

**Estudio Comparativo de Productos Químicos y Biológicos Para el Control De
Enfermedades del Cultivo de Soya (*Glycine Max (L) Merrill*), en el Norte del Valle del
Cauca, Colombia.**

Norbey Arias Agudelo.

Jorge Eduardo Ríos García

Director

Manuel Francisco Polanco Puerta

Ingeniero Agrónomo. Esp. MSc. PhD.

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Dosquebradas, Risaralda

2024

Dedicatoria

El presente trabajo, está dedicado a nuestras familias, quienes, durante todos estos años de estudio, nos acompañaron en el camino para alcanzar este sueño, el cual esperamos fielmente sea una herramienta que les aportara progreso y bienestar, al igual que sirva como ejemplo e inspiración a nuestros hijos, para que puedan cumplir sus sueños, sin importar la edad ni el tiempo que le lleve a cabo.

A Dios por darme la voluntad cada día de dar lo mejor de nosotros para cumplir esta meta propuesta. A mi esposa Viviana Quintero por acompañarme siempre, por alentarme día a día en esta tarea emprendida; a mi hijo José Miguel Arias Quintero, por comprender que en ocasiones mi tiempo tenía que dedicarse a la capacitación y al estudio.

Norbey Arias

A mi esposa Diana Marcela Mejía Castro y a mi hijo Tomas Ríos Mejía, por su apoyo incondicional y comprensión en todas las horas de estudio y capacitación.

A Dios por las fuerzas brindadas para no desfallecer en todo el tiempo dedicado a superar las metas trazadas en nuestra carrera profesional.

Jorge Ríos

Agradecimientos

Muchas gracias a Natalia Villada Holguín de Semillas Kamerún por su apoyo para el desarrollo de la investigación generada para lograr este proyecto; y un agradecimiento especial al Dr. Manuel Francisco Polanco Puerta (Fito mejorador) quien fue nuestro guía y soporte para llevar a cabo esta investigación.

A la Universidad Nacional Abierta ya Distancia, nuestra Alma Mater que no solo nos permitió adquirir conocimientos en agronomía, sino que también se convirtió en un escenario propicio para el desarrollo personal, en donde conocimos y compartimos con valiosas personas, descubrimos nuestras fortalezas y aprendimos a apreciar la diversidad de la vida. Estas experiencias han sido fundamentales en nuestra formación y seguirán acompañándonos en mi camino.

Resumen

La prevención, manejo y control de plagas y enfermedades causadas por agentes biológicos son fundamentales para el éxito económico y productivo en la agricultura. En Colombia y globalmente, la demanda de proteínas vegetales, especialmente de soya (*Glycine max*) y frijol, está en constante crecimiento. La soya, que representa el 50% de la producción mundial de leguminosas, es apreciada por su alto contenido de proteína y aceite, lo cual la hace atractiva para usos industriales. Sin embargo, los productores de soya frecuentemente reciben información inadecuada sobre su cultivo, y el monocultivo, junto con el mal manejo y la presencia de patógenos, puede causar pérdidas económicas y degradación de recursos naturales.

La prevalencia de nematodos y otros patógenos como hongos, bacterias y virus en los cultivos de soya está relacionada con la selección de variedades, la falta de rotación de cultivos, el clima y la gestión de enfermedades previas. En este contexto, se realizó un estudio de campo sobre la aplicación de tratamientos químicos y biológicos para el control de tres patógenos en un lote de la empresa semillas Kamerun SAS, en Obando, Valle del Cauca. Utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar (BCA), se compararon los efectos de estos tratamientos. Los resultados del estudio demuestran la efectividad de los tratamientos químicos, frente al control biológico, abriendo una alternativa para el uso de inductores de resistencia como el BRIC. Esto podría contribuir significativamente a mejorar la gestión de plagas y enfermedades, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y eficaces.

Palabras Claves: Control de plagas, monocultivo, patógeno, control biológico, Sostenibilidad.

Abstract

The prevention, management and control of pests and diseases caused by biological agents are fundamental for economic and productive success in agriculture. In Colombia and globally, the demand for vegetable proteins, especially soy (*Glycine max*) and beans, is constantly growing. Soybeans, which represent 50% of global legume production, are valued for their high protein and oil content, which makes them attractive for industrial uses. However, soybean producers frequently receive inadequate information about their crop, and monoculture, along with poor management and the presence of pathogens, can cause economic losses and degradation of natural resources.

The prevalence of nematodes and other pathogens such as fungi, bacteria and viruses in soybean crops is related to variety selection, lack of crop rotation, climate and management of previous diseases. In this context, a field study was carried out on the application of chemical and biological treatments to control three pathogens in a batch of the Kamerun SAS seeds company, in Obando, Valle del Cauca. Using a randomized complete block (BCA) experimental design, the effects of these treatments were compared. The results of the study demonstrate the effectiveness of chemical treatments compared to biological control, opening an alternative for the use of resistance inducers such as BRIC. This could significantly contribute to improving pest and disease management, promoting more sustainable and effective agricultural practices

Keywords: Pest control, monoculture, pathogen, biological control, Sustainability

Tabla de Contenido

Contenido

Introducción	10
Planteamiento del problema.....	12
Justificación	15
Objetivos	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Marco teórico	19
Generalidades del Cultivo.....	19
Taxonomía y Descripción Botánica de la Soya	20
Condiciones Edafoclimáticas.....	22
Enfermedades Objeto de Análisis en Campo.....	24
Metodología	31
Localización	31
Tamaño y Distribución de la Parcela Experimental	31
Tratamientos Evaluados.....	32
Momento de Aplicación de los Tratamientos	33
Método, Momento y Frecuencia de Evaluación.	34
Análisis de Información	36
Resultados	37
Los Rendimientos	39
Incidencia y Severidad de Enfermedades	41

Discusión.....	44
Conclusiones	47
Efectividad de los Tratamientos en el Control de Enfermedades	47
Impacto de los Tratamientos en el Rendimiento del Cultivo.....	47
Calidad de las Semillas y su Relación con los Tratamientos.....	47
Importancia de la Severidad en la Pérdida de Rendimiento	48
Recomendaciones Para un Manejo Integrado de Enfermedades	48
Bibliografía	50

Lista de tablas

Tabla 1 <i>Esquema del diseño experimental para la evaluación de los tratamientos en el control de las enfermedades de la soya</i>	32
Tabla 2 <i>Contenido y composición del producto ACF SR</i>	33
Tabla 3 <i>Categorías de severidad para evaluación de daños por agentes patógenos en el cultivo de la soya.</i>	35
Tabla 4 <i>Análisis de la varianza de las variables de rendimiento de dos variedades de soya frente tres tratamientos de control de los principales patógenos que atacan el cultivo del a soya en el norte del valle del cauca</i>	37
Tabla 5 <i>Análisis promedios de Tukey para las variables rendimiento e índice de semilla entre los tratamientos evaluados en dos variedades de soya en el norte del valle del cauca.</i>	38
Tabla 6 <i>Niveles de incidencia y severidad de enfermedades presentes en dos variedades de soya, frente a tres tratamientos.</i>	41

Lista de figuras

Figura 1 <i>Momento de aplicación del producto ACF SR según etapa fenológica del cultivo de la soya.</i>	34
Figura 2 <i>Fórmulas para cálculo de incidencia y severidad</i>	35
Figura 3 <i>Evaluación del rendimiento de dos variedades de soya para cada tratamiento de control de enfermedades patogénicas en el norte del valle del cauca.</i>	39
Figura 4 <i>Evaluación del índice de semillas de dos variedades de soya según el tratamiento de manejo de las enfermedades patogénicas en el norte del valle del cauca.....</i>	40
Figura 5 <i>Fotografía de las parcelas experimentales, a la izquierda la variedad de soya exp. 2, a la derecha variedad 108, sometidas a los tratamientos en finca El Samán Semillas Kamerun en el norte del Valle del Cauca.....</i>	43

Introducción

Dentro de los sistemas de producción agrícola, la prevención, manejo y control de plagas y enfermedades causadas por distintos agentes biológicos, es uno de los pilares fundamentales para garantizar el éxito económico y productivo de las organizaciones dedicadas a la obtención de materias primas y alimentos para el consumo. Entender sus orígenes, su funcionamiento, además de conocer alternativas para frenar su avance, forman parte del ejercicio profesional del agrónomo, como parte integral de este renglón productivo.

En Colombia y en el mundo, la creciente demanda de proteínas de origen vegetal para el consumo humano y animal, especialmente las derivadas de plantas como la soya y el frijol, ocasiona que día a día, se busquen nuevos avances para su producción, de lo anterior, la soya (*Glycine max (L) Merrill*) ocupa el primer lugar en cuanto a producción y consumo de leguminosas, llegando a 50% a nivel mundial, en parte porque un grano seco de este material, contiene 40% de proteína y 20% de aceite, siendo esto una característica que ofrece ventajas para usos a nivel industrial (Mederos y Ortiz, 2021). Sin embargo, la información que llega a manos de los productores de soya sobre su establecimiento, en muchos casos no es adecuada, además los riesgos que acarrea la siembra en sistema de monocultivos, su mal manejo, y la presencia en estos espacios naturales de agentes patógenos sin control, ocasionan no solo pérdidas económicas para la agricultura, sino también la degradación de recursos naturales, por el uso deficiente de productos de origen químico, de hecho, la prevalencia de poblaciones de nematodos en el cultivo y otros agentes tales como hongos, bacterias y virus, puede estar relacionada a factores como la selección de variedades, la falta de rotación de cultivos, y el clima, pero sobre todo a la forma como fueron tratadas enfermedades anteriores y su estrategia de manejo (Cherlinka, 2023).

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente trabajo recoge los resultados de un estudio realizado en campo, sobre la aplicación de tratamientos químicos y biológicos para el control de tres agentes patógenos, realizado en un lote banco de materiales de la empresa semillas Kamerun SAS, ubicada en la zona rural del municipio de Obando, Valle del Cauca. Mediante diseño experimental de bloques completos al azar BCA, se comparan sus efectos, en espera de que la información recolectada y su posterior análisis, vislumbre la viabilidad de posibles alternativas para el tratamiento de enfermedades presentes en estos sistemas de producción.

Planteamiento del problema

La soya se considera hoy como un cultivo de importancia para Colombia por su potencial productivo; algunos antecedentes indican que se tienen proyectadas la siembra de 500.000 has en los próximos años (Serna, 2023); asimismo, según datos de la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales, Leguminosas y Soya (FENALCE), para el primer semestre del año 2023 se alcanzó una producción cercana a 170.000 ton, con un rendimiento de 3.2 ton/ha, siendo los departamentos del Valle del Cauca, Casanare y Meta, los que lideran la producción nacional, con cerca de 75.000/has sembradas, de las cuales 700 has corresponden al departamento de Casanare, 71.500/has al Meta, y 2.800/has en Valle del Cauca (FENALCE, 2023); a pesar de ello la producción nacional no alcanza a cubrir la demanda interna, llegándose a importar cerca de 481.983 ton de soya al año (Serna, 2023), por ende para cubrir esta demanda se requieren en corto plazo, sembrar más de 150.000/has.

En cuanto a los aspectos fitosanitarios, en las zonas templadas del mundo el cultivo de soya presenta al parecer, una resistencia mayor a enfermedades frente a otras leguminosas (Cherlinka, 2023), sin embargo, las enfermedades fúngicas del suelo son de difícil control y el tratamiento de semillas no logra la protección de los cultivos durante largos períodos de tiempo. La aplicación reiterada de fungicidas químicos contra estos patógenos ha favorecido la aparición de cepas resistentes y desbalances en la microbiota del suelo, que disminuyen la actividad antagonista de microorganismos beneficiosos que están presentes en el suelo (Díaz et. al, 2019). Las variaciones de temperatura en climas templados (verano, otoño, invierno), ocasionan que las poblaciones de hongos y microorganismos disminuyan con el cambio de estaciones; por el contrario, en zonas de clima tropical, como lo es el Norte del Valle del Cauca, dentro del ciclo vegetativo, es posible observar afectaciones causadas por distintos agentes patógenos.

Por esta, desde el punto de vista fitosanitario las enfermedades causadas por patógenos, son la principal limitante del cultivo de soya, sobre todo las que están presentes a nivel hoja (Stewart, 2006), las cuales se han visto incrementadas en los últimos años debido a la generalización de prácticas inadecuadas, llegando a producir pérdidas de 10 - 30% en el rendimiento (Cherlinka, 2023), de igual manera se estima que 80% de las enfermedades de soya, en Colombia, son ocasionadas por hongos y bacterias que en mayor grado se encuentran en las semillas, afectando su calidad (Díaz et. al, 2019).

El tratamiento con insecticidas convencionales puede ser necesario si el 10-15% de las vainas están dañadas durante la etapa de crecimiento. Hay muchos pesticidas eficaces, como los piretroides, los organofosforados (OP) y los neonicotinoides, que pueden comprarse por separado o mezclados, no obstante, a la hora de decidir cuándo aplicarlos, hay que tener en cuenta el tiempo previo a la cosecha (Cherlinka, 2023). Sin embargo, como una forma de disminuir el uso de estos agroquímicos, en diversos países del mundo incluyendo Colombia, se han formulado estrategias que buscan minimizar impactos en la salud humana y en el medio ambiente, a través de métodos de agricultura sostenible, el principal y de más amplio uso se denomina MIPE (Manejo integrado de Plagas y Enfermedades), el cual combina técnicas físicas, legales, biológicos y culturales, y el uso de bioinsumos para el control de agentes patógenos (biocontrolador), los cuales pueden ser: agentes microbiales para control de plagas, macroorganismos, extractos vegetales y productos bioquímicos (Yepes, 2021).

En este orden de ideas, ante la necesidad de ampliar las áreas de siembra de soya en el país para cubrir la demanda interna, Semillas Kamerun SAS, ubicada en el Norte del Valle del Cauca, empresa que se dedica a la producción y comercialización de semilla certificada, cuenta en sus instalaciones con una unidad experimental, representada en un banco de germoplasma

que permiten la propagación de variedades adaptadas a diferentes condiciones de suelo y clima de las regiones productoras en el país (Serna, 2023), no obstante, se tiene en cuenta que al ampliar el área de siembra, la presencia de enfermedades también se verá incrementada, y pese a ello, la información sobre alternativas de manejo de enfermedades en soya con la que se cuenta, es escasa (López et. al, 2017).

Es por ello que la empresa se ha dado a la tarea de investigar estos temas de manera empírica, y a través de observaciones ha determinado que las patologías aumentan no solo por la susceptibilidad de variedades poco adaptadas a condiciones propias del trópico, sino también por el desequilibrio que este cultivo ocasiona en el entorno, derivada de la presión que este ejerce sobre los ecosistemas, en áreas de siembra cada vez más exigentes en recursos, en muchos casos establecidas a través prácticas agronómicas no adecuadas por parte de los productores.

Por tal motivo, en el marco de un plan de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), y por interés del presente trabajo de investigación, se hace pertinente abordar la pregunta: ¿Cuál es la efectividad comparativa de los productos químicos versus los productos biológicos en el control de enfermedades del cultivo de soya (*Glycine max* (L) Merrill) en el norte del Valle del Cauca, Colombia?

Justificación

En los últimos diez años la producción nacional de este tipo de legumbre, la soya, creció en 113 %, pasando de 93.000 toneladas en 2014 a 198.000 en 2023, lo que equivale a una tasa anual promedio del 8,8 %¹.

Sin embargo, el cultivo de soya desde hace algunos años en Colombia ha venido enfrentando problemas de roya que han abocado al gobierno a fortalecer los controles para disminuir su presencia en estas siembras. Dicha especie de hongo, que produce una enfermedad que afecta los diversos granos, se reportó en Colombia por primera vez en 2004 y es considerada la enfermedad más limitante para este cultivo (López et. al, 2022), y está directamente influenciada por el medio ambiente, más puntualmente por la frecuencia de lluvias a lo largo del mismo (Del Ponte *et al.* (2006).

Por su parte Tapiero Ortiz et al. (2021), citado por López et. al, (2022) relaciona dos especies de hongos del género *Phakopsora* son los agentes causales de la enfermedad. La roya asiática se atribuye a *P. pachyrhizi* y la roya americana, a *P. meibomiae*. En cultivos de soya de la Orinoquía colombiana, la especie predominante es *P. pachyrhizi* siendo la roya asiática de la soya *P. pachyrhizi* aquella que constituye la mayor amenaza biótica para el cultivo de la soya en todas las regiones del mundo donde se cultiva².

¹ <https://www.valoraanalitik.com/produccion-de-soya-en-colombia-crecio-113-en-la-ultima-decada/>

² [Avances en el estudio de la roya asiática de la soya \(*Phakopsora pachyrhizi*\) en México | Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan](#)

Para Rosa et al., (2015) este patógeno se considera la mayor amenaza para el cultivo y comúnmente ocasiona pérdidas del 80 % o más cuando las condiciones ambientales son propicias para el desarrollo de la enfermedad. Porcuna (2021) argumenta que el desarrollo de enfermedades fitopatógenas en los cultivos de soya son la razón de su baja producción lo que lleva a la búsqueda de alternativas sustentables y económicas efectivas para el control de las enfermedades que causan pérdidas considerables a los agricultores.

Tarazona, vaca (2022) comentan que en el manejo de las enfermedades en el cultivo de la soya, en la actualidad se realizan funciones tecnificadas en donde los fungicidas han sido la principal herramienta de manejo de los agentes causantes de las enfermedades en el cultivo, todo esto ha causado que los microorganismos tienden a generar resistencia hacia los agroquímicos convencionales.

A través de las diferentes prácticas que se han generado para la aplicación de fungicidas, han develado que generan impactos negativos en el medio ambiente cuando se evidencia un uso indiscriminado de éstos, lo que ha llevado a buscar métodos muchos más amigables con el fin de generar el menor impacto en la biodiversidad vegetal y animal, sumado esto al valor agregado hacia el producto para su comercialización en los diferentes mercados (De los Ríos et. al, (2016).

Por esto el continuo monitoreo y control de la roya y su oportuna identificación en los cultivos es esencial para un buen manejo de la enfermedad, llevando a que los rendimientos del cultivo sean los mejores posibles.

Realizando la evaluación de diferentes tratamientos ejecutados en esta investigación, mediante un diseño experimental de bloques completos al azar, en el cual, mediante medición de algunas variables, se busca determinar la eficiencia de diferentes productos con ingredientes activos tanto químicos, como biológicos, en el control de enfermedades que afectan las partes

aéreas del cultivo. El proceso investigativo emprendido con el apoyo de Semillas Kamerun SAS, tiene su raíz en la necesidad de evaluar la aplicación de fungicidas con varias mezclas, a través de diferentes tratamientos realizadas en los lotes, para el control de tres agentes patógenos (hongos): *Phakopsora* (Roya), *Cercospora* y *Cilindrocladium*, identificados como de mayor relevancia en el cultivo, no solo por su alta incidencia para la presencia de enfermedades, sino también por el impacto económico que generan.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar y comparar la eficacia de productos químicos y biológicos en el control de enfermedades en el cultivo de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en el norte del Valle del Cauca, Colombia, con el fin de identificar estrategias de manejo más sostenibles y eficientes para mejorar la salud de los cultivos y la productividad en la región.

Objetivos Específicos

Evaluar la efectividad de tratamientos químicos y biológicos en el control de los patógenos que afectan el cultivo de soya (*Glycine max* (L.) Merrill) en la región norte del Valle del Cauca, Colombia, cuantificando la reducción de la incidencia y severidad de las enfermedades.

Comparar el impacto de los productos químicos y biológicos en el rendimiento agrícola y en la salud general del cultivo de soya, analizando indicadores como el crecimiento vegetativo, la calidad del grano y la resistencia a enfermedades.

Marco teórico

Generalidades del Cultivo

La soya (*Glycine max (L.) Merrill*) es originaria de Asia, particularmente del norte y centro de China (Mederos y Ortiz, 2021); desde la antigüedad se le reconoce como uno de los cinco granos sagrados, junto con el trigo, el arroz, la cebada y el millo por sus propiedades nutricionales y medicinales.

Santos L (2016) afirma que se destaca como la oleaginosa de mayor importancia a nivel mundial, convirtiéndose en uno de los diez cultivos más fomentados por su gran diversidad de usos, presentando un aumento de su consumo debido a la utilización del grano como materia prima en la elaboración de alimentos para animales y el consumo humano. Según estadísticas de la FAO su producción, a nivel internacional, ha crecido notablemente desde 1960, lo que la posiciona en el primer lugar de productos agrícolas más demandados en el mercado mundial. Corbera y Nápoles (2021) citan información de la FAO, en donde informan que se siembran en más de 90,2 millones de hectáreas, cuya producción mundial supera los 345,96 millones de toneladas, lo cual representa un aumento de 10,52 % en la producción mundial de los últimos años.

Para el año 2027, según la FAO, en que las tierras agrícolas crecerán en 11 millones de hectáreas, la soya representará más del 62 % de la expansión del área de la región, lo cuál se encuentra registrado en el informe Perspectivas Agrícolas de OCDE FAO 2018 a 2027. De este cultivo se obtienen derivados como lo son aceites, harina para el consumo humano y animal, alimento para ganado, texturizado, lecitina para la industria farmacéutica, para alimentos cárnicos y lácteos, entre otros (Ortiz y Mederos 2023). En Latinoamérica, esta semilla se usa para la extracción de aceite, y el residuo es rico en proteína, la cual se emplea para alimento

animal y, en los últimos años, se le ha dado un aprovechamiento integral, siendo unos de los alimentos menos consumidos en América. (Chavarría Morbioni, 2010).

En cuanto a propiedades nutricionales, esta especie posee un alto porcentaje de aceite, leche, y su grano es muy rico en proteína, por lo que se utiliza para alimentación humana y animal, sin embargo, en algunos países de Asia, consideran que las semillas de soja poseen propiedades medicinales (Ybran y Lacelli, 2016).

A pesar de que en la última década se dio un incremento en la producción de soya a nivel mundial, ésta se enfrenta a grandes amenazas relacionadas con factores bióticos y abióticos: sequía y la enfermedad roya asiática causada por el hongo basidiomiceto *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & P. Sydow (Suenaga, 2014).

En Colombia es un cultivo que ha venido en auge, evidenciándose que en los últimos 10 años la producción nacional de este tipo de legumbre creció en 113 %, pasando de 93.000 toneladas en 2014 a 198.000 en 2023, lo que equivale a una tasa anual promedio del 8,8 %, registrando que la altillanura es la principal región productora de soya del país que, en promedio para los últimos diez años, contribuyó con el 85 % de la producción total. Así mismo, se observa una tendencia al alza en su oferta, que pasa de 71.000 toneladas en 2014 a una producción superior a las 171.000 toneladas en 2023, lo que representa una expansión del 138,8 %³.

Taxonomía y Descripción Botánica de la Soya

Según Guamán (1996), la clasificación botánica de la soya es la siguiente:

Reino: Fanerógamas

³ <https://www.valoraanalitik.com/produccion-de-soya-en-colombia-crecio-113-en-la-ultima-decada/>

Subreino: Cormobionta

División: Spermapophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Archichlamydae

Orden: Rosales

Suborden: Leguminosinae

Familia: Leguminosae

Subfamilia: Papilionaceae, Fabaceae

Tribu: Phaseoleae

Subtribu: Phaseolinae (Glycininae)

Género: *Glycine* L.

La soya es una planta erecta y ramificada, varía en crecimiento, hábito, y altura. Puede crecer desde 20 cm hasta más de un metro de altura y tarda por lo menos de uno a tres días en germinar (Mena & Solvarro, 2014). Algunas variedades presentan algún grado de pubescencia de color café o gris en los tallos, hojas y vainas; de igual forma sus hojas son trifoliadas y presentan formas lanceoladas u ovaladas, cuyo tamaño puede ser largas o angostas, de color verde pálido a oscuro. Sus flores pueden ser de color blanco o violeta, presentándose en racimos axilares.

Las vainas o legumbres pueden ser negras, cafés o amarillas y pueden contener hasta cuatro semillas, con un peso de 12 a 20 gramos por 100 semillas. En cuanto a la raíz, inicialmente a radícula emerge de una cubierta seminal cerca del micrópilo en la semilla, y comienza a crecer hacia abajo alrededor de dos días después de la siembra, convirtiéndose en la

raíz principal, para posteriormente crecer continuamente hasta el periodo de llenado (Mederos y Ortíz, 2021).

Una característica principal de la soya, y de las leguminosas en general, es su capacidad de fijar nitrógeno en el suelo, para ello crean una asociación con la bacteria *Bradyrhizobium japonicum* la cual forma nódulos en las raíces, dentro de los cuales absorben nitrógeno atmosférico, formando depósitos que son aprovechados por la planta para su propia nutrición, al mismo tiempo la bacteria toma de la planta carbohidratos, producto de la fotosíntesis (Mederos y Ortíz, 2021).

Es significativo tener presente que el cultivo depende de las condiciones ambientales bajo las que se desarrolle y de la capacidad de adaptación de las variedades a las condiciones que le ofrece el medio ambiente. Es por ello que, en la introducción y validación de nuevos cultivares más productivos, la selección de genotipos promisorios reviste una gran importancia (Díaz et. al, 2019).

Condiciones Edafoclimáticas

Es importante resaltar que dichas condiciones refieren unas características asociadas al clima y al suelo, que son determinadas según la ubicación geográfica, así como factores eco fisiológicos y metabólicos en las plantas.

El suelo. La soya no requiere suelos muy ricos en nutrientes, ya que ella se adapta a diversos tipos de suelo; pero presenta una mayor producción y menos problemas si se siembra en suelos de textura franca, sueltos no compactos, suelos neutros o levemente ácidos Fuente. Este cultivo es muy sensible a los encharcamientos del terreno, por lo que en los suelos de textura arcillosa que pueden encharcarse no es recomendable su siembra, si el terreno es llano debe tener

una correcta nivelación, para que el agua no se estanque. A pesar de esto, la Soya es una planta que requiere grandes cantidades de agua, por lo que en los terrenos arenosos deberá regarse con frecuencia. Es relevante evitar suelos arcillosos con problemas de salinidad y pH alcalinos (>8.0), con poca permeabilidad, con posibilidades de encharcamiento de agua y mala aireación, como también suelos arenosos. Se deben preferir suelos con buen contenido de materia orgánica y ligeramente ácidos, con un pH 5.5 a 6.5 (Barbosa, et al 2019).

Castro-Barquero (2023), relacionando a Savci 2012, aporta que, en los últimos años, la productividad de muchos cultivos se ha reducido, debido a la degradación de la calidad y salud de los suelos y los ecosistemas en general. Una de las causas principales de esta problemática es el uso continuo de fertilizantes químicos solubles, sobre todo de N y P.

Narsimha et. al, (2014) aportan que enfermedades fúngicas del suelo no son fáciles de controlar y el tratamiento de semillas no logra la protección de los cultivos durante largos períodos de tiempo.

En cuanto a la preparación del terreno, la soya necesita de las siguientes actividades:

Limpia del terreno. De esta manera se inicia la preparación y se debe realizar después de cosechar el cultivo anterior.

Subsuelo. No es una actividad muy común realizada; sin embargo, es requerida donde existen problemas por la compactación del suelo.

Rastra: Este laboreo se realiza con el fin de dejar bien mullida y suave la superficie, controlar maleza y arropar o proteger la humedad (Propain, 2020).

El clima y temperatura. Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la soya están comprendidas entre los 20 y 30 °c, siendo las temperaturas próximas a 30 °c las ideales para su desarrollo, cuando estas son inferiores a 10 °c el crecimiento vegetativo es pequeño o casi nulo y

en temperaturas superiores a los 40 °c provocan grandes daños en la floración (López, et al. 2020).

La humedad. La humedad durante su cultivo, la soya necesita al menos 300 mm de agua, que pueden ser en forma de riego cuando se trata de regadío, o bien en forma de lluvia en aquellas zonas templadas húmedas donde las precipitaciones son suficientes (Infoagro, s.f.). La soya es bastante resistente a la sequía. Necesita humedad, pero sin encharcamientos, ya que estos asfixian las raíces de la planta. Por esta razón los riegos no deben ser copiosos y se deberá mantener una ligera humedad en el terreno para la mejor vegetación de la planta. El número de riegos varía con las condiciones de clima y suelo. Donde la insolación sea mayor y la evaporación más rápida, se precisará más agua (López, et al. 2020).

Enfermedades Objeto de Análisis en Campo

Las principales enfermedades que afectan las partes aéreas del cultivo de la soya son: tizón de la hoja y mancha púrpura de la semilla (causada por *Cercospora kikuchii*), antracnosis (*Colletotrichum truncatum*), mancha marrón (*Septoria glycines*), tizón de la vaina y del tallo (*Diaporthe phaseolorum*), mildiú (*Peronospora manshurica*), mancha ojo de rana (*Cercospora sojina*), la roya asiática de la soja, causada por *Phakopsora pachyrhizi*, mancha foliar por *Alternaria (Alternaria spp.)*, pudrición por *Fusarium (Fusarium sp)*, pudrición por *Phytophthora (Phytophthora megasperma)*, pudrición negra (*Cylindrocladium sp*). Existen, por otra parte, dos enfermedades de origen bacteriano (*Xanthomonas axonopodis pv. glycines*) y el tizón bacteriano (*Pseudomonas savastanoi pv. Glycinea*) (Ploper et. al, 2015). Las enfermedades que se tienen en cuenta para el presente trabajo, son las siguientes:

Roya. La roya asiática de la soya es causada por el hongo *Phakopsora pachyrhizi* causando daños y pérdidas significativas en este cultivo. Los daños en el rendimiento ocasionados por esta enfermedad varían de 10 a 90%, los síntomas consisten en manchas cloróticas a café grisáceas en las hojas primarias de las plántulas. La roya puede producir una defoliación prematura y disminuir el tamaño de las vainas, el número y peso de las semillas. Esta enfermedad se dispersa a través de esporas que transporta el viento y se depositan en el follaje del cultivo (Ayala, 2021 y Godoy et. al, 2016).

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en el año 2004 reportó por primera vez la presencia de roya asiática en Colombia, considerada como una de las enfermedades de importancia económica para el cultivo. Dos especies de hongos del género *Phakopsora* son los agentes causales de esta patología: *P. pachyrhizi*, y la roya americana *P. meibomiae*. En la soya de la Orinoquia colombiana la especie predominante es *P. pachyrhizi* (López et. al, 2022).

Entre los factores que inciden negativamente en el rendimiento del cultivo de la soya (*Glycine max* L.) se destaca la incidencia de numerosas plagas y en específico las causadas por hongos. En el control fitosanitario de estos agentes se emplean numerosos fungicidas en dosis cada vez mayores, y en la mayoría de los casos no se logra el control deseado, situación que incrementa los *costos* de producción y reduce significativamente los beneficios de los productores (Cruz et. al, 2017); aunado a esto, (Narsimha RB, Venkata SK, Hindumathi A2014) manifiestan que la aplicación reiterada de fungicidas químicos contra estos patógenos ha favorecido la aparición de cepas resistentes y desbalances en la microbiota del suelo, que disminuyen la actividad antagonista de microorganismos beneficiosos que están presentes en el suelo.

Según Garcés y Forcelini (2011), citando a Godoy et. al, (2007), para el control de esta enfermedad es necesario el uso de fungicidas y, por tanto, la información sobre la eficiencia de fungicidas para el combate de las diferentes enfermedades, son cada vez más necesarias con el fin de enfocar su correcta utilización en el campo.

Debido a esto, existe un creciente interés para reducir la dependencia en la fertilización química, con el establecimiento de prácticas agrícolas que aprovechen y se integren con los procesos y ciclos naturales (Giraldo 2015) para mantener la calidad y salud de los suelos. Castro-Barquero (2023), relacionando a Kibblewhite et al, (2008) y Giraldo y Toro (2020), aporta que la inoculación de plantas con microorganismos con capacidad biofertilizante es una práctica acorde con la puesta en marcha de una nueva racionalidad, que entiende que la agricultura, además de producir bienes agrícolas como alimentos y fibras, tiene un impacto directo sobre la estabilidad dinámica de los ecosistemas, la sostenibilidad ambiental, y el bienestar animal y humano.

Hacia el manejo de la enfermedad se sugiere de manera preventiva utilizar variedades de ciclo corto menor a 100 días, evitar altas densidades de siembra. En el control con fungicidas se incluyen tres grupos: Los triazoles, las carboxamidas y las estrobirulinas; de igual forma como estrategia antirresistencia, se recomienda aplicar mezclas comerciales en combinaciones de triazol + estrobilurina, estrobilurina + carboxamida y/o triazol + estrobilurina + carboxamida. Generalmente, cuando se realizan aplicaciones calendarizadas, se llevan a cabo tres o cuatro aplicaciones por ciclo de cultivo. La primera aplicación se realiza en etapa vegetativa (V43-V5), la segunda en etapa reproductiva (R1-R24), la tercera a intervalos de 15 a 18 días después de la segunda aplicación y, por último, se hace una cuarta aplicación esporádica si la presión de la roya es muy alta (López et. al, 2022).

Por otro lado, tenemos producto ACF SR (Hebe, s.f.), está constituido por tres tipos de microorganismos así:

Bacterias fotosintéticas que suministran energía a partir de la luz, fijan nitrógeno y carbono, degradan químicos tóxicos y suministran carbono orgánico a las plantas para su crecimiento.

Cepas de bacterias vegetativas que mejoran los suelos al descomponer químicos tóxicos residuales tales como pesticidas. También descomponen sustancias orgánicas complejas para proporcionar nutrientes a las plantas.

Esporas Bacillus conocidas como productoras de auxinas, hormonas y otras sustancias que promueven el vigor de las plantas. También descomponen compuestos orgánicos complejos para producir formas de más fácil asimilación por las plantas.

De otra parte, trabajos realizados en el departamento del Meta, han demostrado que se debe instalar parcelas trampas en los alrededores de las plantaciones comerciales para el manejo de algunas enfermedades en el cultivo de la soya. Sí se detectan síntomas en la parcela trampa, se recomienda llevar a cabo una aplicación a todo el cultivo de fungicidas específicos para *Phakopsora spp.* Este patógeno presenta una alta probabilidad de crear resistencia a la aplicación calendarizada de fungicidas. Por tal razón, se recomienda la rotación de moléculas con diferentes modos de acción, al igual del uso de fungicidas protectantes (López et. al, (2017).

Por último, estudios realizados por la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano de Honduras, han determinado algunas alternativas de control para enfermedades de la soya, que son consideradas de importancia económica; de las cuales llama la atención las aspersiones de fungicidas como Mancozeb, benomil o fertin-hidróxido, las cuales demuestran mayor efectividad

en la reducción de la severidad de la roya, sobre todo en las etapas de floración y formación de vainas (Rosas y Young 1991).

Cercospora. La cercosporiosis de la soja, también conocida como enfermedad de la mancha de ojo de rana, es causada por el hongo *Cercospora sojina*. Sobrevive entre las plantaciones en los residuos de los cultivos en el campo o en las semillas. Si se plantan las semillas infectadas pueden dar lugar a plántulas infectadas (Plantix, 2023). Los hongos *Cercospora* son ascomicetos y agentes causantes de enfermedades fúngicas de las plantas, como las manchas foliares. Las especies de *Cercospora* producen la fitotoxina cercosporina y no tienen una etapa sexual conocida (Descriptores de Ciencias de la salud, 2021).

Septoria. La septoriosis de la soja es una enfermedad foliar causada por el hongo *Septoria glycines*. Pasa el invierno en los residuos vegetales infectados y en semillas en el suelo. Las salpicaduras de lluvia dispersan las esporas sobre las hojas. Dicha enfermedad en la mayoría de los casos es ocasionada por la existencia de humedad en altas proporciones (Plantix, 2023).

Cylindrocladium. Identificado como *Cylindrocladium scoparium* este hongo es de amplia distribución en el mundo, siendo una de las especies más patogénicas y polígamas, causando pudrición en plántulas y plantas adultas, asociándolo con la enfermedad conocida como “madura viché” o “seca viche” en soja (Varón, 1994).

Cabe destacar que el medio ambiente, más exactamente las altas temperaturas y humedades relativas, son un desencadenante para la proliferación de numerosas plagas y daños causados por hongos en el cultivo. Las enfermedades se manifiestan en cualquier estado de desarrollo de la planta o simplemente durante todo su ciclo, reduciendo la producción de soja, afectando la calidad física, fisiológica, nutricional y comercial del producto, tanto en grano

comercial como en semilla, provocando pérdidas anuales alrededor del 10 % de la producción (Cruz-Triana et. a, 2017).

Koga et. al, (2009), referenciado por García et, al. (2018), Debido a que la soya se siembra en grandes áreas, la alta frecuencia en la aplicación de fungicidas, la variabilidad genética que presenta el patógeno, su abundante esporulación, su período corto de multiplicación y número de hospederos que posee, se ejerce alta presión de selección sobre los grupos de fungicidas utilizados para su control, causando la pérdida de su eficiencia.

Según estudios realizados por Agrosavia, se recomienda que después de realizar actividades de monitoreo e identificación de agentes causales de enfermedades en soya como antracnosis, *cercospora sojina*, *cilindrocladium sp*, *fusarium blight* entre otros, se lleve a cabo una incorporación al suelo de microorganismos antagonistas naturales de fitopatógenos como depredadores biológicos, incluyéndolos dentro de los planes de manejo MIPE para este cultivo, siendo los más conocidos los hongos del género *Trichoderma sp* en dosis de 200g/ha, de igual forma, el uso de fungicidas para el control de estas enfermedades, se indica realizarlos a la par de una buena observación, evaluación de daño y seguimiento en campo (Flórez et. al, (2021).

Dentro de este contexto se busca que a través de un buen manejo de los suelos y un buen uso de fungicidas en los cultivos de la soya se logre la reducción de la incidencia y la severidad de los hongos del cultivo. Para finalizar es importante destacar a Bettiol (2006), argumentando que la sociedad exige la producción de alimentos con la mínima degradación de los recursos naturales, teniendo relevancia aquellos en los que se garantiza la no utilización de pesticidas en el proceso productivo, para lo que se han desarrollado sistemas de cultivo sustentables, menos dependientes del uso de pesticidas y con un alto control de enfermedades, plagas y malezas. Es por esto que desarrollar mejores prácticas para el control y manejo de productos químicos para el

manejo de enfermedades en los cultivos viene tomando fuerza para el desarrollo ambiental y beneficio social.

Metodología

Localización

El proceso evaluativo y de análisis experimental, se realizó en la empresa Semillas Kamerún SAS, ubicada en el municipio de Obando Valle del Cauca a una altura de 935 msnm, latitud norte de 4°39'27'', longitud Oeste de 75°55'31'', con una temperatura promedio 25°C, humedad Relativa del 70%, precipitación anual promedio de 1578 mm, suelo franco-arcilloso; empresa dedicada a la producción, comercialización y mejoramiento de la semilla de Soya, fundada en 1997. Características precisas para el cultivo de soya, corresponde a la zona de vida bosque húmedo tropical, según Holdridge (2000).

Tamaño y Distribución de la Parcela Experimental

Se establecieron dos parcelas de 20 m × 60 m cada una, correspondientes a un área total de 1,200 m² por parcela. Cada parcela se destinó a una de las variedades de soya evaluadas.

Tamaño de la Unidad Experimental.

Cada unidad experimental tiene una dimensión de 5 m × 10 m (50 m²).

Cada unidad experimental contiene 20 surcos, separados entre sí por 0.50 m y con una longitud de 5 m.

Se establecieron 24 unidades experimentales en total.

Diseño Experimental.

Se empleó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA), estructurado de la siguiente manera:

Número de bloques: 4

Número de tratamientos: 3

Número total de unidades experimentales: 24

En la Tabla 1, se muestra el esquema del diseño experimental, de la evaluación de los fungicidas y del producto biológico en el control de enfermedades de la soya, evaluados en el ensayo.

Tabla 1

Esquema del diseño experimental para la evaluación de los tratamientos en el control de las enfermedades de la soya

Diseño Experimental		Variedad de Soya 1			Variedad de Soya 2		
BLOQUES	I	T1-R1	T3 -R1	T2 -R1	T3 -R1	T1 -R1	T2 -R1
	II	T3 -R2	T2 -R2	T1 -R2	T1 -R2	T3 -R2	T2 -R2
	III	T2 -R3	T1 -R3	T3 -R3	T2 -R3	T3-R3	T1 -R3
	IV	T3 -R4	T1 -R4	T2 -R4	T3 -R4	T2 -R4	T1 -R4

Nota. Elaboración propia.

Tratamientos Evaluados

Se Evaluaron 3 tratamientos en el control de las enfermedades del cultivo de la soya:

T1: Aplicación de BRIC (Inductor de resistencia)

T2: Fungicidas quimicos en alternancia Propineb - Fitoraz (1.5 gr/litro) + Mancozeb (4gr/litro); Nativo (Tebuconazole + Trifloxan); Opera (Pyraclostrobina + Epoxiconazole); Amistar Top (Azoxistrobina + Difeconazole)

T3: Aplicación del producto biológico ACF SR (complejo de bacteria benéficas)

En la tabla 2, se presentan los componentes activos, y nivel de concentración (composición garantizada con nombre científico con género y especie) del ACF SR.

Tabla 2*Contenido y composición del producto ACF SR*

Ingredientes	Conteo (UFC/ml)
Esporas Heterotróficas	
Bacillus amyloliquefaciens	0.5×10^6 UFC/ml
Bacillus subtilis	0.5×10^6 UFC/ml
Bacterias Anaeróbicas-Facultativas	
Bacillus licheniformis	0.5×10^6 UFC/ml
Bacterias Fotosintéticas	
Rhodopseudomonas palustris	0.5×10^6 UFC/ml
Bacterias Quimiosintéticas	
Nitrosomonas europea	0.5×10^6 UFC/ml
Nitrobacter winogradskyi	0.5×10^6 UFC/ml

Nota. Modo de acción con solubilizadores de fósforo (P₂O₅) - Fijadores de Nitrógeno – Dióxido de carbono (CO₂) - Oxidación biológica de amonio (NH₄) a nitritos (NO₂) y de nitritos a nitratos (NO₃). Fuente. (Hebe, s.f.).

Momento de Aplicación de los Tratamientos

La aplicación de los productos se realizó, según la fase fenológica del desarrollo del cultivo, en dos variedades (EXP -108, y EXP – 2) así:

Primera aplicación: 15 días después de germinación (V2)

Segunda Aplicación: 30 días después de germinación (R1)

Tercera aplicación: 45 días después de germinación (R3)

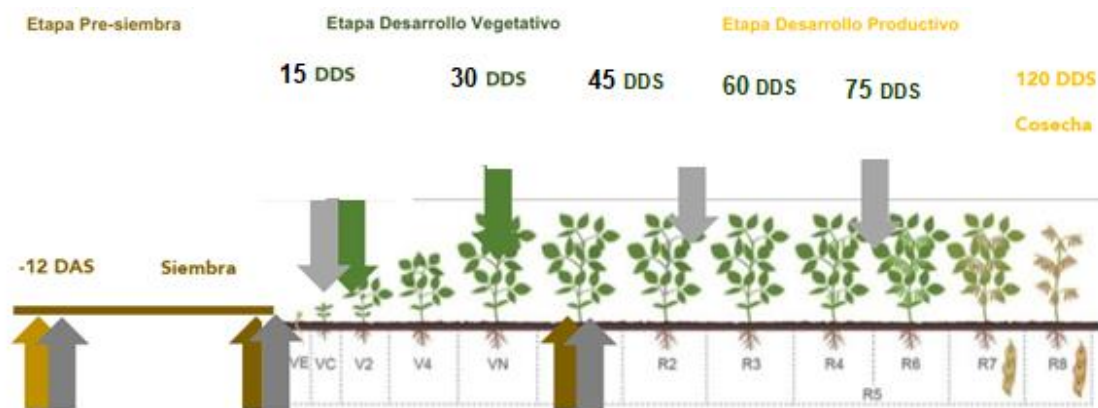
Cuarta aplicación: 60 días después de germinación (R5)

Quinta aplicación: 75 días después de germinación (R6)

En la siguiente figura, se muestran momentos en del desarrollo fenológico del cultivo de la soya en las que se realizaron las respectivas aplicaciones de control de enfermedades de la soya.

Figura 1

Momento de aplicación del producto ACF SR según etapa fenológica del cultivo de la soya.



Fuente. Blue Planet labs.

Método, Momento y Frecuencia de Evaluación.

Se evaluó la eficacia de control de los diferentes tratamientos sobre las enfermedades que se presentarán durante el ciclo del cultivo.

Los parámetros que se tuvieron en cuenta para evaluar son:

Severidad: a través de porcentaje de tejido foliar afectado, el estado fenológico R5 y eficacia de control como % de las enfermedades.

Incidencia: La incidencia de la enfermedad se evaluó en el mismo intervalo del tiempo que la severidad, mediante visualización de plantas enfermas entre el total de plantas por tratamiento; las cuales debían presentar síntomas claros de la enfermedad.

Para la evaluación de grado de incidencia y severidad, se tomaron como referencia las fórmulas propuestas por Arguedas et. al, (2019), tal y como lo muestra la Figura 2.

Figura 2*Fórmulas para cálculo de incidencia y severidad*

I =	$\frac{\text{Total de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas muestreadas}}$	x 100
IPS =	$\frac{\Sigma (\text{Grado de categoría} * \text{frecuencia})}{\text{Total de unidades evaluadas}}$	x 100

Fuente. Arguedas, et. al, (2019).

En la anterior figura, la Incidencia (I), se refiere a la cantidad de plantas enfermas con respecto a la totalidad de plantas evaluadas, y la severidad (IPS o Índice Promedio de Severidad) evalúa la frecuencia con la que se presentan las diferentes categorías de daño, con respecto a las plantas enfermas. De igual forma, se tuvo en cuenta cinco niveles de severidad dentro de las unidades muestrales, acorde con la metodología propuesta por Arguedas et. al, (2019), las cuales se presentan en la tabla 3.

Tabla 3

Categorías de severidad para evaluación de daños por agentes patógenos en el cultivo de la soya.

Categorías de Severidad	Follaje afectado (%)
1	0.1 - 20%
2	21 - 40%
3	41 - 60%
4	61 – 80%
5	81 – 100%

Fuente. Elaboración propia, a partir de Arguedas et. al, (2019).

El rendimiento (kg/ha), en comparación con los niveles de producción de soya presentes en la zona de estudio, teniendo en cuenta que, según los últimos datos de (FENALCE), para el año 2023, el valle del Cauca registró una producción promedio de 2,9 (ton/ha).

Análisis de Información

Se realizó un análisis descriptivo para cada uno de los caracteres cuantitativos; los cuales fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA), cuando se presentaron diferencias mínimas significativas entre ellas, se realizó prueba de medias con Tukey, con un nivel de significancia del 5%, y un análisis de efectos simples de las variables. Los análisis se realizaron utilizando la versión 9.4 del paquete estadístico SAS.

Resultados

Evaluación de la Efectividad de los Tratamientos Químicos y Biológicos en el Control de Patógenos que Afectan el Cultivo de Soya en el norte del Valle del Cauca.

Para evaluar la efectividad de los productos químicos y biológicos en el control de los principales patógenos que afectan el cultivo de la soya en el norte del Valle del Cauca, se realizó un análisis de varianza entre los tratamientos; en la Tabla 4 se presentan los resultados.

Tabla 4

Análisis de la varianza de las variables de rendimiento de dos variedades de soya frente tres tratamientos de control de los principales patógenos que atacan el cultivo de la soya en el norte del valle del cauca

Fuente de Variación	Gl	Rendimiento (kg/ha)		Índice de semilla (g/100 semillas)	
		CM	Pr > F	CM	Pr > F
Variedad	1	258545.0	0.187	16.667	0.001
Tratamiento	2	89253.2	0.045	0.542	0.262
Variedad x Tratamiento	2	58964.7	0.128	1.292	0.061
Promedio		2385.7		12.83	
CV (%)		6.5		4.7	

Nota. Significativo a 0.05%, Gli=Grados de Libertad; CV = coeficiente de variación; CM cuadrado medio.

El análisis de varianza (Tabla 4), indica que no se presentó diferencias mínimas significativas ($P < 5\%$) entre las dos variedades evaluadas, ni entre los diferentes tratamientos, como tampoco, en la interacción entre variedades, y tratamientos, para la variable rendimiento de kilogramos de soya por hectárea; mientras que sí se encontró diferencias mínimas significativas ($P < 5\%$) entre variedades para la variable índice de semilla. Al encontrar diferencias mínimas

significativas para una de las variables de evaluación entre las variedades evaluadas, se realizó una prueba de promedios, con el evaluador Tukey, los resultados se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5

Análisis promedios de Tukey para las variables rendimiento e índice de semilla entre los tratamientos evaluados en dos variedades de soya en el norte del valle del cauca.

Variedad	Rendimiento	(kg/ha)	Índice semilla	(g/100 semillas)
	Promedio	Grupo	Promedio	Grupo
EXP -2	2489.5	a	13.67	a
EXP-108	2281.9	a	12.00	b

Nota. Dentro de una misma columna promedios con igual letra no difieren estadísticamente

($P > 0.05$).

Comparación de los Efectos de los Productos Químicos y Biológicos en Términos de Rendimiento y Salud General del Cultivo de Soya.

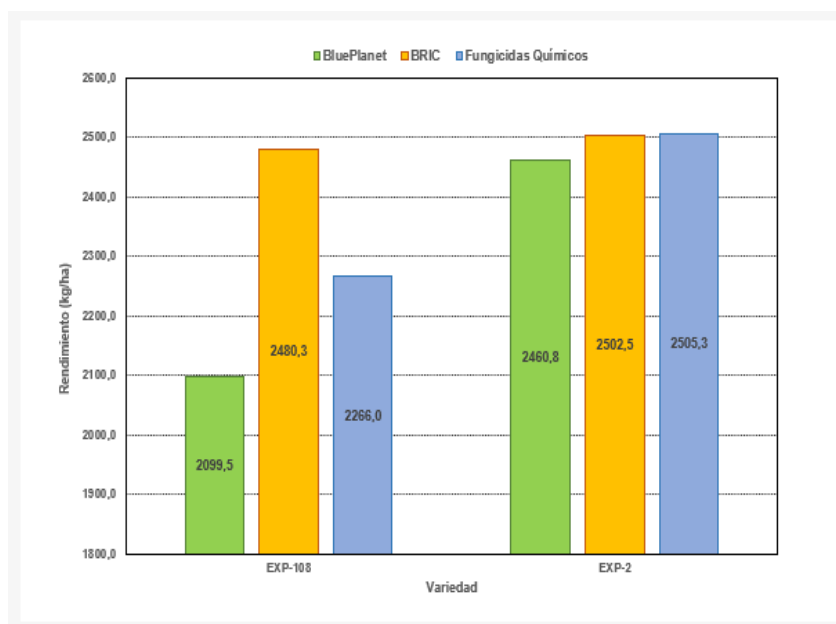
Los Rendimientos

Con respecto al primer objetivo, los rendimientos dentro de la unidad experimental y sus variaciones frente a las diferentes aplicaciones, mostraron comportamientos relativamente similares en la variedad EXP-2, sin embargo, en la variedad EXP-108 se observaron diferencias más significativas en los rendimientos, destacándose la aplicación con el inductor de resistencia BRIC, como tratamiento más efectivo.

Los resultados indican que, con este producto, los rendimientos oscilaron entre 2,480.3 kg/ha en la variedad EXP-2 y 2,502.5 kg/ha en la variedad EXP-108. La figura 3, presenta las variaciones encontradas en la producción de ambas variedades.

Figura 3

Evaluación del rendimiento de dos variedades de soya para cada tratamiento de control de enfermedades patogénicas en el norte del valle del cauca.

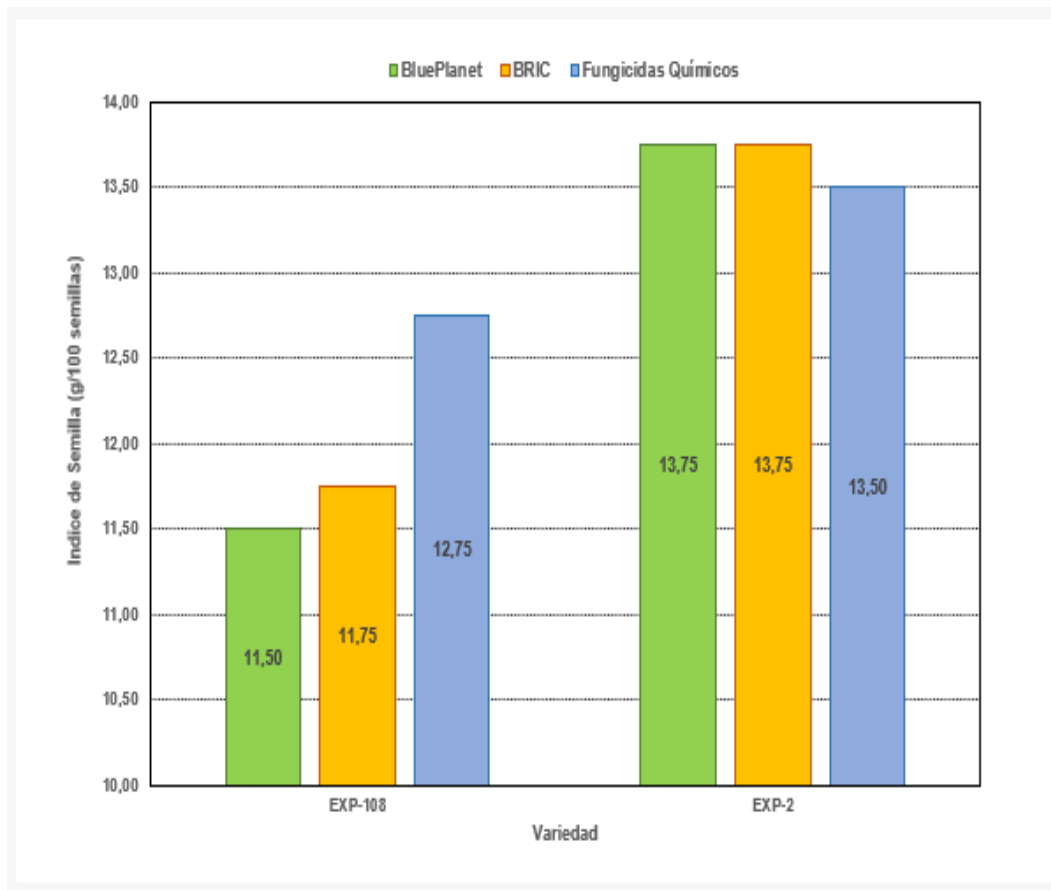


Fuente. Elaboración propia

Al evaluar el índice de semillas, el cual se entiende como el peso de en gramos, de una muestra de 100 unidades, se obtuvieron los resultados que se muestran en la figura 4.

Figura 4

Evaluación del índice de semillas de dos variedades de soya según el tratamiento de manejo de las enfermedades patogénicas en el norte del valle del cauca.



Fuente. Elaboración propia

Como se puede apreciar en la anterior figura, la variedad EXP-2 presentó un mejor comportamiento frente a las aplicaciones de fungicidas químicos, blue planet y BRIC, siendo estos últimos dos los que mostraron los mejores índices, con 13,75 gramos/100 semillas, en cuanto a la variedad EXP-108 el mejor índice se presentó con la aplicación de fungicida químico, con un peso de 12,75 gramos/100 semillas.

Incidencia y Severidad de Enfermedades

En relación a la salud general del cultivo de soya, evaluada en el presente trabajo, a continuación, se presentan los resultados de las evaluaciones realizadas en campo, donde se utilizaron tratamientos químicos y biológicos para el control de enfermedades del cultivo de soya. Cabe resaltar, que las dos enfermedades que presentaron mayor relevancia dentro del cultivo fueron la Roya (*Phakopsora pachyrhizi*), y Cilindro Cladimun, cuyos datos de nivel de incidencia y severidad, se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6

Niveles de incidencia y severidad de enfermedades presentes en dos variedades de soya, frente a tres tratamientos.

Enfermedad	Tratamiento	Variedad Exp - 2.		Variedad Exp - 108	
		% Incidencia	% Severidad	% Incidencia	% severidad
Roya	T1	91	52	72	43
	T2	68	45	63	27
	T3	93	58	80	42
Cilindro C.	T1	7	48	53	33
	T2	12	17	48	20
	T3	12	37	50	28

Nota. Los tratamientos utilizados fueron: T1=BRIC (Inductor de resistencia), T2=Fungicidas de control químicos, T3=Formulaciones complejo biológico (BluePlanet- Inoculante biológico ACF SR). *Fuente.* Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 6, los datos arrojados sobre el estado fitosanitario de la unidad experimental, demostraron algunas similitudes entre cada uno de los tratamientos aplicados a las dos variedades de soya evaluadas, los cuales inciden en la prevalencia de Roya y Cilindrocladium en el material vegetal. Por ejemplo, en Roya para la variedad EXP-2, el tratamiento uno (T1), obtuvo 91% de incidencia de Roya en las plantas, con un grado de severidad de 52%, el tratamiento dos (T2) 68% de incidencia, y 45% de severidad, y el

tratamiento tres (T3), 93% de incidencia y 58% de severidad. De igual forma, para la variedad de Soya EXP-108, el T1, obtuvo 71% de incidencia y 43% de severidad de Roya, así mismo con el T2 se obtuvo un nivel de incidencia de 63%, con 27% de severidad, y finalmente con T3, se llegó al 80% de incidencia, y 42% de severidad, siendo esta variedad la que presentó mayor resistencia a daños ocasionado por Roya.

Con respecto al Cilindrocladium, los datos demuestran que el grado de incidencia y severidad de la enfermedad dentro de la unidad experimental, es muy similar a los resultados obtenidos con los tratamientos frente a la Roya. En la variedad EXP-2 tratada con T1, el nivel de incidencia de Cilindrocladium llegó a 7%, con una severidad de 48%, de igual forma, con el tratamiento T2, la incidencia de la enfermedad tuvo un nivel de 12%, con 17% de severidad, y frente al T3, la incidencia de Cilindrocladium alcanzó un nivel de incidencia de 12%, con un 37% de severidad. Siguiendo con los resultados, los tratamientos aplicados en la variedad EXP-108 demostraron la misma tendencia, ya que para T1, La incidencia y severidad del Cilindrocladium se presentó con un nivel de 53% y 33% respectivamente, por otra parte, para el T2, la incidencia y severidad se presentó con niveles de 48% y 20% cada una, y por último con el T3, el nivel incidencia fue de 50%, con una severidad de 28%.

Figura 5

Fotografía de las parcelas experimentales, a la izquierda la variedad de soya exp. 2, a la derecha variedad 108, sometidas a los tratamientos en finca El Samán Semillas Kamerun, en el norte del Valle del Cauca



Fuente. Los autores.

Discusión

Según los datos registrados a partir de la aplicación de tres tratamientos, frente a dos de las enfermedades consideradas más comunes y de importancia económica para el cultivo de soya, como lo son la Roya y el Cilindrocladium (Victoria y Hepperly, 1979), los métodos más eficaces para su control, es realizar aplicaciones de inductores de resistencia como el BRIC o fosfitos, acompañados de productos de síntesis fungicidas de diferentes grupos químicos como los triazoles o estrobirulinas, sobre todo para Roya, cuyos datos de incidencia y severidad son altos en comparación con el Cilindrocladium, siendo más eficaz en variedades de siembra EXP-108. Está demostrado con este ejercicio, que el uso del BRIC (Inductor de resistencia) busca bajar la carga química que se aporta a los cultivos cuando se usa solo fungicidas para el control de estas enfermedades, alcanzando niveles de control similares al uso de productos químicos.

Además, se evidencia que es importante iniciar con los controles en las etapas tempranas de desarrollo de la planta, para evitar altos porcentajes de severidad y daño en el cultivo de la soya, debido a que los agentes patógenos, generadores de enfermedades como la Roya, atacan principalmente el tercio bajo de planta, condición que puede ser generada por condiciones ambientales como la humedad, estos son aspectos que concuerdan con lo señalado anteriormente por López et. al. (2022). En relación a lo anterior, otros autores como Rosas y Young (1991), coinciden que se deben realizar entre 5 a 8 aplicaciones de fungicidas en el ciclo, para evitar daños significativos en los rendimientos.

Entre tanto, los resultados demostraron que la variable índice de semilla no muestra mayor diferencia en los tres tratamientos, esto se puede dar porque genéticamente las semillas de soya no se ven afectadas por la presencia de algunas enfermedades; dado que las dos variedades (EXP-2, EXP-108), son genéticamente diferentes, el índice de semilla en los tres tratamientos no

tiene cambios significativos, debido a que el gen que determina las características de la semilla, no se puede afectar con la presencia de algún patógeno como los encontrados en los tratamientos.

Como se puede observar en este trabajo, los resultados para control de *Cilindrocladium* mejoran en la variedad EXP-2, teniendo mejores efectos con la aplicación de tratamientos químicos e inductor de resistencia (BRIC), tanto para los rendimientos, como para el control de Roya. No obstante, es importante destacar que para la variedad EXP-108 los tratamientos biológicos para *Cilindrocladium*, mostraron un avance frente a los tratamientos utilizados para el control de Roya, el cual ocasionó que el *Cilindrocladium* se mantenga en un nivel de incidencia bajo dentro del cultivo, en comparación con el resto de tratamientos, por ende, la aplicación de tratamientos químicos se convierte en la mejor alternativa para el control de enfermedades, en concordancia con lo recomendado por AGROSAVIA (Flórez et. al, (2021).

En este sentido, para la primera variedad EXP-2, el tratamiento dos (Químico) para el control de Roya, es el que obtuvo un menor porcentaje en incidencia de la enfermedad, frente a los otros dos tratamientos, y la severidad se mantiene en niveles similares. Mientras que para la segunda variedad (EXP-108), la severidad de Roya, baja sustancialmente frente al tratamiento químico.

Como la enfermedad que genera mayor incidencia y severidad es la Roya, cabe destacar que un aspecto clave e importante para tener éxito en las aplicaciones de fungicidas, es realizar las tareas de aplicación antes de la fase exponencial de la enfermedad, ya que de hacerse de forma temprana es importante no solo para mitigar pérdidas en la planta, sino para que, de requerirse más aplicaciones, exista tiempo para poder hacerlas. Dichas prácticas de forma temprana, permitirá tener medidas de control que disminuyan posibles pérdidas, dado el caso que existan condiciones ambientales conducentes a severas epifitas de la roya; ya que este tipo de

agente en especial, es un importante enemigo del cultivo de soya, el cual es causado por un patógeno con altas características de diseminación y gran poder de destrucción sobre todo en el follaje.

Conclusiones

Efectividad de los Tratamientos en el Control de Enfermedades

Los fungicidas químicos (T2) fueron los más eficaces en la reducción de la incidencia y severidad de enfermedades como la roya y el *Cilindrosporium* en ambas variedades de soya, destacándose especialmente en EXP-108.

Los tratamientos biológicos y los inductores de resistencia, como BRIC y BluePlanet, mostraron un control menos eficiente, aunque podrían ser una alternativa viable en un esquema de manejo integrado de enfermedades (MIE).

Impacto de los Tratamientos en el Rendimiento del Cultivo

La variedad **EXP-2** presentó un rendimiento más estable entre los tratamientos, lo que sugiere una mayor tolerancia a enfermedades o mejor eficiencia en el uso de insumos. En la variedad **EXP-108**, el rendimiento varió significativamente según el tratamiento, destacándose el uso del inductor de resistencia BRIC, lo que indica que esta variedad es más sensible a las condiciones de manejo.

El tratamiento con BRIC mostró rendimientos comparables a los fungicidas químicos, lo que podría representar un beneficio económico al reducir costos en insumos y minimizar el impacto ambiental.

Calidad de las Semillas y su Relación con los Tratamientos

La variedad EXP-2 presentó un mejor índice de semillas en comparación con EXP-108, lo que indica una mayor eficiencia en el llenado de grano y una mejor respuesta a los tratamientos.

Los tratamientos biológicos (BluePlanet y BRIC) lograron resultados similares a los fungicidas químicos en EXP-2, lo que sugiere que los inductores de resistencia pueden ser una opción viable para mantener la calidad del grano sin recurrir exclusivamente a agroquímicos.

En la variedad EXP-108, el uso de fungicidas químicos fue más determinante para mejorar el índice de semillas, lo que indica una mayor susceptibilidad de esta variedad a enfermedades que afectan el llenado del grano.

Importancia de la Severidad en la Pérdida de Rendimiento

La severidad de la enfermedad tiene un impacto directo y negativo en la producción, ya que reduce la capacidad fotosintética de la planta, afectando el llenado de los granos y disminuyendo el rendimiento por hectárea. Se identificó que una alta severidad puede ser más perjudicial que una alta incidencia, ya que afecta la funcionalidad de la planta y la calidad de la cosecha.

Recomendaciones Para un Manejo Integrado de Enfermedades

La combinación de fungicidas químicos con estrategias de resistencia genética y el uso de inductores biológicos puede ofrecer un enfoque más sostenible para el manejo de enfermedades en soya.

Es recomendable evaluar la integración de tratamientos biológicos con productos químicos en programas de rotación para reducir el riesgo de resistencia a fungicidas y promover una producción más sostenible.

La elección del tratamiento debe considerar la interacción entre la variedad de soya y la estrategia de control, aplicando un enfoque de **Manejo Integrado de Enfermedades (MIE)** que combine resistencia genética, inductores biológicos y fungicidas químicos.

En conclusión, el control efectivo de enfermedades y la selección adecuada de tratamientos tienen un impacto directo en el rendimiento y la calidad de la producción de soya. La integración de estrategias sostenibles permitirá optimizar la productividad del cultivo mientras se reduce la dependencia de agroquímicos.

Bibliografía

- Arguedas, M., Rodríguez, M., Guevara, M., Esquivel, E., Sandoval, S., & Briceño, E. (2019). [Incidencia y severidad de *Olivea Tectonae* y *Rhabdopterus* sp. en plantaciones jóvenes de *Tectona Grandis* L.F. bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 9-19. Recuperado el 17 de Mayo de 2024, de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v43n1/0377-9424-ac-43-01-9.pdf>
- Ayala, O. (2021). *Control químico de la roya asiática de la soya*. Trabajo de Grado. Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Babahoyo Ecuador. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9277/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barboza, N., Pablo Hernández-Alfonso, C., Pedro Paneque-Rondón, C., Victoria Gómez-Águila, M., & Alexander Miranda-Caballero, C. (2019). Labranza convencional y de conservación en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill). *Ingeniería Agrícola*, 9(3), 41–47.
- Bastidas, G. (1975). *Aspectos importantes del cultivo de la soya*. Repositorio AGROSAVIA. Bibliotec Digital Agropecuaria de Colombia: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/20966>
- Bettiol Wagner, (2002), Productos alternativos para el manejo de enfermedades en cultivos comerciales. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209116102001>
- Castro-Barquero, L. (2023). *Incremento de la fijación biológica de nitrógeno y el crecimiento de la soya (Glycine max) mediante el uso de hongos solubilizadores de fósforo*. DOI: <https://doi.org/10.15517/rac.v48i1.59136>
- Chavarría Morbioni, M. L. (2010). Determinación del tiempo de vida útil de la leche de soya mediante un estudio de tiempo real. Guayaquil. Ecuador.: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Trabajo de Grado de Especialización de Tecnología en Alimentos.

- Cherlinka, V. (2023). *Cultivo De Soja: Condiciones De Crecimiento Y Cuidado*. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de EOS. Data Analytics: <https://eos.com/es/blog/cultivo-de-soja/>
- Corbera – Gorotiza J, Nápoles – García M. C, (2021). Evaluación del efecto de rizobios y de un HMA en soya (*Glycine max* (L.) Merrill). <https://www.redalyc.org/journal/1932/193279161002/>
- Cruz T. A, Rivero G. D, Martínez C. B. (2017). *Evaluación de la actividad antifúngica de trichoderma asperellum samuels ante patógenos fúngicos que afectan al cultivo de la soya (glycine max l.)*. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193254602002/>
- Cruz-Triana, Ariel, Rivero-González, Deyanira, Martínez-Coca, Benedicto, Echevarría-Hernández, Anayza, & Tania-Rodríguez, Aida. (2017). Evaluación de la actividad antifúngica de Trichoderma asperellum Samuels ante patógenos fúngicos que afectan al cultivo de la soya (*Glycine max* L.). *Cultivos Tropicales*, 38(4), 15-21. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362017000400006&lng=es&tlng=es.
- De los Rios, I., Becerril, H., & Rivera, M. (2016). La agricultura ecológica y su influencia en la prosperidad rural: Una visión desde una sociedad agraria (Murcia, España). *Agrociencia*, 50(3). <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/28485>
- Del Ponte, EM; Godoy, C.V; Li, X; Yang, XB. (2006). Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. *Pytopathology* 96:797-803. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=299436&pid=S1659-1321201100020001500007&lng=en
- Descriptores de Ciencias de la Salud. (2021). *Biblioteca Virtual de Salud*. Recuperado el 26 de Marzo de 2024, de decs.bvsalud.org:

https://decs.bvsalud.org/es/this/resource/?id=59451&filter=this_exact_term&q=Cercospora

Díaz-Solis, S.H.; Morejón-Rivera, R.; Maqueira-López, L.A.; Echevarría-Hernández, A.; Cruz-Triana, A.; Roján-Herrera, O.; Díaz-Solis, S.H.; Morejón-Rivera, R.; Maqueira-López, L.A.; Echevarría-Hernández, A.; Cruz-Triana, A. y Roján-Herrera, O. “Selección participativa de cultivares de soya (*Glycine max*, (L.)) en Los Palacios, Pinar del Río, Cuba”, *Cultivos Tropicales*, vol. 40, no. 4, diciembre de 2019, ISSN 0258-5936, Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362019000400002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Flórez, D., Osorio, K., Medina, M., Bonilla, S., & Ortegón, L. (2021). *Manual de producción de semilla de soya en los valles interandinos de Colombia*. <https://editorial.agrosavia.co/index.php/publicaciones/catalog/download/220/201/1340-1?inline=1>.

Garcés-Fiallos F. R., Forcelini C. A. (2011). *Control químico de la roya asiática de la soya en el planalto medio, rs., Brasil*. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S1659-13212011000200015&script=sci_arttext&utm_source=chatgpt.com

García Rodríguez, J. C., Ascencio Luciano, G., Terán Vargas, A. P., Maldonado Moreno, N., & de la Rosa Flores, J. E. (2018). Avances en el estudio de la roya asiática de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en México. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 6(1), 6–14. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v6i1.127>

Giraldo, O. 2015. Agroecología y complejidad. Acoplamiento de la técnica a la organización ecosistémica. *Polis* 41:1-21.

- Godoy, CV; Pimenta, CB; Miguel-Wruck, DS; Ramos Junior, EU; Siqueri, FV; Feksa, HR; Dos Santos, I; Lopes, ION; Nunes Junior, J; Ito, MA; Iamamoto, MM; Ito, MF; Meyer, MC; Dias, M; Martins, MC; Almeida, NS; Andrade, NS; Andrade, PJM; Souza, PIM; Balardin, RS; Barros, R; Silva, SA; Furlan, SH; Gavassoni, WL. 2007. Eficiência de fungicidas para controle da ferrugem asiática da soja, *Phakopsora pachyrhizi*, na safra 2006/07. Resultados sumarizados dos ensaios em rede. Londrina, PR, BR, Embrapa Soja. 8 p. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=299451&pid=S1659-1321201100020001500012&lng=en
- Godoy C., V., Seixas C. D. S., Soares R. M., Marcelino-Guimarães F. C., Meyer M. C & Costamilan L. M. 2016. Asian soybean rust in Brazil: past, present, and future. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51: 407-421.
- Guamán, R. (1996). Sistemática y morfología de la soja. En *Manual del Cultivo de Soya* (págs. 6-13). Ecuador: Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria. Recuperado el 20 de marzo de 2024, de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2076>
- Hebe. (s.f.). *Ficha técnica - ACF R*. Obtenido de <https://hebe.com.ec/wp-content/uploads/2023/03/ACF-SR-.pdf>
- Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida* (Quinta ed.). San José de Costa Rica: IICA. https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=m3Vm2TCjM_MC&oi=fnd&pg=PR9&dq=zona+de+vida+Holdridge&ots=oP9GYv-DDI&sig=IK3TSNAho6ZZFCm_2mSx85Cs_-8&redir_esc=y#v=onepage&q=zona%20de%20vida%20Holdridge&f=false

- ICAMarmolejo de La Torre, F. (1994). *Principales enfermedades del cultivo de la soya en Colombia y recomendaciones generales de manejo*. Repositorio AGROSAVIA: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1796>
- López-Casallas, M., Guevara-Castro, Y. A., Pisco-Ortíz, Y. C., Cabrera, I. M., & López-Cardona, N. (2020). Pudrición de raíces y tallo de la soya por *Phytophthora sojae* Kaufm. & Gerd. en la altillanura plana del departamento del Meta. *Summa Phytopathologica*, 46(2). <https://doi-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/10.1590/0100-5405/230356>
- López N., Guevara A., González L. (2022) Identificación, monitoreo y manejo de la roya asiática de soya en la Orinoquía colombiana. DOI:10.21930/agrosavia.folded249
- López, N., Guevara, A., Pisco, C., Amaya, C., Lopez, M., & Pulido, M. (2017). Guía Ilustrada para la identificación de enfermedades de la soya en el Departamento del Meta. Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas FENALCE. Recuperado el 27 de febrero de 2024, de https://fenalce.co/wp-content/uploads/2021/10/Guia-enfermedades-soya-Agrosavia-Fenalce_compressed-1.pdf
- López, N., Guevara, A., & Gonzalez, L. (2022). *Identificación, monitoreo y manejo de la roya asiática de soya en la Orinoquía colombiana*. Repositorio Institucional Agrosavia. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/37102>
- Mederos-Ramirez, A., & Ortiz-Pérez, R. (2021). Análisis de la interacción genotipo ambiente en el cultivo de la soya (*Glycine max* (L) Merrill). *Cultivos Tropicales*, 42(1). doi:<https://doi.org/10.1234/ct.v42i1.1584>

- Mederos-Ramirez, A., & Ortiz-Pérez, R. (2022). *Efecto estimulante de la termoterapia sobre semillas de soya (Glycine max L.) para su uso en siembras de verano*. <https://www.redalyc.org/journal/1932/193279253006/>
- Mena, J., & Solvarro, A. (2014). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de leche de soya en el municipio de Managua a partir del segundo semestre del 2014*. <https://1library.co/document/y90jw3wy-estudio-prefactibilidad-produccion-comercializacion-municipio-managua-segundo-semestre.html>
- Narsimha RB, Venkata SK, Hindumathi A. In vitro screening for antagonistic potential of seven species of Trichoderma againsts different plant pathogenic fungi. Research & Reviews: Research Journal of Biology. 2014;29–36.
- Perspectivas agrícolas OCDE - FAO 2018 - 2027 <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sioc.minagricultura.gov.co/Documentos/Perspectivas%20agr%C3%ADcolas%20OCDE-FAO%202018-2027.pdf>
- Plantix. (2023). *Cercosporiosis de la soja*. Recuperado el 26 de Marzo de 2024, de Plantix.net: <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/100168/frogeye-leaf-spot/>
- Ploper, D., Gonzales, V., Reznikov, S., Hecter, L., DeLisi, V., Hériquez, D., . . . Devani, M. (2015). Evaluación de la eficiencia de fungicidas para el control de las enfermedades foliares de la soja en Tucumán, R. Argentina. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, 92(1), 1-15. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30182015000100001&lng=es&tlng=
- Porcuna Coto, J. (2021). *Manejo de plagas y enfermedades en producción ecológica. Andalucía*. España: Junta de Andalucía, Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Recuperado de: https://www.alcoi.org/export/sites/default/es/areas/medi_ambient/cimal/desc

argas/MANEJO-PLAGAS-Y-ENFERMEDADES-EN-
PRODUCCIONECOLOGICA.pdf.

Propain. (21 de Septiembre de 2020). *Propain. Tecnología Agrícola.*

<https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/manejo-agronomico-en-la-produccion-de-soya>

Rosa C., R. E., Spehar C. R., and Liu J. Q. 2015. *Asian soybean rust resistance: an overview.* J Plant Pathol Microb 6: 1-7. DOI: [10.4172/2157-7471.1000307](https://doi.org/10.4172/2157-7471.1000307)

Rosas, J. C., & Young, R. (1991). *El Cultivo de la Soya.* Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/028d6db0-2619-445e-a0e3-3befd9057b84/content>

Santos L. Radioterapia e Termoterapia como tratamientos de sementes de Soja. *Appl Res Agrotechnology.* 2016. <https://www.semanticscholar.org/paper/Radioterapia-e-Termoterapia-como-tratamentos-de-de-Santos-Duarte/e0cfc91a32f3e686b935bfa55e21197003fc1af3>

Statistics [Internet]. [cited 2024 May 16]. Estadísticas | FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Available from: <http://www.fao.org/statistics/es>

Stewart, S. (2006). Enfermedades foliares en el cultivo de soja: como diferenciarlas y controlarlas. *Revista INIA(9).*

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/867/1/111219220807170946.pdf>

Suenaga, K. 2014. Soybean rust Project titled “Identification of durable resistance to soybean rust for South America” during FY*2006 to 2010 (second mi-term period of JIRCAS). In: Akamatsu, H., N. Yamanaka and K. Suenaga (eds.). Identification of Stable Resistance

- to Soybean Rust for South America. JIRCAS working report No. 81. Japan International Research Center for Agricultural Sciences. Tsukuba, Ibaraki, Japan. pp. 1-4.
- Tapiero, A., & Rey, V. (2006). Manejo de enfermedades del cultivo de la soya (*Glycine max L*) en los Llanos Orientales de Colombia. En *Soya (Glycine max (L.) Merrill) alternativa para los sistemas de producción de la Orinoquía Colombiana* (págs. 193-205). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13439>
- Tarazona Mateus, S y Vacca Pinilla, A. (2022). Evaluación de la aplicación foliar de extractos vegetales y biológicos para el control de enfermedades en soja panorama 29 (*glycinemax l.*), en la Universidad de los Llanos granja Barcelona, Villavicencio. Universidad de los Llanos. Disponible en: <https://repositorio.unillanos.edu.co/handle/001/4316>
- Varón, F. (1994). *Cylindrocladium scoparium* asociado con secamiento y muerte prematura de plantas de soya. Recuperado el 27 de Marzo de 2024, de Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia. Repositorio AGROSAVIA:
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/1797>
- Victoria, J., & Hepperly, P. (1979). *Enfermedades de la Soya*. . Repositorio AGROSAVIA. Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/22411>.
- Ybran, R., & Lacelli, G. (2016). Informe estadístico mercado de la soja. Argentina: INTA. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://storage.dtelab.com.ar/uploads/620e45a8b7fac847becff038/620e65cfb7fac85a67cff041.pdf
- Yepes, Y. T. (2021). *Bioinsumos y control biológico para la agricultura sostenible en Colombia*. trabajo de grado, Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería. Ingeniería Bioquímica.

https://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/24554/5/YepesYudi_2021

[BioinsumosControlBiologico.pdf](#)