



Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos

Título: Efecto del fungicida Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.

Autor: Harley Blas Torres Quintana

Tutor: MSc. Carmen Verónica Martín Vasallo

“Año del 54 Aniversario del Triunfo de la Revolución”

Cienfuegos, 2012

Resumen

El presente trabajo recoge los resultados sobre la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.), el efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida en la productividad de varios agroecosistemas en la provincia de Cienfuegos, específicamente en los municipios y unidades de producción siguientes: Abreus (Unidad Empresarial de Base Granja 7 y Cooperativa de Producción Agropecuaria 28 de Enero), Cienfuegos (Cooperativa de Créditos y Servicios Manuel Ascunce), Cumanayagua (Cooperativa de Créditos y Servicios Ricardo Díaz y Unidad Empresarial de Base Santa Martina) y Rodas (Unidad Empresarial de Base La Vega), con las variedades BAT-93, Delicias 364, CULL 156N y CC 25-9N, enmarcados en el período comprendido desde noviembre del 2011 hasta abril del 2012, utilizando diferentes tipos de suelo. Las superficies oscilaron entre (1.0 y 4.0 ha). Los patógenos analizados fueron *Phakopsora* sp. y *Cercospora canenses* Ell. et Martin, puntualizando en cada caso el control que ejerció el producto a extender (pyraclostrobin + epoxiconazole) con los estándares previstos en la estrategia fitosanitaria del cultivo, además de analizar los componentes de rendimientos: número de plantas / m², número de vainas por plantas, número de granos por vaina y peso de 1000 granos. Se evaluó el ciclo del cultivo en días después de la germinación y los rendimientos totales alcanzados, comprobándose la superioridad del producto Opera 18.3 SE sobre los estándares empleados en los diferentes agroecosistemas, y el control efectivo sobre los hongos (*Phakopsora* sp. y *C. canenses*), causantes de las enfermedades fungosas más agresivas al cultivo, favoreciendo así de este modo el incremento de los rendimientos y el ciclo vegetativo.

Palabras Claves: *Cercospora canenses*, fungicida, frijol, Opera 18.3 SE, *Phakopsora* sp

	Índice general	pág.
	Resumen	
1	Introducción.....	1
2	Revisión bibliográfica.....	4
2.1	El cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> Lin.).....	4
2.1.1	Posición taxonómica del frijol común.....	6
2.1.2	Factores que limitan la producción.....	6
2.1.3	Principales plagas.....	7
2.1.3.1	Agentes fitopatológicos de importancia.....	8
2.1.3.2	Agentes insectiles de importancia.....	14
2.1.3.3	Medidas de control para <i>Uromyces appendiculatus</i> (Pers.) Lév (roya del frijol).....	19
3	Materiales y métodos.....	23
3.1	Evaluación de la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.....	23
3.1.2	Determinación del porcentaje de incidencia de <i>Phakopsora</i> sp y <i>Cercospora canenses</i> Ellet G. Martin en los distintos agroecosistemas..	23
3.1.3	Incidencia de enfermedades fungosas del frijol antes del inicio de los tratamientos con Opera 18,3 SE.....	25
3.1.4	Incidencia de enfermedades fungosas del frijol en la última evaluación.....	26
3.2	Valoración del efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida en la productividad de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> Lin.).....	26
4.	Resultados y discusión.....	28
4.1	Evaluación de la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.....	28

4.1.2	Determinación del porcentaje de incidencia de <i>Phakopsora</i> sp y <i>Cercospora canenses</i> Ell. et Martin en los distintos agroecosistemas...	28
4.1.3	Incidencia de enfermedades fungosas del frijol antes del inicio de los tratamientos con Opera 18,3 SE.	35
4.1.4	Incidencia de enfermedades fungosas del frijol en la última evaluación..	36
4.2	Valoración del efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida en la productividad de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> Lin.).....	37
5	Conclusiones	41
6	Recomendaciones	42
7	Referencias bibliográficas	43

1. INTRODUCCIÓN.

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* Lin.), constituye dentro de las leguminosas alimenticias, la especie más importante para el consumo humano. Es un producto de alta demanda en nuestra sociedad, por su hábito de consumo y necesidades nutritivas, ya que constituye la principal fuente proteica de origen vegetal al alcance de la mayoría de la población (Murguido, 2000). Esta especie se consume tanto por sus vainas, como por sus granos secos y existen, además, distintas preferencias por parte del consumidor en cuanto a tamaño, color, forma y brillo de la semilla (Singh, 1999). Además de su importancia para la alimentación humana, tiene interés agrícola ya que posee acción fertilizante, debido a la simbiosis con la bacteria del género *Rhizobium* (Moreno, 1983; Bliss, 1993; Amurrio, 1999).

En Cuba el frijol se cultiva a lo largo y ancho del país, alcanza un área de 52 179 ha aproximadamente sin incluir el área de autoabastecimiento, donde se produce el frijol de los ministerios, empresas y unidades que no están vinculados directamente al sistema del Ministerio de la Agricultura. La producción nacional alcanza solo el 3% de las necesidades del consumo, según estadísticas de venta al estado, por lo que es necesario importar alrededor de 110 000 t por año (Faure, 2003). Esto está dado por la presencia de diferentes factores que limitan esta producción, dentro de los cuales tienen gran importancia los factores bióticos, entre los que se destacan el virus de mosaico dorado del frijol (VMDF), la bacteriosis común (Bc) y enfermedades fungosas (Araya, 1995). La producción estatal solamente cubre el 5% de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 t anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares (ONE, 2007).

Es esencial entender la biología básica de la planta, ya que el impacto de los daños de las plagas sobre la calidad y el rendimiento dependen de una compleja interacción entre la plaga, el cultivo, los factores del desarrollo y los métodos culturales. El no conocimiento de estas interacciones; superpone síntomas de estrés o se confunden estos por los causados por las plagas (Rude, 1985).

El hongo *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Lév. causante de la roya del frijol, posee un ciclo biológico complejo, con la formación de diferentes tipos de esporas con diferentes estructuras en los tejidos de los hospedantes. En Cuba su transmisión y difusión ocurre fundamentalmente a través de ciclos repetidos de infecciones por esporas. Estas son

llevadas por el aire. La humedad relativa superior al 70 % favorece su germinación con una temperatura óptima entre 18 a 22 grados (Andreu y Gómez 2007). El desarrollo de la enfermedad depende más de la frecuencia y duración del humedecimiento de la vegetación que de las temperaturas, aunque temperaturas superiores a 25°C limita el desarrollo del hongo (Martínez *et al.*, 2007).

Según Murguido, (2000) la utilización de productos químicos en el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol es una práctica común para la cual se utilizan varios fungicidas tales como clorathalonil, oxicarboxin, triadimefon entre otros.

La aplicación de fungicidas es el método más utilizado para controlar la roya. Una detección temprana, complementada con la aplicación oportuna de fungicidas, es la mejor alternativa para su control. El momento de la aplicación de los fungicidas dependerá de que se presenten las condiciones climáticas favorables para la enfermedad, la presencia y severidad de la misma y la edad de las plantas. Por otra parte, la eficiencia de control dependerá del momento de la aplicación, la sistematicidad, eficiencia del fungicida y las condiciones climatológicas al momento de la aplicación. (Terán *et al.*, 2005).

En los últimos años se ha desarrollado un grupo de fungicidas muy novedosos, pertenecientes a una familia análoga a la molécula natural estrobilurin, que es un metabolito del hongo *Strobilorus tanacellus*. Según (Gasztonit y Lyr, 1995; Graciet, 1996) estos tienen un amplio espectro de acción con efectividad contra hongos oomycetos, basidiomycetos, deuteromycetos y ascomycetos, que pueden actuar de forma sistémica o de contacto.

Problema científico

¿Cuál será el efecto de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazol) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos?

Hipótesis

Si se determina la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazol) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos, se podrá disponer de una herramienta en la estrategia fitosanitaria del cultivo.

Objetivo general

Determinar la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazol) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.

Objetivos específicos

1. Evaluar la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazol) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.
2. Efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazol) en la productividad en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.)

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1 El cultivo de frijol *Phaseolus vulgaris* Lin.

Dentro de las leguminosas comestibles el fríjol común (*Phaseolus vulgaris* Lin.) es una de las más importantes debido a su amplia distribución en los cinco continentes y por su componente nutricional indispensable en la dieta alimenticia, principalmente en Centroamérica y Suramérica. México es considerado como el centro de origen y los hallazgos arqueológicos estiman que era conocido cinco mil años antes de la era cristiana (Cecilia, 2002).

Hasta finales del siglo XIX se consideró que el fríjol común tenía su centro de origen en Asia pero posteriormente, según datos arqueológicos, botánicos, históricos y lingüísticos, (Gepts y Debouck, 1991) concluyeron que el frijol común se originó en el área comprendida entre el norte de México y el noreste de Argentina. Se encuentra ampliamente distribuido y es cultivado en todos los continentes excepto en la Antártica. (Voyses, 1983; Singh, 1999).

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* Lin.) de origen americano, económicamente es el cultivo más importante en el mundo y ocupa más del 80% de la superficie sembrada con este género (Singh y Voyses, 1997). Esta leguminosa es muy rica en proteínas, fibras naturales y otros elementos, y es un buen complemento de los cereales y otras fuentes principales de carbohidratos.

La producción y consumo de frijol en el mundo es mayor que todas las otras leguminosas de grano, excepto soya y maní. En el 2005 la producción mundial fue de 19 191 304 t. En América Latina y el Caribe fue de 5 771 516 t, donde se destacan Brasil con 3 076 016 t, México con 1 400 160 t. Estados Unidos alcanzó 1 184 280 t (FAO, 2006).

En Cuba el frijol constituye uno de los componentes de la dieta básica de la población, se cultiva en casi todas las regiones y sistemas de producción (Murguido, 2000), sin incluir el área de autoabastecimiento, donde se produce el frijol de los ministerios, empresas y unidades que no están vinculados directamente al sistema del Ministerio de la Agricultura. La producción nacional alcanza solo el 3% de las necesidades del consumo, según estadísticas de ventas al estado, por lo que es necesario importar alrededor de

110 000 t por año (Faure, 2003). Esto está dado por la presencia de diferentes factores que limitan esta producción, dentro de los cuales tienen gran importancia los factores bióticos.

En Cuba se cultivan aproximadamente 52 000 ha de frijol, sin incluir las áreas dedicadas al autoabastecimiento. La producción estatal solamente cubre el 5% de la demanda, lo que exige la importación de 120 000 t anuales de este grano, equivalente a 40 millones de dólares (ONE, 2006).

En 1993 su importación fue de 116, 600 t y su producción por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) fue de 12 000 t, (Aguilera *et al.*, 1994); esta cifra significa sólo el 2% del total consumido en el país no obstante, debe destacarse que aunque la producción y el consumo son superiores a las cifras anteriores, aún se encuentran por debajo de los requerimientos reales de la población.

En las provincias orientales ha sido tradicionalmente su cultivo, y dentro de ellas, la provincia Holguín, especialmente la zona de Velasco, considerada por mucho tiempo el granero de Cuba (Martín *et al.*, 2003).

Los rendimientos mundiales se comportan en 1.4 tn/ha^{-1} , logrando buenos rendimientos Puerto Rico, Alemania, Libia y Grecia, siendo los mayores productores Brasil y EE.UU (Fernández, 2009), mientras que en Cuba solo se alcanza menos de 1 tn/ha^{-1} como promedio, y se invierten anualmente más de 32 800 000 dólares en la compra de alrededor de 140 000 t/m de granos. Sin embargo, la producción total nacional no satisface las demandas de la población, por lo que aún en los momentos actuales existe la necesidad de importar miles de toneladas anuales (Chailloux *et al.*, 2005).

En tanto, la isla compra unas 60.000 toneladas de la leguminosa al año, según (Granma, 2009) "La siembra y acopio del frijol, considerado uno de los platos favoritos en la mesa del cubano, eran cada vez menores y no quedó otra alternativa que acudir al mercado internacional". Dada la situación de hoy y lo estratégico de eliminar tal dependencia, el Ministerio de la Agricultura incluyó el frijol en su abarcador programa de sustitución de importaciones", informó el periódico, que llamó a los productores a no dejar de intercalar esta producción entre otros cultivos y sostener sus dos cosechas anuales. Sin embargo, reconoció que para que los campesinos se animen se debería "estimular con precios más

atractivos a los productores de base". Hasta ahora las provincias de La Habana, Pinar del Río, Ciego de Avila, Santi Spíritus y Cienfuegos son las que lideran este programa.

Cuba desarrolla con celeridad un programa para incrementar la siembra de frijoles, en busca de reducir las importaciones del grano que anualmente rondan las 60 mil toneladas. El programa prevé la venta a los agricultores de un paquete tecnológico que cuesta a Cuba 16 millones de dólares, y lo componen plaguicidas y fertilizantes. (FAO, 2011).

2.1.1 Posición taxonómica del frijol común

El fríjol común pertenece al género *Phaseolus* y recibe el nombre científico de *Phaseolus vulgaris* Lin. (Linneo, 1753; Ríos, 2005). Según Cronquist (1988), su ubicación taxonómica es:

- División: Magnoliophyta
- Subclase: Rosidae
- Orden: Fabales
- Familia: Fabaceae
- Genero: *Phaseolus*
- Especie: *Phaseolus vulgaris* Lin.

2.1.2 Factores que limitan la producción

Singh *et al.*, (1983) plantean que las causas de los bajos rendimientos en el frijol están dadas por:

- La susceptibilidad a numerosas plagas y enfermedades.
- Su alta sensibilidad a factores climáticos y edáficos.
- Siembras continuadas de variedades decadentes.
- Inadecuado aprovechamiento de la variabilidad genética disponible en la especie.

La producción de frijol es afectada por diferentes factores, tanto bióticos como abióticos, que reducen el área sembrada y los rendimientos esperados. Entre los factores bióticos, las enfermedades pueden causar enormes pérdidas en el rendimiento dependiendo de

las características de la población prevaeciente del patógeno, la variedad de frijol, las condiciones ambientales de la zona, y el sistema del cultivo practicado (Beebe y Pastor-Corrales, 1991; Singh, 1999).

Los eventos abióticos pueden tener profundas repercusiones económicas y sociales. Por ejemplo, en 1998 el área sembrada de frijol en América Central fue severamente reducida por el efecto del huracán Mitch y las necesidades de semilla y grano comercial se hicieron sentir en toda la región (Bonilla, 2000).

2.1.3. Principales plagas

La Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) alertó que cada año se pierde entre el 20 % y el 40 % de la producción agrícola mundial por el azote de plagas y enfermedades de las plantas, por lo que urge aumentar las medidas para frenar su propagación (Prensa Latina, 2012).

El frijol es susceptible al ataque de un gran número de organismos nocivos, pero este número está reducido si consideramos que no todos causan daños al cultivo. Por esta razón el Manejo Integrado de Plagas (MIP) está dirigido a las plagas clave de un cultivo, las cuales aparecen con regularidad, por lo general, en cada temporada, y si no se les controla causan pérdidas de importancia. Los enemigos naturales, el clima y otros factores de control natural rara vez los mantienen por debajo de los niveles de daño (Hansen, 1990). Sin embargo, se debe prestar atención también a las plagas secundarias, potenciales y migratorias por la influencia que ejercen muchos factores en el cambio de su comportamiento en el agroecosistema.

Así mismo, dados los cambios climáticos que se avecinan, hay que mantener una carrera en paralelo entre los cultivos con las plagas de insectos y microorganismos patógenos, cuya adaptación evolutiva también tendrá un cambio de inflexión en consecuencia con estos cambios del medio ambiente, dando origen a plagas y patógenos emergentes no descritos con anterioridad. (Aragao *et al.*, 2002).

En la región de América la baja productividad del frijol se debe a diversos factores, entre los que se encuentran la falta de asistencia técnica, el bajo uso de insumos dedicados a la atención del cultivo y los problemas fitosanitarios; entre estos últimos los que más se

destacan son las enfermedades virales del tipo del mosaico dorado, transmitidas por moscas blancas *Bemisia tabaci* Gennadius (Morales, 2000).

Las plagas claves en el frijol son la mosca blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows y Perring); *B. tabaci* que transmite el geminivirus mosaico dorado, el salta hojas (*Empoasca kraemeri* Ross y Moore) produce daños en el follaje, los crisomélidos (*Diabrotica balteata* Leconte y *Andrector ruficornis* (Oliv.) ambas provocan perforaciones en las hojas, transmiten los virus del moteado amarillo y del mosaico del caupí, gorgojos de los granos almacenados (*Acanthoscelides obtectus* Say y *Zabrotes subfasciatus* Boh); para algunas regiones del país (*Thrips palmi* Karny) también resulta una plaga de interés. Entre las enfermedades fungosas y bacterianas se encuentra la roya del frijol *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Lév, antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc & Magn, Briosi & Cav.), los hongos del suelo que aparecen en la raíz y en el tallo conocidos como: tizón sureño (*Sclerotium rolfsii* Sacc), tizón ceniciento (*Macrophomina phaseolina* (Tossi) Goid), y el marchitamiento por (*Fusarium spp*), además de la bacteriosis común (*Xanthomonas campestris p var. phaseoli*). Se incluyen una serie de plantas indeseables entre las que se encuentran la escoba amarga (*Parthenium hysteroforus* L.), bledos (*Amaranthus ssp*), don carlos (*Sorghun halepense* L.), cebolleta (*Cyperus rotundus* L.), arrocillo (*Echinochloa colonum* L.), sancaraña (*Rottboellia cochinchensis* Lour, Clayton), lechosas (*Eurphorbia heterophyla* L.) y otros (Murguido, 2000).

Tanto el complejo de enfermedades como el de plagas tienen diferentes manifestaciones en función de la localidad geográfica y dentro de cada localidad se presentan variaciones estacionales en la presencia de plagas y enfermedades (Saucedo *et al.*, 1996). Incluso, dentro de una misma enfermedad se puede encontrar una amplia variación de ecotipos o razas del agente causal, como es el caso de la roya (*Uromyces appendiculatus* (Pers) Lév. La composición de ecotipos de esta enfermedad es variable en su distribución geográfica y en una misma localidad puede ir cambiando a través del tiempo.

2.1.3.1 Agentes fitopatológicos de importancia

- *Rhizoctonia solani* Kühn (pudrición de raíces, mal del talluelo, pudrición del tallo) Enfermedad conocida como mustia hilachosa causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk estado perfecto de *Rhizoctonia solani* Kühn. La misma

representa una limitante en el cultivo de frijol común, *Phaseolus vulgaris* L.in. (Gálvez, 1994). Se presenta en terrenos infectados con períodos prolongados de lluvias, temperatura y humedad relativa promedio de 24° C y 80% respectivamente (Acosta, 1989). Esta puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos, ataca raíces; las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas. En la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar chancros rojizos, hundidos, oscuros. La raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena. Suelos húmedos y temperaturas medias (20-25 °C) favorecen la enfermedad. La planta puede ser atacada durante las primeras cuatro semanas. El hongo sobrevive en restos de cosechas anteriores, por lo que el daño aumenta cuando se cultiva frijol en el mismo sitio por varios años (IICA, 2008).

- *Fusarium solani f.sp. phaseoli* ([Burkholder] Snyder & Hansen) (pudrición seca)

Se encuentra universalmente en el suelo y es muy polífago, causando damping-off, en muchas especies, permanece en el suelo creciendo de forma saprofítica sobre los residuos de plantas hospedantes y sobre la zona radicular de plantas susceptibles. La diseminación de las esporas y del micelio ocurre por el traslado de residuos infectados y el arrastre por el agua. La compactación del suelo favorece tanto el proceso de invasión como el desarrollo de los síntomas (Martínez *et al.*, 2007).

La reducción en la emergencia de plantas puede alcanzar el 15 %, y las pérdidas en rendimiento varían entre 10 y 50%. En el campo se observan plantas pequeñas y marchitas, con las hojas inferiores amarillentas, distribuidas en focos. La enfermedad causa una maduración temprana de la planta. Las raíces presentan color café rojizo a café oscuro. En un corte se observa el tejido interno de color café o rojizo oscuro. La base del tallo se puede cubrir con una felpa de color anaranjado claro o rosado. Es frecuente en zonas húmedas y cálidas (20-28 °C), con suelos arcillosos o mal drenados. Las siembras continuas de frijol favorecen la presencia de la enfermedad. La planta es atacada en la segunda o tercera semana después de la siembra, pero los síntomas se observan cerca de la floración o el llenado de vainas. El hongo sobrevive en los restos de siembras anteriores. (IICA, 2008).

- *Sclerotium rolfsii* Sacc. (tizón sureño)

Este patógeno se encuentra distribuido en todo el territorio de Cuba, siendo los suelos sueltos, de fácil aireación y húmedos los mayores receptores del patógeno. Afecta a una gran cantidad de cultivos de interés económicos y cuenta con muchos hospedantes alternativos entre ellos las malezas (Martínez *et al.*, 2007).

Durante épocas secas y calientes las pérdidas pueden llegar a un 25 %. Se presentan parches de plantas amarillentas y caída temprana de hojas. Puede haber marchites repentina de plantas. Cerca del suelo se notan lesiones oscuras y acuosas, que avanzan hacia las raíces. Sobre estas lesiones se observa una masa de color blanco con estructuras redondas (tamaño de la cabeza de un alfiler). Este último síntoma la diferencia de la marchites por *Fusarium*. Se da con mayor severidad en regiones calientes (25-35 °C), secas, o en lugares donde ocurre un año extremadamente seco (lluvias esporádicas). Suelos arenosos, bien drenados y ácidos favorecen la infección. La planta es atacada durante todo su ciclo de vida. El hongo sobrevive en residuos de siembras anteriores de frijol u otras plantas y en el suelo por lo menos un año. (IICA, 2008).

- *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. (antracnosis)

Puede causar pérdidas totales en condiciones favorables. Es la principal causa de rechazo de lotes de semilla. Los síntomas se presentan en tallos, pecíolos, hojas, vainas y semillas. En plantas jóvenes, los tallos presentan manchas pequeñas (1 mm), alargadas, ligeramente hundidas, que crecen a lo largo y pueden quebrarlo. Debajo de las hojas, las venas principales se ven quemadas y presentan un color rojizo oscuro. El síntoma más claro es en las vainas, donde se observan manchas redondas, hundidas, con borde rojizo. En ataques tempranos la vaina se tuerce y no produce granos. Muy común en regiones de temperaturas frescas (16-24 °C), localizadas a más de 1000 msnm, con lluvias frecuentes. La planta es atacada desde germinación hasta llenado de vaina. El hongo es transmitido por semilla y sobrevive durante mucho tiempo en restos de cosechas. La diseminación por salpique de lluvia es muy eficiente. (IICA, 2008).

- *Cercospora sp*

Según Martínez *et al.*, (2007) el hongo permanece de un año para otro en los restos del cultivo, sobreviviendo como micelio o como conidias. Estos últimos son dispersados principalmente por el viento y el agua, necesitando agua libre para su germinación (un rocío abundante es suficiente. Una vez alcanzado un tejido susceptible germina y penetra a través de los estomas. Las temperaturas y humedad relativa optima para la aparición y desarrollo del patógeno se encuentra sobre los 25 °C y 95 % respectivamente, viéndose favorecido además por días de poca luz y falta de aireación en los campos.

El mismo autor refiere que el desarrollo del patógeno en los tejidos causa la aparición de manchas redondeadas sobre los cuales se producirán los nuevos conidios que extenderán la infección en forma de minúsculas agujas. Con el tiempo la parte central de la mancha se desprende dejando un agujero, también sobre los tallos, pecíolos y pedúnculos pueden aparecer lesiones, pero no tan típicas como en los hojas.

- *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Lév. (roya del frijol)

La roya del frijol esta ampliamente distribuida en la mayoría de regiones frijoleras del mundo. Es más importante en regiones con temperaturas moderadas de 17 a 27°C y períodos prolongados de 10 a 18 horas de alta humedad relativa, mayor del 95%, la roya del frijol comúnmente no se desarrolla en lugares calientes y con abundantes y continuas lluvias. Cuando la infección aparece en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, antes de la floración, la roya puede ser muy severa causando defoliaciones prematuras y perdidas considerables del rendimiento. (Bayer, 2008). El desarrollo de la enfermedad depende más de la frecuencia y duración del humedecimiento de la vegetación que de las temperaturas (Martínez *et al.*, 2007).

Las pérdidas en rendimiento están alrededor del 25%. En las hojas se observan puntos amarillentos que, después de cuatro días de su aparición, presentan en el centro un punto de color oscuro, que se abre y libera un polvo rojizo o color ladrillo, semejante a herrumbre. Estos puntos se distribuyen por toda la hoja; en algunos casos presentan borde amarillo. Cuando la planta se acerca a la madurez, los puntos rojizos se vuelven negros. Ataques muy severos pueden causar amarillamiento y caída de hojas. La roya es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27 °C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración. La

roya ataca desde la tercera semana después de la siembra hasta el llenado de vainas. El hongo sobrevive en los restos de cosechas, tutores, plantas de frijol voluntarias, o malezas, desde donde se disemina muy rápidamente por el viento. No se transmite por semilla (IICA, 2008). La enfermedad es considerada como una de las más problemáticas del cultivo. La infección severa puede provocar que la hoja se seque y se desprenda prematuramente.

La resistencia varietal en el frijol al patógeno de la roya es una de las medidas más prácticas del manejo de esta enfermedad. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que este posee una amplísima variación patogénica y es muy conocido por la gran cantidad de razas que tiene y pueden afectar la misma. Las variedades resistentes en un lugar o año no necesariamente lo son en otro. La mayoría de estas son resistentes solo a una raza del patógeno; sin embargo, se han identificado fuentes resistentes a un gran número de razas. Es importante evitar sembrar una sola variedad de frijol en un área grande porque pueden existir razas del patógeno que ataquen y destruyan el cultivo en toda el área sembrada (Bayer, 2008).

Phakopsora meibomia (Arth.) Arth. la roya “americana” o “del nuevo mundo” no provoca daños de tanta magnitud como la “asiática”. Se han reportado pérdidas de alrededor del 7% u 8%. Fue encontrada por primera vez en Puerto Rico en 1974 y luego en otros países del continente como Colombia y Brasil. La germinación de esporas ocurre con un mínimo de 6 horas de rocío y temperaturas entre 8 y 36°C, con un óptimo entre 16 y 24°C. La infección ocurre también con un mínimo de 6 h de rocío y temperaturas entre 11 y 28°C, con un óptimo entre 19 y 24°C. Con temperaturas de 22 a 27°C, los urediniosoros maduran 6 a 7 días después de infección. Cada 10 ó 11 días el hongo tiene capacidad de producir abundantes urediniosporas bajo condiciones ambientales favorables, lo cual quiere decir que es un patógeno policíclico (varias generaciones durante el ciclo del cultivo). Asimismo, penetra en forma directa a través de la cutícula y la epidermis del hospedante, lo que hace que la infección sea rápida y fácil. No hay evidencias de la transmisión por semillas y grano, razón por la cual no se la puede considerar como una plaga cuarentenaria. Es hospederos de más 90 especies de leguminosas, entre las más conocidas el lupino (*Lupinus angustifolius*), el poroto manteca (*Phaseolus lunatus* Lin.) y

el poroto común (*Phaseolus vulgaris* Lin.).
(http://www.agro.basf.com.ar/images/nota_aapresid.pdf6).

- *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* ([Smith] Vauterin et al.) (bacteriosis común)
Esta bacteria se presenta en todo el territorio nacional, afectando tanto el área foliar como a los frutos (vainas) sobre todo en períodos lluviosos y con altas temperaturas. Los restos vegetales y las semillas infectadas constituyen un medio de propagación (Martínez *et al.*, 2007).

Es la principal enfermedad bacteriana del frijol la cual ocasiona pérdidas entre un 20 y un 40%. Los síntomas se presentan en hojas, vainas, tallo y semillas. En hojas, se inicia como pequeñas manchas acuosas, que se oscurecen, aumentan de tamaño y se unen para dar aspecto de quema, con borde amarillo claro. La quema aparece principalmente en el borde de las hojas. En las vainas se ven pequeñas manchas húmedas, que se vuelven de color café oscuro con el borde rojizo. Aparece en regiones bajo los 1.200 msnm, con temperaturas altas (20-32 °C) y lluvias frecuentes. La planta es susceptible desde germinación hasta llenado de vainas. Los ataques se notan más después de floración. La bacteria sobrevive, por más de 10 años, en restos de cosecha, malezas, otros tipos de frijol, y semilla. Se transmite por semilla y se disemina fácilmente por salpique de lluvia o por el paso de personas o animales por los campos mojados. (IICA, 2008).

- *Virus*

Cultivos de leguminosas, entre los que se encuentran el frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) son susceptibles a virosis pertenecientes a los grupos Begomovirus y otros que reducen los rendimientos de forma considerable (Polston y Anderson, 1997).

Entre los virus más importantes está el *virus del mosaico dorado amarillo* del frijol transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius.) (Mayea *et al.*, 1994; Castellanos *et al.*, 2007).

- Mosaico dorado (BGYMV)

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

campo aparecen plantas amarillentas distribuidas al azar. En las hojas se observa un moteado de tonos amarillos hasta amarillo fuerte con venas más blancas de lo normal. La hoja puede enrollarse hacia la parte inferior. Las vainas se deforman, producen semillas pequeñas, mal formadas y descoloridas. El mosaico dorado amarillo afecta siembras en zonas calientes (25-30 °C), bajo los 1.200 msnm. Las plantas son atacadas desde las dos semanas de la siembra y los síntomas empiezan a notarse tan solo cinco días después de la invasión de mosca blanca, el vector del virus. La enfermedad, además, se transmite mecánicamente pero no por semilla. Siembras vecinas de algodón, tabaco, tomate, frijol, o soya, aumentan la población de mosca blanca (IICA, 2008).

- Mosaico común (BCMV)

Su distribución es bastante frecuente formando complejos con otros virus y geminivirus como mosaico amarillo (BYMV) y mosaico dorado (BGYMV). Constituye un agente nocivo importante para el cultivo y dependiendo de la fenología en la cual incida las pérdidas pueden ser totales. Su transmisión es por semilla y por áfidos, siendo estos últimos los responsables de la transmisión secundaria en una plantación ya infectada o de la transmisión primaria en caso de un cultivo sano. Se manifiesta causando un mosaico común en el follaje y necrosis en las raíces. Los síntomas del mosaico pueden variar con las temperaturas ambientales y el genotipo del hospedante (Martínez *et al.*, 2007).

2.1.3.2 Agentes insectiles de importancia

- *Nezara viridula* (L.). (chinche verde hedionda de los frijoles).

Los adultos tienen forma gruesa, miden de 13 a 17 mm de largo, y de 6,0 a 6,5 mm de ancho en los hombros. Su cuerpo es intensamente verde, pero algo más claro por debajo. Es una especie polífaga. Pone sus huevos en grupos, en el envés de las hojas; en forma de toneles rojizos, con un opérculo en la parte superior. Las ninfas son al principio de color amarillo con pintas negras que oscurecen después de la primera muda y adquieren el color verde según avanza su desarrollo (Andreu y Gómez, 2007).

- *Empoasca kraemeri* (Ross y Moore.). (salta hojas del frijol).

Los adultos miden de 3 a 3,5 mm de largo por una cuarta parte de esta medida de ancho, presentan una coloración verdosa y tienen forma de cuña. Son más anchos en la base de la cabeza, la cual tiene forma redondeada, y se van haciendo más angosto gradualmente hacia el extremo caudal. Las patas posteriores son largas y capacitan al insecto para saltar distancias considerables. Las ninfas se asemejan en forma a los adultos, pero carecen de alas al nacer y éstas se van desarrollando gradualmente hasta convertirse en funcionales al asumir el estado adulto. Al principio son pequeñas y de color pálido, por lo cual resultan difíciles de observar en las hojas (Andreu y Gómez, 2007). El salta hojas *E. kraemeri*, causa sus mayores daños en la etapa floración – inicio del desarrollo de las vainas (Murguido, 1995).

Esta presente en todo el país y puede atacar en cualquier fase fenológica del cultivo. Su incidencia causa mermas considerables en los rendimientos y a veces pérdidas totales, se le considera un transmisor de virus (Martínez *et al.*, 2007).

- *Aphis cracivora* Koch (pulgón de las habas).

El color de este adulto áptero es de pardo rojizo oscuro hasta negro, con áreas dorsales esclerosadas negras y brillantes. La parte media de las antenas son blanquecinas. Mide de 1,25 a 2,70 mm de largo. Los adultos alados son negros, siendo blanquecinos la parte basal de los fémures y casi todo el largo de las tibias.

Miden de 1,4 a 2,2 mm de largo. Se le encuentra con frecuencia en algunas fabáceas causando serios daños, pero a menudo esta presente en plantas pertenecientes a otras muchas familias, especialmente en la estación seca (Andreu y Gómez, 2007).

- *Bemisia tabaci* Gennadius. (mosca blanca).

Bemisia tabaci Gennadius los adultos miden de 1 a 2 mm de largo y son de color blanco. Las hembras ponen sus huevos de uno en uno o en grupos en el envés de las hojas. Los miembros jóvenes son translucidos, amarillos o amarillo-verdoso y pasan por cuatro instares. Las larvas succionan la savia en el envés de las hojas El daño causado por las ninfas es importante solo cuando hay grandes densidades, pues independientemente a la gran pérdida de savia hay que añadir que son importantes vectores de virus y propician la aparición de fumagina. Son de mayor importancia como vectores del virus del mosaico

dorado del frijol, encrespamiento amarillo del tomate y otros. Tiene como plantas hospedantes, entre otras al frijol, yuca y tomate (Andreu y Gómez, 2007).

Las moscas blancas *B. tabaci* inciden desde la aparición del primer par de hojas simples (Blanco y Bencomo, 1978) y su población se puede incrementar progresivamente hacia el final del ciclo del cultivo. La mayor significación económica de *Bemisia* spp en el país se atribuyó a su alta eficiencia en la transmisión de un geminivirus que produce la enfermedad conocida como mosaico dorado del frijol (BGMV) que alcanzó entre el 22 al 33 % del área sembrada de frijol en el período 1990-1993. Las pérdidas totales ocasionadas por el complejo mosca blanca - geminivirus ascendieron a 2137.8 hectáreas demolidas en 1990, lo que tuvo una repercusión económica y social ya que muchos productores rechazaron la siembra del frijol (Vázquez *et al*, 1995). Está generalizada en todo el país y es potencialmente trasmisor de un gran número de virus. Más de 60 virus pueden ser transmitidos a varios cultivos. Es una plaga muy polífaga (Martínez *et al.*, 2007).

- *Cerotoma ruficornis* Olivier (crisomélido común de los frijoles).

Causa daño de importancia en las fenologías tempranas, asociando sus mayores apariciones a las épocas de lluvias. Es transmisor de virus y otros patógenos de las plantas, aunque de forma relativamente limitada (Martínez *et al.*, 2007).

En el estado adulto mide de 4 a 5 mm de largo y es vistoso; tiene el tórax y las patas de color amarillo arcilloso siendo los élitros negros lustrosos con marcas conspicuas de color rojo anaranjado oscuro. Las larvas viven en el suelo alimentándose de las plantas hospedantes; son como pequeños pasadores de 8 mm de largo y de color blancuzco. Sus principales plantas hospedantes son el frijol y otras fabáceas (Andreu y Gómez, 2007).

- *Diabrotica balteata* Leconte (crisomélido).

Probablemente la especie más conocida del orden *Coleoptera* por sus elevadas poblaciones en las plantas cultivadas y vegetación espontánea, tanto en las zonas llanas como en las montañas, lo que se evidencia en informes recientes de la coleopterofauna en zonas montañosas de Cuba (Lozada *et al.*, 2004)

Los adultos tienen el cuerpo de color amarillo – verdoso, con tres rayas transversales de color verde en los élitros, miden aproximadamente 5 mm de longitud, se alimentan del follaje tierno de fabáceas, poáceas e infinidad de otras plantas cultivadas y silvestres. Las larvas de *D. balteata* recién nacidas roen la corteza de las raíces y luego pueden barrenar las partes subterráneas del tallo; tienen forma alargada, con tres pares de patas casi invisibles en los segmentos torácicos (Andreu y Gómez, 2007).

- *Thrips palmi* Karny (trips de los melones).

Este insecto apareció en Cuba en 1996, afectando con gran intensidad a un grupo de cultivos de importancia económica. En la actualidad se encuentra presente en casi todas las provincias del país. Por sus características biológicas y de resistencia a la mayoría de los plaguicidas convencionales, se precisa mantener un monitoreo sistemático para su temprana detención. (Martínez *et al.*, 2007)

T. palmi muy similar en forma, tamaño y coloración a *T. tabaci*, aunque en ocasiones su color es algo más pálido que este último; existen estructuras, que desde el punto de vista microscópico, permiten diferenciar ambas especies. Se considera como un polífago que en altas poblaciones causa severos daños y pérdidas en diversos cultivos. Larvas y adultos se presentan en forma gregaria en hojas y tallos tiernos, flores y frutos de al menos ocho familias de plantas, causando cicatrices en su superficie, manchas plateadas o bronceadas, deformaciones e incluso la muerte del órgano afectado y muchas veces la planta. Sus poblaciones pueden ser altas según el desarrollo del hospedante y su distribución en el campo es irregular. Mide de 1.0 a 1.5 mm y su ciclo biológico ocurre entre 21 a 26 días, las hembras colocan sus huevos en el mesófilo de las hojas y las fases conocidas como prepupa y pupa las pasan en el suelo, de ahí la complejidad de su combate y la facilidad con que se disemina. En condiciones de sequía y temperaturas altas son favorables para su desarrollo. Se le ha reportado causando daños en los cultivos de: pimiento, frijol, col china, papa, rábano, remolacha, lechuga, berenjena, pepino, calabaza, cebolla, maíz, tomate, habichuela y melón. Se le ha reportado también sobre escoba amarga, bledo, don carlos, zancaraña, verdolaga, guisazo de caballo y Euforbiáceas. Las lesiones se inician junto a las nerviaciones en forma de un plateado que avanza por toda la hoja hasta que esta se necrosa totalmente, dando la impresión de

estar tostada. En pimiento las hojas se encaracolan y se produce aborto floral (Andreu y Gómez, 2007).

- *Polyphagotarsonemus latus* Banks (ácaro blanco)

Es una especie cosmopolita y polífaga, capaz de causar grandes afectaciones al follaje y los frutos con su acción chupadora-raspadora. La reproducción en esta especie se ve favorecida por temperaturas no muy altas y elevada humedad. Los primeros síntomas se aprecian como un rizado de los nervios en las hojas apicales y brotes. En ataque más avanzados se produce enanismo y una coloración verde intensa de las plantas, aborto de las flores y un endurecimiento general de los órganos vegetativos de las plantas (Martínez *et al.*, 2007).

Son ácaros de pequeño tamaño que alcanzan entre 100 y 300 micras. Los adultos tienen un tegumento relativamente duro y brillante. Es una especie muy polífaga, en Cuba se detectó por primera vez en cítricos, pero hoy día constituye una seria plaga en los cultivos de papa y pimiento, aunque su lista de hospedantes es bastante extensa (Andreu y Gómez, 2007)

- *Liriomyza trifolii* burgués (minador de la hoja)

Existen varias especies reportadas: *Liriomyza trifolii* Burgess, *Liriomyza sativa* Belanchard y *Phytoliriomyza lisopersicae* Plá y Cruz, que por su similitud resultan difíciles de diferenciar a simple vista (Jiménez y Plá, 1993)

Este insecto puede encontrarse en numerosas especies botánicas, (Jiménez 1990) reportó como plantas hospedantes de *L. trifolii* los cultivos de: papa, tomate, col, pimiento, pepino, calabaza, melón, ajo, cebolla, algunas plantas silvestres y ornamentales. (Plá, 1990), señaló a varias especies de los géneros: *Allium*, *Brassica*, *Capsicum*, *Chrysantemun*, *Cucumis*, *Cucúrbita*, *Lactuca*, *Citrillus*, *Gosypium*, *Solanum*, *Spinacia*, *Vigna*, *Daccus*, *Braccharis* entre otras.

Según Martínez *et al.*, (2007) *L. trifolii* está ampliamente distribuido en todo el país, se considera una plaga de importancia dadas las serias afectaciones que producen sus larvas en el área foliar, al extremo de secarla totalmente e impedir la actividad fotosintética y nutricional del cultivo. Por su amplio rango de hospedante su presencia es permanente en los campos y cultivos.

L. trifolii, con su hábito de alimentación destruye en gran parte la superficie de las hojas evitando que las plantas puedan realizar óptimamente la fotosíntesis. Cuando el ataque es intenso las plantas adquieren aspectos de estar quemadas (Jiménez y Plá, 1993). Las primeras lesiones en la planta aparecen en las hojas inferiores y luego pasan a la región media. La diseminación de esta plaga puede ser ayudada mediante restos de cosechas (CNSAV, 2011).

Las primeras minas se hacen visibles a los 3 ó 4 días de la oviposición. Aparentemente las hembras evitan las hojas en desarrollo, por lo tanto las minas aparecen generalmente en las hojas de la parte inferior o central de la planta en forma de galerías sinuosas y blanquecinas. (Martínez *et al.*, 2007).

2.1.3.3 Medidas de control para *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Lév y *Phakopsora* sp. (roya del frijol)

Los productos de acción sistémica son compuestos que presentan un uso muy frecuente en las condiciones de la protección fitosanitaria en plantas cultivadas en países tropicales y subtropicales, debido a la alta incidencia de hongos fitopatógenos. Su acción sistémica implica el traslado del producto a diferentes partes de la planta, ejerciendo en muchos casos, un efecto curativo al afectar las infecciones primarias y secundarias de los hongos (Andreu y Gómez, 2007).

La aplicación de fungicidas es el método más utilizado para controlar la roya. Una detección temprana, complementada con la aplicación oportuna de fungicidas, es la mejor alternativa para su control. El momento de la aplicación de los fungicidas dependerá de las condiciones climáticas favorables para la enfermedad, la presencia y severidad de la misma y la edad de las plantas. Por otra parte, la eficiencia del control dependerá de la sistematicidad, eficiencia del fungicida, equipo de aplicación, tipo de aplicación (terrestre o aérea), boquillas utilizadas, volumen de agua, tamaño de las gotas (lo cual está dado por el tipo y tamaño de las boquillas usadas) y las condiciones climatológicas (Terán *et al.*, 2005).

Según Murguido, (2000) la utilización de productos químicos en el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol es una práctica muy común para la cual se utilizan varios fungicidas tales como clorathalonil, oxicarboxin, entre otros.

La búsqueda de nuevas sustancias activas para combatir enfermedades fúngicas en los cultivos es un campo de trabajo exitoso y de tradicional importancia. El Kresoxim-metil fue la primera estrobilurina disponible en el mercado constituyendo un hito de relevancia espectacular en la historia de los fungicidas. Con la introducción de los productos a base Kresoxim-metil se crearon los F 500 la estrobilurina de la última generación; que tiene la propiedad de combatir un número aún más elevado de enfermedades fúngicas en un mayor grupo de cultivo, con una eficiencia y seguridad extraordinaria. Los F 500 controlan patógenos de relevante importancia económica perteneciente a la clase de los ascomycetos, basidiomycetos, deuteromycetos y oomycetos con dosis bajas alcanzando niveles muy altos de eficiencia (BASF, 2011a).

En los últimos años se han desarrollado un grupo de fungicidas muy novedosos, pertenecientes a una familia análoga a la molécula natural estrobilurin, que es un metabolito del hongo *Strobilorus tanacellus*. Estos tienen un amplio espectro de acción con efectividad contra hongos oomycetos, basidiomycetos, deuteromycetos y ascomycetos, que pueden actuar de forma sistémica o de contacto (Gasztonit y Lyr, 1995; Graciet, 1996).

Resultados recientes obtenidos de las investigaciones con modelos (Herms, Seehous y Conrath de la Universidad de Kaiserslautern, Alemania) demostraron que los F 500 tienen una acción similar al ácido salicílico, que es sintetizado por las plantas, como también derivados sintéticos, los cuales provocan una eminente aceleración de la síntesis de proteínas con acción antivírica cuando hay ataque por virus. (BASF, 2011b).

Los F 500: pyraclostrobin + epoxiconazole principio activo de Opera 18.3 SE su fórmula: metil N-{2-[1-(4-chlorofenil)-1H-pirazol-3-iloximetil]fenil} (N-metoxi) carbamato + (2RS,3SR)-1-[3-(2-chlorofenil)-2,3-epoxi-2-(4-fluorofenil) propil]-1H-1,2,4-triazolo se clasifica como fungicida mezcla con acción sistémica, preventivo, curativo, erradicante, donde pyraclostrobin actúa sobre la cadena de respiración en la mitocondria, es episistémico (translamina y sistémico local). El epoxiconazole es inhibidor del ergosterol (BASF, 2011a).

Este formulado impacta en los cultivos produciendo efectos fisiológicos que no vemos, se traducen en efectos biológicos bien visibles, como el color, el rendimiento y la calidad.

Los efectos fisiológicos de pyraclostrobin son invisibles y actúan sobre el metabolismo de la planta produciendo un primer efecto biológico que se puede observar a simple vista: el efecto verde, parejo e intenso en todo el cultivo, hojas más verdes, más clorofila, un mejor desarrollo del follaje, una planta más saludable y un producto final de mayor calidad. (Paglione, 2011).

Otro efecto invisible del principio activo se logra a través del control de la respiración, cuando la planta respira, consume energía, mientras que durante el proceso de fotosíntesis, produce energía. La respiración y la fotosíntesis ocurren simultáneamente. pyraclostrobin disminuye la respiración evitando la pérdida de dióxido de carbono, además provoca incrementos en la actividad de la enzima nitrato reductasa, de esta manera se reduce el gasto energético y la energía sobrante queda almacenada en la planta en forma de carbohidratos. La mayor reserva de carbohidratos se traduce en mayor productividad y esa mayor productividad es más cantidad (rendimiento). Además de estos efectos metabólicos, dicho principio activo, controla la producción de etileno de la planta evitando la caída de las hojas, aumentando el índice de área foliar, de esta manera el ciclo no se acorta ante situaciones de estrés y la planta puede concentrar toda su energía en un desarrollo eficiente y efectivo (BASF, 2011a).

Paglione, (2011) cita que Dr. Alfredo Curá Bioquímico de la Universidad de Buenos Aires, en trabajo de investigación realizado planteó que las aplicaciones de Opera 18.3 SE en los cultivos de granos, incrementan el contenido de carbohidratos solubles y materia seca, mayores niveles de rendimientos, mayor tamaño de grano, (el mayor valor obtenido, incluso frente a otros funguicidas del mercado), mayor calidad comercial de grano (<Grano Verde, <Grano Dañado, <Grano Quebrado), aumento en la actividad de la enzima nitrato reductasa, menor producción de etileno, por lo tanto menor pérdida foliar, incrementos del rendimiento en condiciones de stress nutricional, efectos fisiológicos y control de enfermedades,

La base del control de Opera 18.3 SE está en la combinación de sus principios activos, pyraclostrobin + epoxiconazole ejerciendo gran efectividad sobre una amplia gama de enfermedades en los cultivos de granos entre las que se encuentran antracnosis *Colletotrichum spp* , mancha borrosa de la hoja de la cebada *C. sativus* , mancha de la

hoja de la avena *P. avenae*, mancha en red de la cebada *D. teres*, mancha marrón *S. glycines*, mildiu *Peronospora spp* , oídio de la soja *M. diffusa* , roya de la hoja de la avena *Puccinia coronata f.sp. avenae*, roya de la hoja de la cebada *P. hordei*, roya *Phakopsora spp*, septoriosis de las hojas del trigo *S. tritici*, tizón de la hoja *Cercospora spp* ,tizón del tallo y vaina y decaimiento de la semilla de soja *Diaporthe phaseolorum var. sojajae* (BASF, 2011a).

Opera 18.3 SE presenta además efectos AgCelence, lo cual promueve eventos fisiológicos positivos en las plantas, proporcionando una ayuda importante en los tres pilares fundamentales para el incremento de la productividad tales como: eficiencia en el crecimiento, garantizando un mejor uso de fertilizantes (nitrógeno); mayor eficiencia en la fotosíntesis; el control de enfermedades a partir de un excelente control de las principales fitopatologías foliares y la tolerancia al estrés producidas por sequías, granizos, ozono y heladas; todo esto se traduce a su vez a mejor calidad de la semilla, sanidad y vigor de las plantas. (Ordoñez, 2011).

Los efectos AgCelence entre otros se presentan en el mejor aprovechamiento de los nutrientes, mayor calidad y cantidad de fotosíntesis. Por otra parte tiene sus fundamentos en el aumento de la actividad de la enzima nitrato reductasa: visto en el aumento de la masa foliar, incremento de la fotosíntesis con un mayor cúmulo de energía y disminución de la producción de etileno, garantizando un mayor tiempo las hojas verdes en los cultivos (Ordoñez, 2011).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Evaluación de la efectividad biológica de Opera 18.3 SE pyraclostrobin + epoxiconazole para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.

3.1.2 Determinación del porcentaje de incidencia de *Phakopsora* sp y *Cercospora canenses* Ellet G. Martin en los distintos agroecosistemas.

El trabajo se desarrolló en varios agroecosistemas de la provincia Cienfuegos empleándose variedades de frijol de producción nacional, enmarcados entre el 6 de noviembre del 2011 y abril del 2012 con la utilización de diferentes tipos de suelo y áreas que oscilaron entre (1.0) y cuatro (4.0) hectáreas como se describen a continuación:

- Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA)
- Unidad Empresarial de Base (UEB)
- Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS)

Agroecosistema	Municipio	Tipo de suelo	Variedad	Área en ha		Fecha de siembra
				Extender	Estándar	
CPA 28 de Enero	Abreus	Ferralítico rojo	BAT -93	4.0	4.0	10/12/11
UEB Granja 7 Horquita	Abreus	Ferralítico rojo	Delicias 364	1.0	1.0	6-11-11
CCS Manuel Ascunce	Cienfuegos	Pardo con carbonato típico.	CULL - 156N	1.0	1.0	12-1-12
UEB La Vega	Rodas	Ferralítico Rojo	BAT -93	4.0	4.0	11-1-12
UEB Sta Martina	Cumanayagua	Aluvial	BAT -93	1.0	0.5	22-12-11
CCS Ricardo Díaz	Cumanayagua	Pardo con carbonato típico.	CC-25-9 N	1.0	0.5	20-12-11

El diseño experimental que se utilizó fue un bloque al azar tomando como tratamientos la variante a extender Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) y los estándares de producción, con cuatro réplicas en cada uno descritas de la forma siguiente:

Agroecosistema	Variantes	Producto	Dosis
CPA 28 de Enero	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	azufre	4,0 kg PC/ha
UEB Granja 7 Horquita	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	azufre	4,0 kg PC/ha
CCS Manuel Ascunce	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	- oxiclورو de cobre - tebuconazol+triadimenol	2,5 L PC / ha 0,5 L PC/ha
UEB La Vega	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	- oxiclورو de cobre	2,5 L PC / ha
UEB Sta Martina	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	- oxiclورو de cobre	2,5 L PC / ha
		- tebuconazol+triadimenol - azufre	0,5 L PC/ha 4,0 kg PC/ha
CCS Ricardo Díaz	A extender	pyraclostrobin + epoxiconazole	0,5 L PC/ha
	Estándar de producción	- oxiclورو de cobre - Azufre	2,5 L PC / ha 4,0 kg PC/ha

Se realizaron dos aplicaciones de la variante a extender con (pyraclostrobin + epoxiconazole), la primera se efectuó en los inicio de floración (entre los 30 y 35 días después de germinado (DDG)) y la segunda 15 días posteriores de la primera, mientras que en la variante estándar de producción se realizaron en presencia de la primera aparición del patógeno (*Phakopsora meibomiae*) roya americana del frijol utilizando diferentes fungicidas convencionales según la estrategia establecida para el control de enfermedades en el cultivo del frijol (CNSAV, 2011).

3.1.3 Incidencia de enfermedades fungosas del frijol antes del inicio de los tratamientos con Opera 18,3 SE.

Los muestreos se realizaron semanalmente para calcular la distribución e intensidad de las enfermedades fungosas presentes, asiendo énfasis en la roya se evalúan 100 plantas en diagonal en zig-zag, 5 puntos / réplica (20 puntos por variante) y en cada uno 5 plantas. Para determinar el porcentaje de tejido enfermo se utilizó la escala de grados (Metodología de señalización INISAV, 1978).

0 – Plantas sanas.

1 – Algunas manchas.

2 – Hasta el 10 % de follaje manchado.

3 - Entre el 11% y 25% del follaje manchado.

4 - Entre el 26% y 50% del follaje manchado.

5 – Más del 50% del follaje manchado.

La intensidad promedio de la enfermedad por parcela se calculó utilizando la fórmula de Townsend y Heuberger (CIBA GEYGI, 1980).

$$\% \text{infestación} = \frac{\sum (a \times b)}{K N} \times 100$$

K N

Donde: a – número de órganos.

b - valor de la escala.

N – total de muestras consideradas.

K – mayor valor de la escala.

% Distribución de plantas afectadas (INSV, 1979)

$$D = \frac{(N-n)}{N} \cdot 100$$

N

Donde: D--- Distribución en %

N--- Total de plantas observadas

n---- Total de plantas sanas

Con la información obtenida se realizó un análisis de varianza utilizando el paquete estadístico STATISTICA para Windows versión 4.0. Las medias se compararon mediante el test de rangos múltiples de Duncan para un 5% de significación estadística. Los valores en porcentajes se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p}$ (Lerch, 1977).

3.1.4 Incidencia de enfermedades fungosas del frijol en la última evaluación.

Después de realizados los tratamientos con Opera 18.3 SE y los diferentes fungicidas previstos en la estrategia fitosanitaria del cultivo en las variantes estándar, se evaluó la efectividad técnica de los productos sobre la base de la incidencia de las enfermedades, empleando las metodologías establecidas (Metodología de señalización INISAV, 1978).

3.2 Efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida en la productividad de frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.)

El efecto fisiológico AgCelence del fungicida pyraclostrobin + epoxiconazole en la productividad del frijol, se realizó mediante la medición de componentes de rendimientos como número de plantas / m², número de vainas por plantas, número de granos por vaina y peso de 1000 granos. Además se evaluó el ciclo del cultivo en días después de la germinación (DDG) y los rendimientos totales.

Concluido el ciclo vegetativo se consideró el porcentaje de follaje verde existente y los días después de germinado el cultivo (DDG) en que comenzó la senescencia de las plantas. En la cosecha se cuantificó el rendimiento por variantes

Los datos obtenidos en porcentajes se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p}$ (Lerch, 1977) realizándose los análisis de varianza correspondientes para lo cual se utilizó el paquete estadístico STATISTA para Windows versión 4.0.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Evaluación de la efectividad biológica de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) para el control de enfermedades fungosas en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin.) en varios agroecosistemas de la provincia de Cienfuegos.

4.1.2 Determinación del porcentaje de incidencia de *Phakopsora* sp y *Cercospora canenses* Ellet G. Martin en los distintos agroecosistemas.

- Agroecosistema de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) 28 de Enero del municipio Abreus.

En el agroecosistema de la CPA 28 de Enero se sembró la variedad BAT 93 considerada por (Hansen, 1990) como resistente a enfermedades, presentando un desarrollo favorable desde sus inicios, la primera incidencia de *Phakopsora meibomiae* (Arth.) Arth. (roya) se detectó a los 40 DDG en ambas variantes, mientras que *Cercospora canenses* Ell et Martin incidió desde los 25 DDG. El tratamiento (Opera 18.3 SE) variante a extender se realizó antes que apareciera la enfermedad (roya), en el testigo se aplicó (azufre) en el momento de su aparición (40 DDG). Se observó como la enfermedad manifestó diferencias en cuanto a su incidencia a partir de su aparición en ambas variantes. Después de efectuado el segundo tratamiento de Opera 18.3 SE se observó marcada diferencia con respecto al comportamiento de las enfermedades, independientemente que en el estándar se realizaron tratamientos convencionales. En la última evaluación los niveles de las enfermedades mostraron una diferencia notable por variantes, la roya alcanzó una distribución de un 79% y *Cercospora* un 28% en el estándar de producción, mientras que en la variante a extender fue solamente de un 13 % para la primera y en el caso de la segunda desaparecieron sus lesiones (Figura 1).

Según Andreu y Gómez, 2007 los productos de acción sistémica ejercen en muchos casos, un efecto curativo al afectar las infecciones primarias y secundarias de los hongos fitopatógenos. Los F 500: pyraclostrobin + epoxiconazole principio activo de Opera 18.3 SE se clasifica como fungicida mezcla con acción sistémico, preventivo, curativo,

erradicante, donde pyraclostrobin actúa sobre la cadena de respiración en la mitocondria (BASF, 2011b)

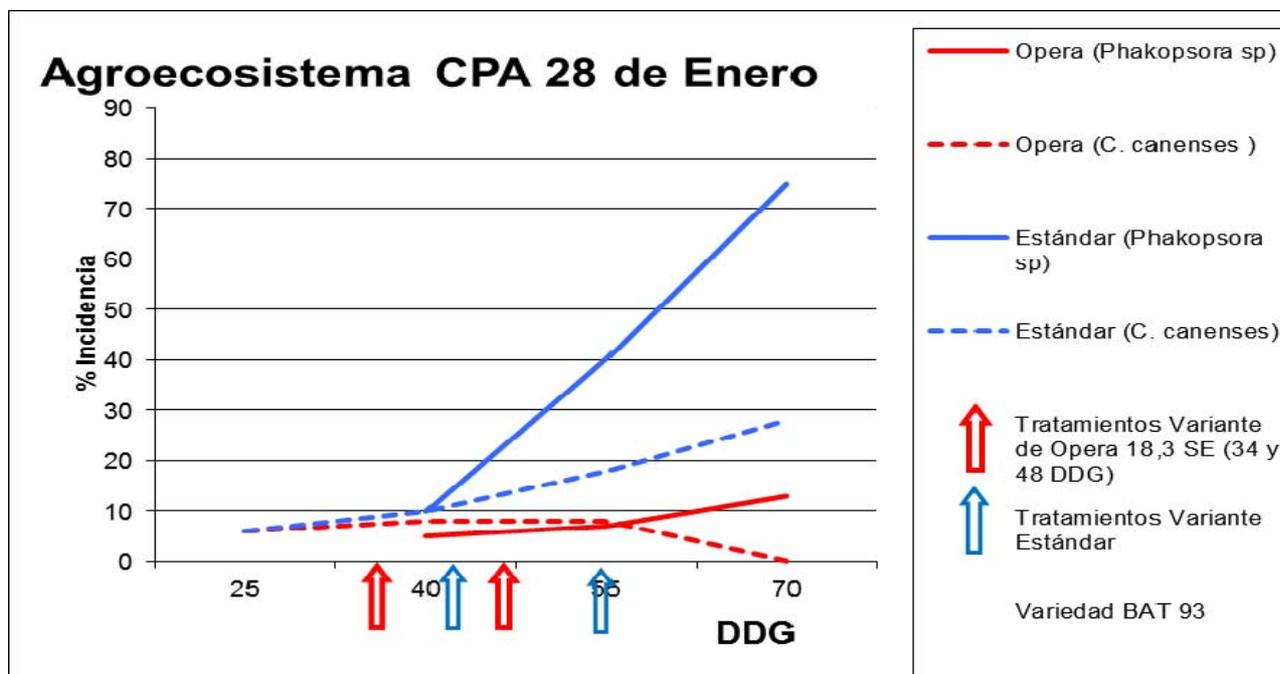


Figura 1. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Cooperativa de Producción Agropecuaria 28 de Enero.

- Agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Granja 7 del municipio Abreus.

En la figura 2 se muestra el ensayo en el agroecosistema de la UEB Granja 7, se utilizó la variedad Delicias 364 la cual según (Hansen, 1990) es susceptible a roya. Se observó que el primer tratamiento con Opera18.3 SE se efectuó con presencia de las enfermedades *Phakopsora meibomia* (roya) y *Cercospora canenses* Ell et Martin. A inicio de la floración (33 DDG), *Phakopsora* sp presentó una distribución de un 55% , en los siete días posteriores al tratamiento ocurrió una disminución de su incidencia y después de la segunda aplicación a los 47 DDG continuó descendiendo hasta un 48% evaluado a los 70 DDG, algo similar sucedió con *C. canenses*, por lo que la acción sistémica del producto se mantuvo hasta el final del ciclo del cultivo, mientras que en el estándar de producción no se observó control sobre la roya a pesar de las dos

aplicaciones de oxiclورو de cobre y en el caso de *C. canenses* se mantuvo controlada hasta los 47 DDG, incrementándose hasta finales del ciclo del cultivo.

La efectividad biológica de Opera 18.3 SE se demostró considerando lo planteado por (Terán *et al.*, 2005) al referir que la eficiencia del control depende del momento de la aplicación, la sistematicidad y eficiencia del fungicida, así como de las condiciones climáticas favorables para la enfermedad, la presencia y severidad de la misma y la edad de las plantas.

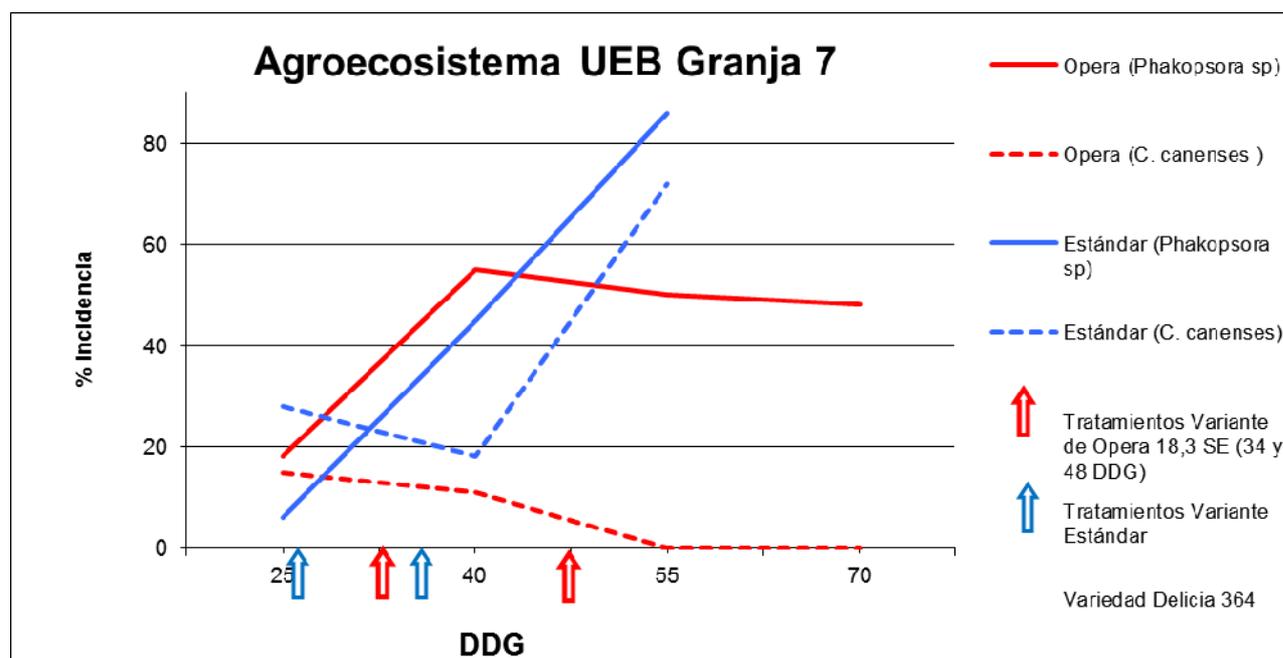


Figura 2. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base Granja 7.

- Agroecosistema de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Manuel Ascunce del municipio Cienfuegos.

Las enfermedades fungosas detectadas en la variedad CULL 156N sembrada en este agroecosistema se manifestaron de la forma que describe la figura 3, donde se observó en la variante a extender (Opera 18.3 SE) que *Phakopsora* sp mantuvo su incidencia estable a pesar de los tratamientos. (Martínez *et al.*, 2007) consideraron las condiciones climáticas propias del agroecosistema que favorecen el desarrollo de las enfermedades son: temperaturas inferiores a 25 °C, humedad relativa superior al 70 % y largos periodos

de humedecimiento en la vegetación, todo lo cual se presentó en este agroecosistema. Por otra parte *C. canenses* mostró niveles muy inferiores de distribución. En la variante estándar ambos patógenos se comportaron muy similares a causa de las variables climáticas, aunque difirieron en mayor porcentaje con la extensión en estudio.

Las curvas descritas por el comportamiento de *Phakopsora* sp en ambas variantes, definen que hasta los 55 DDG hubo control del hongo, la diferencia se mostró principalmente al final del ciclo vegetativo. Lo anterior estuvo dado porque en el estándar se aplicó un fungicida del grupo de los azoles (tebuconazol+triadimenol), además de oxiclورو de cobre como protectante que no permitió el incremento brusco de la enfermedad, cuya efectividad es elocuente hasta unos 15 días posteriores. En este agroecosistema los productos fungicidas utilizados demostraron un efecto biológico eficiente sobre los organismos causantes de las enfermedades.

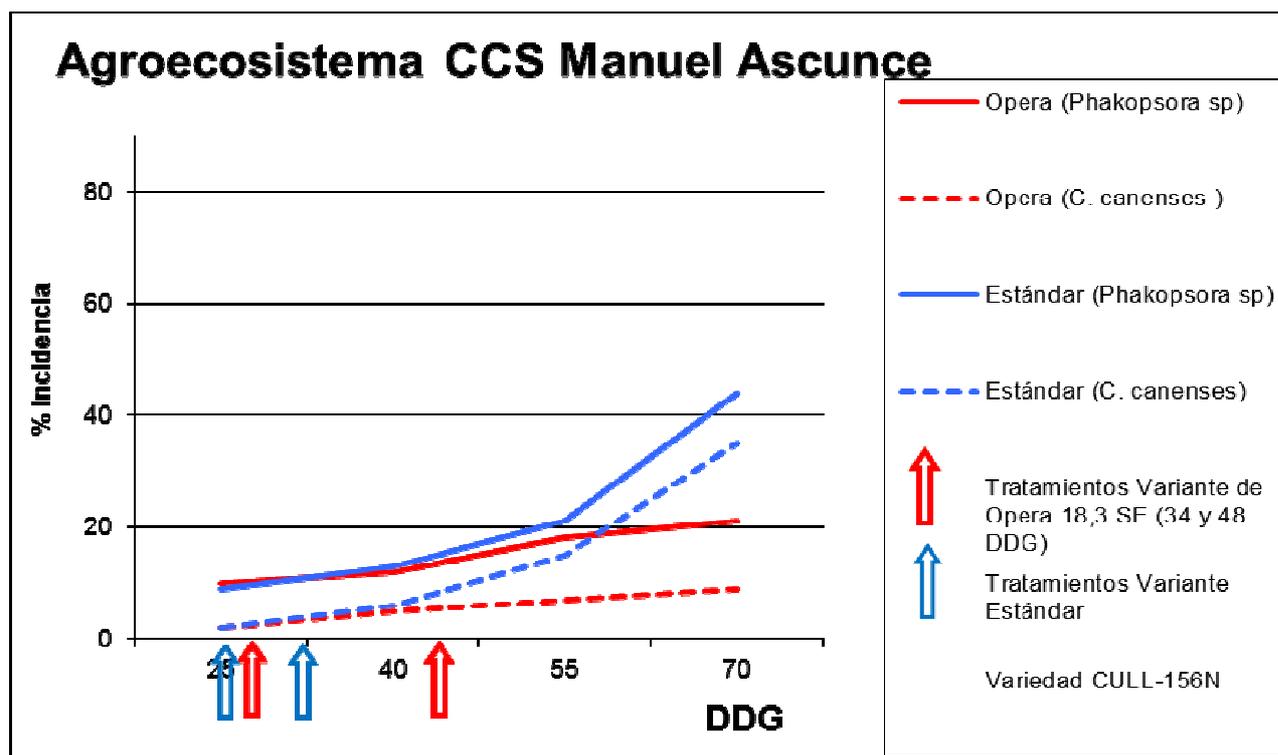


Figura 3. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Cooperativa de Créditos y Servicios Manuel Ascunce.

- Agroecosistema de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Ricardo Díaz del municipio Cumanayagua.

En la CCS Ricardo Díaz del municipio de Cumanayagua se sembró la variedad CC-25-09 N según (Hansen, 1990) considerada tolerante a roya. La primera aplicación en la variante a extender se realizó a los 34 DDG el cultivo, *Phakopsora* sp aún no había incidido y *C. canenses* presentó valores bajos (similar a lo ocurrido en la agroecosistema de la CPA 28 de Enero), el tratamiento con Opera 18.3 SE mostró un efectivo control de las enfermedades fungosas, observándose que el porcentaje de distribución de ambos patógenos no alcanzó el 20 % en ninguno de los casos de la variante a extender. La base del control de Opera 18.3 SE está en la combinación de sus principios activos, pyraclostrobin + epoxiconazole ejerciendo gran efectividad sobre una amplia gama de enfermedades en los cultivos de granos entre las que se encuentran entre otras *Phakopsora* sp (BASF, 2011a)

En el estándar de producción la situación se tornó diferente, pues los niveles de incidencia en *Phakopsora* sp y *C. canenses* alcanzaron porcentajes del 65 y 50 % respectivamente (Figura 4), donde se empleó los ingredientes activos oxiclóruo de cobre y azufre.

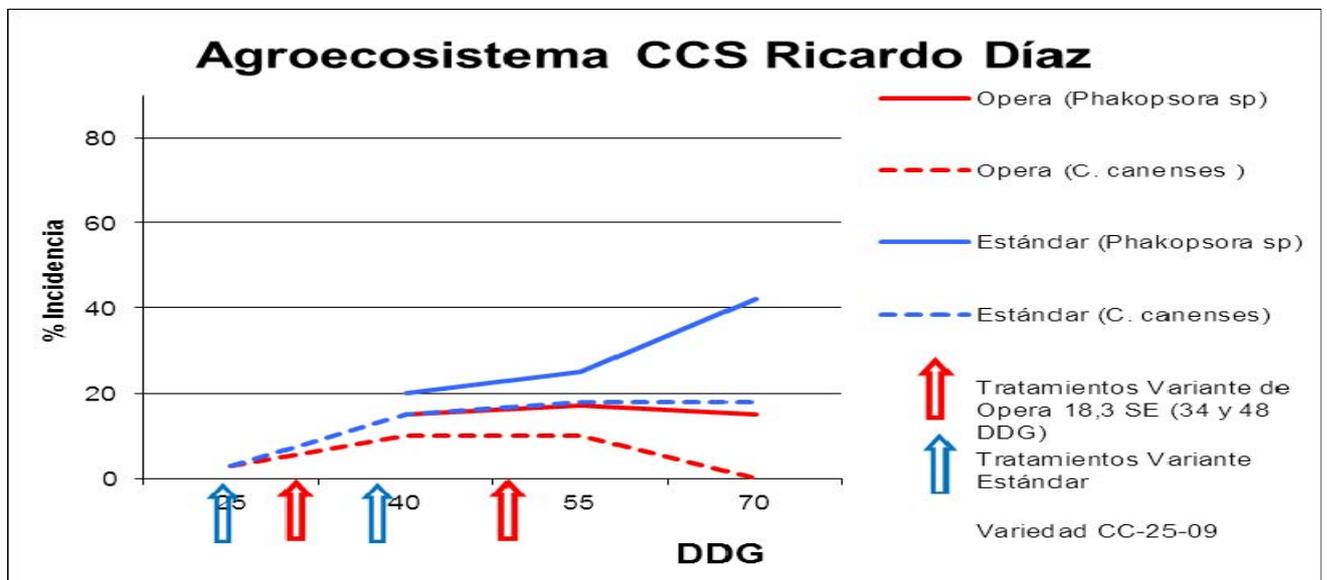


Figura 4. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Cooperativa de Créditos y Servicios Ricardo Díaz.

- Agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Santa Martina del municipio Cumanayagua.

La variedad utilizada fue BAT 93 considerada por (Hansen, 1990) como resistente a enfermedades, este agroecosistema se tornó similar a lo ocurrido en la CPA 28 de Enero y CCS Ricardo Díaz en cuanto al primer tratamiento de Opera 18.3 SE que se realizó sin presencia de *Phakopsora* sp y con bajo índice de *C. canenses*, los resultados del comportamiento de las enfermedades fungosas mostraron reducción de sus porcentajes de incidencia e incluso la tendencia a desaparecer para el segundo patógeno y en el primero con un 15% (Figura 5). En el estándar de producción alcanzó niveles en roya de un 42 % y en *C. canenses* 18 %, el control ejercido sobre ambas enfermedades por los fungicidas utilizados (oxicloruro de cobre, tebuconazol+triadimenol y azufre) fue eficaz, teniendo en cuenta la resistencia de la variedad empleada. Coincidiendo así con lo planteado por Andreu y Gómez, 2007 que los productos de acción sistémica ejercen en muchos casos, un efecto curativo al afectar las infecciones primarias y secundarias de los hongos fitopatógenos.

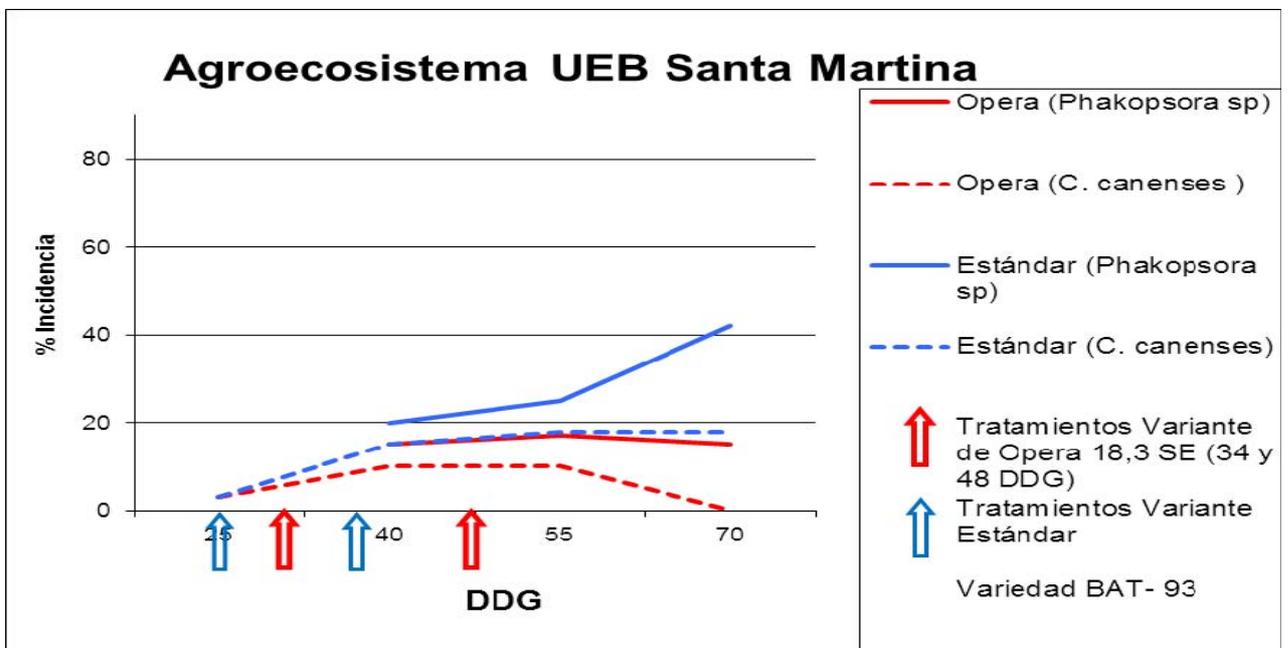


Figura 5. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base Santa Martina

- Agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base (UEB) La Vega del municipio Rodas.

En la figura 6 se observa el comportamiento de las enfermedades *Phakopsora* sp y *C. canenses* en el agroecosistema UEB La Vega, la variedad utilizada fue BAT 93, considerada resistente a enfermedades según (Hansen, 1990). Las condiciones climáticas aquí presentes corroboran lo planteado por IICA, (2008), períodos prolongados de humedecimiento por rocío, noches frescas y temperaturas moderadas durante la etapa de prefloración y floración, favorecen el desarrollo de la roya, la enfermedad fue eficientemente controlada al igual que *C. canenses* en la variante tratada con Opera 18.3 SE, en este caso el primer tratamiento de Opera 18.3 SE en la variante a extender se realizó con incidencia de *Phakopsora* sp y *C. canenses* con valores del 5% para ambas. No obstante el control de las enfermedades se manifestó efectivo en los dos patógenos hasta los 55 DDG, donde se observó diferencias entre estas para el caso de *Phakopsora* sp que alcanzó en Opera 18.3 SE solamente 18% y en el estándar 50% de distribución.

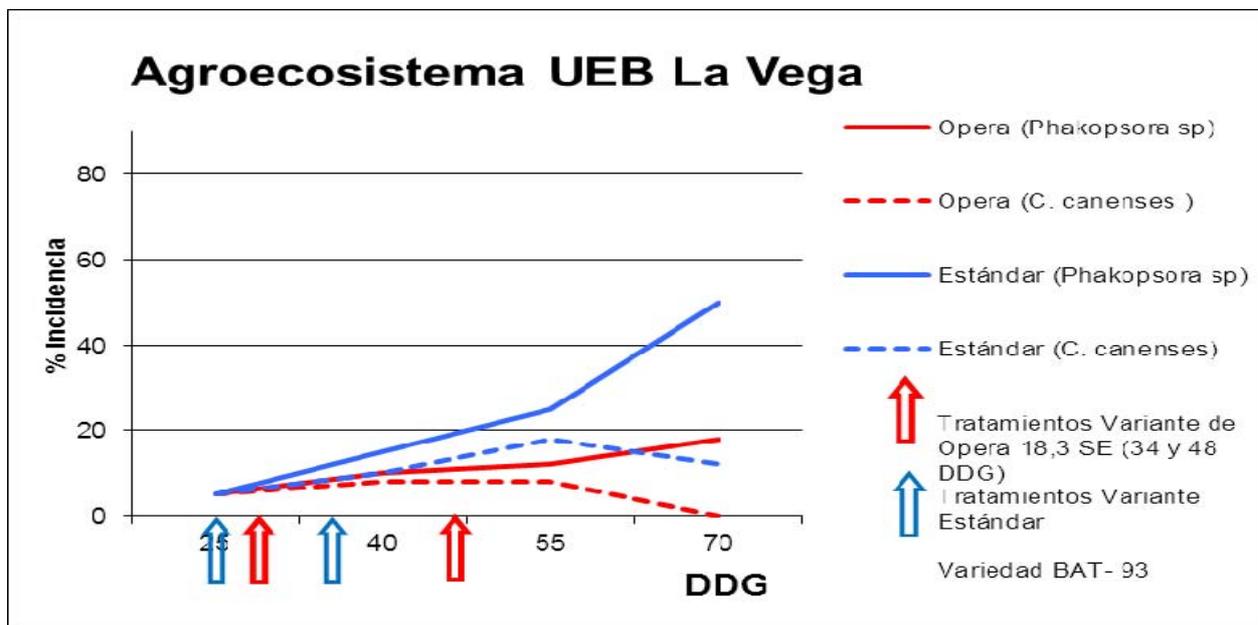


Figura 6. Comportamiento de enfermedades fungosas en el agroecosistema de la Unidad Empresarial de Base La Vega.

4.1.3 Incidencia de enfermedades fungosas del frijol antes del inicio de los tratamientos con Opera 18,3 SE

La incidencia de las enfermedades evaluadas antes del inicio de los tratamientos en cada variante se muestran en la tabla 1, se observó que todos los agroecosistemas estudiados no manifestaron diferencias estadísticas en el área donde se establecerá la variante de Opera 18.3 SE y estándar de producción, excepto en la UEB Granja 7 de Horquita que presentó mayor porcentaje de *Phakopsora* sp en la variante a extender, no así para cercospora que su incidencia era mayor en el estándar de producción. Bayer, (2008). refiere que cuando la infección aparece en las primeras etapas de desarrollo del cultivo, antes de la floración, la roya puede ser muy severa causando defoliaciones prematuras y pérdidas considerables del rendimiento. Esta es favorecida en ambientes con temperaturas moderadas (17-27 °C), y lluvias frecuentes, o noches frescas con períodos prolongados de rocío durante prefloración y floración. (IICA, 2008)

Tabla 1. Incidencia de enfermedades fungosas del frijol antes del inicio de los tratamientos con Opera 18,3 SE

Agroecosistema	Variedad	% Incidencia				<i>Phakopsora</i> sp	<i>C. canenses</i>
		Opera 18.3 SE		Estándar			
		<i>Phakopsora</i> sp	<i>C. canenses</i>	<i>Phakopsora</i> sp	<i>C. canenses</i>	Sig	Sig
CPA 28 de Enero	BAT -93	0.1 ^a	6 ^a	0.1 ^a	6 ^a	ET 0.045	ET 0.005
						CV 31.1%	CV 4.25%
Granja 7 Horquita	Delicias 364	18 ^a	15 ^a	6 ^b	28 ^b	ET 0.32	ET 0.2
						CV 29%	CV 25%
UEB La Vega	BAT -93	5 ^a	5 ^a	5 ^a	5 ^a	ET 0.008	ET 0.007
						CV 7.8%	CV 6.5 %
CCS Manuel Ascunce	CULL -156N	9 ^a	2 ^a	9 ^a	2 ^a	ET 0.02	ET 0.01
						CV 18.6%	CV 34.0%
UEB Santa Martina	BAT -93	0.1 ^a	3 ^a	0.1 ^a	3 ^a	ET 0.002	ET 0.02
						CV 18.6%	CV 37%
CCS Ricardo Díaz	CC-25-9 N	2 ^a	0.1 ^a	0.1 ^a	0.1 ^a	ET 0.002	ET 0.002
						CV 36%	CV 18.6%

*Medias con letras diferentes difieren significativamente, p< 0.05

4.1.4 Incidencia de enfermedades fungosas del frijol en la última evaluación.

En la tabla 2 se muestran los resultados de la última evaluación de las enfermedades en ambas variantes de los diferentes agroecosistemas, observándose que existió diferencias significativas en todos los casos para *Phakopsora* sp y *C. canenses*, independientemente de los productos utilizados en la variante estándar, mostrando control efectivo en la UEB Granja 7 donde la incidencia inicial de *Phakopsora* sp fue superior en la variante Opera 18.3 SE. La cercospora disminuyó a valores casi nulo, en la CPA 28 de Enero, UEB Santa Matina, UEB La Vega y UEB Granja 7, no infiriendo en este comportamiento la susceptibilidad de las variedades empleadas pues en los tres primeros agroecosistemas se utilizaron variedades resistentes y en el último variedad susceptible (Hansen, 1990)

Las variedades resistentes en un lugar o año no necesariamente lo son en otro. La mayoría de las variedades son resistentes solo a una raza del patógeno; sin embargo, se han identificado fuentes resistentes a un gran número de razas. Es muy importante evitar sembrar una sola variedad de frijol en un área grande porque pueden existir razas del patógeno que ataquen y destruyan el cultivo en toda el área sembrada (Bayer, 2008)

La tabla permite el análisis de la efectividad biológica alcanzada por el fungicida Opera 18.3 SE, partiendo de la reducción de los índices de infestación para ambas enfermedades que se presentaron al finalizar el ciclo del cultivo con respecto al estándar, reflejándose en la variante pyraclostrobin + epoxiconazole valores entre el 13 y 48 % para *Phakopsora* sp y el 0.1 y 9% para *C. canenses*, mientras que dichos patógenos se comportaron entre el 42 - 86% y el 5- 72% respectivamente en las variantes estándar de producción.

Tabla 2. Incidencia de enfermedades fungosas del frijol en la última evaluación

Agroecosistema	Variedad	% Incidencia				<i>Phakopsora</i> sp		<i>C. canenses</i>	
		Opera 18.3 SE		Estándar		ET	CV%	ET	CV%
		<i>Phakopsora</i> sp	<i>C. canenses</i>	<i>Phakopsora</i> sp	<i>C. canenses</i>				
CPA 28 de Enero	BAT-93	13 ^a	0.1 ^a	75 ^b	28 ^b	0.21	26	0.3	10.2
Granja 7 Horquita	Delicias 364	48 ^a	0.1 ^a	86 ^b	72 ^b	0.17	20	0.2	15.3
UEB La Vega	BAT-93	18 ^a	0.1 ^a	50 ^b	12 ^b	0.21	24.5	0.5	10.3
CCS Manuel Ascunce	CULL -156N	21 ^a	9 ^a	44 ^b	35 ^b	0.39	16.5	0.5	37
UEB Sta Martina	BAT-93	15 ^a	0.1 ^a	42 ^b	5 ^b	0.16	23.3	0.11	17.2
CCS Ricardo Díaz	CC-25-9 N	20 ^a	7 ^a	65 ^b	20 ^b	0.23	13	0.3	15.8

*Medias con letras diferentes difieren significativamente, $p < 0.05$

4.2 Efecto fisiológico (AgCelence) del fungicida en la productividad de frijol (*Phaseolus vulgaris* Lin)

Teniendo en cuenta los componentes de rendimiento y el efecto fisiológico AgCelence provocado en el cultivo se efectuó la valoración donde se pudo apreciar que en las variantes de tratamientos con Opera 18.3 SE se logró mayor resultado en cuanto al número de vainas/plantas que oscilaron entre 16 y 20, número de granos/vaina (5 y 6) y al peso de 1000 granos (0.2 y 0.4kg), existiendo diferencia significativa con respecto al estándar de producción, no así para el componente número de plantas / m² que se comportó de manera similar en todos los agroecosistemas (Tabla 3).

Al respecto Paglione, (2011) plantea que las aplicaciones de Opera 18.3 SE en los cultivos de granos, incrementan el contenido de carbohidratos solubles y materia seca, mayores niveles de rendimientos, mayor tamaño de grano, (el mayor valor obtenido, incluso frente a otros fungicidas del mercado), mayor calidad comercial de grano (<Grano Verde, <Grano Dañado, <Grano Quebrado), aumento en la actividad de la enzima nitrato reductasa, menor producción de etileno, por lo tanto menor pérdida foliar,

incrementos del rendimiento en condiciones de estrés nutricional, efectos fisiológicos y control de enfermedades.

Tabla 3. Valoración de componentes de rendimiento en los distintos agroecosistemas.

Agroecosistemas	Variantes	Componentes de Rendimientos			
		Nro de plantas / m ²	Nro de vainas / plantas	Nro de granos/ vaina	Peso de 1000 granos (kg)
CPA 28 de Enero	Opera 18.3 SE	32	19	6	0.21
	Estándar	30	15	5.3	0.19
UEB granja 7	Opera 18.3 SE	31	16	5.7	0.4
	Estándar	30	12	5.2	0.3
CCS M. Asuncion	Opera 18.3 SE	27	20	6.1	0.24
	Estándar	25	17	5.7	0.19
UEB Santa. Martina	Opera 18.3 SE	30	18	5.9	0.2
	Estándar	30	15	5.4	0.18
CCS R. Díaz	Opera 18.3 SE	30	16	5.1	0.4
	Estándar	30	13	5	0.25
UEB La Vega	Opera 18.3 SE	32	19	6.1	0.22
	Estándar	31	15	5.4	0.2

Es de destacar que con respecto a la senescencia del cultivo esta fue prematura en las variantes estándar, ya que entre los 60 y 65 DDG se inició la pérdida de su follaje faltándole de 20 a 30 días para completar su ciclo y el tratamiento con Opera 18.3 SE mantuvo en todos los agroecosistemas con más del 40% del follaje fisiológicamente activo, por cual alcanzó un completamiento normal de su ciclo vegetativo. Se puso en evidencia el efecto fisiológico AgCelence presentado por Opera 18.3 SE, visto en el incremento de la fotosíntesis con un mayor cúmulo de energía y disminución de la producción de etileno, garantizando un mayor tiempo las hojas verdes en los cultivos (Ordoñez, 2011) (Figura 7).

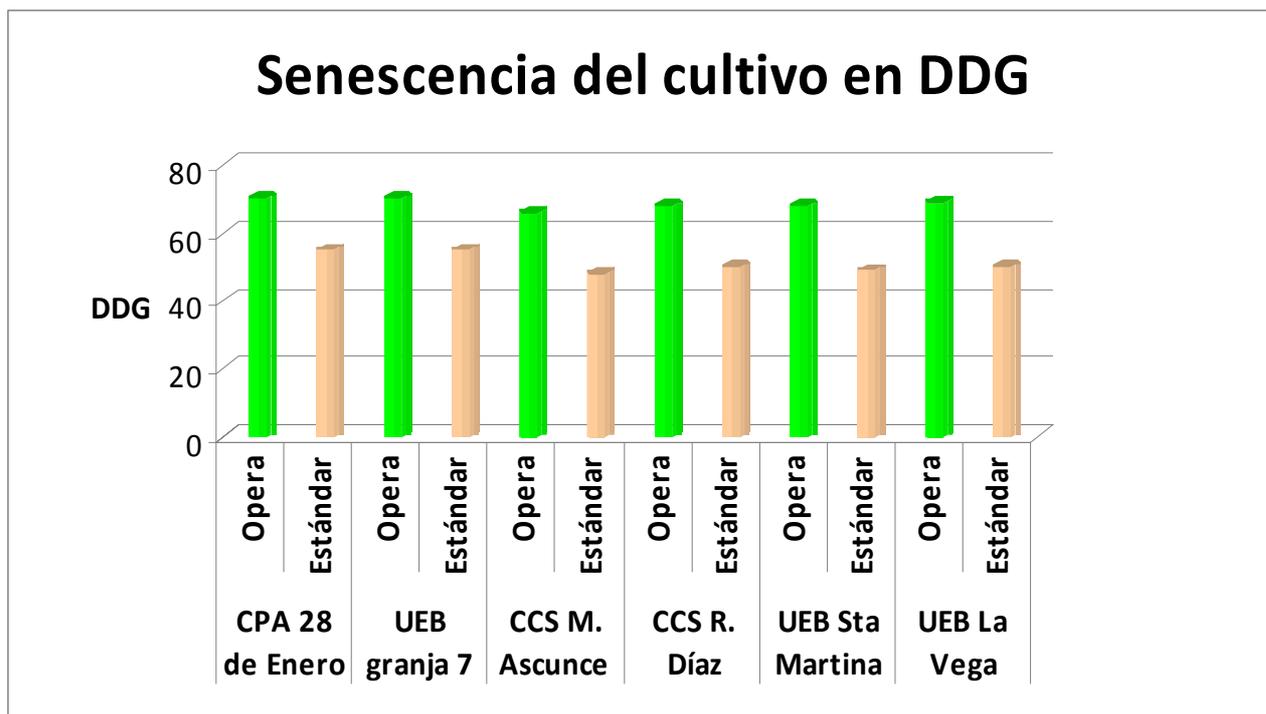


Figura 7. Comportamiento de la senescencia del cultivo en DDG

El rendimiento alcanzado por cada variante en estudio mostró los mejores resultados en el ensayo de Opera 18,3 SE, en el cual se obtuvo la mayor cantidad de tn/ha^{-1} , a pesar de que existieron algunos factores que posibilitaron que los mismos se vieran afectados como: en el agroecosistema de la UEB Granja 7 con la ocurrencia de lluvias continuadas al terminar la cosecha y la permanencia por varios días en el campo antes del trille (Figura 8).

Opera 18.3 SE presentó efectos AgCelence, lo cual promueve eventos fisiológicos positivos en las plantas, proporcionando una ayuda importante en los tres pilares fundamentales para el incremento de la productividad tales como: eficiencia en el crecimiento garantizando un mejor uso de fertilizantes (nitrógeno); mayor eficiencia en la fotosíntesis; control de enfermedades a partir de un excelente control de las principales fitopatologías foliares y la tolerancia al estrés producidas por sequías, granizos, ozono y heladas; todo esto se traduce a su vez a mejor calidad de la semilla, sanidad y vigor de las plantas. (Ordoñez, 2011)

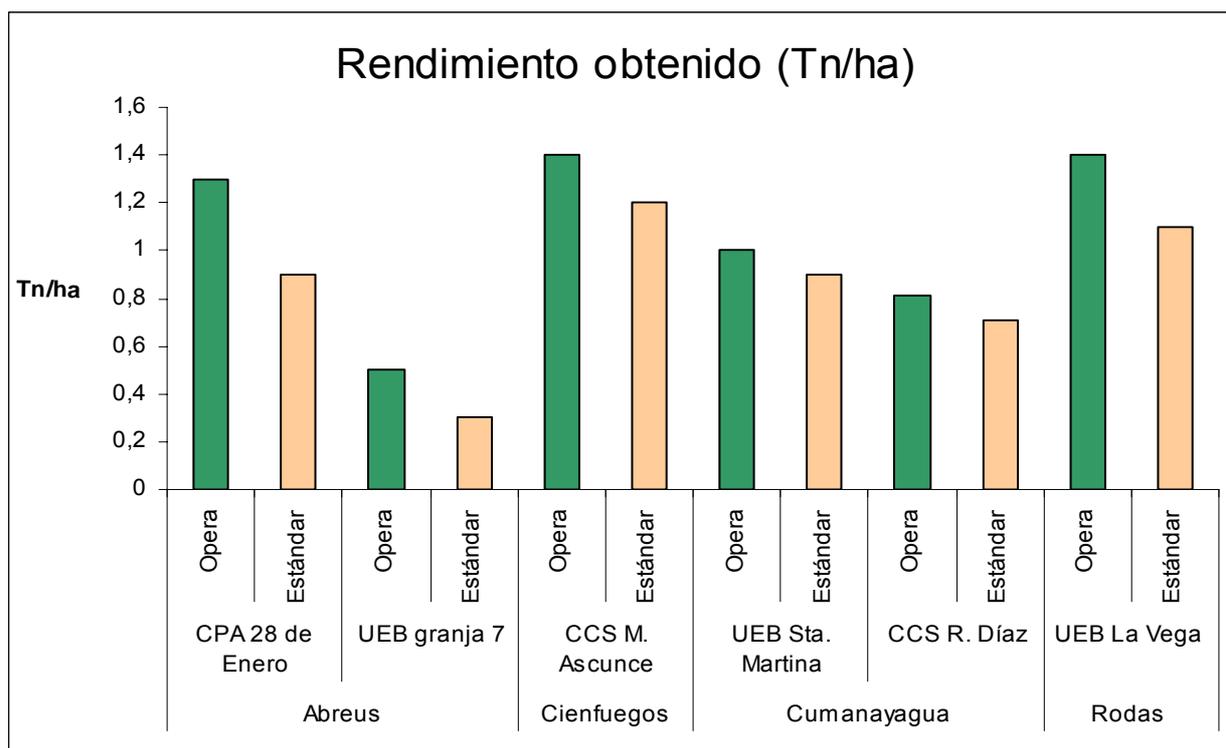


Figura 8. Rendimiento alcanzado (tn/ha⁻¹) en los distintos agroecosistemas

5. Conclusiones

1. Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) a dosis de 0.5 L/ha mostró un control efectivo sobre los hongos (*Phakopsora* sp y *Cercospora canenses* Ell et Martin) causantes de las enfermedades fungosas más agresivas en el cultivo del frijol en varios agroecosistemas de la provincia Cienfuegos.
2. Con dos tratamientos de Opera 18.3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) a dosis de 0.5 L/ha favorecieron el incremento del número de vainas / plantas, número de granos / vaina y el peso de 1000 granos.
3. El efecto fisiológico AgCelence se manifestó en el completamiento del ciclo biológico de la planta e incremento en los rendimientos en el cultivo del frijol.

6. Recomendaciones:

1. Incluir el fungicida Opera 18,3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) a dosis de 0.5 L/ha en la estrategia de control fitosanitario para el cultivo del frijol en la provincia de Cienfuegos.
2. Realizar ensayos con Opera 18,3 SE (pyraclostrobin + epoxiconazole) a dosis de 0.5 L/ha para el control de otras enfermedades fungosas en el cultivo del frijol, valorar su efectividad biológica y las bondades del efecto fisiológico AgCelence.

7. REFERENCIAS

- Acosta, M. A. (1989). Manejo integrado de la mustia hilachosa causada por *Thanatephorus cucumeris* de (Frank) Donk en el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L). En *Ciencias Agropecuaria* (IDIAP., pág. 143.159). Panamá.
- Aguilera, S., & Hernández, D. (1994). Frijoles y maíz, producirlos "Una necesidad. La Habana, Cuba. MINAG.
- Amurrio, J. M. (1999). *Estudio de la infectividad y efectividad de la simbiosis Rhizobium leguminosarum – Pisum*. Trabajo fin de carrera, Universidad de Santiago de Compostela.
- Andreu C. M., & Gómez J. R. (2007). *La Sanidad Vegetal en la Agricultura Sostenible*. Cuba: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas".
- Aragão, F. J. et al. (2002). Transgenic dry bean tolerant to the herbicide glufosinate ammonium. *Crop. Sci*, 42.
- Araya, C., P. Bonilla, N. Becerra, & A. Lara. (1995). *Importancia, síntomas y manejo de las principales enfermedades del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Fascículo 2 de la serie Capacitación en Tecnología de Producción de Frijol. Colombia, : Profrijol y CIAT, Cali.
- BASF. (2011, a). Pyraclostrobin + Epoxiconazole. Recuperado Abril 24, 2012, a partir de <http://www.laguiasata.com/pyraclostrobin+%20epoxiconazole.htm>.
- BASF. (2011, b). Aktiengesellschaft. *Centro Agrícola de BASF 671117*. Recuperado Abril 24, 2012, a partir de <http://www.laguiasata.com/pyraclostrobin+%20epoxiconazole.htm>.
- Bayer. (2008). *Uromyces appendiculatus*. Bayer CropScience. Recuperado Abril 24, 2012, a partir de <http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=536>.
- Beebe, S.E, & M. A. Pastor-Corrales. (1991). *Breeding for disease resistance* (In A. van Schoonhoven & O. Voysest.). Colombia: Common bean, research for crop improvement. CIAT. Cali.
- Blanco, Nilda, & I. Bencomo. (1978). Afluencia de la mosca blanca (*Bemisia tabaci*) vector del virus del mosaico dorado en plantaciones de frijol. *Ciencia Agrícola*, 2, 39 – 46.
- Bliss, F. A. (1993). Breeding common bean for improved biological nitrogen fixation. En *Plant and Soil Euphytica* (67° ed., págs. 65 – 70).

- Bonilla, N. (2000). *Producción de semilla de frijol posterior al huracán Mitch en Nicaragua* (11° ed.). Nicaragua: Agron. Mesoamericana.
- Bottrell, D. G. (1979). *Integrated Pest Management*. Council on Environmental Quality. Government Printing Office: Washington, D.C.
- Castellanos, L., Padrón, W. R., Yanet Yero, A. Díaz, & Maria del Loreto Reyes. (2007). Nocividad y perdidas causadas por el Virus del mosaico amarillo dorado del frijol en 20 accesiones de *Phaseolus vulgaris* L. en la localidad El No del Municipio de Cruces. *Fitosanidad INISAV*, 11(4), 56.
- Cecilia, Y. (2002). *Caracterización de dos nuevas variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris L.) Y diagnóstico del manejo de este cultivo en un municipio de la provincia de Cienfuegos*. Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Agrónomo), Universidad Carlos Rafael Rodríguez de Cienfuegos.
- Chailloux, Marixza, G. Hernández, B. Faure, & R.Caballero. (2005). Producción de frijol en Cuba. Situación actual y perspectivas inmediatas. *Agronomía Mesoamericana*, 7(2), 98-107.
- CIBA GEIGY. (1981). *Manual de ensayos de campo* (Bacilea.). Suiza.
- CNSAV. (2011). Programa de Manejo Fitosanitaria en frijol.
- FAO. (2009). Cuba acelera cultivo de frijoles para reducir importaciones. Recuperado Noviembre 4, 2011, a partir de http://www.cadenagramonte.cu/index.php?option=com_content&view=article&id=7770:cuba-acelera-cultivo-de-frijoles-para-reducir-importaciones&catid=1:camaguey&Itemid=50.
- FAO. (2011). Base de datos. Recuperado Junio 13, 2011, a partir de <http://www.faostat.fao/faostat/form?collection=production.crop.primary>.
- Faure, B. (2003). Proyecto nacional Mejoramiento Genético de Frijol Común (*Phaseolus vulgaris* L.) para los factores bióticos y abióticos que limitan su producción en Cuba. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova, Cuba.
- Fernández, E., & A. Navarro. (2010). Tendencias sobre Manejo de Plagas”. Grupo Manejo de Plagas. Problemas fitosanitarios actuales de la agricultura cubana y su manejo. Presented at the Curso, La Habana: INISAV-CNSAV.

- Fernández, L. (2009). *Identificación de razas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) presentes en el germoplasma cubano* (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.). La Habana: INIFAT.
- Gálvez E. G. (1994). Incidencia de la mustia hilachosa en el sistema de “frijol tapado” en Costa Rica. En *Los sistemas de siembra con cobertura* (CATIE., págs. 109-115). Costa Rica: Turrialba.
- Gasztonit, M.H, & H. Lyr. (1995). Modern Selective Fungicides. En *Miscelaneus fungicides* (19° ed., págs. 339 – 414).
- Graciet, B. (1996). Azoxystrobin. En *La evolución natural de los fungicidas* (851° ed., págs. 126 – 128.). Phythoma.
- Granma, (2009). Cuba busca sustituir importaciones de frijoles. Recuperado Junio 21, 2009, a partir de [Yahoo! /index.php?view=article&catid=1%3Acamaguey&id=7770%3Acuba-acelera-cultivo-de-frijoles-para-reducirimportaciones&format=pdf&option=com_content&Itemid=50](http://index.php?view=article&catid=1%3Acamaguey&id=7770%3Acuba-acelera-cultivo-de-frijoles-para-reducirimportaciones&format=pdf&option=com_content&Itemid=50).
- Hansen, M. (1990). Escape del círculo vicioso de los plaguicidas: El reemplazo de los plaguicidas en los países en vías de desarrollo. Consumer Policy Institute, Consumers Union. Recuperado Abril 24, 2012, a partir de http://www.oleaginosas.org/art_140.shtml.
- IICA. (2008). Guía de identificación y manejo integrado de las enfermedades del frijol en América Central. *Proyecto Red SICTA. COSUDE. Managua.*
- Jiménez, S. (1990). Los áfidos en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). I.N.I.S.A.V. Ministerio de la Agricultura. *Boletín Técnico INISAV, 1, 8.*
- Jiménez, S. F., & D. Plá. (1993). Metodología de señalización de *Liriomyza trifolli* Burgess *Liriomyza sativa* Balachard y *Phytoliriomyza lycopersicea* Plá y Cruz (Díptera: Agromyzidae) en tomate. CNSAV.
- Lozada, A. P, I. Fernández, & M. Trujillo. (2004). *Lista preliminar de los coleópterosn (Insecta, Coleoptera) en Topes de Collantes, Trinidad y Sancti Spíritus, Cuba* (34° ed.). Cuba: Bol. S.E.A.
- Martín, B., I. Ferreira, E. Choer, & J. M. Nedel. (2003). Efiência de coeficientes de sinilaridade em genótipos de Feijoo mediante marcadores RAPD. *Agropec. Bras, 28(2), 243-250.*
- Martínez, E., Barrios, G., Rovesti, L., & Santos, R. (2007). *Manejo Integrado de Plagas. Manual Práctico* (Martínez, E.; Barrios, G.; Rovesti, L.; Santos, R.). España: Grup Bou, Tarragona.

- Mayea, S., L. Herrera, & C.M. Andreu. (1994). *Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba* (Ciudad de la Habana.). Cuba: Pueblo y Educación.
- Morales, F. J. (2000). *El mosaico dorado y otras enfermedades del frijol común causadas por geminivirus transmitidos por mosca blanca en América Latina* (Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).). Colombia.: Palmira.
- Moreno, M. T. (1983). Las leguminosas de grano: una visión de conjunto. En *Leguminosas de grano* (Cuber, J. I.; Moreno, M. T., págs. 15 – 34). Madrid.: Mundi Prensa.
- Murguido, C. (1995). *Biología, Ecología y Lucha contra el salta hojas del frijol Empoasca kraemeri Ross y Moore (Homoptera : Cicadellidae) en frijol (Phaseolus vulgaris)*. Tesis presentada en opción del grado científico de doctor en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana.
- Murguido, C. (2000). Manual sobre manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas en el cultivo del frijol.
- ONE. (2006). Cap. X. Agropecuario. Oficina Nacional de Estadística. Recuperado Junio 14, 2011, a partir de [http:// www.one.cu](http://www.one.cu).
- Ordoñez, G. (2011). AgCelence. Líder de cultivo para Centro América & Caribe BASF. SA. Alemania. Recuperado Abril 24, 2012, a partir de <http://www.laguiasata.com/pyraclostrobin+%20epoxiconazole.htm>.
- Paglione, R. (2011). Más allá de la protección de su cultivo. *Crop Technical Manager, BASF. Argentina S.A., Agro*.
- Phakopsora meibomiaea Royana americana de la soja. (s.d.). . Recuperado Abril 25, 2012, a partir de http://www.agro.basf.com.ar/images/nota_aapresid.pdf6.
- Pla, D. P. (1990). Identificación de minadores (Díptera; Agromyzidae) que atacan los cultivos de importancia económicas en Cuba. Presented at the Conferencia curso pos grado. I, CNSAV La Habana.
- Polston, Jane E., & P. K. Anderson. (1997). The Emergence of Whiteflies-Transmitted Geminivirus in Tomato in the Western Hemisphere. *Plant. Dis.*, 81(2), 1358-1369.
- Prensa Latina. (2012). FAO urge a reducir pérdidas de alimentos por plagas en los cultivos, 3.
- Rude, P. A. (1985). *Integrated Pest Management for tomatoes* (2º ed.). USA: University of California,

- Saucedo, C. O., Mena, O., & Quintero, E. (1996). Estudio del complejo de enfermedades foliares en frijol en función de las variedades y época de siembra. *Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. Santa Clara*.
- Singh, S. P. (1999). Production and Utilization. En *Common bean improvement in the twenty-first century* (Singh, S. P., págs. 1-24). Colombia: Kluwer Academic Publishers.
- Singh, S. P., & O. Voyset. (1997). Taller de Mejoramiento de Frijol para el siglo XXI. En *Bases para una estrategia para América Latina* (O. Voyset.). Colombia: CIAT, Cali.
- Singh, S. P., & V. Voyset. (1983). Conceptos básicos de la introducción y selección de nuevas variedades de frijol. (*Phaseolus vulgaris* L.). (pág. 21). Presented at the Curso de Frijol., Colombia: CIAT.
- Terán, A., Ascencio, G., & García, P. (2005). Control químico de roya asiática *Phakopsora pachyrhizi* de la soya. *Sistema Producto – Oleaginosas*, © Copyright - *Sistema Nacional*. Recuperado a partir de http://www.oleaginosas.org/art_245.shtml.
- Vázquez, L., Gómez, Olimpia, & Mateo, Amelia. (1995). Informe de la problemática mosca blanca-geminivirus en Cuba (pág. 15). Presented at the IV Taller Latinoamericano sobre mosca blanca y geminivirus. Honduras., Ciudad de La Habana.