

MÉTODOS DE CONTROL MÁS EFICIENTES PARA LA ANTRACNOSIS
(*Colletotrichum lindemuthianum*) EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L)

JUAN CARLOS GARCÍA TRUJILLO

Código: 12278043

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
LA PLATA
2014

MÉTODOS DE CONTROL MÁS EFICIENTES PARA LA ANTRACNOSIS
(*Colletotrichum lindemuthianum*) EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE FRIJOL
(*Phaseolus vulgaris* L)

JUAN CARLOS GARCÍA TRUJILLO

Ing. ALEJANDRA PEÑA

Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

LA PLATA

2014

AGRADECIMIENTOS

El autor de esta monografía presenta sus más sinceros agradecimientos:

A: la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD por facilitar el desarrollo de manera eficaz y eficiente de las ciencias agrícolas, pecuarias y del Medio Ambiente que convergen a fortalecer el conocimiento y contribuir al avance del sector primario en el país y de manera especial en el suroccidente del Departamento del Huila.

A la asesora Alejandra Peña, por su orientación especial que ha permitido este logro tan significativo para nuestras vidas en el ámbito del conocimiento y el nivel profesional.

A todo y cada uno de los docentes de la Universidad Abierta y a Distancia que sabiamente orientaron con calidad el proceso educativo.

A los jurados por su esfuerzo y dedicación, favorables para nuestro beneficio en el campo profesional.

A todos mil gracias.

RESUMEN

Los métodos de control más eficientes para la en la producción de cultivo de frijol, convergen a un análisis de tipo descriptivo que pretende básicamente analizar diferentes aspectos en lo que concierne al hongo *Colletotrichum Lindemuthianum*, generador de la enfermedad mencionada que afecta considerablemente los cultivos de los pequeños y medianos productores que ven reducidos sus cosechas y por consiguiente sus ingresos económicos.

Existen diferentes mecanismos para su control eficiente; entre ellos es posible mencionar el control de orden cultural, como rotación, eliminación de residuos de cosecha, asistencia técnica y BPA, control genético seleccionando semillas de frijol que evidencien resistencia a esta enfermedad; control químico con fungicidas que atacan esta enfermedad y mantener permanentemente las aspersiones foliares y prevenir la infección y desarrollo de la antracnosis; de esta manera podemos asegurar producciones sanas dentro del contexto de Buenas Practicas Agrícolas. Y efectuar un análisis que posibilite discernir sobre las mejores opciones de aplicabilidad de métodos eficaces para el manejo fitosanitario y de esta manera contribuir favorablemente al sector agropecuario dentro del contexto de nivel local, regional, nacional.

Implementar estrategias prácticas y sencillas viables a través de actividades de capacitación, asesoría y brindar acceso a que el sector productor de frijol, obtenga maximización de recursos, reducción de costos y proyecciones favorables desde el ámbito productivo. El interés esencial del estudio es precisamente ofrecer opciones diferentes a las tradicionales como alternativas eficaces en el control fitosanitario de la antracnosis.

ABSTRACT

The most efficient methods for control Anthracnose on the Growing Bean Production, converge to a descriptive study basically aims to analyze different aspects in regards to the fungus *Colletotrichum lindemuthianum*, generator mentioned disease that greatly affects crop of small and medium producers who are reduced in their crops and give their income.

Obviously, desist different viable processes for applying efficient and effective control and between them is possible to mention the controls of a cultural nature; as rotation, removal of crop residues, technical assistance and BPA. Genetic; selecting seeds of bean that demonstrate resistance to this disease. Chemical; with fungicides that attack the disease and to permanently foliar sprays and prevent infection and development of anthracnose. Thus, rightly help generate healthy productions within the context of Good Agricultural Practices, in the sense of different scientific articles resume and then conduct an analysis that enable discern the best options applicability of effective methods for this control and thus useful contribution to the agricultural sector in the context of local, regional, national level.

It is therefore impossible to design feasible and practical to implement simple strategies through training counseling and providing access to the producer of (*Phaseolus Vulgaris L*), maximizing resources for industry, cost reduction and favorable projections from the productive sector. The essential interest of the study is exactly provide different options to the traditional and effective methods of control of anthracnose.

CONTENIDO

Introducción.....	1
1. Métodos mas eficientes para el control de la antracnosis en la producción de cultivo de frijol.....	2
1.1 Antecedentes históricos del cultivo de frijol	2
1.2 Producción mundial.....	5
1.3 Produccion en colombia	6
2 El hongo <i>colletotrichum lindemuthianum</i>	10
2.1 Agente causal.....	11
2.2 Clasificación	11
2.3 Distrbuicion geografica.....	11
2.4 Epidemiología.....	12
2.5 Sintomatología	12
2.6 Morfologia	13
2.7 Transmision.....	14
2.8 Infeccion	15
2.9 Germinacion	15
2.10 Variabilidad patogenica	16
2.11 Escala para la evaluacion de antracnosis	20
2.12 Investigaciones realizadas	21
3 Métodos de control de la antracnosis.....	22
3.1. Las BPA	22
3.2 Control cultural	24
3.3 Durante el cultivo.....	27
3.4 Despues del cultivo	28
3.5 Control genético:	30
3.6 Control químico	31
3. 7 Apreciaciones personales	33
3. 8 Analisis	41



3. 9 Conclusiones	42
3. 10 Recomendaciones	44
3. 11 Bibliografía	45
3. 8 Anexos	48

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Fibra, proteína, calorías de algunas clases de frijoles.	4
Tabla 2: Áreas de sembradas de fríjol en Colombia	9
Tabla 3: Fungicidas utilizados para el control integrado de enfermedades del frijol	33
Tabla 4: Resultados de Control químico	33
Tabla 5: Resultados de control organico	33
Tabla 6: Resultados de testigo.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de los principales hallazgos del frijol común y años de antigüedad.	3
Figura 2. Producción en Colombia.....	6
Figura 3: El hongo <i>colletotrichum lindemuthianum</i> síntomas en la hoja del frijol.....	10
Figura 4: Síntomas de <i>Colletotrichum lindemuthianum</i> en las nervaduras de la hoja del frijol.....	12
Figura 5:Ciclo de reproducción del hongo <i>Collectonrichum Lindemuthianum</i>	16
Figura 6:Revisión periódica del hongo <i>Collectonrichum Lindemuthianum</i>	22
Figura 7: Rotación de cultivos para el control <i>Collectotrichum Lindemuthianum</i>	24
Figura 8. Resultados de aplicación con fungicidas.....	36
Figura 9. Resultados de aplicación con orgánico	38
Figura 10. Resultados de Testigos	40

INTRODUCCIÓN

El hombre ha avanzado sustancialmente en los diferentes procesos concernientes a las buenas prácticas agrícolas para reducir pérdidas generadas por plagas y enfermedades que afectan la producción; para este caso específico se conocen diferentes métodos de control eficientes para el manejo fitosanitario de la antracnosis en la producción del cultivo de frijol.

En el cultivo de frijol, la antracnosis produce pérdidas económicas importantes las cuales son posibles de reducir con la aplicación de métodos de control eficaces dentro del ámbito cultural, genético, etológico y químico.

Imprescindible en la revisión de literatura efectuada el análisis de diferentes artículos científicos que posibilitan enriquecer positivamente el estudio de favorabilidades aplicativas en el campo de las buenas prácticas agrícolas para garantizar de esta manera bienestar, mejor nivel de vida de las familias dedicadas al cultivo de frijol, evitando y reduciendo a niveles bajos los efectos y consecuencias negativas de la antracnosis en sus diferentes etapas y formas que lesionan los cultivos y por ende la producción de calidad, no es un imposible la aplicabilidad y por consiguiente la trascendencia de los aportes y reflexiones teóricas al respecto.

1. MÉTODOS MAS EFICIENTES PARA EL CONTROL DE LA ANTRACNOSIS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVO DE FRIJOL.

1.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL CULTIVO DE FRIJOL

El frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) es la leguminosa de grano de mayor importancia en el mundo. Es una fuente de calorías, proteínas, fibras, minerales, y vitaminas para millones de personas en países desarrollados y en desarrollo alrededor del mundo. (Singh, 1999).

El cultivo de frijol ha sido parte fundamental en el proceso evolutivo de la humanidad en la dinámica de la agricultura, al respecto se han encontrado evidencias con antigüedad de 500 A 8 mil años en algunas regiones de México, Estados Unidos y Perú. No obstante, existe un relativo acuerdo respecto a su origen: México, que es también el lugar donde se diseminaron las primeras semillas hacia el sur del continente americano, sitio en el que llega a cultivarse. En particular destacan que es posible identificar a este país como lugar de origen por encontrar prototipos de especies silvestres. En México existen evidencias arqueológicas de distintas especies de frijol que van desde los 1200 hasta los 9 mil años de antigüedad por su parte, señala que en toda Mesoamérica se dieron cultivos de frijol, maíz, calabaza y chile que constituyeron la fuente alimenticia principal de las culturas que habitaban esta región, cuyos antecedentes se remontan a más de 8 mil años”.

Fuente: Revista Investigación Científica, Vol. 4, No. 3, Elivier Reyes Riva



Figura 1. Ubicación geográfica de los principales hallazgos del frijol común y años de antigüedad.

Como se puede observar en la figura 1 el aspecto histórico del cultivo de frijol no solo ocurre en el continente norteamericano sino en Centro y Suramérica y la cultura Nazca evidencia claramente que por más de 2000 años procedieron al

proceso de producción de esta leguminosa en el Perú y que se constituyó parte de su alimentación básica.

El Hecho de que las culturas precolombinas a lo largo de su historia hayan logrado conservar sus especies nativas del frijol en las diferentes variedades e incluso en el Perú se desarrolló técnicas especiales que permitieron la seguridad alimentaria de las familias y comunidades con este producto valioso desde el punto de vista nutritivo como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 1. Fibra, proteína, calorías de algunas clases de frijoles.

Frijol	Fibra	Proteína	Calorías
Horno	12,7	12	236
Negro	15	15,2	227
Garbanzos (garbanzos)	12,5	14,5	269
Riñón (rojo de California)	16,5	16,2	219
Lima (grande)	13,2	14,7	216
Marina	11,6	15,8	258
Pinto	14,7	14	234
Refritos	13,4	13,8	237
Blanco	11,3	17,4	249

Fuente: MM STRONGsite, <http://www.masmusculo.com.es/health/los-frijoles-y-su-importancia-en-la-dieta-del-culturista/>, 2010, pg. 1.

En el contexto contemporáneo se ha generado "Tecnología Terminator", muchos han expresado sus temores con respecto al daño que pudiese tener la tecnología de semillas híbridas o estériles en los productores dueños de pequeñas parcelas en los países en desarrollo. Estos agricultores han confiado en las semillas que se guardan durante siglos, existe inquietud de que la tecnología de semillas estériles pudiese representar una amenaza para su modo de vida y subsistencia. Es importante señalar que las multinacionales venden estos productos a precios costosos que resultan muchas veces imposibles de adquirir a los países subdesarrollados o en vía de desarrollo que no cuentan con las técnicas ni elementos para hacer "rendir" el producto, por ende se generan desequilibrios de

inseguridad alimentaria y entonces crean como alternativa los llamados custodios de semillas.

Como se observa en la tabla 1 el frijol es fundamental en el consumo y para la alimentación y por ende la necesidad no solo de consumirlo en moderadas cantidades; sino también producirlo porque de esta manera podrá incidir en menores costos dentro de la canasta familiar.

1.2 PRODUCCION MUNDIAL

Actual mente se encuentra en los cinco continentes, especialmente en América. (Ulloa, J.A Ulloa, R.P Ramírez, C.J & Ulloa).

Según Singh (1999) la región más productora de frijol es América, siendo Brasil país con mayor consumo, El frijol 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 20.093.5000 con un rendimiento promedio mundial de 730 kilogramos por hectárea. (Fenalce 2010).

El crecimiento de la producción mundial de frijol se ha mantenido a una tasa media de crecimiento anual de 2.8% para el periodo de 2000-2010. En 2010, la producción mundial de frijol se ubicó en 23.2 millones de toneladas (Secretaria de Economía México 2012)

El promedio de producción de los cinco primeros países productores de frijol a nivel mundial durante el periodo 2000-2009, son las siguientes: Brasil e India con 3.1 millones de toneladas cada uno, Myanmar con 2.1 millones de toneladas, seguido China con 1.7, y México con 1 millón de toneladas en promedio anual. (Secretaria de Economía México 2012)

El programa de recursos genéticos del CIAT salvaguarda la colección de germoplasma de frijol más grande y diversa del planeta. La colección consta de alrededor de 36.000 muestras de materiales cultivados en su mayoría provenientes de los centros de origen andinos y mesoamericanos del cultivo junto con especies silvestres parientes de estos materiales. La colección del CIAT constituye un recurso valioso para el mejoramiento del frijol en todo el mundo.

1.3 PRODUCCIÓN EN COLOMBIA

Grafica2: Producción de frijol en Colombia.



EL frijol es una de las leguminosas más importantes en el mundo (Broughton, 2003). En Colombia tiene gran impacto por su volumen de producción, valor alimenticio con 3,86kg por persona al año (Micomex, 2003). En el 2003 el frijol genero un ingreso bruto aproximado para los agricultores colombianos de

U\$98.922.935. Además de 12,5 jornales directos, en los que participaron 125.000 productores. (Micomex, 2003).

Durante los últimos 20 años, el área de frijol ha variado entre 164.600 hectáreas, con una producción de 132.150 tones y un rendimiento de 803 kg/ha., y 120.000 has, 132.000 tones, con un rendimiento de 1.1 ton/a en el año 2009. El 93% del área de frijol está en la zona Andina, el resto se siembra en los valles interandinos y la costa atlántica. El 58% de la producción viene de las variedades arbustivas y el 42% de las variedades volubles.

Aun cuando el frijol se siembra en muchas regiones del país, la mayor producción se concentra en 5 departamentos que contribuyen con las dos terceras partes de la producción. Ello es debido a las condiciones de suelo, clima y a la gran tradición que existe en su siembra.

En el 2009 los mayores productores fueron: Antioquia con 30.000 ton., Huila con 26.000, Tolima con 19.000, Santander con 16.000 y Cundinamarca con 12.000 toneladas. El país no ha sido autosuficiente y ha importado anualmente cantidades que van entre 20.000 ton Mi 50.000 ton, las cuales provienen de Ecuador, Estados unidos, Canadá, China y Chile. Gloria E. Santana, George Mahuko, (2002).

El productor de frijol en el país pertenece a la denominada economía campesina, de tipo minifundio, con un área promedio de siembra de una hectárea, en un 70% son tierras propias y la otra parte corresponde a lotes en arriendo o en participación. (CIAT, 2014).

Por las características tecnológicas y topográficas de los suelos de ladera en las que se desarrolla el cultivo, no se utilizan prácticas modernas de mecanización, ni

altos niveles de tecnificación, lo cual se traduce en bajas productividades, pero convierte el fríjol en una actividad altamente generadora de empleo. Se utilizan más de 100 jornales por hectárea. (CIAT, 2014).

Las familias de los pequeños productores cosechan esta leguminosa, como alimento de Autoconsumo por su calidad nutricional y sus excedentes son comercializados, lo cual constituye un soporte económico del sistema productivo de sus predios. El cultivo del fríjol incentiva la permanencia de la población en el campo, estimula la generación de empleo y mejora la sostenibilidad de otros cultivos al utilizarse como cultivo de rotación. (CIAT, 2014).

Los esfuerzos del gobierno nacional, de FENALCE y otras entidades vinculadas al desarrollo del cultivo, se han traducido en una mejora en las prácticas de manejo, aun cuando el uso de la tecnología es mínimo. Los bajos niveles tecnológicos, sumados a las imperfecciones del mercado, se constituyen en un factor en el atraso de su desarrollo. (CIAT, 2014).

En Colombia se trabaja en el mejoramiento del fríjol desde 1929, pero fue en la década del 50 en que se dio gran énfasis a la investigación es este cultivo. La primera variedad mejorada que salió al mercado fue la Diacol Nutibara, después vinie ron la Diacol Nima, Diacol Calima y el ICA Gualí. En cuanto a materiales volubles se destaca la gran diversidad que existe en el país, pero las más sembradas son las de tipo Cargamanto en Antioquia, el Mortiño en Nariño y Los Bola Roja en el altiplano Cundiboyacense. El ICA entrego en toda su historia 38

Frijol	Área Sembrada (Ha)	Rendimiento Esperado (Ton/Ha)	Producción Esperada (Ton)
<i>Antioquia</i>	11.153	0,80	8.922
<i>Atlántico</i>	118	1,00	118
<i>Bolívar</i>	554	1,00	554
<i>Boyacá</i>	700	1,00	700
<i>Cundinamarca</i>	3.600	0,80	2.880
<i>Huila</i>	10.000	1,04	10.400
<i>Nariño</i>	5.900	0,63	3.717
<i>Santander</i>	12.800	1,20	15.360
<i>Tolima</i>	10.990	1,00	10.990
Total	55.815	0,96	53.641

2010 B		
Area	Rendimiento	Producción
49.624,00	1,18	58.680,00

variedades de frijol, pero solo unas pocas se continúan sembrando. (CIAT, 2014).

Tabla 2: Áreas de sembradas de frijol en Colombia

A partir de los años 90 cuando el ICA dejó de investigar, esta misión fue encomendada a Corpoica pero debido a la falta de recursos, esta labor se redujo considerablemente. Adicionalmente, por el carácter de cultivo minifundista, no se ha contado con los estímulos que se han dado a los cultivos de tipo comercial en los planes de desarrollo del gobierno, ni tampoco de la empresa privada. (CIAT, 2014).

El Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, como centro piloto de la investigación mundial de esta leguminosa, ha suplido en parte la iniciativa gubernamental, aunque su experiencia no ha sido aprovechada en forma amplia y suficiente. (CIAT, 2014).

Como se observa la producción en Colombia ha aumentado desde el punto de vista de la tecnificación y esto es positivo; el CIAT, el ICA, se yerguen como organismos institucionales eficientes que han contribuido a incrementar la producción y a reducir los efectos de enfermedades nocivas entre ellas la antracnosis que generaron múltiples pérdidas en épocas pasadas y lentamente se ha ido superando este problema favorablemente.

Desde el ámbito contrario se hace necesario mayores investigaciones de las universidades para crear variedades diferentes y resistentes a plagas y enfermedades incluida la antracnosis.

2. La Antracnosis *Colletotrichum Lindemuthianum*.

La antracnosis cuyo agente causal es el hongo *Collectotrichum Lindemuthianum* (Sacc & Mag.) Es considerada como la enfermedad más limitante en el cultivo de frijol (Pastor Corrales et al; 1994; Molano, toya y Pastor Corrales, 1996.) Esta enfermedad causa pérdidas que oscilan en un 35 a 95% según la susceptibilidad del cultivar (Guzmán, Donado y Gálvez, 1979; Tamayo 1995) y afecta principalmente la calidad de la vaina ya su semilla (Santana y Mahuko, 2002).

Figura 3: El hongo Colletotrichum Lindemuthianum síntomas en la hoja del frijol.



Fuente: J. García.

Fue descrito, primeramente, como *Gloeosporium lindemuthianum* por Saccardo y Magnus en 1878. Shear y Wood encontraron la fase perfecta del hongo y la denominaron *Glomerella Lindemuthianum*; Shear Scribner (1889) publicó otros artículos sobre la Antracnosis del frijol y denominó al hongo *C. Lindemuthianum*.

En el mismo año, Briosi y Cavara se acreditaron el mismo nombre. En consideración a que Scribner sugirió primero la transferencia, en 1888, algo antes que Briosi y Cavara lo publicaran, se decidió acreditar el nombre a Scribner. Hasta entonces no se había demostrado la presencia de la fase perfecta del hongo. Shear y Wood (1913) encontraron ascas y peritecios en cultivos obtenidos de tejidos afectados por antracnosis del frijol. Ellos consideraron como fase perfecta al hongo *Glomerella lindemuthianum* Shear. Kimati y Galli (1970) propusieron el nombre de *Glomerella cingulata* para la fase perfecta del hongo.

2.1 Agente causal

Colletotrichum Lindemuthianum. Estado asexual. Estado imperfecto.

2.2 Clasificación

- Clase: *Deuteromicetos*
- Orden: *Melanconiales*
- Género y especie: *Colletotrichum Lindemuthianum*

Sinónimos:

Gloeosporium Lindemuthianum. Sacc. & Magn, (1996)

Glomerella lindemuthianum Shear.

Glomerella cingulata

2.3 Distribución geográfica

Está distribuida en todo el mundo, aunque ocasiona mayores pérdidas en las zonas templadas y subtropicales que en los trópicos. En América Latina ha

causado daños severos en Brasil (Costa, 1972 Vieira, 1983), Argentina (Ploper, 1983), México (Crispín- Medina y Campos-Avila, 1976)

2.4 Epidemióloga

La antracnosis es una enfermedad de clima fresco, alta humedad relativa y lluvias frecuentes. La infección del hongo es favorecida por temperaturas entre 13 y 26° C, con un óptimo de 17° C. Tanto la infección como el desarrollo del hongo son retardados o inhibidos en temperaturas menores de 7°C ó mayores de 33° C. Se requiere una alta humedad relativa mayor de 92 %, y una lámina de agua durante todos los estados de la germinación de esporas, incubación y esporulación. (Pastor-Corrales, 195).

2.5 Sintomatología

Figura 4: Síntomas de Colletotrichum Lindemuthianum en las nervaduras de la hoja del frijol.



Fuente: J. García.

Los primeros síntomas de la enfermedad se pueden observar en plántulas muy pequeñas en su desarrollo. En el envés de las hojas primarias, las nervaduras muestran lesiones de color café oscuro. Esta enfermedad puede afectar cualquier parte de la planta. Los síntomas de la antracnosis ocurren en todas las partes aéreas de la planta, menos en la flor. Cuando se siembra semilla infectada, los primeros síntomas generalmente se observan en los cotiledones como pequeñas lesiones de color café oscuro a negro. Estas pueden aumentar en tamaño convirtiéndose en pequeños chancros deprimidos en los que muchas veces el hongo produce esporulación. (Corrales, 1995).

En el hipocotilo los síntomas iniciales se presentan como manchas longitudinales y después como lesiones ovaladas y deprimidas. En el follaje los síntomas inicialmente aparecen en el envés de las hojas como lesiones pequeñas de color púrpura oscuro a rojo ladrillo, localizadas a lo largo de las nervaduras. Estas posteriormente aumentan un poco en tamaño, pero si se oscurecen, tornándose de color café oscuro a negro. (Corrales, 1995).

Cuando la enfermedad es severa, se forman manchas necróticas en los tejidos adyacentes a las nervaduras y eventualmente las lesiones se notan también en el haz de las hojas. Las lesiones similares, pero más ovaladas, deprimidas y de coloración más oscura, ocurre en los peciolo, en las ramas, en los tallos y aun en los meristemas apicales. Cuando los síntomas son muy severos, las hojas se muestran un poco retorcidas y la planta parece de menor tamaño, con apariencia raquílica, como si estuviera afectada por un virus. (Schwartz, 1991).

2. 6 Morfología

C. *Lindemuthianum* es miembro de los hongos imperfectos o subdivisión Deuteromycotina (Pastor-Corrales, 1995).

Produce micelio septado; cuando joven es hialino y se torna de color café oscuro a negro a medida que envejece. Los conidios son unicelulares, hialinos con una vacuola y miden 5.7 x 2.0 micras. Son de forma oblonga a cilíndrica. Cuando germinan emiten un tubo germinativo que desarrolla sobre la superficie de la hoja una estructura llamada apresorio, que utiliza para fijarse al hospedante. Luego que el hongo completa su ciclo, rompe la epidermis formando las estructuras llamadas acérvulos, constituidos por conidióforos cortos que miden de 40 a 60 micras de longitud, en cuyo ápice están los conidios. (Campos-Ávila, 1987).

2.7 Transmisión

El manejo de las enfermedades se basa en la protección de las plantas para evitar la enfermedad, ya que una vez que ésta se establezca es muy difícil eliminarla. Por lo tanto es necesario conocer el agente causal, la epidemiología de la enfermedad, identificar sus síntomas, entre otros aspectos, para que este propósito sea cumplido.

Son varios los medios que ayudan a diseminar este patógeno. Entre ellos se puede mencionar lluvia ya que las conidias están cubiertas por una sustancia soluble gelatinosa en el agua y principal mente por el salpique de gotas de una planta a otra o por escorrentía, otros transmisores son, viento, los instrumentos de trabajo, los animales, el mismo hombre, el roce de hojas entre sí, la semilla es uno de los grandes diseminadores a larga distancia, los insectos como pulgones también denominados áfidos son chupadores que transportan, contagian diferentes tipos de fitopatogenos cuando se alimentan de la planta. (CIAT, 1981).

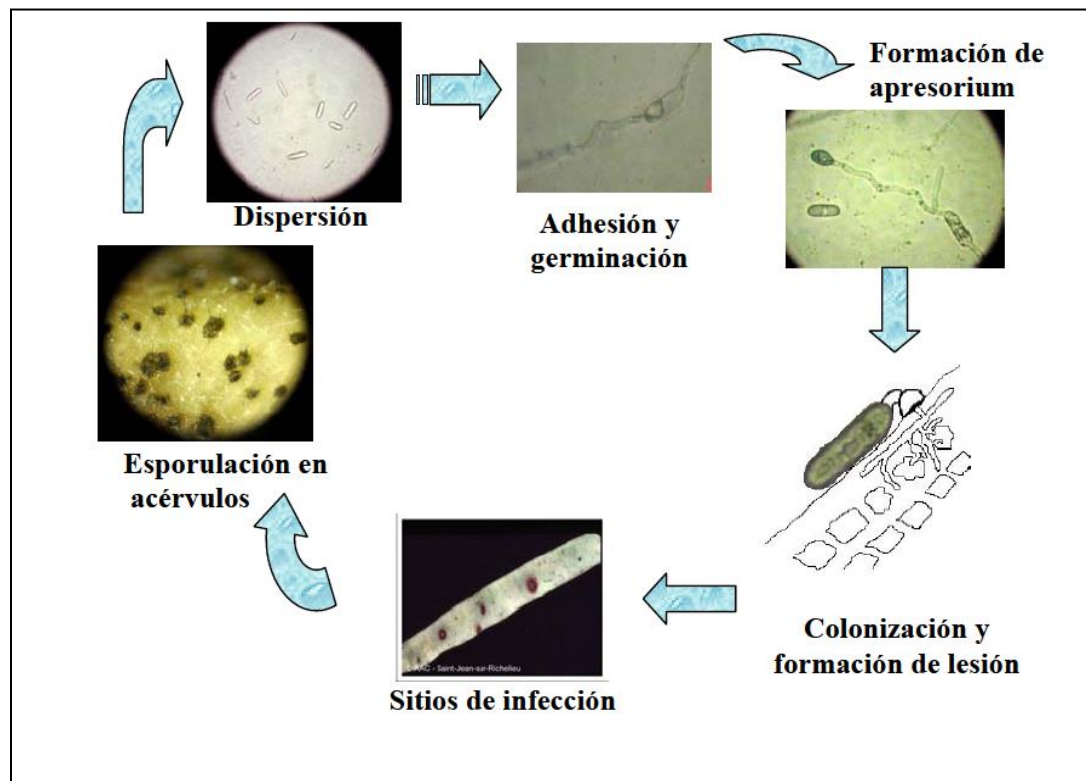
2.8 Infección

La infección puede ocurrir en cualquier parte aérea de la planta y en cualquier etapa de desarrollo, pero alcanza los mayores daños en las vainas. (Escoto, N.D.2011). En la etapa de formación de granos, éstas aparecen como lecciones circulares de 1 a 2 mm de diámetro de color amarillo rojizo o café negruzco, estas manchas se hacen después hundidas y están rodeadas por un anillo negro con un borde café oscuro. En los tallos las lesiones pueden ser severas ocasionando rupturas y caída de las hojas, debido a la severidad de la enfermedad debe tenerse en cuenta todos los medios de prevención. (Campos Ávila, 1987).

2.9 Germinación

Los conidios de *C. Lindemuthianum* pueden germinar en cuatro horas en condiciones de alta humedad; forman un tubo germinativo y apresorio por medio del cual se adhieren a la cutícula del hospedante, y penetran en forma mecánica a través de la cutícula y la epidermis. Después de 8 días de inoculado el patógeno, sobre las lesiones formadas en las vainas, semilla y hojas se desarrolla el micelio hasta producir acérvulos que rompen la cutícula del hospedero liberando miles de esporas (Campos-Ávila, 1987).

Figura No. 5 Ciclo reproductivo asexual de (*Colletotrichum Lindemuthianum*)



Fuente. J García

2.10 Variabilidad patogénica

En 1892 Halsted probó la patogenicidad de este hongo mediante inoculación artificial y unos años después, Barries observó un comportamiento diferente de las

variedades ante éste. Sus resultados evidenciaron la existencia de 2 razas, a las cuales designó como alfa α y beta β . En 1918 Burkholder aisló una tercera raza, la gamma γ ante la cual encontró resistencia varietal dominante y monogénica. Posteriormente clasificó las 34 razas existentes en 3 grupos principales: α , β y γ , correspondientes a las primeras razas reportadas. Andrés y Wade reportaron la cuarta raza delta δ .

Las poblaciones de *C. lindemuthianum* presentan una amplia variación patogénica que es mayor en los trópicos que en países templados. Estudios realizados con aislamientos centroamericanos demostraron que la variación patogénica en esta región es totalmente diferente y mayor a la descrita previamente para otros países (Araya 1991). Además esta variabilidad es inestable; en los últimos 10 años ha aumentado y únicamente las razas 9, 73, 129, 457, 1033, 1417 y 1993, sobrevivieron en el campo durante la década (Araya y Cárdenas 1999).

Resistencia genética: Según Walter, 1965 la herencia de la resistencia es de la siguiente forma: Raza α : 2 genes dominantes para la resistencia. β y γ , correspondientes a las primeras razas Raza β : susceptibilidad dominante en la mayoría de los casos.

Raza α , β , γ y δ : el gen *are* para la resistencia dominante.

Se plantea que existen genes duplicados o complementarios ante las razas α y γ , que uno de los genes duplicados está ligado a uno de los genes γ , lo que explicaría la mayor frecuencia de variedades resistentes o susceptibles a ambas razas α y γ .

Raza α : 2 genes dominantes para la resistencia. A, β y γ , correspondientes a las primeras razas

Raza β : susceptibilidad dominante en la mayoría de los casos.

Raza α , β , γ y δ : el gen are para la resistencia dominante.

Se plantea que existen genes duplicados o complementarios ante las razas α y γ , que uno de los genes duplicados está ligado a uno de los genes γ , lo que explicaría la mayor frecuencia de variedades resistentes o susceptibles a ambas razas α y γ .

En Europa se han identificado fuentes de resistencia en las que se conocen los genes que la controlan. Sin embargo, ésta se rompe en presencia de razas Latinoamericanas del hongo, por tanto es importante estudiar fuentes de resistencia de origen latinoamericano, para el desarrollo de nuevas variedades resistentes, útiles en la región. Por los resultados obtenidos de polimorfismo en una cruce entre un parental resistente y uno susceptible, se tiene la hipótesis de que la resistencia es dominante. (Mendoza et al, 1995).

Chaves (1980) explica que los cultivares resistentes producen una alta cantidad de metabólicos de las plantas, tales como phaseolina (inhibidora de *Colletotrichum Lindemuthianum* in vivo), phaseolidina, phaseolinisoflavan y kievitone, acumulada en tejidos infectados por razas patogénicas y no patogénicas. Se ha reportado que la resistencia a las razas alfa α y beta β está controlada por un solo gen independiente y dominante. La resistencia a las razas Delta δ y γ Gamma aparece más compleja con la presencia de diez genes en tres series alelomórficas compuestas por genes duplicados para la resistencia.

Davis (1985) plantea que los genes responsables de la resistencia a razas Beta, β y γ y Gamma de la antracnosis se han encontrado ligados en el mismo cromosoma. Se han encontrado variedades resistentes a ambas razas debido a un gen recesivo d para resistencia a Beta y un gen dominante g por resistencia a Gamma.

El gen A (Co 1) de resistencia a antracnosis, de origen andino, confiere resistencia a las razas 73, 129, 133, 136, 385, 448, 901, 1409 y 1473, patogénicas sobre diferenciales de origen mesoamericano (Pastor-Corrales et al., 1994, 1995). Young & Kelly (1997) recomiendan el uso específico de genes mayores de origen mesoamericano, como Mexique 3 (Co 5) en diferentes combinaciones con genes de origen andino para obtener resistencia durable a la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Otros genes importantes se encuentran en las variedades Catrachita y SEL 1360, que poseen los genes Co 6 y Co 7, respectivamente. El diferencial G2333 posee genes efectivos para todos los aislamientos probados en Estados Unidos (Young & Kelly, 1997), pero su resistencia se ha quebrado con aislamientos de Costa Rica (Araya & Cárdenas, 1999), por lo que para este país, y el resto de América Central, las fuentes de resistencia recomendadas deben ser más amplias y diversas (Araya & Araya, 2000).

Estudios realizados en España reportan que la variedad Xana (tipo faba Asturiana) es resistente a las razas 3, 7, 9, 19,65, 73 ,449 y 1549 y la variedad Cornell 49242 es resistente a las razas 3, 6, 7 , 19 , 37 ,38 ,65, 357 y 449 .

Los genes de resistencia procedentes de Cornell 49242 están situados en el grupo de ligamiento B 11 que se corresponde con la situación del locus de resistencia previamente descrito Co-2.

Los genes de resistencia procedentes de Xana están situados en el grupo de ligamiento B 4 que se corresponden con los loci de resistencia previamente descrito Co-3/9 y Co-10.

2. 11 Escala para la evaluación de Antracnosis

Etapas para la evaluación: R6 (floración), R8 (llenado de vainas).

Escala:

1. Sin síntomas visibles de la enfermedad.
2. Presencia de muy pocas y pequeñas lesiones, generalmente en la vena primaria del envés de la hoja o en la vaina, las cuales cubren aproximadamente el 1% del área foliar.
3. Presencia de varias lesiones pequeñas en el pecíolo o en las venas primarias y secundarias del envés de las hojas. En las vainas, las lesiones redondas y pequeñas (menos de 2mm de diámetro), con esporulación reducida o sin ella, cubren aproximadamente el 55 de la superficie de la vaina.
4. Presencia de numerosas lesiones grandes en el envés de la hoja. También se pueden observar lesiones necróticas en el haz y en los pecíolos. En las vainas, presencia de lesiones de tamaño mediano (más de 2 mm de diámetro), aunque también pueden hallarse algunas lesiones pequeñas y grandes, generalmente con esporulación, que cubren aproximadamente el 10% de la superficie de las vainas.
5. Necrosis severa evidente en el 25% o más del tejido de la planta como resultado de lesiones en hojas, pecíolos, tallo, ramas e incluso en el punto de crecimiento; esta necrosis causa frecuentemente la muerte de gran parte de los tejidos de la planta. La presencia de chancros cóncavos, numerosas, grandes y

con esporulación puede ocasionar la deformación de las vainas, un bajo número de semillas, y finalmente la muerte de las vainas. (TAMAYO, 1995).

2.12 Investigaciones realizadas

Desde el año 1976 se lleva a cabo un programa de mejoramiento genético del frijol en el que están incluidas las evaluaciones de los distintos materiales frente a las enfermedades fungosas que atacan al cultivo. Anualmente se hace selección en el campo de los materiales que presentan mejor comportamiento frente a estas enfermedades y que presenten buenos rendimientos.

Se han realizado además las siguientes investigaciones:

- Evaluación de las variedades diferenciales para la antracnosis y la mancha angular.
- Evaluación en viveros de fuentes de resistencia para la antracnosis y la mancha angular.
- Evaluación en Viveros Nacionales de Adaptación y rendimiento. (VIDAC) Programa Cooperativo para Centroamérica, México y el Caribe (PROFRIJOL) y el Centro de Agricultura Tropical (CIAT)
- Evaluación en Ensayos Nacionales de Adaptación y rendimiento. (ECAR) Programa Cooperativo para Centroamérica, México y el Caribe (PROFRIJOL) y el Centro de Agricultura Tropical (CIAT)
- Evaluación de padres donantes de genes necesarios (VIPADEGEN) (PROFRIJOL)
- Evaluación de poblaciones, familias y/o líneas para factores múltiples.
- Evaluación de padres donantes de genes necesarios (VIPADEGEN) (PROFRIJOL)

- Evaluación de poblaciones, familias y/o líneas para factores múltiples.

3. MÉTODOS DE CONTROL DE LA ANTRACNOSIS

Figura 6: Revisión periódica de Fito patógenos en el cultivo de frijol.



Fuente: J. García.

Básicamente como en cualquier otra enfermedad dentro de los cultivos o plantaciones es viable aplicar “Las Buenas Prácticas Agrícolas BPA son un conjunto de prácticas generales que se realizan en el campo, en la producción agrícola primaria, y que permiten evitar, corregir o controlar los riesgos en caso de que se vuelvan amenazas. (CIAT).

3.1 Las Buenas Prácticas Agrícolas

Nacen como nuevas exigencias al cuidado del medio ambiente, se busca reducir la contaminación conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales como el suelo y el agua. El uso irracional de productos químicos ha causado la contaminación de suelos y aguas, y los residuos de pesticidas permanecen en el

medio y su acumulación puede producir pérdidas de la biodiversidad, creando desbalance en el medio ambiente con aumento de algunas plagas y estas a la vez siendo portadoras de fitopatógenos, como hongos además de intoxicaciones en los seres humanos. La adopción de las BPA implica llevar registros de todas las actividades que se realizan. Esto hace que el productor tenga una visión más clara y ordenada de lo que está sucediendo en su predio. De todas maneras, el productor tiene que analizar previamente los beneficios de las BPA antes de implementar las actividades necesarias para establecer el cultivo del frijol con buenas prácticas agrícolas.

Tomando en cuenta lo antes planteados se puede mencionar la definición de BPA “son un conjunto de normas, principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola, que incorporan el Manejo Integrado de Plagas —MIP— y el Manejo Integrado del Cultivo —MIC—, cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental, con bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores y que permita proporcionar un marco de agricultura sustentable, documentado y evaluable”. (Proyecto Demostrativo De La Cadena Productiva De La Cadena Productiva Del Cultivo De Frijol En La Cuenca Del Rio Coco, Wilford Davis German. Ing. Agron, 2009).

Las buenas prácticas agrícolas surgen como la imitación de las normas o protocolo Europeo-GAP, parámetro privado diseñado para llegar al mercado con productos de calidad exportadora. Las BPA las implementan los países pertenecientes a la Comunidad Económica Europea (CEE), quienes las exigen para el ingreso de productos agrícolas a sus mercados, lo cual garantiza eficiencia en el manejo de los recursos e inocuidad del producto.

Las Buenas Prácticas Agrícolas combinan una serie de tecnologías y técnicas destinadas a obtener productos frescos saludables, de calidad superior, con altos rendimientos económicos, haciendo énfasis en el manejo integrado de plagas y

enfermedades, conservando los recursos naturales y el medio ambiente, minimizando los riesgos para la salud humana.

Las BPA se constituyen en una oportunidad favorable no solo desde el punto de vista de manejo del producto; sino también una alternativa de control de plagas y enfermedades, ciñéndose a requisitos sencillos y posibles de aplicar por parte de los pequeños y medianos productores en el caso concreto de frijol frente a la antracnosis. interesante entender, comprender que dentro de estas prácticas está enmarcado precisamente el denominado control cultural y posibilita de esta forma bienestar a la comunidad productora y al cultivo y en caso contrario de no efectuar estos controles a futuro se tendrá consecuencias negativas e invasión de plagas y enfermedades transmitidas y más aún en el contexto actual donde la facilidad de medios de comunicación y transporte permiten que virus y bacterias recorran grandes distancias para contaminar cultivos.

3.2 Control Cultural

Para el caso de la antracnosis en frijol, las prácticas culturales o control cultural con un manejo adecuado contribuyen en forma significativa a disminuir la incidencia y magnitud del fitopatógeno. (CIAT 1980).

*Figura 7: Rotación de cultivos para el control *Collectotrichum Lindemuthianum**



Fuente: J. García.

Rotación de cultivos

La rotación de cultivos no hospedantes del fitopatógeno, debido a que este puede sobrevivir hasta por dos años en residuos de cosecha infectados, en una medida que puede reducir el nivel del inóculo presente en el campo y evitar que pueda afectar nuevas siembras de frijol. (CIAT, 1981).

Dentro de las recomendaciones generales para el control de la antracnosis antes de establecer cultivo se señala.

Historial del terreno

Es importante conocer la historia del sitio donde se va a sembrar, con el fin saber que cultivos sean implementado y que residuos de fitopatógenos podemos encontrar, debido a que el hongo *Collectotrichum Lindemuthianum* puede permanecer en el suelo, esperando reactivarse con las siembras. Fundamental desde todo punto de vista del productor que verifique con claridad la trayectoria del área o terreno donde se va implementar el cultivo de frijol porque de esta manera se cerciora directamente de la existencia de posibles hongos, que puedan estar presentes en el terreno (TAMAYO, PABLO JULIAN.1995).

Semillas Certificadas

Usar semilla certificada de variedades mejoradas genética mente por entidades reconocidas, ya que éstas presentan una mejor resistencia contra fitopatógenos cuando se siembra en las diferentes regiones del país. El uso de semilla de un ciclo de cultivo a otro, es válido siempre y cuando ésta se haya producido en condiciones adecuadas de manejo agronómico y sanidad, esta debe tener un grado de humedad igual o menor a un 13%. Para almacenamiento debe estar en un lugar fresco y seco con temperatura

de 10c esperando ser comercializado o implementada en un cultivo. Procura su uso hasta un máximo de cuatro ciclos de siembra. El tratamiento químico a la semilla no ha sido una práctica tradicional o usual por parte de los productores, sin embargo, técnicamente recomendamos tratarla semilla con un insecticida, para protegerla de daños de plagas del suelo y protección de las plántulas. (Luis Germán Peláez, Manuel José Ríos 2001)

Se tiene que saber cómo se puede presentar el fitopatógeno, en qué condiciones es su desarrollo y cómo podemos darle un manejo fitosanitario ya que una vez que ésta se establezca es muy difícil controlarlo. Por lo tanto es necesario conocer el agente causal, la epidemiología de la enfermedad, identificar sus síntomas, entre otros aspectos, para que este propósito sea cumplido. Por otra parte se hace necesario encontrar nuevas fuentes de resistencia que contribuyan a ser más efectivos los actuales programas de mejoramiento genético. Prefiera las variedades resistentes y mejoradas como Corpoica 106(carga manto) que tienen más resistencia a la antracnosis. Las variedades tradicionales, son en ocasiones, más susceptibles a la mayoría de las enfermedades. (Luis Germán Peláez, Manuel José Ríos 2001).

- Evite siembras escalonadas, ya que el fitopatógeno puede tener un ciclo de vida de dos años en el terreno, esperando las nuevas siembras para infectar la planta. Esta práctica incrementa la diseminación y hace un difícil control de la enfermedad. (TAMAYO, 1995).
- Se puede recurrir a prácticas culturales, como la siembra en las épocas apropiadas, para que el cultivo tenga condiciones favorables de clima, ya que el fitopatógeno no tiene un buen desarrollo en temperaturas de 34 grados y así tener más resistencia la planta (Ríos, 2002).

- La adición de cal al suelo es importante ya que mejora la acidez del suelo y además actúa contra hongos. (Cifuentes Gloria María. Bogotá D.C 2006).

3.3 Durante el cultivo

- Siembre en lotes o campos bien drenados en los cuales no se presente encharcamiento. Poco después de una lluvia fuerte, inspeccione el campo para ubicar zonas fangosas o inundables y realice los drenajes necesarios.
- Siembre en la parte alta de caballón o en surco levantado, para disminuir la incidencia de pudriciones radicales.

- Según (ríos 2002). El control de arvenses es importante, siendo estos hospederos de diferentes tipos de fitopatógenos.

Se estima que en el cultivo del frijol, las arvenses, comúnmente llamadas malezas, pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97% en rendimientos, compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz y CO₂, por lo cual es importante su manejo para un control fitosanitario eficiente.

- Evite altas densidades de siembra, cuando se maneja una gran población de plantas es difícil controlar el patógeno debido a que es más factible su contagio, por rozamiento de las hojas, salpicadura de agua (CIAT, 1982)
- Revise periódicamente el cultivo para detectar los ataques tempranos de las enfermedades y poder decidir oportunamente un control fitosanitario adecuado.
- Cuando unas pocas plantas están infectadas por el inóculo retírelas del cultivo ya que están son un foco de diseminación del fitopatógeno, y proceda a su destrucción en sitios adecuados. Si esta práctica no se hace, las plantas enfermas propagarán la enfermedad. (TAMAYO, 1995)
- Disminuir la aparición de vectores como chupadores que transmiten la enfermedad.
- Desinfectar herramientas cuando tengan contacto con plantas enfermas.

- Mantener niveles de fertilidad adecuados para que la planta tenga más vigorosidad y resistencia al ataque de fitopatógenos. (Cifuentes Gloria María. Bogotá D.C 2006).

3.4 Después del cultivo

- Al finalizar la cosecha, recoja los restos vegetales sanos y enfermos, sáquelos del teneño y destrúyalos fuera del lote cultivado.
- Utilice empaques de buena calidad para que el producto se vea bien presentado.
- Almacene la cosecha en lugares frescos, secos, limpios, con buena aireación y suficiente luz” (TAMAYO, 1995).

Estos aspectos y recomendaciones sencillas, son forma positiva dentro de una cultura de prevención y control de la antracnosis. Si los pequeños, medianos productores de frijol en las diferentes regiones de la geografía colombiana se ciñen a prácticas culturales eficaces, eficientes podrán perfectamente mitigar y reducir a niveles mínimos el impacto generado por esta enfermedad en sus cosechas.

Dentro del análisis es importante mencionar que el control cultural es de fundamental importancia y capacitar a las personas, a través de campañas y organizaciones, en este sentido las asociaciones de frijoleros ingresen a estos escenarios de creación de cultura de control de múltiples enfermedades del frijol en especial la antracnosis que es una de las más comunes y agresivas.

En el aspecto negativo esta la falta de información, cartillas y la publicidad engañosa muchas veces de ubicar en posición privilegiada los químicos, para el

control fitosanitario de la antracnosis, también es interesante señalar que el control cultural resulta mucho menos costosos que el genético y el químico, por consiguiente se hace necesario su proyección permanente y aplicabilidad.

3.5 Control Genético

Existen en México variedades comerciales de frijol que han mostrado resistencia de campo a la enfermedad de la antracnosis. Para el caso de las zonas productoras en el estado de Zacatecas, se puede hacer uso del control genético por medio de las variedades: Negro Zacatecas, Bayo Río Grande, Bayo Zacatecas, Bayo Los Llanos, Bayo Durango y Canario 72; para el estado de Durango las variedades de Bayo Madero, Bayo Durango, Bayo Los Llanos y Bayo Río Grande para el estado de Chihuahua las variedades Bayo Zacatecas y Canario 101; para el estado de México las variedades Bayo Río Grande y Canario 101; para el estado de Jalisco la variedad Bayomex. Araya en el 2000 identificó tres líneas con resistencia a antracnosis: ICA Tundama, Norvell 3583 y 7569 negro” (CIAT, 2013).

Como aspecto positivo esta precisamente, las investigaciones científicas efectuadas en México con diferentes variedades diferentes a la antracnosis y en Colombia las investigaciones efectuadas por el ICA, permiten visualizar hacia futuro la reducción sustancial de la enfermedad; pero en gran sentido depende de la continuidad y de los recursos del Ministerio de Agricultura, asigne con este fin determinado y permita que pequeños y medianos productores, así como asociaciones de frijolero puedan tener acceso a centros de investigación científica para mayor conocimiento y no simplemente a videos, explicaciones o cartillas.

Desde el ámbito negativo esta la línea muy débil de las modificaciones genéticas que puedan afectar otras variedades o especies de frijol o incluso otro tipo de plantas y por consiguiente alterar el equilibrio natural de los ecosistemas y para ello se requiere de la Bioética y la Ética de los científicos y profesionales investigadores que asuman esta tarea con plena responsabilidad y equivocadamente sin observar los medios pretendan exclusivamente un fin.

En el ámbito científico los avances contemporáneos en organismo genéticamente modificados posibilitan reducir el impacto negativo de esta enfermedad en el mundo y como se observa en el proceso de esta investigación y análisis se han logrado descubrir y consolidar variedades resistentes que podrán ser utilizadas por los campesinos, pequeños y meridianos productores tanto en el área productiva de Colombia como en otras regiones del mundo en donde el sector agropecuario introduce el producto del frijol que constituye parte fundamental de la alimentación y comercialización en el nivel interno o de exportación de excedentes y en este sentido genera ingresos que se constituyen en elementos de fortalezas en el sector económico por su gran demanda en el mercado mundial.

3.6 Control Químico

La importancia en el uso de productos químicos radica en su poder para prevenir o controlar la aparición de fitopatógenos, que causan alteraciones en las plantas, en el mercado mundial se utiliza el 18% de fungicidas.

Acción de los fungicidas.

Inhiben la acción del fitopatógeno deteniendo la infección.

Se produce una reacción del patógeno a la aplicación de la sustancia química.

Los fungicidas son sustancias que poseen un ingrediente activo que inhibe el crecimiento de los hongos. (Cifuentes Gloria María. Bogotá D.C, 2006).

El control químico de la enfermedad en ocasiones llega a ser rentable utilizando productos baratos y efectivos sobre todo en el caso de frijol jotoero que es una buena opción para el agricultor por el precio que alcanza en el mercado aunque en ocasiones se desploma haciendo incosteable este tipo de control de enfermedades. Se sugiere la aplicación de productos cúpricos como el hidróxido de cobre, oxiclورو de cobre, El oxiclورو de cobre es un compuesto químico con la fórmula $Cu_2(OH)_3Cl$. Se trata de una sustancia sólida cristalina verdosa que se encuentra de forma natural en algunos yacimientos de minerales. Las aplicaciones deben realizarse en forma preventiva iniciando 15 días después de la germinación de la semilla antes de la floración y repetir semanalmente las aspersiones utilizando gota fina para mejor adsorción del producto. (ZACATEPEC, 2002).

Lo ideal sería que no se recurriera a los químicos y solo existiera un control cultural o genético, sin embargo, es importante señalar el efecto de los químicos contra el hongo que produce la antracnosis, pero sus efectos colaterales son muy elevados para el Medio Ambiente. Los químicos se presentan como la solución a todo problema e incluso las casa fabricantes los plantean como la panacea, la solución a todos los problemas plagas y enfermedades sin embargo, no siempre esto resulta positivo existen daños colaterales a la salud de quienes aplican los químicos para control fitosanitario, también a los ecosistemas y la diversidad y en este sentido el INVIMA debería mantener un mayor control específicamente a los de alto nivel de toxicidad y también el manejo adecuado de residuos para reducir a niveles mínimos la contaminación ambiental y la afectación al entorno. (ZACATEPEC, 2002).

Igualmente el control cultural, las Buenas Prácticas Agrícolas, y el manejo integrado de enfermedades son procesos sencillos que un pequeño, mediano productor pueda aplicar en su parcela o producción generando beneficios y soluciones como; mayor nivel de fertilidad de los suelos, menores índices de contaminación, aprovechamiento de la tecnología, buenas prácticas agrícolas, menores ingresos y nivel de vida a largo plazo y no más problemas y contaminación innecesaria que resultaría costosa y afecta incluso su salud y su hábitat.

Tabla 3: Ingredientes activos utilizados para el control de la antracnosis enfermedades del frijol

Ingrediente activo	Categoría Toxicológica	Dosis	Forma de acción
Benomil	III	300 – 500 gr/ha	Preventivos curativo
Carbendazin	III	30 – 40 cm/100 L	Preventivos curativo
Miclobutamil	III	40 gr/200 L	Preventivo
Propinel + Cimoxanil	III	1.5 L/ha	Preventivos curativo
Manco Bicymoxanil	III	1kg/ha	Preventivos curativo

Fuente: J. Carlos García

3.7 Apreciaciones personales

Para mejor conocimiento y control eficaz sobre una de las enfermedades más agresivas en el cultivo de frijol como la antracnosis, se realizó un estudio práctico no científico, utilizando tres métodos diferentes de control: El proyecto se desarrolló en la finca La María, Vereda Segoviana en el municipio de La Plata en una extensión de una hectárea y media a una altura de 1800 msnm, dividiéndose el lote en tres partes iguales. Se procedió a la siembra de semillas de frijol bola roja a una distancia de 25 cm entre planta y 2.0 mt entre surco, con un tiempo de duración de 4 meses, aplicando cada método bajo unos parámetros y una supervisión establecida obteniendo resultados al final del ciclo del cultivo.

La información recolectada fue sistematizada y organizada en tablas para obtener datos de respuestas de forma clara y precisa con esta información, se realizó el análisis de conformidad al objetivo planteado para la investigación, teniéndose presente que este trabajo de apoyo en la toma de decisiones favorece a los cultivadores interesados en implementar un cultivo de frijol con calidad, eficacia y eficiencia al 100%.

La aplicación de los métodos se efectuó según recomendaciones de un ingeniero agrónomo y con un intervalo de 25 días en cada aplicación y realizando revisiones periódicas e igualmente rotaciones de fungicidas en el caso del control químico, para así no crear resistencia al Fito patógeno.

CONTROL QUIMICO

FECHA: AGOSTO 30 DE 2014

MUNICIPIO: LA PLATA HUILA

VEREDA: SEGOVIANAS

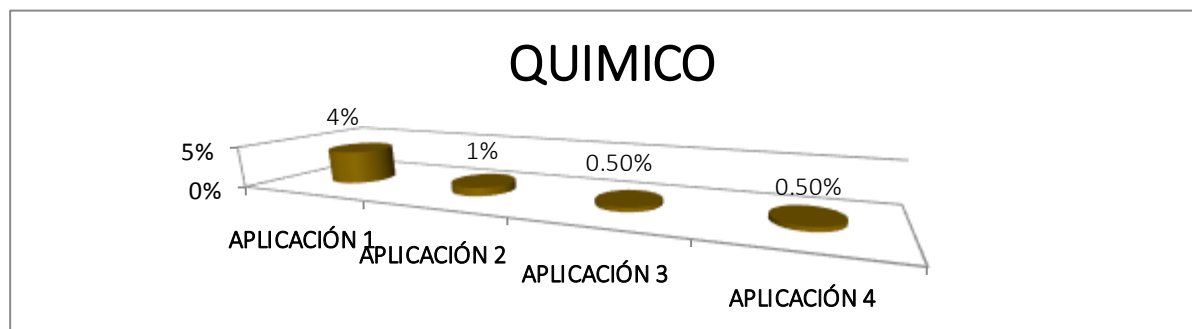
FINCA: LA MARIA

No. PLANTAS: 10.000

Tabla 4. Resultados de control químico

LOTE	VARIEDAD	TIEMPO CULTIVO	DISTANCIA DE SIEMBRA	FUNGICIDAS UTILIZADOS	DOSIS (CC/lit)	METODO DE APLICACIÓN	FITOPATOGENO A CONTROLAR	OBSERVACIONES
No.1	BOLA ROJA	4 MESES	25 cm planta 2mt de surco	SCORE	20 cm	Asperción c/25 dias	Antracnosis	
Aplicación 1a.				SCORE	20 cm	25 dias	Antracnosis	Se observan pequeños síntomas de la enfermedad en un 4%
Aplicación 2a.				SCORE	20 cm	50 dias	Antracnosis	Se observa una mejora en el control y síntomas del 1%
Aplicación 3a.				CARBENDASIN	15 cm	75 dias	Antracnosis	Para un mejor control se optó por hacer rotación del fungicida para no tener resistencia del hongo
Aplicación 4a.				CARBENDASIN	15 cm	100 dias	Antracnosis	Debido a la rotación del fungicida se encontraron buenos resultados con presencia del hongo en un 0,5%

Figura 8. Resultados de la aplicación con fungicidas



Fuente. J García

Para saber el porcentaje de cuántas plantas enfermas tenemos después de cada aplicación del fungicida, se realiza un conteo en el lote de las enfermas y se aplica una regla de 03 de tres para cada uno de los casos.

$$\begin{array}{r}
 10.000 \quad 100\% \\
 400 \quad \quad x
 \end{array}
 =
 \frac{10000 \times 4\%}{10.000}
 = 400 \text{ plantas enfermas}$$

Número de plantas enfermas después de cada aplicación del fungicida.

1. Aplicación 400
2. Aplicación 100
3. Aplicación 50
4. Aplicación 50

Observamos

Que en el control químico aplicado correctamente con las dosis adecuadas y realizando una rotación del fungicida, se obtienen unos resultados positivos como lo demuestra la gráfica, en el control de la enfermedad producida por el hongo *Colletotrichum Lindemuthianum*.

CONTROL ORGÁNICO

FECHA: AGOSTO 30 DE 2014

MUNICIPIO: LA PLATA HUILA

VEREDA: SEGOVIANAS

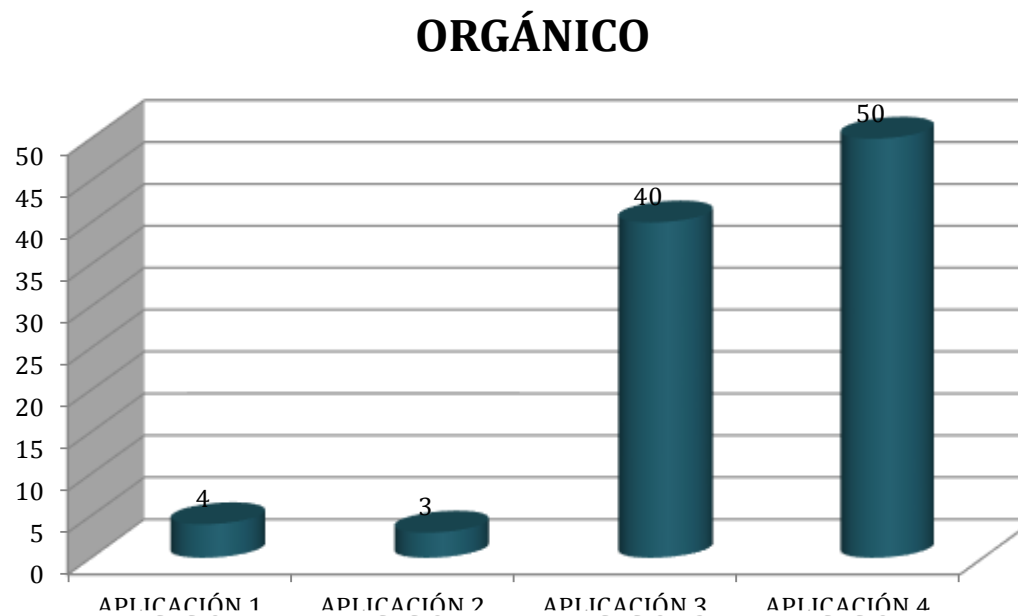
FINCA: LA MARIA

No. PLANTAS: 10.000

Tabla 5. Resultados de Control orgánico

LOTE	VARIEDAD	TIEMPO	DISTANCIA	SUSTANCIA	DOSIS	METODO	FITOPATOGENO	OBSERVACIONES
		CULTIVO	DE SIEMBRA	UTILIZADA	LT	APLICACIÓN	A CONTROLAR	
No.2	BOLA ROJA	4 MESES	25 cm planta 2mt de surco	CALDO BORDOLEX	1.1 / 1LT agua	Asperción c/20 días	Antracnosis	
Aplicación 1a.					1.1 / 1LT agua	20 días	Antracnosis	Se observan pequeños síntomas de la enfermedad en un 4%
Aplicación 2a.					1.1 / 1LT agua	40 días	Antracnosis	Hay una leve mejoría de la enfermedad en un 1%
Aplicación 3a.					1.1 / 1LT agua	60 días	Antracnosis	La enfermedad se encuentra en un 40%
Aplicación 4a.					1.1 / 1LT agua	80 días	Antracnosis	Sigue la presencia del fitopatógeno en aumento en un 50%

Fiura9. Resultados de la aplicación orgánica



Fuente.J Garcia

No. Plantas enfermas después de cada aplicación.

- 1. Aplicación 400 2.Aplicacion 300 3.Aplicacion 4000 4.Aplicacion 5000**

Encontramos que cuando se aplica el producto orgánico hay una leve mejoría, pero como este actúa como un fungicida de contacto, la enfermedad sigue nuevamente en aumento, no teniendo un efecto sobre el fitopatógeno y arrojando regulares resultados en el control de la enfermedad.

TESTIGO

FECHA: AGOSTO 30 DE 2014

VEREDA: SEGOVIANAS

MUNICIPIO: LA PLATA HUILA

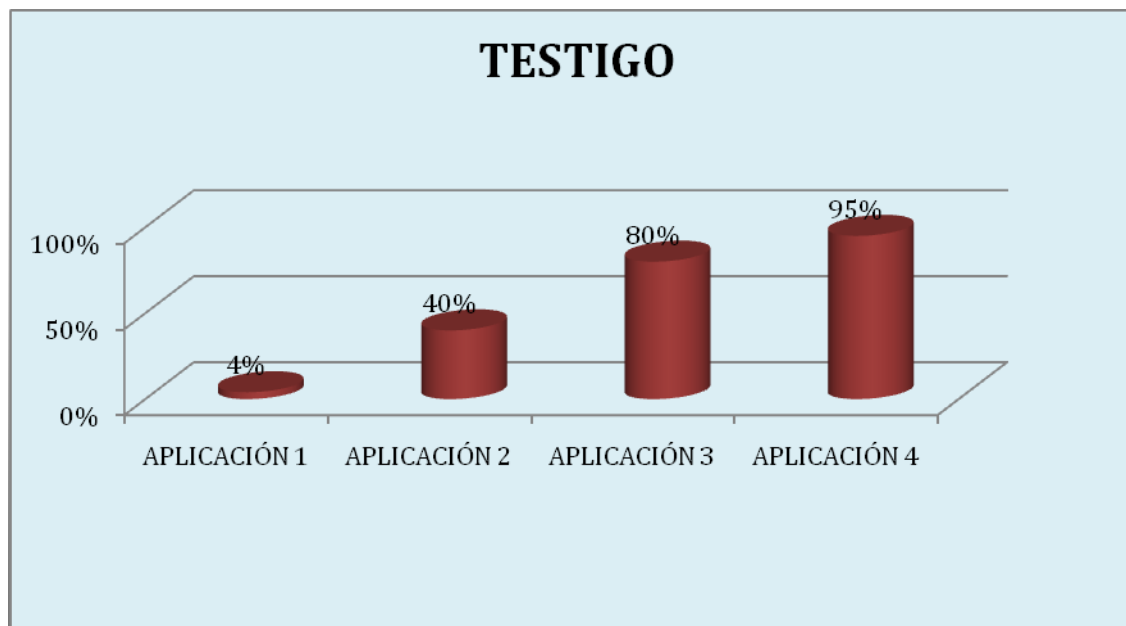
FINCA: LA MARIA

No. PLANTAS: 9.000

Tabla 6. Resultados del testigo

LOTE	VARIEDAD	TIEMPO CULTIVO	DISTANCIA DE SIEMBRA	FITOPATOGENO A CONTROLAR	OBSERVACIONES
No.2	BOLA ROJA	4 MESES	30 cm planta 2mt de surco	Antracnosis	
Revisión 1a.		20 dias		Antracnosis	Se observan pequeños síntomas de la enfermedad en un 4%
Revisión 2a.		40 dias		Antracnosis	El fitopatógeno aumenta sus síntomas del 40%
Revisión 3a.		60 dias		Antracnosis	El fitopatógeno aumenta sus síntomas a un 80%
Revisión 4a.		80 dias		Antracnosis 38	Se puede evidenciar que hay una pérdida del cultivo del 95%

Figura.10 Resultados del testigo



Fuente. García.

Número de plantas después de cada aplicación

1. Aplicación 360
2. Aplicación 3600
3. Aplicación 7200
4. Aplicación 8550

Como podemos observar en la gráfica el aumento del Fito patógeno va avanzando a medida que se va desarrollando la planta, esto debido a que no hay ningún control de enfermedad, siendo esta tan agresiva y que se desarrolla tan rápido dentro del cultivo, causando pérdidas significativas al productor.

3.8 ANALISIS DE LA ACTIVIDAD PRÁCTICA

Como se observa en la actividad práctica de los métodos anteriores, nos demuestra que el mejor método de control es el químico según las observaciones se controla con más eficiencia y eficacia el hongo, generando mejores resultados y menores pérdidas en el cultivo.

El control orgánico representa afectaciones y mantenimiento permanente de problemas que reducen notablemente el cultivo que aumenta la enfermedad hasta en un 50%. El control natural evidencia pérdidas del cultivo hasta un 95%. Claramente se comprueba que es a través del control químico los pequeños y medianos productores pueden controlar mejor el hongo en sus cultivos.

Es importante mantener las dosis indicadas de control y la aplicación permanente como se observa en las diferentes tablas para controlar el Fito patógeno.

Algo muy importante es que el desarrollo del hongo está relacionado con las condiciones que lo favorezcan, como son los factores climáticos de humedad lluvia viento temperatura.

Desde luego, existen críticos que prefieren los métodos naturales u orgánicos pero la acción práctica y la demostración de manera objetiva efectuado en la Vereda Segoviana, finca La María en el Municipio de La Plata, en tres lotes iguales de media hectárea, con un número de 10.000 plantas aproximadamente, están demostrando que el mejor control es el químico. Ya que se evidencia en el cultivo buenos resultados en el control del Fito patógeno.

Las gráficas 9, 10 y 11, en su orden, Control químico, orgánico y un testigo, evidencian un 98% de efectividad en el primero, un 50% en el segundo y un 5% en el tercero, en lotes revisados, comprobándose y determinándose como campo así lo ha demostrado.

CONCLUSIONES

La antracnosis es una de las enfermedades de orden mundial más agresivas ya que puede afectar hasta un 100% la producción y es difícil de controlar en el cultivo de frijol, sino se tiene un conocimiento adecuado del control de la enfermedad, es viable su control a través de la implementación de las BPA, para ello se hace necesario capacitación y concientización de los pequeños y medianos productores para que asuman su tarea responsablemente y seleccionen las semillas, el terreno y los procesos adecuados para evitar el esparcimiento de esta enfermedad que causa múltiples problemas y pérdidas pero posible de controlar a través de los métodos culturales, químicos, orgánicos, y genéticos.

Según la investigación realizada del control de la antracnosis es posible lograrlo teniendo mayor conocimiento del fitopatógeno, los controles se pueden realizar, y qué responsabilidad vamos a tener a la hora de implementar un cultivo, así tendremos eficiencia en la medida en que se sigan cada uno de los pasos y se seleccione el más adecuado, desde luego si se desea reducir el impacto se hace necesario considerar las recomendaciones culturales propias de las buenas prácticas agrícolas que contribuyen de forma significativa a reducir el crecimiento del fitopatógeno y su incidencia, procurando reducir el uso del control químico en los cultivos y de esta forma no afectar el medio ambiente, fauna, flora y biodiversidad, por los efectos colaterales que puedan producir estas sustancias.

La implementación de control cultural como método preventivo es adecuada para reducir la incidencia y la severidad de la antracnosis, lo cual favorece ambiental y económicamente la producción del frijol.

Los productores deben tener conocimiento de las semillas certificadas por entidades que realizan investigaciones resistentes al fitopatógeno como lo es el frijol Corpoica 106(carga manto) y así tener buenos resultados.

RECOMENDACIONES

Los productores de frijol deben ser conscientes en la implementación de un control integrado para evitar la infestación del fitopatógeno ya que es muy agresivo y se desarrolla tan rápido que si se le dan las condiciones de propagación, se puede perder hasta el 100% de la producción y va hacer difícil de controlar el fitopatógeno.

Se deben realizar controles culturales con sus respectivas normas para reducir la influencia del patógeno, por ejemplo hacer rotaciones del cultivo con otros cultivos no hospederos de la enfermedad, utilizando en lo mínimo los Agroquímicos, que dejan residuos perjudiciales y alteran el ecosistema, lo que permite el desarrollo de resistencia del hongo y aumento de problemas fitosanitarios en el cultivo y el terreno.

Se recomienda el uso de las BPA, un control cultural, para tener mejores resultados cuando se implementa un cultivo.

Los productores de frijol deben requerir una asistencia técnica permanente, adecuada por entidades que brinden un personal calificado con conocimientos claros de la producción y problemas fitosanitarios del cultivo.

Se deben realizar demostraciones prácticas como la efectuada en el presente estudio para tener mejores conocimientos del cultivo de frijol, y realizar investigación participativa entre las entidades gubernamentales y los productores quienes son los directamente afectados.

BIBLIOGRAFÍA

Adames, M. Germinación del frijol. BuenasTareas.com. Recuperado 03, 2012, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Germinacion-Del-Frijol/3721487.html>

Arias, R.J.H., Rengifo, M. T., Jaramillo C.M., (2007) Manual técnico de BPA, Producción de frijol voluble, Corpoica, Medellín, 2007 recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1359s/>

Cepeda Jorge, manual de buenas prácticas agrícolas México 2002
Recuperado de <http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/ManualBuenasPracticasFrutasHortalizasFrescas.pdf>

CIAT. Mejoramiento mundial de frijol. 2014 recuperado de <http://ciat.cgiar.org/es/investigacion-en-frijol>

CIAT (1981) La antracnosis del frijol y su control. p.27 recuperado de http://books.google.com.co/books?id=bYQfKDwA47wC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Cifuentes G. M. (2006). Módulo de fitopatología, Universidad Nacional Abierta Y A distancia _UNAD. Bogotá D.C. Recuperado de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30165/Contenido_Curso_de_Fitopatologia.pdf

Cuenta Reto del Milenio-Nicaragua (CRM-N), Lineamientos y Procedimientos para el Manejo de Plagas y Enfermedades en Agricultura, 2007. Recuperado de http://www.cuentadelmilenio.org.ni/cedoc/10dias/02negrural/15%20Plan%20de%20Manejo%20Plagas%20y%20Enfermedades/05%20Uso%20y%20Manejo%20Plaguicidas_Espanol.pdf

Escoto, N.D. (2011). El cultivo de frijol. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. (Edición 3). Tegucigalpa, Honduras http://iica.int.ni/pdf_redsicta/guiaCultivoFrijol_Honduras.pdf

Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas. El Cultivo Del Frijol: Historia e Importancia. (Mayo y junio 2010) Recuperado de http://www.fenalce.org/arch_public/frijol93.pdf>

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental ZACATEPEC (2002). Recuperado de <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/2907/FrijolGuia.pdf?sequence=1>

Vanegas Ferrin. J.P., Adaptación de técnicas y métodos para la caracterización patogénica de *Colletotrichum lindemuthianum* y *Phaeoisariopsis griseola* en frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) (Tesis profesional) Escuela Agrícola Panamericana. Francisco Morazan, Honduras. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11036/2241#sthash.RQxHmkmB.dpuf>

Garzón, L.N. Blair, M.W. Ligarreto, G.A. (2007). Uso de selección asistida con marcadores para resistencia a antracnosis en frijol común. Agronomía Colombiana. (25-2). Recuperado <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v25n2/v25n2a02.pdf>

Gallego, C. G. Ligarreto, M. G. A. Garzón, G.L.N. Oliveros. O. A. Rincón, R. L. (2010). Rendimiento y reacción a *Collectotrichum Lindemuthianum* en cultivares de frijol voluble (*Phaseolus Vulgaris*). Revista Facultad Nacional De Agronomía. Medellín. Vol, 63. Recuperado <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/rt/printerFriendly/25038/3702>

0

León S.I. La antracnosis y la mancha angular del frijol común (*Phaseolus Vulgarisl.*) Instituto de investigaciones Hortícolas. La Habana. Cuba. Recuperado de http://www.utm.mx/edi_anteriores/Temas39/2NOTAS%2039-3.pdf

Mena, C.J. Velásquez V.R. (2010) Manejo Integrado de Plagas y enfermedades del frijol en Zacatecas. (Folleto técnico No.24) México: Inifap Recuperado

<http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/PlagasFrijol.pdf>

Peláez V., Luis German.; Ríos B., Manuel José Frijol Corpoica 106; nueva variedad de frijol voluble resistente a la antracnosis para zonas de clima frío moderado. Colombia. CORPOICA. 2001. desp. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IisScript=FAUSAC.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=005825>

Reyes, R.E. (Septiembre-Diciembre 2008). Historia, Naturaleza y cualidades alimentarias del frijol History, nature and bean's, nutritious quality. Revista Investigación Científica, Vol.4, No.3, Nueva Epoca. Recuperado.

<http://www.readbag.com/estudiosdeldesarrollo-administracion-docentes-documentos-personales-15599investigacioncientificavol4no3-1>

Sacc. & Magn. Scribner. (1996). *Colletotrichum Lindemuthianum*. Antracnosis de la judía. P.198. Recuperado

[file:///C:/Users/JUAN%20CARLOS/Downloads/Colletotrichum%20lindemuthianum%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/JUAN%20CARLOS/Downloads/Colletotrichum%20lindemuthianum%20(5).pdf)

Santana, G.E., Mahuko, G. (2002). Diversidad de razas de (*Colletotrichum Lindemuthianum*) en Antioquia y evaluación de Germoplasma de frijol crema rojo por resistencia a antracnosis. Agronomía Mesoamericana 13(2): 95-103. 2002. Recuperado de http://www.mag.go.cr/rev_meso/v13n02_095.pdf

Secretaría de Economía de México. (2012). Dirección general de industrias básicas. Análisis de la cadena de valor del frijol. Recuperado de http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/analisis_cadena_valor_frijol.pdf

Tamayo, P.J. Londoño, M.E. (2001). Manejo Integrado de Enfermedades y Plagas del Frijol: Manual de Campo para su reconocimiento y control. (Boletín técnico 10). Rionegro, Antioquia, Colombia: Corpoica. Recuperado de http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/Manejo%20integrado%20de%20plagas%20y%20enfermedades%20en%20frijol.pdf

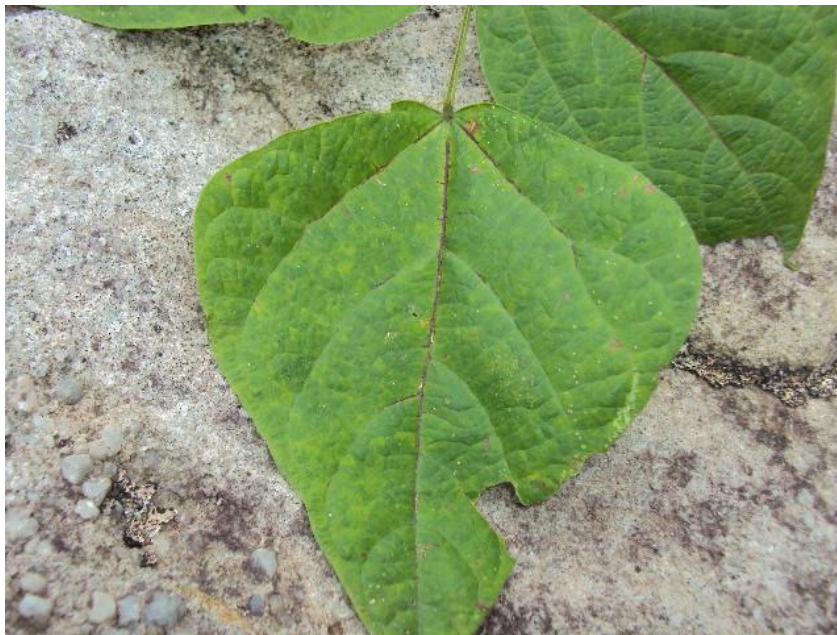
Ulloa, J.A Ulloa, R.P Ramirez, C.J & Ulloa, B.S (2011). El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de foto químicos Revista Fuente Año 3 No. 8 Julio - Septiembre 2011 recuperado <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/1.pdf>

Wilford, D.G, Proyecto demostrativo de la cadena productiva del cultivo de frijol en la cuenca de río coco. Buenas Prácticas Agrícolas y mejores prácticas de manejo de plaguicida en el cultivo de frijol, Nicaragua, 2009. Recuperado <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/nicaragua-1/publicaciones-bicu-cium/Folleto%20BPA%20Frijol.pdf>

ANEXOS



Antracnosis en las nervaduras del envés
Fuente: J. Carlos García.



Presencia de antracnosis en el Haz de las hojas
Fuente: J. Carlos García.



Evolución de la antracnosis en las vainas
Fuente: J. Carlos García.



Evolución de la antracnosis en las vainas



Fuente: J. Carlos García.

Prácticas culturales de limpieza para reducir el impacto de la antracnosis

Fuente: J. Carlos García.



Recolección de residuos de cosecha para reducir problemas Fito patógenos de la antracnosis

Fuente: J.Carlos García



Fuente: J.Garcia.