Coficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-4,90970901	0,57359013	-8,5596121	0,00013956	-6,3132335	-3,50618453	-6,3132335	-3,50618453
Variable X 1	0,06625285	0,009456	7,00643783	0,00042138	0,04311486	0,08939083	0,04311486	0,08939083

Anexo 11: Regresión para tasa de progreso de la enfermedad para el cultivar ICA Quimbaya de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

```

Análisis de la varianza

Variable N   R²   R² Aj   CV
ABCPE      12  0,87  0,77  15,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)
F.V.      SC   gl   CM   F   p-valor
Modelo.   943,63  5  188,73  8,39  0,0111
Bloque    85,28  2   42,64  1,89  0,2302
Tto       858,35  3  286,12  12,71  0,0052
Error     135,02  6   22,50
Total     1078,65 11

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=10,29218
Error: 22,5038 gl: 6
Bloque Medias n E.E.
1      26,15  4  2,37 A
3      31,40  4  2,37 A
2      32,14  4  2,37 A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=13,40829
Error: 22,5038 gl: 6
Tto Medias n E.E.
4      23,62  3  2,74 A
1      25,70  3  2,74 A
2      25,80  3  2,74 A
3      44,47  3  2,74 B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

```

Anexo 12: Analisis comparativo (test de tukey) para analisis de ABCPE de mildeo polvoso en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
NUMERO DE VAINAS	24	0,16	0,03	27,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	115,50	3	38,50	1,27	0,3102
TRATAMIENTO	115,50	3	38,50	1,27	0,3102
Error	604,33	20	30,22		
Total	719,83	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,88292

Error: 30,2167 gl: 20

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
QUIMBAYA	16,50	6	2,24 A
CALIMA	19,50	6	2,24 A
CERINZA	21,67	6	2,24 A
RADICAL	22,00	6	2,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 13: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de numero de vainas por planta en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nº DE SEMILLAS PROMEDIO	40	0,23	0,17	10,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,71	3	0,57	3,64	0,0216
TRATAMIENTO	1,71	3	0,57	3,64	0,0216
Error	5,63	36	0,16		
Total	7,34	39			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47623

Error: 0,1563 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
CERINZA	3,54	10	0,13 A
CALIMA	3,90	10	0,13 A B
RADICAL	3,96	10	0,13 A B
QUIMBAYA	4,10	10	0,13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo14: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de numero de semillas por vaina en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
PESO DE 10 VAINAS	40	0,13	0,06	8,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29,07	3	9,69	1,85	0,1564
TRATAMIENTO	29,07	3	9,69	1,85	0,1564
Error	189,07	36	5,25		
Total	218,14	39			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,76021

Error: 5,2518 gl: 36

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
CALIMA	26,14	10	0,72 A
RADICAL	26,16	10	0,72 A
CERINZA	27,84	10	0,72 A
QUIMBAYA	27,87	10	0,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo 15: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de peso de vainas por planta en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso semillas	12	0,97	0,95	2,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	435,07	5	87,01	43,49	0,0001
Bloque	6,44	2	3,22	1,61	0,2758
Tratamientos	428,63	3	142,88	71,41	<0,0001
Error	12,00	6	2,00		
Total	447,07	11			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,99796

Error: 2,0007 gl: 6

Tratamientos	Medias	n	E.E.
3	49,09	3	0,82 A
1	49,63	3	0,82 A
4	55,64	3	0,82 B
2	63,92	3	0,82 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Anexo16: Analisis comparativo (test de tukey) de la media de peso de 100 semillas en cuatro cultivares de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L), en la granja la Esperanza del municipio de Fusagasugá, provincia del Sumapaz.