

**UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA**

**FACULTAD DE AGROPECUARIA Y VETERINARIA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



**MODALIDAD DE GRADUACIÓN**

**TESIS DE LICENCIATURA**

**TÍTULO:**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SISTEMAS DE MANEJO EN  
FUNGICIDAS PARA EL CULTIVO DE SOYA, ZONA NORTE CAMPAÑA  
VERANO 2020-2021.**

**PROFESIONAL GUÍA:**

**ING. JHON JULIO FERRUFINO ALVAREZ**

**POSTULANTE:**

**CARMEN PAOLA ZURITA ORTEGA**

**PREVIA OPCIÓN DEL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA  
AGROPECUARIA**

**SANTA CRUZ DE LA SIERRA –BOLIVIA**

**SEPTIEMBRE, 2021**

## **HOJA DE APROBACIÓN**

La presente Tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SISTEMAS DE MANEJO EN FUNGICIDAS PARA EL CULTIVO DE SOYA, ZONA NORTE CAMPAÑA VERANO 2020-2021”, realizada por Carmen Paola Zurita Ortega, bajo la dirección del Comité de Investigación de Grado de Agropecuaria, ha sido aceptada como requisito parcial para optar al título de Ingeniería en Agropecuaria, previa exposición y defensa del mismo.

### **COMITÉ DE TESIS**

-----  
Ing. Juan Carlos Rosales Salazar

-----  
Ing. M. Sc. José Jairo Parada Pozo

-----  
Ing. M. Sc. Florentino Rocha Limón

**Santa Cruz de la Sierra-Bolivia**

**Septiembre, 2021**

## **TRIBUNAL CALIFICADOR**

La presente Tesis de Licenciatura “EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SISTEMAS DE MANEJO EN FUNGICIDAS PARA EL CULTIVO DE SOYA, ZONA NORTE CAMPAÑA VERANO 2020-2021”, realizada por Carmen Paola Zurita Ortega, como requisito para optar al título de Ingeniería en Agropecuaria, ha sido aprobado por el siguiente tribunal:

-----

-----

-----

-----

-----

**Santa Cruz de la Sierra-Bolivia**

**Septiembre, 2021**

## DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darme la vida y la salud, por nunca abandonarme, por darme la fuerza, la perseverancia y la sabiduría para concluir esta meta.

Con profundo cariño y gratitud a mi padre Mario Zurita López y a mi madre Melva Ortega Segovia por su sacrificio, amor, comprensión y confianza que me brindaron en todo momento, que con cuyo esfuerzo se hizo posible la realización y culminación de la carrera.

En especial a mis hermanitas Carla y Génesis por su apoyo y consideraciones que me brindaron en los buenos y malos momentos durante todos estos años de estudio.

A todas las personas que me brindaron su consejo y amistad, en especial a aquellos que le aportaron material a este trabajo y a las que me abrieron las puertas de sus establecimientos y me compartieron sus conocimientos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por el regalo de la vida, la salud y la sabiduría para superar los momentos difíciles.

Gracias a mis padres por el apoyo incondicional, por los consejos y la confianza que depositaron en mi para lograr mis metas.

A mi asesor Ing. Jhon Julio Ferrufino Alvarez por su valiosa contribución y profesionalismo para la realización de la presente Tesis de Licenciatura.

A la Empresa S.A.F. por la oportunidad de realizar mis prácticas de campo y trabajo de Tesis en sus instalaciones, así mismo a sus funcionarios por su colaboración y amistad durante la realización del presente trabajo.

De forma especial mis sinceros agradecimientos a todo el plantel docente de la carrera de Ingeniería Agropecuaria de la “Universidad Evangélica Boliviana” (U.E.B.), no solo por los conocimientos impartidos sino también por la orientación con principios bíblicos en cada etapa de la carrera.

Finalmente agradecer al Ing. Florentino Rocha por sus consejos y amistad desinteresada, no obstante por su valiosa colaboración y profesionalismo en la revisión y evaluación del presente trabajo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	III
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
RESUMEN.....	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general .....	5
1.2. Objetivos específicos.....	5
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.1. Etimología de la soya .....	6
2.2. Importancia del cultivo de la soya.....	6
2.3. Descripción taxonómica.....	7
2.4. Morfología de soya. ....	8
2.4.1. Tallo. ....	9
2.4.2. Hoja.....	9
2.4.3. Flor.....	9
2.4.4. Semilla. ....	10

2.4.5. Fruto.....	10
2.5. Fenología de la soya .....	11
2.6. Importancia de las enfermedades en el cultivo de soya .....	12
2.7. Importancia del medio ambiente en el desarrollo de las enfermedades .....	14
2.8. Roya ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	16
2.8.1. Características de la enfermedad de la roya.....	16
2.8.2. Condiciones favorables.....	16
2.8.3. Síntomas característicos de la enfermedad .....	17
2.8.4. Control. ....	18
2.9. Mancha anillada ( <i>Corynespora cassicola</i> ).....	18
2.9.1. Síntomas característicos de la enfermedad. ....	19
2.9.2. Condiciones favorables y diseminación .....	19
2.9.3. Control. ....	20
2.10. Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp.</i> ).....	20
2.10.1. Características de la enfermedad de Antracnosis.....	21
2.10.2. Condiciones favorables y diseminación .....	21
2.10.3. Control .....	22
2.11. Mancha púrpura, ( <i>Cercospora kikuchii</i> ).....	22
2.11.1. Características de la enfermedad de <i>C. kikuchii</i> .....	23
2.11.2. Condiciones favorables y diseminación .....	24
2.11.3. Control .....	24
2.12. Diferenciación de otras enfermedades .....	25
2.13. Modo de acción de los fungicidas para el control de las enfermedades.....	25
2.13.1. Mecanismo de acción de los fungicidas.....	26
2.13.2. Residualidad de un fungicida .....	27

2.14. Métodos de evaluación.....	27
2.15. Importancia de medir las enfermedades en las plantas.....	28
2.16. Incidencia y severidad .....	28
2.17. Métodos directos de evaluación .....	29
 III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	 30
3.1. Localización del ensayo.....	30
3.1.1. Caracterización climática de la zona.....	30
3.1.2. Análisis de suelo .....	30
3.2. Materiales y equipos de campo .....	31
3.2.1. Material vegetal.....	31
3.3. Material químico .....	33
3.3.1. Manejo técnico Basf.....	34
3.3.2. Manejo técnico Bayer.....	35
3.3.3. Manejo técnico Du Pont .....	36
3.3.4. Manejo técnico Syngenta.....	37
3.4. Diseño experimental.....	38
3.5. Tamaño de las parcelas .....	38
3.6. Tratamientos.....	39
3.7. Labores culturales .....	40
3.7.1. Tratamiento de semilla.....	40
3.7.2. Preparación del terreno.....	40
3.7.3. Siembra.....	40
3.7.4. Control de malezas .....	41

3.7.5. Control de plagas .....	41
3.7.6. Control de enfermedades.....	41
3.7.7. Aplicación de fungicidas.....	41
3.7.8. Dosis y volumen de aplicación.....	42
3.7.9. Cosecha.....	44
3.8. Evaluaciones en campo.....	44
3.8.1. Severidad.....	44
3.8.1.1. Severidad de la Roya ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	44
3.8.1.2. Severidad de la mancha anillada ( <i>Corynespora cassicola</i> ).....	45
3.8.1.3. Severidad de la antracnosis ( <i>Colletotrichum spp</i> ).....	46
3.8.1.4. Severidad de la mancha púrpura ( <i>Cercospora kikuchii</i> ).....	47
3.8.2. Porcentaje de defoliación.....	48
3.8.3. Comparación de la diferencia al realizar u omitir una cuarta aplicación de fungicida.....	48
3.8.4. Evaluación del rendimiento a cosecha.....	48
3.8.5. Peso de 1000 granos.....	49
3.8.6. Intervalo entre evaluaciones.....	49
3.9. Metodología de muestreo.....	49
3.9.1. Método de evaluación estadístico.....	50
3.9.2. Método para realizar análisis de costos.....	51
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	52
4.1. Condiciones meteorológicas.....	52
4.1.1. Precipitación.....	52
4.1.2. Temperatura y humedad relativa.....	53
4.1.3. Condiciones edáficas.....	55
4.2. Evaluaciones fitopatológicas de severidad de la roya ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	56
4.2.1. Primeros síntomas.....	56

4.3. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la Mancha Anillada ( <i>Corynespora cassicola</i> ).....	62
4.3.1. Severidad de la Mancha Anillada.....	62
4.3.2. Progreso de la enfermedad en cada monitoreo .....	64
4.4. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp.</i> )	68
4.5. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la mancha púrpura ( <i>Cercospora kikuchii</i> ).....	70
4.6. Evaluación de la defoliación del cultivo .....	72
4.7. Rendimiento tm/ha .....	74
4.8. Efecto de las enfermedades sobre el rendimiento.....	74
4.9. Diferenciación entre realizar la tercera y cuarta aplicación de fungicidas .....	75
4.10. Análisis económico.....	78
V. CONCLUSIONES .....	82
VI. RECOMENDACIONES .....	83
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	84
VIII. ANEXOS .....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Taxonomía de la soya .....	8
Cuadro 2. Descripción de las fases de desarrollo de la soya .....	11
Cuadro 3. Principales enfermedades en el cultivo de soya .....	13
Cuadro 4. Características principales de la variedad Sem West 4863 .....	32
Cuadro 5. Tratamientos y sus respectivas mezclas por aplicación.....	39
Cuadro 6 Descripción de los tratamientos en estudio .....	42
Cuadro 7. Resultado del análisis físico químico del suelo donde se realizó el trabajo de investigación .....	56
Cuadro 8. Niveles promedio de severidad de la Roya asiática ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ) alcanzados durante la campaña Verano 2021 .....	58
Cuadro 9. Niveles promedio de severidad de Mancha Anillada ( <i>Corynespora cassicola</i> ) alcanzados durante la campaña Verano 2021 .....	64
Cuadro 10. Niveles promedio de severidad de la Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp.</i> ) alcanzados durante la campaña Verano 2021 .....	70
Cuadro 11. Costos por aplicaciones realizadas en cada sistema en estudio .....	78
Cuadro 12. Análisis económico RVC de los tratamientos propuestos .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala diagramática para la evaluación de severidad de la roya ( <i>Phakopsora pachyrhizi</i> ).....	45
Figura 2. Escala diagramática para la evaluación de severidad de mancha anillada en soya ( <i>Corynespora cassicola</i> ) .....	46
Figura 3. Escala diagramática para la evaluación de antracnosis. ( <i>Colletotrichum spp</i> ) .....	47
Figura 4. Escala diagramática para la evaluación de severidad de mancha púrpura en soya ( <i>Cercospora kikuchii</i> ) .....	48
Figura 5. Precipitación (mm) acumulada durante el establecimiento del ensayo ..	52
Figura 6. Temperaturas (max. y min.) registradas durante el ciclo del cultivo.....	54
Figura 7. Humedad relativa mensual registrada durante todo el ciclo del cultivo ..	54
Figura 8. Severidad media de la Roya asiática <i>Phakopsora pachyrhizi</i> por tratamiento en todo el ciclo del cultivo.....	57
Figura 9. Progreso de severidad de la roya después de la primera aplicación (A). Estado fenológico/días de evaluación A0: V6, A07: R1, A014: R2.....	59
Figura 10. Progreso de severidad de la roya en la segunda aplicación (B). Estado fenológico, A14:R2, B07:R4, B014:R5.1 .....	60
Figura 11. Progreso de severidad de la roya después de la tercera aplicación (C). Estado fenológico B014: R 5.1, C07: R5.3,C014:R 5.4.....	61
Figura 12. progreso de severidad de la roya después de la cuarta aplicación (D). En los respectivos estados fenológicos C 014: R5.4, D 07: R 5.5, D 014: R6.....	62
Figura 13. Severidad media de la mancha anillada ( <i>Corynespora cassicola</i> ) por tratamiento en todo el ciclo del cultivo.....	63
Figura 14. Progreso de severidad de la Mancha A. En la primera aplicación (A). Estado fenológico/días de evaluación A0: V6, A07: R1, A014: R2.....	65
Figura 15. Severidad de la Mancha A. En la segunda aplicación (B). Estado fenológico, A14:R2, B07:R4, B014:R5.1 .....	65

Figura 16. Progreso de severidad de la Mancha A. En la tercera aplicación (C). Estado fenológico B014: R 5.1, C07: R5.3, C014: R5.4.....	66
Figura 17. Progreso de severidad de la Mancha A. En la cuarta aplicación (D). En los respectivos estados fenológicos C 014: R5.4, D 07: R 5.5, D 014: R6.....	67
Figura 18. Severidad de la Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp.</i> ).....	68
Figura 19. Severidad media de la Antracnosis ( <i>Colletotrichum spp.</i> ) por tratamiento en todo el ciclo del cultivo .....	69
Figura 20. Severidad media de la Mancha púrpura ( <i>Cercospora kikuchii</i> ) alcanzada en todo el ciclo del cultivo .....	71
Figura 21. Severidad de la Mancha púrpura ( <i>Cercospora kikuchii</i> ) por tratamientos según estado fenológico del cultivo.....	72
Figura 22. Porcentaje de defoliación del cultivo .....	73
Figura 23. Comparación de los rendimientos obtenidos durante el ensayo. ....	74
Figura 24. Análisis de regresión entre la defoliación y el rendimiento.....	75
Figura 25. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Roya. ....	75
Figura 26. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Mancha anillada .....	76
Figura 27. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Antracnosis.....	77
Figura 28. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de C. Kíuchi .....	77
Figura 29. Utilidad líquida (\$/ha) en relación al costo de cada tratamiento (\$). ....	79
Figura 30. Relación Valor/Costo por cada sistema evaluado .....	80

**INSTITUCIÓN** : UNIVERSIDAD EVANGÉLICA BOLIVIANA  
**CARRERA** : INGENIERÍA AGROPECUARIA  
**MODALIDAD** : TESIS DE LICENCIATURA  
**NOMBRE** : CARMEN PAOLA ZURITA ORTEGA  
**TÍTULO** : EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CUATRO SISTEMAS DE MANEJO EN FUNGICIDAS PARA EL CULTIVO DE SOYA, EN LA ZONA NORTE DURANTE LA CAMPAÑA VERANO 2020-2021

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación “Evaluación del efecto de cuatro sistemas de manejo de fungicidas para el control de enfermedades en el cultivo de soya, zona norte campaña verano 2020-2021”, fue realizado en la localidad de San Juan del Piraí, municipio de San Pedro, provincia Obispo Santistevan, departamento de Santa Cruz Bolivia.

Los tratamientos en estudio consisten en la aplicación de 8 sistemas de manejo de 4 marcas comerciales, (es decir estrategias con 3 y 4 aplicaciones), incluido un testigo absoluto, todos estos distribuidos en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones de 12m<sup>2</sup> cada una. El presente trabajo se estableció en un lote comercial de la propiedad Juventud, situada a 180 km. al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

El objetivo principal fue obtener datos cuantitativos de la severidad en 4 enfermedades tales como la roya, mancha anillada, antracnosis y mancha púrpura, mediante la medición del área foliar infectada, y así estipular la rentabilidad del uso de estas estrategias.

Las aplicaciones se realizaron cada 15 días, dentro de la ventana fisiológica V7 a R5.4, utilizando un equipo de pulverización a base de CO<sub>2</sub>; las evaluaciones se realizaron antes de iniciar las aplicaciones, luego a los 7 días y 14 días post aplicación, utilizando escalas diagramáticas de severidad como apoyo visual y el método de Área Foliar Infectada (A.F.I.).

Las condiciones climáticas como temperatura, precipitación y humedad relativa media durante el ensayo fueron de 26,3°C, 200mm y 79%, pero no estuvieron bien distribuidas durante el ciclo del cultivo, por lo tanto no generaron un ambiente favorecedor para el desarrollo y establecimiento de las enfermedades.

El sistema de fungicidas que obtuvo los niveles más bajos de severidad de la Roya fue el sistema de BASF con un promedio de 1,89% frente al testigo con 14,8%; en cuanto a la Mancha anillada el sistema de BASF con una severidad de 1,19% frente al testigo con 2%, en Antracnosis los bajos niveles de severidad se vieron en las unidades tratadas con los fungicidas de BAYER con 0,61% frente al testigo con 1,48%; para la Mancha púrpura la severidad con el sistema de BASF fue el más bajo con 2,42% frente al testigo con 12,28%.

Todas las estrategias de fungicidas incrementaron los rendimientos en comparación al testigo absoluto y resultaron favorables en función de que llegan a cubrir sus costos, pero los que ofrecen una mejor Relación-Valor-Costo son los sistemas de BASF y DU-PONT con 3 aplicaciones con un RVC de 1,9 y 1,8.

Santa Cruz-Bolivia  
2021

## I. INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) es una especie de la familia de las leguminosas (Fabaceae) cultivada por sus semillas, de contenido medio en aceite y alto de proteína (Naturalista, 2009).

García (2018), sostiene que la soya es la principal oleaginosa cultivada en el mundo representa el 56% de la producción mundial, siendo EEUU, Brasil y Argentina los principales productores y exportadores del mundo. La producción de soya es prácticamente nula en la UE, ocupando después de China el segundo puesto como importador, se utilizan en la alimentación humana y elaboración de alimentos para la producción pecuaria, junto con el trigo y el maíz.

Hernán Zeballos (2014), revela que el cultivo de soya inició en Bolivia con sólo 35 hectáreas en 1980; para 2013 registró 1,6 millones de hectáreas, llegando a producir 2,6 millones de toneladas de grano y un rendimiento de 2,26 t/ha, en buena parte gracias al uso de semillas genéticamente modificadas. De hecho, prácticamente casi el 100% de la superficie las utiliza, apuntalando: la productividad; reduciendo costos de producción y requiriendo menos agroquímicos, estando además al alcance de los productores pequeños, medianos y grandes.

CAO-ANAPO (2015), enfatiza que en el departamento de Santa Cruz – Bolivia, existen más de 14.000 productores sojeros de los cuales un 77% son pequeños y solo 23% entre medianos y grandes. Además de generar una gran cantidad de fuentes de empleos de forma directa, existen múltiples actividades que se mueven en torno a la producción sojera como ser, servicios, comercio, transporte, financiamiento e industria.

Luigui (2016), da a conocer que el 97% del cultivo de soya se realiza en el Departamento de Santa Cruz principalmente en las llamadas “Zona de Expansión” (Zona Este) y “Zona Integrada” (Zona del Norte Integrado), esta a su vez

subdividida en 16 sub zonas, entre ellas el municipio de San Pedro; las condiciones edafoclimáticas de esta zona permiten la siembra tanto en las campañas de verano como invierno, realizando también la producción del cultivo de maíz, como antecesor del cultivo de soya, esto permite diversificar los riesgos productivos.

Por su parte Tejerina (2007) citado por Bellido (2019), manifiesta que dentro del manejo técnico del cultivo existen muchos factores que se deben considerar para una producción sostenible, sin duda alguna el manejo de enfermedades es uno de ellos. Es de conocimiento general que las condiciones climáticas influyen mucho en la manifestación de las enfermedades y es necesario combatirlas en el momento indicado.

Desde la posición de Fundacruz (2008), el incremento de la superficie sembrada con soya, la falta de rotación de cultivos, la siembra con alta población de plantas, la utilización de variedades susceptibles y las condiciones climáticas favorables, propician el acelerado desarrollo de los patógenos que afectan al cultivo de soya, generando consigo severas pérdidas de rendimiento.

Las principales enfermedades de la soya en el departamento de Santa Cruz, son la Roya, Mancha Anillada, Antracnosis, Mancha Púrpura, Tizón Foliar, Oídio, Mildiu, Pudrición Blanca del Tallo, Mancha Parda, Mancha Ojo de Rana, Cancro del Tallo, Tizón Bacteriano, Pústula Bacteriana, Mosaico Común y las Radicales (Hurtado, 2013).

Con el ingreso de la Roya (*Phakopsora pachyrhizi*) a Bolivia en julio del año 2003, se constituye el mayor problema fitosanitario para el sector sojero, por los altos niveles de severidad que ha alcanzado en algunas campañas agrícolas en las que se estiman pérdidas comerciales de rendimiento de grano que oscilan entre el 20-60% aproximadamente (Fundacruz, 2012).

La Mancha Anillada (*Corynespora cassiicola*), es otra de las enfermedades de

importancia económica, misma que cuando fue detectada fue catalogada como enfermedad marginal en Santa Cruz. La presencia de este patógeno está directamente relacionada con la alta precipitación (lluvia) y se manifiesta generalmente en las campañas de verano en variedades susceptibles, puede ocasionar pérdidas de rendimiento estimadas entre 200 y 300 kg/ha, sobre todo en variedades susceptibles (Fundacruz, 2007).

La Antracnosis (*Colletotrichum truncatum*), se constituye en la principal enfermedad que afecta la fase inicial de formación de vainas durante los estadios R3-R4, es uno de los principales problemas cuando se tienen elevadas precipitaciones con altas temperaturas, característicos de la campaña de verano, puede ocurrir una caída total de vainas o deterioro de los granos, esto se traduce en una letal pérdida de rendimiento, sobre todo en variedades muy susceptibles (INIA, 2005).

La Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*), se constituye en una de las principales enfermedades catalogadas como EFC, ya que permanecen silenciosas hasta los estadios de R5,5-R6, que es donde empiezan a manifestarse mediante pequeñas manchas irregulares que coalescen y generan el encrespamiento de la hoja, estos síntomas avanzan muy rápido y aceleran la defoliación y maduración del cultivo, por lo tanto no se logra el correcto llenado del grano y por ende esto se traduce en una pérdida de rendimiento, (Fundacruz, 2015).

Languidey (2013), sostiene que la única herramienta a corto plazo para controlar estas patologías la constituyen el uso de fungicidas durante los estadios reproductivos, cuyo modo de acción requiere una precisa aplicación en los sitios donde penetra o se encuentra el patógeno, en base a que el empleo de los fungicidas surge en el año 1637 con productos químicos inorgánicos.

Por lo general, la campaña de verano suele ser la más problemática para los productores sojeros de la zona norte, en este sentido, las marcas comercializadoras de insumos agrícolas establecidas en la zona norte de manera individual, proponen sus programas de manejo y control fitosanitario, los mismos que constan de paquetes tecnológicos orientados a solucionar la problemática fitosanitaria del cultivo de soya, los cuales en muchos casos resultan muy costosos y en ciertos casos con resultados no satisfactorios para los productores.

En este sentido es que surge la idea y la necesidad de realizar dicho estudio, para “Evaluar el efecto de los distintos sistemas planteados por las cuatro principales marcas, tales como BASF, BAYER, DU PONT y SYNGENTA, para ver cuál de los sistemas o programas muestran una mayor eficacia en el control de las enfermedades y por ende un mejor costo beneficio para el agricultor.

Posteriormente, en base a los resultados obtenidos, poder realizar un manejo más racional de los distintos paquetes tecnológicos, así mismo poder dar una solución acertada y aplicable a la realidad de cada productor en esta importante zona, que es un pilar fundamental en la producción de este importante grano de oro.

## **1.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de cuatro sistemas de manejo en fungicidas para el cultivo de soya, con énfasis en la cuarta aplicación, en la zona norte durante la campaña verano 2020-2021.

## **1.2. Objetivos específicos**

- Estimar la severidad de la Roya de la soya (*Phakopsora pachyrhizi*), en cuatro sistemas de manejo.
- Cualificar la severidad de la mancha anillada (*Corynespora cassiicola*) en los distintos sistemas de manejo.
- Evaluar la severidad de la Antracnosis (*Colletotrichum spp*) en los diversos sistemas de manejo.
- Medir la severidad de la Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) en los distintos sistemas de manejo.
- Estipular la rentabilidad del uso de las diferentes estrategias de manejo de enfermedades en el cultivo de soya.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Etimología de la soya

Valencia (2006, pág. 59), menciona que, China es el lugar de origen de la soya de nombre Glycine, nombre derivado del griego glykys su significado es “dulce” la soya inició su domesticación durante el periodo de la dinastía Chou. También se menciona la probabilidad que el origen de la domesticación se haya dado en los años 1100 a 1700 A.C. durante la Dinastía Shang, donde comenzó su expansión a otros países asiáticos, Europa y a América, en donde fue adoptando su consumo para alimentación humana.

Guamán (1996, pág. 3), cita en su investigación, que el origen de la soya, proviene de China, de la región de Manchuria, la ubicación geográfica de esta región es latitud norte entre 35° y 45°, su cultivo se dio hace 7000 años en esta zona, en la que era consumida por los pobladores y formaba parte de la alimentación animal, la soya en 2838 A.C en las antiguas escrituras del Emperador Chino ShenHung fue importante para su utilización en la medicina en más de 300 productos.

Rosas & Young (1991), indican que la fecha mas temprana del conocimiento de su introducción en Brasil data del año 1882, que luego se extendería grandemente hacia los demás países sudamericanos.

### 2.2. Importancia del cultivo de la soya

La producción mundial de esta oleaginosa aumentará un 26% al cabo de 10 años, pasaría de 390 millones de toneladas anuales (promedio productivo 2010-2012) a 490 millones de toneladas para el 2022 (FAO, 2013).

Francomanopcardi (2008) citado por Torres (2013), considera que la soya ha significado en el mundo una gran revolución productiva-comercial en la cadena agroalimentaria mundial a partir de los años setenta por ser a la vez principal fuente de proteína vegetal para la alimentación animal en sistemas de cría

intensiva así como proveedora de aceites para alimentación humana adicionalmente, en estos últimos años es también uno de los cultivos claves para la obtención de biocombustibles.

El cultivo de soya inició en Bolivia con sólo 35 hectáreas en 1980; para 2013 registró 1,6 millones de hectáreas, llegando a producir 2,6 millones de toneladas de grano y un rendimiento de 2,26 t/ha, en buena parte gracias al uso de semillas genéticamente modificadas. De hecho, prácticamente casi el 100% de la superficie las utiliza, apuntalando: la productividad; reduciendo costos de producción y requiriendo menos agroquímicos, estando además al alcance de los productores pequeños, medianos y grandes (Zeballos, 2014).

Cinacruz (2015) citado por Huallpa (2019), menciona que la superficie apta para la agricultura es de 5.242.871 hectáreas en el departamento de Santa Cruz, de las cuales, 2.639.981 hectáreas están en uso, 631.150 hectáreas están con otros usos tales como pasturas y forestales, mientras que la superficie disponible para cultivos agrícolas (nueva frontera agrícola) asciende a 1.971.740 hectáreas.

De acuerdo con el INE (2017), el crecimiento del producto interno bruto (PIB) del país correspondiente al primer trimestre, el sector agropecuario fue el que más aumentó y lideró la economía con 8,6%, seguido por la construcción con 7,2% y la industria de alimentos, bebidas y tabaco con 5,6%.

### **2.3. Descripción taxonómica**

Baigorri (2013), describe al género *Glycine*, y lo divide en tres subgéneros: *Glycine*, *Bracteata* y *Soja*. El subgénero *Soja* incluye la soya cultivada, *G. max* (L.) Merr., y la soya silvestre: *G. soja*, ambas especies son anuales. La soya *G. max*, crece sólo bajo cultivo mientras que *G. soja* crece en forma silvestre en China, Japón, Corea, Taiwán y Rusia. *Glycine soja* es el ancestro silvestre de la soya, es el progenitor silvestre.

En la actualidad, el subgénero *Glycine* consiste en al menos 16 especies silvestres

perennes: por ejemplo, *Glycine canescens*, y *G. tomentella* Hayata que se encuentra en Australia y Papúa Nueva Guinea, (Baigorri, 2013).

**Cuadro 1. Taxonomía de la soya**

<b>SOYA</b>	
<b>CLASIFICACIÓN CIENTÍFICA</b>	
<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>Filo</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>Clase</b>	<b>Magnokiopsida</b>
<b>Orden</b>	<b>Fabales</b>
<b>Familia</b>	<b>Fabaceae</b>
<b>Subfamilia</b>	<b>Faboideae</b>
<b>Tribu</b>	<b>Phaseoleae</b>
<b>Subtribu</b>	<b>Glycininae</b>
<b>Genero</b>	<b>Glycine</b>
<b>Especie</b>	<b><i>Glycine max</i> (L.) Merr.</b>

**Fuente:** Baigorri (2013).

#### **2.4. Morfología de soya.**

La soya es una planta relativamente baja que alcanza por lo general 60cm de altura, formado por un tallo que emite hacia arriba ramificaciones en ángulo agudo (Unterladstaetter, 2005).

Rosas & Young (1991), describen la soya como una planta herbácea, erecta, anual y ramificada, cuya altura puede variar entre 0,3 y 2 m; su ciclo de vida puede ir desde 80 hasta 200 días aproximadamente, según sea la variedad y las condiciones ambientales.

### **2.4.1. Tallo.**

El tallo como las ramas es aristado y están cubiertas por una pubescencia fina. (Unterladstaetter, 2005).

Para Rosas & Young (1991), el tallo es producto del crecimiento y desarrollo de la plúmula; el tallo es de tipo erecto con varios grados de pubescencia y ramificación, dependiendo de la variedad.

### **2.4.2. Hoja**

Las hojas son trifoliadas tienen el peciolo largo, en cuya base hay un pulvino con dos estípulas finas. El foliolo central tiene el peciolo largo y lamina elíptica u ovada las dos laterales son sésiles y asimétricas. Hay cultivares con follaje muy abundante que se utilizan como forrajeras en estado verde. En algunos cultivares las hojas se tornan amarillas y caen durante la maduración del cultivo (Unterladstaetter, 2005).

Según Rosas & Young (1991), en una planta de soya se desarrollan tres tipos de hojas; las cotiledonales (2), son las primeras en emerger una vez iniciado el proceso de germinación, seguidamente se desarrollan un par de hojas unifoliadas y finalmente están las hojas compuestas o trifoliadas que comienzan a aparecer en forma alternada en tallos y ramas. Los folíolos de las hojas pueden ser de forma ovalada o lanceolada, angosta o ancha según la variedad, además enfatizan en que cada hoja posee un pulvínulo, estructura que permite los movimientos y posiciones de los folíolos durante el día y la noche.

### **2.4.3. Flor.**

La flor de la soya es perfecta o completa, es decir, los órganos sexuales femeninos y masculinos se encuentran en la misma flor. El cáliz es tubular de 5 sépalos pubescentes; la corola está compuesta de 5 pétalos de color blanco o púrpura en diferentes tonalidades, los órganos sexuales se encuentran envueltos

por uno de los pétalos conocido como quilla. El androceo está formado por 10 estambres, encontrándose 9 unidos y 1 separado, los estambres forman una especie de tubo alrededor del gineceo. La flor puede aparecer en las axilas de las hojas o en el ápice del tallo formando parte de inflorescencias racimosas. El polen se encuentra fértil antes que las partes de la flor se hayan expandido completamente, asegurando la autofecundación de la planta (Rosas & Young, 1991).

Desde el punto de vista de Unterladstaetter (2005) la flor es típicamente papilionacea y aparece en racimos auxiliares de 1- 4 flores. Posee un cáliz verdoso muy pubescente se divide en 5 dientes. La corola mide cerca de 1 cm de largo; el estandarte apenas sobresale del cáliz como la quilla y es de color violáceo y blanco.

#### **2.4.4. Semilla.**

Las semillas varían de ovoides a redondas y carecen de la curvatura interna del hilio, características de los frijoles y el caupi. El color por lo general es uniforme, particularmente en los cultivares seleccionados castaños verde negro pero en el oriente son frecuentes variables con manchas o puntos. El hilo mide de 3 – 4 milímetros de largo. Es cerrado y por lo tanto no muestra ningún cojín (Unterladstaetter, 2005).

Rosas & Young (1991), revelan que la forma de la semilla es variable, desde esférica hasta ovalada; la testa según el genotipo, puede ser de distintos colores, amarilla, verde, negra y/o café, el color del hilio puede ser negro o café, el tamaño puede variar de 2 a 30g por 100 semillas, dependiendo del cultivar utilizado.

#### **2.4.5. Fruto.**

Es una vaina dehiscente por ambas suturas. La longitud de la vaina es de dos a siete centímetros. Cada fruto contiene de tres a cuatro semillas (Unterladstaetter, 2005).

Citando a Rosas & Young (1991), el fruto es una vaina de forma achatada, con pubescencia de color amarilla, gris o negra. Una inflorescencia puede llegar a desarrollar de 2 a 20 o más vainas, y una planta puede llegar a producir más de 400 vainas, el número de semillas por vainas varía de 1 a 4. Durante la madurez de la planta, las vainas pueden presentar diferentes grados de dehiscencia según sea la variedad que se cultive.

## 2.5. Fenología de la soya

En el siguiente cuadro se detallan las fases fenológicas del cultivo de soya.

**Cuadro 2. Descripción de las fases de desarrollo de la soya**

<b>FASE VEGETATIVA</b>	
<b>VE</b>	Emergencia de los cotiledones sobre la superficie del suelo.
<b>VC</b>	Cotiledones expandidos, con las hojas unifoliadas de tal modo que los bordes de las hojas no se toques.
<b>V1</b>	Primer nudo; hojas unifoliadas expandidas, con la primera hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.
<b>V2</b>	Segundo nudo; primer trifolio expandido, y la segunda hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada foliolo no se toquen.
<b>V3</b>	Tercer nudo; según trifolio expandido, y la tercera hoja trifoliada abierta de tal modo que los bordes de cada trifolio no se toquen.
<b>Vn</b>	Enésimo (ultimo) nudo con trifolio abierto sobre el tallo principal, con hojas trifoliadas abiertas, antes de la floración.
<b>FASE REPRODUCTIVA</b>	
<b>R1</b>	Inicio de floración; hasta 50% de las plantas con una flor.
<b>R2</b>	Plena floración; la mayoría de los racimos con flores abiertas.
<b>R3</b>	Final de floración; vainas hasta 1,5 cm.
<b>R4</b>	La mayoría de las vainas del tercio superior miden de 2 a 4 cm.
<b>R5.1</b>	Granos en inicio de formación, perceptibles al tacto, 10% llenado de grano.

<b>R5.2</b>	Mayoría de las vainas con granos, 11 a 25% de llenado.
<b>R5.3</b>	Mayoría de las vainas con 26 a 50% de llenado.
<b>R5.4</b>	Mayoría de las vainas con 51 a 75% de llenado.
<b>FASE PRODUCTIVA MADURACIÓN</b>	
<b>R5.5</b>	Mayoría de las vainas con 76 a 100% de llenado.
<b>R6</b>	Vainas con 100% de llenado y hojas verdes.
<b>R7.1</b>	Inicio hasta 50% de amarillamiento de las hojas y vainas.
<b>R7.2</b>	Entre 51 y 75% de hojas y vainas amarillas.
<b>R7.3</b>	Más del 76% de hojas y vainas amarillas.
<b>R8.1</b>	Inicio hasta un 50% de defoliación.
<b>R8.2</b>	Más del 50% de defoliación a pre-cosecha.
<b>R9</b>	Punto de maduración de cosecha.

Fuente: Maita (2015)

## 2.6. Importancia de las enfermedades en el cultivo de soya

Según Tadashi (2008), citado por Tejerina (2009), las enfermedades constituyen uno de los principales factores limitantes para la producción del cultivo de la soya, afectando tanto el rendimiento como la calidad de semilla.

CINACRUZ (2015), revela que las enfermedades bióticas en el cultivo de soya representan el 20-30% de las pérdidas en rendimiento del cultivo.

Al respecto ANAPO (2012), menciona que, existen 23 enfermedades identificadas, causadas por diversos hongos, bacterias, nematodos y virus, en los últimos años, tres de ellas, han sido las que han causados los mayores daños en el cultivo de la soya, la roya asiática, la mancha anillada y la pudrición negra de la raíz. En el cuadro se observa el resumen del total de las enfermedades reportadas para el departamento de Santa Cruz en el cultivo de la soya.

**Cuadro 3. Principales enfermedades en el cultivo de soya**

<b>NOMBRE COMÚN</b>		<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR HONGOS</b>		
1	Roya asiática	<i>Phakopsora pachyrhizi</i>
2	Mancha anillada	<i>Corynespora cassiicola</i>
3	Oidio	<i>Mycosphaera diffusa</i>
4	Mancha parda o Septoriosis	<i>Septoria glycines</i>
5	Tizón Foliar por kikuchii	<i>Cercospora kikuchii</i>
6	Mancha purpura del grano	<i>Cercospora kikuchii</i>
7	Mancha foliar por mirotecium	<i>Myrothecium roridum</i>
8	Antracnosis	<i>Colletotrichum dematium</i> var. <i>Truncata</i>
9	Mancha ojo de rana	<i>Cercospora sojina</i>
<b>ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR CROMISTAS O STRAMENOPILAS</b>		
10	Mildiu	<i>Peronospora manshurica</i>
<b>ENFERMEDADES DE RAÍZ Y TALLO CAUSADO POR HONGOS</b>		
11	Marchitamiento y muerte por rizoctonia	<i>Rhizoctonia solani</i>
12	Marchitamiento y muerte por fusarium	<i>Fusarium</i> spp.
13	Marchitamiento y muerte por sclerotium	<i>Sclerotium rolfsii</i>
14	Cancro del tallo	<i>Phomopsis phaseoli</i> f. sp. <i>Meridionalis</i>
15	Pudrición negra de la raíz	<i>Macrophomina phaseolina</i>
16	Pudrición roja de la raíz	<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>glycines</i>
17	Pudrición radicular por rosellinia	<i>Rosellinia</i> sp.
18	Pudrición blanca del tallo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
<b>ENFERMEDADES DE LA RAÍZ Y TALLO CAUSADAS CROMISTAS O STRAMENOPILAS</b>		
19	Pudrición parda de la raíz y del tallo	<i>Phytophthora</i> sp.
<b>ENFERMEDADES CAUSADAS POR BACTERIAS</b>		
20	Tizón bacteriano	<i>Pseudomonas savastanoi</i> pv. <i>Glycinea</i>
<b>ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS</b>		
21	Mosaico común	<i>Soybean mosaic virus- SMV</i>
22	Sangrado del hilio del grano	<i>Soybean mosaic virus- SMV</i>
<b>ENFERMEDADES CAUSADAS POR NEMATODOS</b>		
23	Agalla radicular o Nematodo de agallas	<i>Meloidogyne</i> spp.

Fuente: ANAPO (2012)

Varios factores contribuyen al el incremento de ocurrencia de las enfermedades de soya: la expansión de la superficie sembrada; la falta de rotación de cultivos; la deficiencia de materia orgánica y cobertura del suelo por el largo periodo de labranza sin rotación; la compactación que dificulta el drenaje e incrementa la erosión y la salinidad de los suelos; la siembra con alta población que predispone al acame y por ende la creación de un microclima más favorable para el desarrollo de los patógenos y reduce la eficiencia de las fumigaciones. Todas estas condiciones propician un desarrollo acelerado de las enfermedades que afectan al cultivo de soya, generando consigo severas pérdidas en rendimiento, como es el caso de la Roya, Mancha Anillada, Antracnosis y Mancha Púrpura (Fundacruz, 2015-2016).

## **2.7. Importancia del medio ambiente en el desarrollo de las enfermedades**

La importancia del medio ambiente en el desarrollo de las enfermedades de las plantas ya fue reconocida en la segunda mitad del siglo XIX y fue Sorauer, entre otros quien reconoció por primera vez las influencias del medio ambiente en la predisposición de las plantas a contraer enfermedades (HERBAS, 1981).

Otra vez HERBAS (1981), menciona que todas las fases del ciclo de vida de los microorganismos fitopatógenos así como el desarrollo de los hospederos y la relación entre ambas están influenciadas por medio ambiente en que viven, estos son:

### **— Temperatura**

Las plantas y los patógenos requieren más de ciertas temperaturas mínimas para desarrollarse y efectuar sus actividades. Los patógenos difieren entre sí debido a su presencia por las temperaturas más bajas, mientras que otras se desarrollan mejor en temperaturas más altas. El avance de una enfermedad se ve entorpecida a temperaturas mayores o menores del óptimo en el que el patógeno se desarrolla (HERBAS, 1981).

### — **Humedad**

El efecto más importante de la humedad se centra en la germinación de las esporas de los hongos y la penetración del tubo germinativo en el hospedante, la aparición de muchas enfermedades en determinada región se relaciona estrechamente con la cantidad y distribución de la precipitación durante el año; la precipitación no solo determina la severidad de la enfermedad sino también la posibilidad de que se mantenga durante una estación (HERBAS, 1981).

### — **Influencia de la luz**

La influencia de la luz tiene menor importancia que la temperatura y la humedad, las bajas intensidades luminosas después de la incubación, enmascaran los sistemas de ciertas enfermedades, que son más severos en plantas desarrolladas en condiciones naturales de luz (HERBAS, 1981).

### — **pH del suelo**

El pH del suelo es importante en la aparición y severidad de enfermedades causadas por patógenos que viven en el suelo, al parecer en varias enfermedades el pH influye sobre el patógeno, como también el debilitamiento del hospedante por una nutrición desbalanceada inducida por el pH, puede afectar la incidencia y la severidad de las enfermedades (HERBAS, 1981).

### — **Nutrición de la planta hospedante**

La nutrición afecta la velocidad de crecimiento de las plantas para defenderse del ataque de los patógenos. En general las plantas que reciben una nutrición equilibrada, tienen una mayor capacidad para protegerse de nuevas infecciones y limitar las ya existentes; sin embargo incluso una nutrición balanceada puede afectar el desarrollo de una enfermedad cuando la concentración de los nutrientes aumenta o disminuye más allá de ciertos límites (HERBAS, 1981).

## **2.8. Roya (*Phakopsora pachyrhizi*)**

El agente causal es *Phakopsora pachyrhizi*, una de las enfermedades más destructivas de la soya en regiones sub tropicales de Asia y Oceanía.

Se han identificado cuatro razas de hongos, el hongo parece ser más variable en el oriente que en el hemisferio occidental, donde no se ha registrado variación en su virulencia (YORINORI, J.T. 1995).

Según FUNDACRUZ (2013), desde la detección de roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) en nuestro departamento en el invierno 2003, en la Localidad de Yapacani, ésta ha manifestado un sorprendente poder de diseminación, adaptación y permanencia en los campos de soya del departamento a consecuencia del monocultivo y las condiciones climáticas favorables para su desarrollo. Catalogada como la principal enfermedad del cultivo de la soya, esta ha originado pérdidas en rendimiento que sobrepasan el 50% de la producción, llegando incluso al 80% en algunas zonas.

### **2.8.1. Características de la enfermedad de la roya**

Esta enfermedad se caracteriza por ocasionar millonarias pérdidas económicas a nivel mundial, la roya asiática es una enfermedad causada por el hongo *Phakopsorapachyrhizi*, patógeno biotrófico que sobrevive en tejido vivo (plantas verdes) y no así en rastrojos dejado por anteriores cultivos. Es policíclico (7 a 10 días) y sus esporas se diseminan por el viento provocando una rápida distribución en toda el área donde esta se encuentre (Terán, 2013).

### **2.8.2. Condiciones favorables**

Par que la roya desarrolle una epidemia severa, es necesario que transcurran al menos diez horas de mojado foliar con temperaturas de 18 a 26 °C, además la pústula se forma después de un periodo de incubación de 9 a 10 días y las uredosporas son producidas después de tres semanas (Anapo, 2007).

FUNDACRUZ (2016), revela que esta enfermedad ocurre bajo la presencia de humedad en las hojas por un periodo mínimo de 6 horas, asociados a días nublados con alta humedad relativa del ambiente. Las temperaturas medias, óptimas para el desarrollo de la enfermedad, varía entre 18°C y 26°C, aunque se la ha visto en aumento con temperaturas mayores de 30°C, solo que con humedad relativa alta y algunas horas de rocío.

### **2.8.3. Síntomas característicos de la enfermedad**

Los primeros síntomas se visualizan en las hojas bajas en forma de pústulas (lesiones de 1mm. de color castaño rojizo) las cuales a la larga provocan la defoliación del cultivo y consecuentemente la disminución del rendimiento de la producción, (FUNDACRUZ, 2008).

Al respecto CROPLIFE (2013), sostiene que la roya se manifiesta con puntos pequeños oscuros de máximo 1 mm de diámetro en las hojas inferiores, que son pequeñas pústulas (ampollas) que corresponden al inicio de la formación de las estructuras fructíferas del hongo, las uredias. Éstas con el tiempo se tornan pardas y producen un pequeño poro a través del cual liberan las uredosporas. Con el avance de la esporulación, el tejido foliar que rodea a la primera uredia se torna entre marrón claro y pardo rojizo, provocando lesiones fácilmente visibles en ambas superficies de la hoja.

Por último, *P. pachyrhizi* hace que las hojas se amarilleen o se oscurezcan y se desprendan del tallo, reduciendo así el área fotosintética, provocando la aceleración de la maduración y por consiguiente impidiendo el llenado total del grano. Entre más temprana sea la defoliación, más pequeños serán los granos de soya y, por ende habrá mayor pérdida de producción y calidad. En casos severos, la enfermedad puede causar la caída de las vainas.

#### **2.8.4. Control.**

FUNDACRUZ (2008), menciona que los principales grupos químicos e ingredientes activos de fungicidas que se recomiendan para el control de roya asiática y el complejo de EFC lo reflejan en los siguientes puntos:

**a) Triazoles**, este grupo de fungicidas, se recomienda utilizarlos en las primeras aplicaciones por su alto poder curativo ante una aparición temprana de la enfermedad, sin embargo también se lo puede utilizar en una segunda o tercera aplicación por su modo de acción

**b) Estrobirulinas + triazoles**, se debe aplicar antes de la aparición de la enfermedad como preventivo o en su defecto como segunda opción 7- 12 días después de la primera aplicación de un triazol (FUNDACRUZ, 2008).

#### **2.9. Mancha anillada (*Corynespora cassicola*)**

La mancha anillada es una enfermedad de ocurrencia común en varios países donde se cultiva soya incluyendo Bolivia, en Santa Cruz puede ser bastante severa sobre todo en años de alta precipitación, siendo su presencia verificada en todas las zonas productoras de soya del departamento. Esta enfermedad puede atacar en cualquier fase del ciclo del cultivo, presentándose con preferencia durante el inicio de la fase reproductiva; por las características que presenta al inicio de su ataque, y la agresividad patológica con la que se manifiesta cada año, se presume que la mancha anillada en el futuro se convertirá en una enfermedad potencialmente devastadora para el cultivo, debido a las condiciones climáticas favorables predominantes para su desarrollo en las diferentes zonas de producción del departamento, sobre todo en las campañas de verano (Tejerina, 2007).

La mancha anillada es una enfermedad antigua que se registró por primera vez en Estados Unidos, en 1945, desde entonces se observa su presencia en la mayoría de los campos sojeros, la enfermedad es considerada potencialmente grave, en

especial en los cultivares de maduración tardía, afecta las hojas, peciolo, tallos, vainas, semillas, hipocotilo y raíz, el organismo causal es el hongo *Corynespora cassicola* (Rural, 2010).

### **2.9.1. Síntomas característicos de la enfermedad.**

La mancha anillada se caracteriza por presentar lesiones que se inician con puntuaciones de coloración parda, con halo amarillento, que luego evolucionan para formar grandes manchas circulares de coloración castaño claro a oscuro que alcanzan 2 cm de diámetro; normalmente, las manchas presentan puntuaciones en el centro y anillos concéntricos de coloración más oscuras. En variedades recomendadas como resistentes solo presentan síntomas las hojas inferiores o al final del ciclo del cultivo, en variedades susceptibles, puede causar una defoliación severa, con manchas en el tallo y en las vainas (Rural, 2010)

Según FUNDACRUZ (2011), la mancha anillada se caracteriza por presentar lesiones en las hojas, peciolo, tallos y vainas; en las hojas la enfermedad inicia con pequeñas puntuaciones de coloración castaño-rojizas rodeada de un halo (anillo) amarillo, que evolucionan formando grandes manchas con anillos concéntricos de coloración castaño-claro; en las vainas cuando la lesión ocurre en las suturas y en la fase de llenado de granos, estas pueden abrirse provocando la prematura germinación de los granos.

### **2.9.2. Condiciones favorables y diseminación**

CETABOL (2013), afirma que las condiciones óptimas para el desarrollo de esta enfermedad son la alta humedad relativa del ambiente (mayor a 80%) y temperaturas de 18 a 21°C.

Este hongo se disemina por sus conidios llevados por el viento en condiciones cálidas y húmedas, las infecciones son favorecidas por temperaturas moderadas de entre 15-18°C, y humedad de ambiente por sobre 80% con agua libre sobre el follaje, por lo que periodos secos inhiben su desarrollo (Gonzalez, 2013).

### **2.9.3. Control.**

Para realizar el control de la mancha anillada se debe utilizar variedades resistentes o tolerantes, hacer rotación o sucesión de cultivos con maíz u otras especies de gramíneas; evitar alta densidad de población y acame, mantener el cultivo abierto y bien aireado, permitiendo a las hojas de tercio inferior permanecer sanas por más tiempo; la caída prematura de las hojas del tercio inferior y el acame proporcionan un ambiente favorable para la multiplicación del hongo dificultando la llegada de los fungicidas; los productos recomendados para el control de la enfermedad son a base de Carbendazim a razón de 0.75l/ha (FUNDACRUZ, 2011).

Por su parte Tejerina (2007), indica que se hace necesario enfatizar sobre el momento oportuno para el control con fungicidas, considerado dentro del manejo integrado de enfermedades (MIE) como el último recurso disponible a seguir. Con este propósito, afortunadamente se comercializan en el país diferentes fungicidas, como alternativas de elección, que pertenecen a diversos grupos químicos y tienen valores económicos variables, entre los fungicidas más conocidos se tiene a los triazoles, bencimidazoles y estrobirulinas, considerados como los más recomendados para el control de esta enfermedad; si la aplicación de estos defensivos es realizada de forma tardía, llevará forzosamente a un mayor número de aplicaciones, dando como resultado menor eficiencia de control y en definitiva un aumento de los costos operativos de producción.

### **2.10. Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)**

Esta es una enfermedad muy importante en la soya, el patógeno sobrevive en los rastrojos y en muchas otras especies que actúan de intermediarias y además se disemina a través del viento (Cetabol, 2013)

La importancia de esta enfermedad es moderadamente alta, según las condiciones de la zona de producción. Si bien los síntomas en tallos y vainas se

observan en todas las zonas de cultivo, los síntomas foliares (causantes de mermas de rendimiento) y la infección de la semilla (merma de calidad) es mayor con altas temperaturas (Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2017).

### **2.10.1. Características de la enfermedad de Antracnosis**

Fundacruz (2015), menciona que las características sintomáticas de esta enfermedad son manchas deprimidas en los cotiledones, muerte de plántulas, necrosis de los peciolos y manchas en las hojas, tallos y vainas. Además indica que después del cierre de surcos los primeros síntomas que se observan son de estrangulamiento de los peciolos en la parte central, otra característica de esta enfermedad es que la infección de las vainas en etapa de formación (R3/R4), se manifiesta con la presencia de manchas de coloración castaño-oscura a negra, tornándose arrugadas, cuando la enfermedad se presenta en formación de granos (R5.1), las lesiones inician como estrías negras que evolucionan alcanzando a cubrir toda la vaina, las cuales se abren permitiendo la germinación y pudrición prematura de los granos, esta enfermedad puede ocurrir en cualquier fase del ciclo de la soya.

La antracnosis bajo condiciones de alta humedad provoca pudrición y caída de vainas, abertura de vainas inmaduras y posterior germinación de los granos en formación, disminución del número de vainas y retención foliar. También afecta al tallo y a otras partes de la planta, ocasionando lesiones en forma de manchas pardas oscuras. (Cetabol 2013).

### **2.10.2. Condiciones favorables y diseminación**

Según FUNDACRUZ (2014), la alta población de plantas, elevada humedad relativa del ambiente, las altas temperaturas entre 25 a 34°C, mojado foliar mayor a 12 horas y suelos con deficiencias nutricionales principalmente de Potasio, son las condiciones óptimas para el desarrollo de este hongo, no obstante la

enfermedad se propaga a través de semillas infectadas, restos de cultivos, el viento y las lluvias.

Las condiciones ambientales que predisponen la ocurrencia de esta enfermedad y la infección de la semilla, son las temperaturas superiores a 25°C, y lluvias abundantes en la fase de madurez del cultivo (Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2017).

### **2.10.3. Control**

Anapo (2011), resume que el uso de semilla sana, la incorporación de rastrojo en caso de labranza convencional, rotación de cultivos y control químico con fungicidas, son las prácticas que pueden ayudarnos a combatir esta enfermedad.

El tratamiento químico de las semillas, incorporación de los restos de cultivos, rotación de cultivos, abono equilibrado (principalmente con relación al Potasio y Manganeso), disminución de la densidad de plantas, son las principales medidas a realizar para controlar la enfermedad. El control químico puede ser realizado mediante el uso de fungicidas a base de carboxamidas en aplicaciones preventivas. (Fundacruz 2013).

### **2.11. Mancha púrpura, (*Cercospora kikuchii*)**

INIA (2013), indica que esta enfermedad es parte del complejo de las llamadas enfermedades de fin de ciclo de la soya. Los primeros síntomas aparecen luego de la fase de floración, las hojas superiores del cultivo expuestas al sol adquieren una coloración violácea, dándoles una apariencia de cuero bronceado. Las lesiones provocadas por el hongo son manchas angulares pequeñas de 1mm a 1 cm de diámetro. La enfermedad puede provocar la prematura defoliación de los folíolos, los peciolo permanecen adheridos al tallo. Los síntomas de coloración violácea, también se pueden visualizar en el tallo, peciolo, vainas y grano.

Las plantas enfermas pierden gran cantidad de follaje, lo que hace que ella misma

adelante su maduración, sin el llenado correcto de las vainas, y las semillas disminuyen su germinación, *C. kikuchii* sobrevive en los restos de plantas afectadas y en las semillas las que, aun siendo asintomáticas, se transforman en portadoras, constituyéndose en reservorio del patógeno (Lurá, 2008).

La Revista Inta Agropecuaria (2018), enfatiza que en la actualidad debido a cuestiones de costo en el manejo de enfermedades de la soja, “existe generalmente una diferencia entre el momento de infección y las fechas de aplicación de las medidas de control de este patógeno”, esto quiere decir que en la fase final del cultivo ya no se realizan aplicaciones y es ahí cuando recién se manifiesta esta enfermedad.

El desarrollo de la enfermedad en el cultivo resulta en una merma significativa en el rinde, debido a la pérdida de superficie fotosintética que genera un déficit en el llenado de grano. A ello se suma que la mancha púrpura reduce la calidad del grano de soja e introduce un factor de patogenicidad hacia la próxima campaña, ya que las semillas, manchadas o no, portan el patógeno, no obstante, es capaz de sobrevivir en los restos de plantas afectadas (se ha aislado hasta 42 meses después de la cosecha) (INTA, 2018).

#### **2.11.1. Características de la enfermedad de *C. kikuchii***

Ivancovich (2010), destaca que las hojas superiores presentan coloraciones púrpura-rojizas en el haz, y lesiones angulares o irregulares que a menudo se unen formando áreas necróticas, en ambas caras de las hojas. También se observan coloraciones púrpura-rojizas en los tallos, y necrosis en las nervaduras y en los peciolo, que permanecen adheridos al tallo durante un tiempo inusualmente prolongado. Las infecciones más severas pueden afectar las vainas y las semillas. Como consecuencia del ataque de la enfermedad, se produce una defoliación que comienza desde las hojas superiores, a diferencia de lo que ocurre en los procesos de senescencia natural donde la defoliación ocurre desde las hojas inferiores.

Las semillas, tallos, pecíolos, hojas y vainas pueden verse afectadas, presentando coloraciones púrpuras rojizas. En ambas caras de la hoja aparecen lesiones angulares o irregulares que pueden unirse formando grandes áreas necróticas de color violáceo y tomando aspecto coriáceo. También se observa necrosis de las nervaduras. Las semillas muestran manchas que varían en tamaño y en color. Estas manchas son pequeñas o pueden cubrir la semilla entera variando de un color rosa pálido a un púrpura oscuro. El color púrpura se acompaña con frecuencia de un agrietado en la capa exterior de la semilla. (Bayer Crop Science, 2019).

### **2.11.2. Condiciones favorables y diseminación**

Los prolongados períodos con temperatura de 22-30°C y alta humedad favorecen el desarrollo de la enfermedad, el viento y el salpicado de lluvia transportan las esporas iniciando infecciones secundarias, el patógeno sobrevive en hojas enfermas, tallos y semillas. (Fundacruz 2014)

Ivancovich & Botta (2003), sostienen que el inóculo proviene de las semillas y de los tejidos infectados, además que el desarrollo de la enfermedad se ve favorecido por temperaturas de 28-30°C y prolongados períodos de humedad.

### **2.11.3. Control**

Los cultivos de soya varían en su susceptibilidad frente a la enfermedad, para la que aún no se han encontrado fuentes de resistencia efectivas. El uso de tratamiento de semillas con fungicidas, la rotación con otros cultivos y la aplicación de fungicidas foliares son prácticas efectivas para controlar la enfermedad. (INIA 2013).

Por su parte la corporación Bayer Crop Science (2019), destaca el uso de variedades con buen comportamiento, sembrar semillas libres del patógeno, tratar las semillas con fungicidas para evitar la infección en plántulas y la aplicación foliar de fungicidas entre R1-R5 preventivamente.

## **2.12. Diferenciación de otras enfermedades**

Freiji (2013), dice que los síntomas de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) pueden confundirse con los de otras enfermedades como la pústula bacteriana (*Xanthomona campestris pv glycine*) y la septoriosis (*Septoria glycines*), algunas de sus características permite diferenciarla de las demás. La roya asiática se distingue de la pústula bacteriana por poseer uredosoros, que cuando dejan de esporular, presentan poros abiertos (volcán abierto). La pústula bacteriana presenta como característica lesiones angulares y halo amarillento, si bien desarrolla también estructuras globosas “la pústula”, esta no tiene poro apical como en el caso de la roya. Así también puede confundirse con la septoriosis, o mancha marrón o parda, pues en ambos casos las hojas se tornan amarillas, se secan y se caen. Solamente la septoriosis ocasiona la formación de un halo amarillento alrededor de la lesión necrótica, de coloración castaño rojizo y de forma angular, no presentando la protuberancia característica de la roya asiática (volcán), a su vez la roya asiática no posee halo amarillento alrededor de la lesión o uredosporo.

## **2.13. Modo de acción de los fungicidas para el control de las enfermedades**

Carmona (2012), hace referencia al movimiento de la sustancia una vez depositado sobre las hojas. Un fungicida sistémico es absorbido y translocado por el xilema. No son lixiviados ni fotodescompuestos, y por lo tanto no requieren aplicaciones frecuentes como en el caso de los fungicidas protectores que no son absorbidos. Algunos de ellos también se mueven en forma translaminar (se mueven atravesando la hoja) La característica de “sistémicos” de los fungicidas (ej. los triazoles, bencimidazoles ) debe ser interpretada como que el fungicida se mueve “parcialmente “ dentro de la planta pero no con la misma eficiencia que lo puede hacer otros compuesto como algunos herbicidas. El movimiento es acrópeto, xilemático, por flujo transpiratorio y no existe o es muy poco el movimiento hacia atrás, abajo o por vía floema. La residualidad varía entre 15 a 25

días (depende del producto, dosis, nivel de enfermedad y calidad de aplicación).

El mismo autor agrega que los fungicidas mesosistémicos son aquellos que presentan una afinidad con la superficie de la hoja. La característica de mesosistémicos o locosistémicos hace referencia a los compuestos con movilidad más limitada y más relacionada con la fase de vapor ya que no se mueven mucho por el sistema vascular. La mayoría de ellos (la mayoría de las estrobilurinas) presentan una afinidad especial con la capa cerosa del tejido foliar A. partir de allí que es donde se acumulan, se van liberando más lentamente. De modo general la liberación del fungicida ocurre gradualmente observándose en ellos un efecto residual mayor resistiendo más a las condiciones ambientales adversas y a la remoción por el agua. Presentan acción translaminar.

### **2.13.1. Mecanismo de acción de los fungicidas**

Este aspecto hace referencia de cómo la sustancia química mata a la célula fúngica. Triazoles (inhiben la síntesis del ergosterol) componente de la pared celular de los hongos; Estrobilurinas afectan el proceso respiratorio (ATP, mitocondrias) Bencimidazoles interfieren la mitosis (No usados para Roya asiática).

#### **— Preventivo, curativo y erradicante**

Según Carmona (2010), es importante considerar los conceptos del efecto de los fungicidas a los cuales se hacen énfasis a continuación:

- **Preventivo:** hace referencia a la ausencia por completo de la enfermedad en una hoja, planta o cultivo. Para certificar esta ausencia es necesario el monitoreo.
- **Curativo:** hace referencia a la paralización del crecimiento del hongo luego de la infección (germinación penetración del hongo en la planta y comienzo de su nutrición) y comúnmente antes de la expresión de los síntomas.
- **Erradicante:** se relaciona con la paralización del crecimiento del hongo

luego de la infección y comúnmente con la expresión de los síntomas.

### **2.13.2. Residualidad de un fungicida**

En relación a este concepto Carmona (2012), enfatiza que se entiende como residualidad al poder de una sustancia fungicida de mantener en el tiempo su fungitoxicidad. Se debe hacer notar que la residualidad de un producto, no es un valor fijo, ya que depende de varios factores. A modo de ejemplo la residualidad de un mismo fungicida puede ser menor cuando:

- 1) Se utilizan dosis menores a las recomendadas, favoreciendo así una más rápida reinfección.
- 2) Cuando la condiciones ambientales no son las adecuadas (alta temperatura, baja humedad) que generarán pérdidas importantes del fungicida por evaporación, baja penetración, etc.
- 3) Si se retrasa el momento de aplicación, la enfermedad crecerá más allá de los primeros síntomas, y limitará la eficiencia y movilidad del fungicida.
- 4) Cuando el volumen de agua utilizado no permite lograr una densidad y tamaño de gotas recomendados provocando un menor mojado de los estratos del follaje y por lo tanto una menor protección
- 5) Todas aquellas causas que determinen una menor concentración de principio activo sobre y dentro de la superficie foliar, afectarán negativamente la residualidad teórica de los distintos fungicidas.

### **2.14. Métodos de evaluación**

Laborda (2008), resume que la única forma de garantizar la representatividad de una muestra es seleccionando al azar los individuos que la van a componer, de forma que todos los individuos de la población tengan A PRIORI una probabilidad idéntica de pertenecer a la muestra. A su vez plantea que la lucha contra las

enfermedades debe ser realizada, en la mayor parte de los casos, preventivamente. Además los riesgos de enfermedad dependen en gran parte de condiciones meteorológicas difíciles de prevenir con certitud. Dicho de otra manera: no parece posible, en la actualidad, definir un umbral de tratamiento para cada una de las enfermedades. El cálculo o estimación de los daños son un prerequisite esencial para implantar o desarrollar cualquier programa de protección vegetal sobre bases racionales y económicas; esto, independiente del método de control que puede involucrar el uso de fungicidas, cultivares resistentes, prácticas culturales o control integrado; por tanto, es necesario conocer el costo de las pérdidas para poder compararlas con los costos inherentes al control.

### **2.15. Importancia de medir las enfermedades en las plantas**

La principal razón para medir las enfermedades es la de obtener datos cuantitativos de la presencia y desarrollo de este tipo de problemas fitosanitarios.

Conocer la intensidad y prevalencia de una enfermedad es el primer paso para comprender la relación entre enfermedad y pérdida. Solamente midiendo la enfermedad se puede demostrar la magnitud de la pérdida.

La importancia de una enfermedad está determinada por su DIFUSION (prevalencia) y el DAÑO/PERDIDA que le causa al hospedante. Solamente cuando se combinan ambos factores podemos decir que una enfermedad es importante. (Ivancovich & Lavilla, 2016)

### **2.16. Incidencia y severidad**

Carmona (2013), describe la incidencia como la cantidad de individuos o partes contables de un individuo (plantas, frutos, hojas, etc) afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado, expresada en porcentajes. Se utiliza principalmente para enfermedades causadas por hongos de suelo y enfermedades sistémicas.

De acuerdo a la fórmula propuesta por Fernández & Abe (2004), podemos medir la incidencia de la siguiente manera:

$$\text{Incidencia} = \frac{\% \text{ de plantas enfermas}}{\text{Total plantas (sanas+enfermas) observadas}} * 100$$

Independientemente a esta, la severidad es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo; es subjetiva y hace referencia al % del área necrosada o enferma de una hoja, fruto, espiga, etc. Es el parámetro que mejor está relacionado con la gravedad de la enfermedad y con los daños causados. La severidad es más apropiada para royas, oídios y manchas porque son enfermedades localizadas, cuyo efecto en la disminución del rendimiento dependerá del área foliar afectada. (Carmona, 2013).

De acuerdo a la fórmula propuesta por Fernández & Abe (2004), podemos medir la severidad de la siguiente manera:

$$\text{Severidad} = \frac{\text{Superficie(área) de tejido enfermo}}{\text{Área total de muestreo}} * 100$$

La determinación de la incidencia es práctica, sencilla y precisa. Contrariamente, la de la severidad es difícil, lenta y varía de observador a observador, por lo que requiere calibración visual. (Carmona, 2013).

## **2.17. Métodos directos de evaluación**

Di Piero (2007), postula que los métodos directos se resumen en claves descriptivas, escalas diagramáticas, análisis de imágenes de video y programas de computador (DISPRO-DISTRIN).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización del ensayo**

El ensayo se estableció en la propiedad “Juventud” localizada en las coordenadas geodésicas: latitud 76°52'56” y longitud 182°31'45”, ubicada en la zona norte, aproximadamente a 5km de la localidad de San Juan del Piraí, distrito 7 del municipio de San Pedro, provincia Obispo Santistevan, situada a 180 km al norte de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra-Bolivia.

##### **3.1.1. Caracterización climática de la zona**

El clima en la zona del norte integrado es variable durante todo el año, predominando el clima cálido, la temperatura promedio es de 25 °C; en la campaña de verano las temperaturas máximas oscilan entre 29 °C a 38 °C, en invierno las mínimas pueden bajar a 10 °C; la precipitación pluvial media/anual (2007-2016) alcanza a 1587mm., la cual está distribuida el 70% en los meses de verano (noviembre-abril) y 30% en la campaña de invierno (mayo-octubre) .

##### **3.1.2. Análisis de suelo**

El tipo de suelo predominante es de formación aluvial, destacando la fracción franco limoso, con una pendiente de 0,2-0,4%, en cuanto a la textura del suelo se divide en 90 % terrenos franco limoso, 5% Franco arenoso y 5% Franco arcilloso.

Para la obtención de sub muestras de suelo, se tomó muestras de suelo al azar del lugar donde se realizó el ensayo a una profundidad de 0-20 cm, luego se homogeneizó hasta obtener una muestra representativa, la cual se entregó al laboratorio de suelos del CIAT, para su posterior análisis físico-químico.

A continuación véase el análisis de suelo de la propiedad, (Anexo 8).

### **3.2. Materiales y equipos de campo**

Los materiales para la demarcación de parcelas fueron:

Estacas de madera, estacas de alambre galvanizado, banderines, cinta métrica, combo, rollo de cuerda, azadón

Para la aplicación de productos se utilizaron:

Botellas descartables de dos litros, balanza digital, equipo de pulverización a base de CO<sub>2</sub>, varilla de extensión de dos metros con boquillas cónicas TV-3, mochila fumigadora de 20lts, jeringa desechables de diferentes medidas, vasos desechables, cucharilla, embudo.

Los mariales de cosecha fueron:

- Máquina trilladora, máquina de limpieza de grano.

Para la toma de datos se utilizaron:

- Libreta de campo, lupa estereoscópica (20-40X), flexómetro, computadora y cámara fotográfica

Los materiales de bioseguridad fueron:

- Guantes desechables, barbijo. Gafas y overol.

#### **3.2.1. Material vegetal**

Esta investigación se realizó en la variedad Sem West 4863 la cual es una variedad de ciclo de maduración media, y crecimiento semi determinado con alto potencial de rendimiento, se adapta muy bien a suelos franco limosos y franco arcillosos. Esta variedad se recomienda sembrar a una densidad de 280000 plantas/ha en verano o 350000 plantas/ha en invierno.

**Cuadro 4. Características principales de la variedad Sem West 4863**

<b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES</b>	<b>VERANO</b>	<b>INVIERNO</b>
<b>Ciclo</b>	Medio	
<b>Días a floración</b>	35	37
<b>Días a cosecha</b>	113	116
<b>CARACTERÍSTICAS DE PLANTA</b>	<b>VERANO</b>	<b>INVIERNO</b>
<b>Altura</b>	98 cm	63 cm
<b>Altura de vaina</b>	15 cm	12 cm
<b>Acame de planta</b>	Resistente	
<b>Crecimiento de la planta</b>	Semideterminado	
<b>CARACTERÍSTICAS DE GRANO</b>	<b>VERANO</b>	<b>INVIERNO</b>
<b>Color de tegumento</b>	Amarillo	
<b>Color de hilio</b>	Negro	
<b>Peso (g) de 1000 semillas</b>	160	
<b>COMPORTAMIENTO FRENTE A ENFERMEDADES</b>		
<b>Cancro de tallo</b>	Resistente	
<b>Oídio</b>	Resistente	
<b>Cercóspora Sojina</b>	Resistente	
<b>Cercóspora Kikuchi</b>	Moderadamente resistente	

Fuente: Totá Semillas (2021)

Las características principales de la variedad son de ciclo intermedio en verano e invierno, los días a floración en verano son de 41 días y en invierno de 44 días, los días a cosecha en verano es de 120 días, mientras que en invierno se extiende hasta los 122 días.

Las características agronómicas principales de la planta son: altura de planta en verano de 110 cm, mientras que en invierno solo alcanza los 70 cm. La altura de inserción de vaina en la campaña de verano es de 13 cm y en invierno 11cm, color de flor lila. En cuanto al acame de plantas es una variedad que presenta resistencia y el crecimiento de la planta es de tipo indeterminado en ambas campañas.

Las características del grano son: color de tegumento tanto en verano e invierno es amarillo, color de hilio: marrón claro, el peso de 1000 semillas en verano es de 140 gr, y 170 gr en invierno.

En cuanto al comportamiento frente a enfermedades esta variedad presenta resistencia a cancro de tallo, oidio, cercospora sojina y medianamente a cercospora kikuchi.

### **3.3. Material químico**

El ensayo se estableció durante la campaña verano 2021, se utilizaron fungicidas de los grupos químicos de Carboxamidas, Triazoles, Estrobirulinas, Morfolinas y dithiocarbamatos, que se detallan a continuación:

- Fungicidas: Priaxor, Cripton, Viovan, Elatus, Cypres, Priori Extra, AproashPower, Sphere Max, Versatilis, CriptonXp, Orquesta Ultra.
- Complementos multi sitio: Dithane
- Coadyuvantes: Asist top, Optimizer, Nimbus

### **3.3.1. Manejo técnico Basf**

#### **Ficha técnica de Priaxor**

- Nombre técnico: Fluxapyroxad+Pyraclostrobin
- Concentración de i.a.: 167 g/l + 333 g/l
- Grupo químico: Carboxamida+Estrobirulina
- Formulación: Suspensión Concentrada (SC)
- Modo de acción: Sistémico
- Dosis recomendada: 0,3 l/ha
- Clase toxicológica: II
- Fabricante: BASF

#### **Ficha técnica de Orquesta Ultra**

- Nombre técnico: Piraclostrobin+Epoxiconazole+Fluxapiroxad
- Concentración de i.a.: 81 g/l+ 50 g/l+ 50 g/l
- Grupo químico: Estrobirulina+Triazol+Carboxamida
- Formulación: Concentrado Emulsionable (EC)
- Modo de acción: Contacto y Sistémico
- Dosis recomendada: 0,8 l/ha
- Clase toxicológica: II
- Fabricante: BASF

#### **Ficha técnica de Versatilis**

- Nombre técnico: Fempropimorf
- Concentración de i.a.: 750 g/l
- Grupo químico: Morfolinas
- Formulación: Concentrado Emulsionable (EC)
- Modo de acción: Sistémico

- Dosis recomendada: 0,3 l/ha
- Clase toxicológica: II
- Fabricante: BASF

### **3.3.2. Manejo técnico Bayer**

#### **Ficha técnica de Cripton**

- Nombre técnico: Trifloxistrobin+Prothioconazole
- Concentración de i.a.: 175g/l+150g/l
- Grupo químico: Estrobirulina+Triazolinthione
- Formulación: Suspensión concentrada (S.C.)
- Modo de acción: Translaminar y sistémico
- Dosis recomendada: 0,4 lts/ha
- Clase toxicológica: IV
- Fabricante: BAYER CROP SCIENCE

#### **Ficha técnica de Cripton Xpro**

- Nombre técnico: Bixafen+prothioconazole+Trifloxystrobin
- Concentración de i.a.: 125g/l+175g/l+150g/l
- Grupo químico: Carboxamida+Triazol+Estrobirulina
- Formulación: Suspensión concentrada (SC)
- Modo de acción: Sistémico
- Dosis recomendada: 0,4 l/ha
- Clase toxicológica: III
- Fabricante: BAYER CROP SCIENCE

#### **Ficha técnica de Sphere Max**

- Nombre técnico: Trifloxistrobin+Ciproconazole
- Concentración de i.a.: 375 g/l+160 g/l

- Grupo químico: Estrobirulina+Triazol
- Formulación: Suspensión concentrada (S.C.)
- Modo de acción: Translaminar y Sistémico
- Dosis recomendada: 0,2 l/ha
- Clase toxicológica: IV
- Fabricante: BAYER CROP SCIENCE

### **3.3.3. Manejo técnico Du Pont**

#### **Ficha técnica de Viovan**

- Nombre técnico: Picoxistrobin+Prothioconazole
- Concentración de i.a.: 100 g/l + 116,7 g/l
- Grupo químico: Estrobirulina + Triazol
- Formulación: Concentrado Emulsionable (EC)
- Modo de acción: Sistémico
- Dosis recomendada: 0,7 l/ha
- Clase toxicológica: III
- Fabricante: DUPONT ARGENTINA S.R.L.

#### **Ficha técnica de Aproash Power**

- Nombre técnico: Picoxystrobin+Ciproconazole
- Concentración de i.a.: 90 g/l+40 g/l
- Grupo químico: Estrobirulina+Triazol
- Formulación: Concentrado emulsionable (EC)
- Modo de acción: Sistémico
- Dosis recomendada: 0,6 l/ha
- Clase toxicológica: II
- Fabricante: DUPONT ARGENTINA S.R.L.

### **3.3.4. Manejo técnico Syngenta**

#### **Ficha técnica de Elatus**

- Nombre técnico: Asoxistrobin+Benzovindiflupyr
- Concentración de i.a.: 300g/l+150 g/l
- Grupo químico: Estrobirulina+Carboxamida
- Formulación: Gránulos dispersables (WG)
- Modo de acción: Contacto y sistémico
- Dosis recomendada: 0,2-0,25 kg/ha
- Clase toxicológica: III
- Fabricante: SYNGENTA

#### **Ficha técnica de Cypress**

- Nombre técnico: Difenoconazole+Ciproconazol
- Concentración de i.a.: 250g/l+150 g/l
- Grupo químico: Triazol+Triazol
- Formulación: Concentrado emulsionable (EC)
- Modo de acción: Sistémico
- Dosis recomendada: 0,3 l/ha
- Clase toxicológica: III
- Fabricante: SYNGENTA

#### **Ficha técnica de Priori Xtra**

- Nombre técnico: Asoxistrobin+Ciproconazole
- Concentración de i.a.: 200 g/l+80 g/l
- Grupo químico: Estrobirulina+Triazol
- Formulación: Suspensión Concentrada (S.C.)
- Modo de acción: Contacto y sistémico

- Dosis recomendada: 0,25-0,3lts/ha
- Clase toxicológica: IV
- Fabricante: SYNGENTA
- **Complemento multi sitio de algunos manejos**

### **Ficha técnica de Dithane**

- Nombre técnico: Mancozeb
- Concentración de i.a.: 800g/l
- Grupo químico: Ditiocarbamato
- Formulación: Polvo mojable (WP)
- Modo de acción: Preventivo de alto espectro
- Dosis recomendada: 1,5 kg/ha
- Clase toxicológica: IV
- Fabricante: DOW AGROSCIENCES COLOMBIA S.A.

### **3.4. Diseño experimental**

En el presente trabajo se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 9 tratamientos en estudio y 4 reiteraciones, es decir 8 combinaciones de fungicidas y un tratamiento sin control (testigo absoluto) haciendo un total de 36 unidades experimentales.

### **3.5. Tamaño de las parcelas**

El tamaño de cada unidad experimental fué conformado por 5 surcos con una superficie de 12 m<sup>2</sup> (6 m x 2 m), con surcos distanciados a 0.40 metros entre surcos, con 15 plantas por metro lineal, siendo la superficie total del ensayo de 528 m<sup>2</sup>.

### 3.6. Tratamientos

Los tratamientos que se realizaron fueron los siguientes que se detallan a continuación:

**Cuadro 5. Tratamientos y sus respectivas mezclas por aplicación**

TRATAMIENTOS	1ra Aplicación Producto-dosis l/kg	2da. Aplicación Producto-dosis l/kg	3ra Aplicación Producto-dosis l/kg	4ta. Aplicación Producto-dosis l/kg
<b>T1=TESTIGO ABSOLUTO</b>	SIN APLICACIÓN	SIN APLICACIÓN	SIN APLICACIÓN	SIN APLICACIÓN
<b>T2= BASF</b>	Priaxor + Dithane	Orq. Ultra + Dithane	Versatilis + Dithane	Versatilis + Dithane
<b>T3= BASF/con tres aplicaciones</b>	Versatilis + Dithane	Orq. Ultra + Dithane	Versatilis + Dithane	Sin aplicación.
<b>T4= BAYER</b>	Cripton + Dithane	Cripton Xpro + Dithane	Sphere Max + Dithane	Sphere Max + Dithane
<b>T5= BAYER/con tres aplicaciones</b>	Cripton + Dithane	Cripton Xpro + Dithane	Sphere Max + Dithane	Sin aplicación.
<b>T6= DUPONT</b>	Viovan + Dithane	Viovan + Dithane	Aproash Power + Dithane	Aproash Power + Dithane
<b>T7= DUPONT/con tres aplicaciones</b>	Viovan + Dithane	Viovan + Dithane	Aproash Power + Dithane	Sin aplicación.
<b>T8= SYNGENTA</b>	Elatus + Cypress	Elatus + Cypress	Priori Xtra + Cypress	Priori Xtra + Cypress
<b>T9= SYNGENTA/con tres aplicaciones</b>	Elatus + Cypress	Elatus + Cypress	Priori Xtra + Cypress	Sin aplicación.

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Labores culturales**

A continuación se describen las actividades realizadas durante el tiempo de estudio.

#### **3.7.1. Tratamiento de semilla**

La semilla se trató con fungicida, insecticida e inoculantes para poder proteger la semilla de las plagas y hongos del suelo que puedan influenciar en la germinación, para lo cual se utilizaron los siguientes productos: Fungicida Bellator (Fludioxinil 25g/l-Metalaxil M 37,5g/l) en una dosis de 100ml/100kg de semilla, además del insecticida Fiprogem 800 WG (Fipronil 800g/kg) en una dosis de 50g/100kg de semilla y Acqua Pack (inoculante *Bradyrhizobium japonicum* protector y activador de Acqua) en una dosis de 200 ml/100kg de semilla.

#### **3.7.2. Preparación del terreno**

En el ensayo no se realizó ningún tipo de preparación física del suelo, ya que la siembra se realizó bajo el sistema de siembra directa, solamente se realizó la desecación de barbecho previo a la siembra.

Se realizó la desecación de barbecho con Wipe Out (Glyphosate Ammonium 88,8% WG) en una dosis de 1,5 kg/ha, acompañado de Herbamex 72% SC (2,4-D sal dimetilamina 72% gr/l IA SC) en una dosis de 0,5 lts/ha, para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas.

#### **3.7.3. Siembra**

La siembra se efectuó el 04 de Enero del 2021, se utilizó sembradora de precisión, considerando una distancia entre surcos de 0,40 metros y una distribución de 15 granos de semilla por metro lineal considerando una germinación del 80%, depositando la semilla a una profundidad de 3-5cm.

#### **3.7.4. Control de malezas**

El control de malezas en post emergencia se efectuó con herbicidas durante la fase vegetativa del cultivo (V4), se utilizó el producto Wipe Out (Glyphosate Ammonium 88,8% WG) en una dosis de 1,2 kg/ha, acompañado de Rainbow-Cleto 24% EC (Clethodim 24% gr/l IA EC) en una dosis de 0,4 lts/ha, para el control de malezas de hoja ancha y gramíneas.

#### **3.7.5. Control de plagas**

El control de plagas se realizó previo monitoreo y evaluación, se realizaron aplicaciones de insecticidas utilizando los siguientes productos: para el control de larvas de lepidópteros como *Omiodens indicata*, *Spodoptera sp*, *Anticarsia gemmatalis*, se aplicó Novo (Emamectin benzoato 5,7% WG) con una dosis de 0,2 kg/ha, Coragen (Clorantraniliprole 20% SC) con una dosis de 50-100cc/ha, para el control de coleópteros polífagos como *Diabrotica spp*, *Ceratoma Spp*, *Lagria villosa*, *Sternechus spp*, se empleó insecticidas como Bistec 100 EC (Bifentrin 10%) en una dosis de 0,25 lts/ha, para el control de insectos chupadores como *Bemisia tabaci*, *Dichelops furcatus*, *Euchistus heros*, *Piezodorus guildinii*, se aplicó Fiprogem (Fipronil 800 WP ) en una dosis de 0,06kg/ha, para el control de ácaros *Tetranychus urticae* se empleó acaricida Abamex (Abamectina 1,8 EC) en dosis de 0,3 lts/ha.

#### **3.7.6. Control de enfermedades**

El control de enfermedades se realizó a base de paquetes tecnológicos propuestos por las diferentes casas comerciales de mayor presencia en la zona.

#### **3.7.7. Aplicación de fungicidas**

Las aplicaciones de fungicidas se realizaron según los tratamientos del diseño experimental con los fungicidas mencionados en el (Cuadro 5). Para las aplicaciones se utilizó un pulverizador accionado con CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) a

una presión constante de 25 libras, empleando un caudal de 50 l/ha.

### 3.7.8. Dosis y volumen de aplicación

Los fungicidas y dosis que se emplearon en este trabajo se detallan en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6 Descripción de los tratamientos en estudio.**

TRATAMIENTOS/ Nº APLICACIONES		NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	CONCENTRACIÓN I.A.	DÓISIS/ HA
T1=TESTIGO ABSOLUTO	Sin Aplicaciones ****	*****	*****	*****	*****
	2 BASF	1ª Aplicación	Priaxor	Fluxapyroxad+Pyraclostrobin	167 g/l + 333 g/l
Dithane			Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
2ª Aplicación		Orquesta Ulta	Piraclostrobin+Epoxiconazole+Fluxapiroxad	81 g/l+ 50 g/l+ 50 g/l	0,8 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
3ª Aplicación		Versatilis	Fempropimorf	750 g/l	0,3 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
4ª Aplicación		Versatilis	Fempropimorf	750 g/l	0,3 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
3 BASF/ tres aplic.	1ª Aplicación	Priaxor	Fluxapyroxad+Pyraclostrobin	167 g/l + 333 g/l	0,3 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	2ª Aplicación	Orquesta Ulta	Piraclostrobin+Epoxiconazole+Fluxapiroxad	81 g/l+ 50 g/l+ 50 g/l	0,8 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	3ª Aplicación	Versatilis	Fempropimorf	750 g/l	0,3 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	4ª Aplicación	*****	*****	*****	*****
		*****	*****	*****	*****
4 BAYER	1ª Aplicación	Cripton	Trifloxistrobin+Prothioconazole	175g/l+150g/l	0,4 lts/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	2ª Aplicación	Cripton Xpro	Bixafen+protioconazole+Trifloxystrobin	125g/l+175g/l+150g/l	0,4 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	3ª Aplicación	Sphere Max	Trifloxistrobin+Ciproconazole	375 g/l+160 g/l	0,2 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	4ª Aplicación	Sphere Max	Trifloxistrobin+Ciproconazole	375 g/l+160 g/l	0,2 l/ha

		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
5 BAYER/tres aplic.	1ª Aplicación	Cripton	Trifloxistrobin+Prothioconazole	175g/l+150g/l	0,4 lts/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	2ª Aplicación	Cripton Xpro	Bixafen+prothioconazole+Trifloxystrobin	125g/l+175g/l+150g/l	0,4 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	3ª Aplicación	Sphere Max	Trifloxistrobin+Ciproconazole	375 g/l+160 g/l	0,2 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	4ª Aplicación	*****	*****	*****	*****
		*****	*****	*****	*****
6 DUPONT	1ª Aplicación	Viovan	Picoxistrobin+Prothioconazole	100 g/l + 116,7 g/l	0,7 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	2ª Aplicación	Viovan	Picoxistrobin+Prothioconazole	100 g/l + 116,7 g/l	0,7 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	3ª Aplicación	Aproash Power	Picoxystrobin+Ciproconazole	90 g/l+40 g/l	0,6 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	4ª Aplicación	Aproash Power	Picoxystrobin+Ciproconazole	90 g/l+40 g/l	0,6 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
7 DUPONT/tres aplic.	1ª Aplicación	Viovan	Picoxistrobin+Prothioconazole	100 g/l + 116,7 g/l	0,7 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	2ª Aplicación	Viovan	Picoxistrobin+Prothioconazole	100 g/l + 116,7 g/l	0,7 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	3ª Aplicación	Aproash Power	Picoxystrobin+Ciproconazole	90 g/l+40 g/l	0,6 l/ha
		Dithane	Mancozeb	800g/l	1,5 kg/ha
	4ª Aplicación	*****	*****	*****	*****
		*****	*****	*****	*****
8 SYNGENTA	1ª Aplicación	Elatus	Asoxistrobin+Benzovindiflupyr	300g/l+150 g/l	0,2 kg/ha
		Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
	2ª Aplicación	Elatus	Asoxistrobin+Benzovindiflupyr	300g/l+150 g/l	0,2 kg/ha
		Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
	3ª Aplicación	Priori Xtra	Asoxistrobin+Ciproconazole	200 g/l+80 g/l	0,3lts/h a
		Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
	4ª Aplicación	Priori Xtra	Asoxistrobin+Ciproconazole	200 g/l+80 g/l	0,3lts/h a
		Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
SYNGENTA/tres	1ª Aplicación	Elatus	Asoxistrobin+Benzovindiflupyr	300g/l+150 g/l	0,2 kg/ha
		Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha

2ª Aplicación	Elatus	Asoxistrobin+Benzovindiflupyr	300g/l+150 g/l	0,2 kg/ha
	Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
3ª Aplicación	Priori Xtra	Asoxistrobin+Ciproconazole	200 g/l+80 g/l	0,3lts/ha
	Cypress	Difenoconazole+Ciproconazol	250g/l+150 g/l	0,3 l/ha
4ª Aplicación	*****	*****	*****	*****
	*****	*****	*****	*****

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.7.9. Cosecha

La cosecha se realizó de forma manual cuando el cultivo llegó a la fase de maduración y cosecha R9, se cosechó la parte central de cada tratamiento para evitar el efecto de borde en cada unidad experimental que fue de 4,8m<sup>2</sup> (tres surcos de 0,4m \* 4m de largo), posteriormente se realizó el trillado y limpieza para la evaluación del rendimiento de cada repetición.

### 3.8. Evaluaciones en campo

Las variables que se estudiaron fueron las que se detallan a continuación:

#### 3.8.1. Severidad

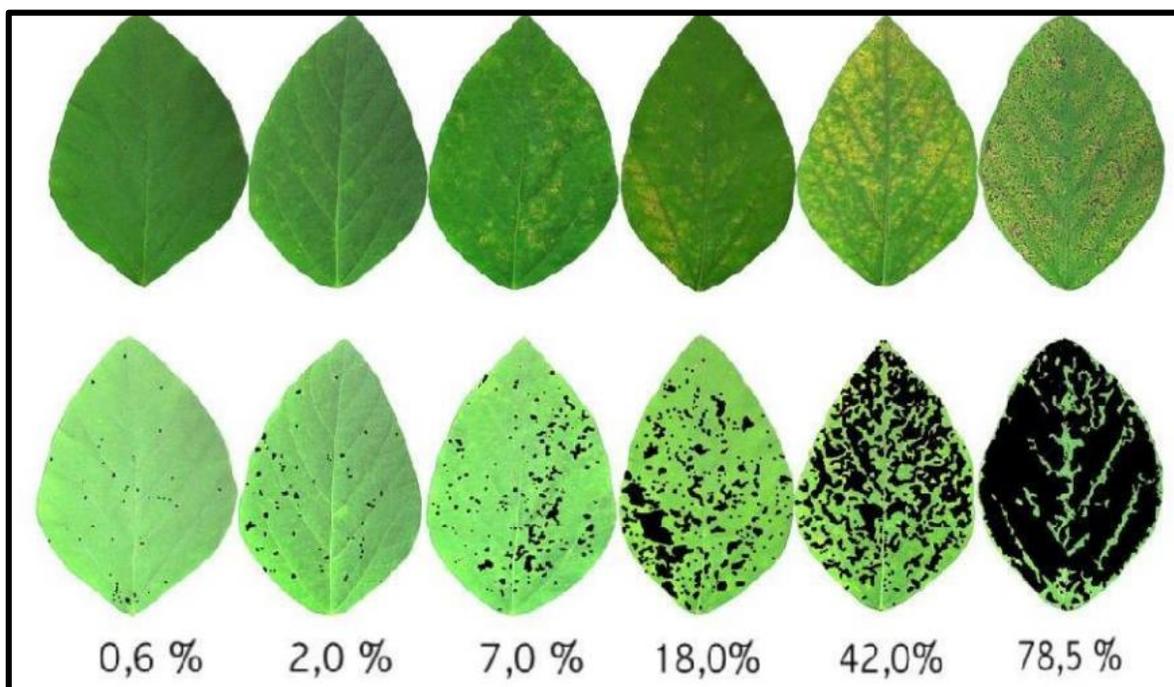
Por tratarse de enfermedades foliares la severidad resulta ser el mejor parámetro de cuantificación que la incidencia. La severidad de las 4 enfermedades se evaluaron cada siete días, en una planilla se registraron los datos de las evaluaciones del porcentaje de área foliar de infección (A.F.I.) de cada tratamiento, antes de la primera aplicación V7 hasta que el tratamiento testigo comercial tenga un 80% de defoliación.

##### 3.8.1.1. Severidad de la Roya (*Phakopsora pachyrhizi*)

Se realizó el conteo de pústulas del tercio superior e inferior, tomando tres plantas al azar de los dos surcos centrales de cada unidad experimental a una distancia de medio metro de los bordes del área.

Se utilizó la escala de comparación visual de daño propuesta por EMBRAPA (2003). La escala muestra los niveles de 0,6; 2; 7; 18; 42 y 78,5%.

**Figura 1. Escala diagramática para la evaluación de severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*)**



**Fuente:** Godoy et. Al., (2006). Escala esquemática para la evaluación de la gravedad de la roya de la soja. *Fitopatologia Brasileira*, 31 (1), 63-68

Para expresar los datos patométricos en porcentajes de severidad se siguió la metodología usada por Godoy et. Al., (2006), como se explica a continuación.

Una pústula en el foliolo = 0,1% de severidad

Doce pústulas en el foliolo = 0,5% de severidad

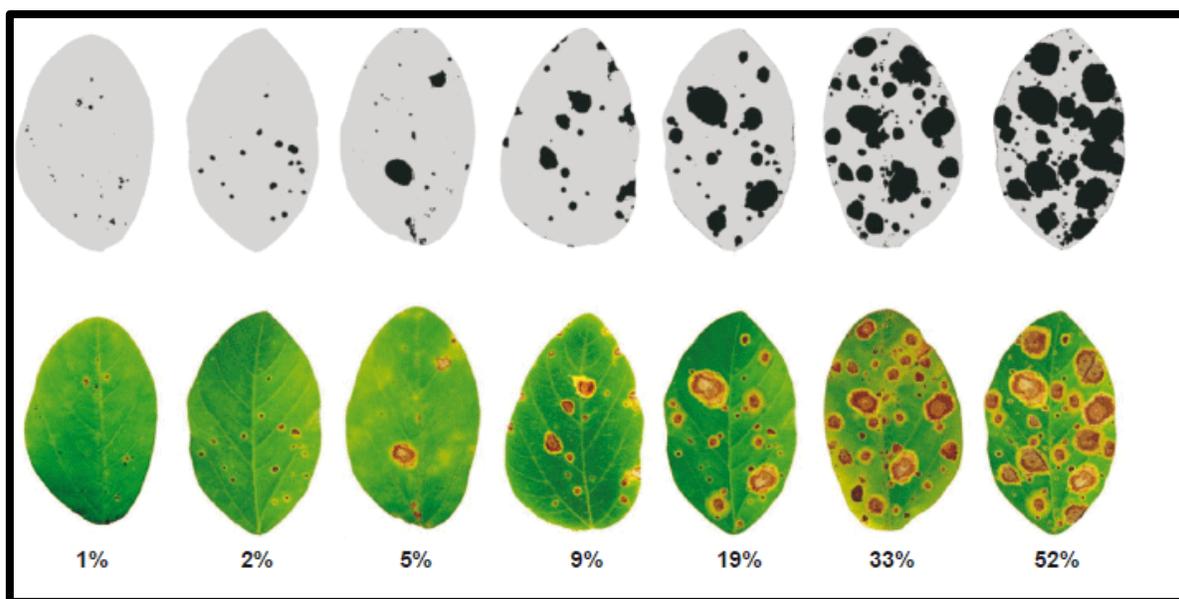
Veinticinco pústulas en el foliolo= 1% de severidad

### **3.8.1.2. Severidad de la mancha anillada (*Corynespora cassiicola*)**

Se evaluó de igual manera que en el caso de la roya utilizando como referencia

una escala de severidad de área foliar afectada, la cual corresponde a una escala diagramática que está dividida en siete niveles, donde el nivel menor es de del 1%, hasta una severidad mayor al 52%; las evaluaciones se realizaron cada 7 días, lo que permitió también ver la residualidad de los productos en los diferentes tratamientos.

**Figura 2. Escala diagramática para la evaluación de severidad de mancha anillada en soya (*Corynespora cassiicola*)**



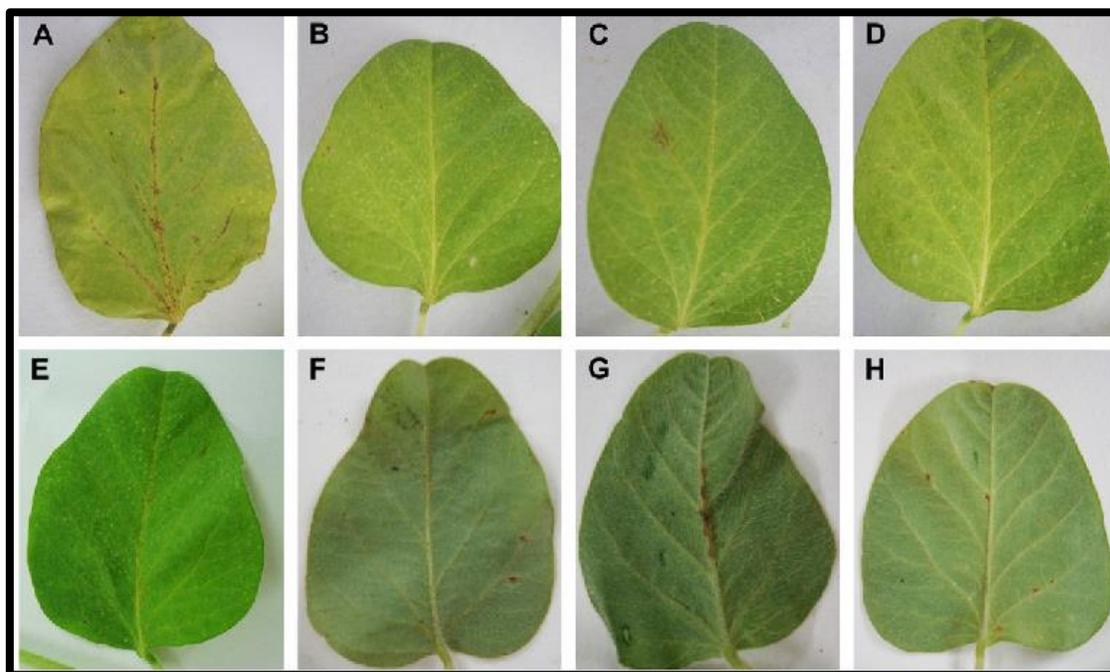
Fuente: Trop. Plant pathol. Vol.34 nº.5 Brasília Sept./Oct.2009.

Se midió el porcentaje de área de tejido foliar cubierta con síntomas.

### 3.8.1.3. Severidad de la antracnosis (*Colletotrichum spp*)

Se evaluó de igual manera que en el caso de la mancha anillada utilizando como referencia una escala de severidad de área foliar afectada (A.F.I.), tomando en cuenta que para esta investigación solo se evaluó la severidad del daño en el área foliar, asignándole valores según el porcentaje de A.F.I.

**Figura 3. Escala diagramática para la evaluación de antracnosis. (*Colletotrichum spp*)**

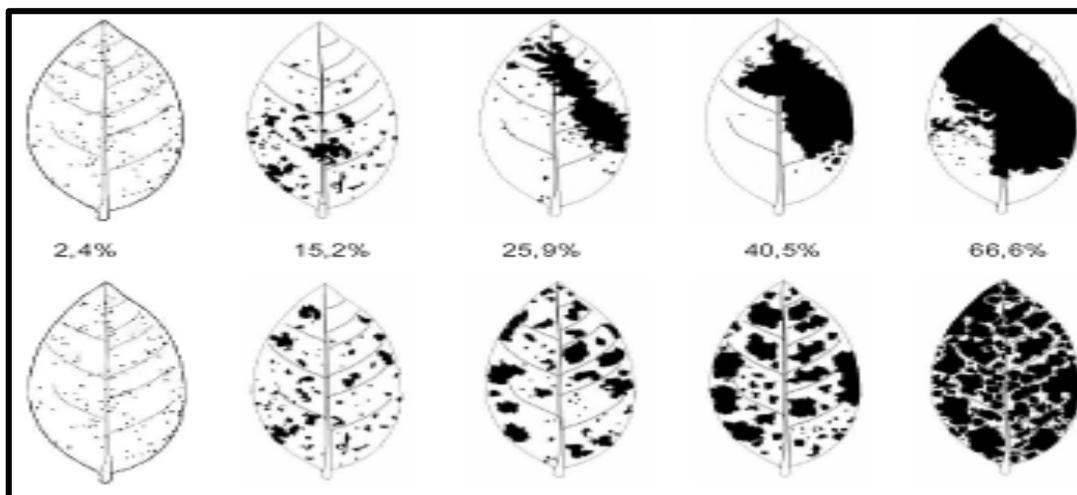


**Fuente:**Colletotrichum-spp-in-common-bean.-Mota-Barcelos.

#### **3.8.1.4. Severidad de la mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*)**

Se evaluó de igual manera que en el caso de la mancha anillada utilizando como referencia una escala de severidad de área foliar afectada, la cual corresponde a una escala diagramática que está dividida en cinco niveles de severidad de la enfermedad: 2,4; 15,2; 25,9; 40,5 y 66,6%.

**Figura 4. Escala diagramática para la evaluación de severidad de mancha púrpura en soya (*Cercospora kikuchii*)**



**Fuente:** 181Fitopatol. bras. 29(2), mar – abr 2004.

### **3.8.2. Porcentaje de defoliación**

Cuando los tratamientos llegaron a fase a la fase R7,3, se realizó la evaluación de porcentaje de defoliación, tomando en cuenta que el testigo tenga un 80% de defoliación, además se realizó la comparación versus rendimiento/ha

### **3.8.3. Comparación de la diferencia al realizar u omitir una cuarta aplicación de fungicida**

Para peritar este parámetro se omitió la cuarta aplicación de los tratamientos 3,5,7 y 9. Se midió la severidad total alcanzada de cada enfermedad en estudio. Así también se realizó el análisis económico versus rendimiento en base a este parámetro.

### **3.8.4. Evaluación del rendimiento a cosecha**

El rendimiento se determinó mediante la cosecha de un área de 4,8m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, excluyendo los laterales y extremos.

Inmediatamente a la cosecha se procedió al trillado y venteado de grano para subsiguientemente ser pesado y ajustado al 13% de humedad, todo esto con la finalidad de poder determinar el rendimiento en tm/ha, mediante la siguiente fórmula:

$$Rend \left( \frac{kg}{ha} \right) = \frac{(100 - HC) * PM}{(100 - HCo) * A/10}$$

HC= Humedad del grano al momento de pesar la muestra

HCo= Humedad del grano corregido al 13%

PM=Peso de la muestra cosechada por parcela

A=Area cosechada por parcela

### **3.8.5. Peso de 1000 granos**

Para esta variable se tomó 1000 granos al azar de cada tratamiento, para su posterior pesado en una balanza analítica de precisión (200g), lo cual se suma como un dato más que corrobora el rendimiento.

### **3.8.6. Intervalo entre evaluaciones**

Las evaluaciones se realizaron a los 0 días antes de la primera aplicación, 7 y 14 días después de cada aplicación, registrando en cada lectura el estado fenológico del cultivo.

### **3.9. Metodología de muestreo**

Para el muestreo y evaluación de enfermedades en micro parcelas, se consideraron parcelas de 4 surcos por 6 m. de largo y un distanciamiento de 0,5 m. entre bloques, se tomó las muestras de los dos surcos centrales evitando los bordes 0,5 m., se extrajo del tallo principal de 2 plantas 2 trifolios, uno del estrato superior y otro del estrato inferior, a su vez se empleó una evaluación visual

general del tercio inferior en cada metro lineal del área de estudio.

### 3.9.1. Método de evaluación estadístico

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza de acuerdo al modelo estadístico de bloques al azar tomando en consideración un nivel de error del 5%, los promedios que resultaron con diferencias estadísticas significativas fueron sometidos a la prueba de comparación de medias propuesta por la DMS con un grado de error al 5% , según el modelo matemático:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t$$

$$j = 1, \dots, b$$

- $\mu$  media general
- $\tau_i$  efecto del i-ésimo tratamiento
- $\beta_j$  efecto del j-ésimo bloque
- $\varepsilon_{ij}$  error experimental en la unidad j del tratamiento i
- $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$

Así también se realizó el análisis de regresión lineal para aproximar la relación de dependencia entre la defoliación (%) y el rendimiento (tm/ha), empleando el modelo matemático:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon$$

Dónde: Y es la variable dependiente o variable de respuesta

- $X_1, X_2, \dots, X_m$  son las variables explicativas, independientes o regresoras.
- $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$  son los parámetros del modelo, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regrediendo.

### **3.9.2. Método para realizar análisis de costos**

Se realizó el análisis económico mediante la metodología RVC (Relación Valor Costo) de la FAO y utilizada por el Instituto Internacional de Nutrición de Plantas-IPNI y con ello se determinó la factibilidad económica de las diferentes estrategias, mediante la interacción del valor del incremento de la producción en relación del testigo sobre el costo del tratamiento.

$$\text{RVC} = (\text{Valor del incremento de rendimiento} / \text{Costo del tratamiento})$$

En donde, el resultado muestra el retorno de la inversión por cada 1 dólar (\$) invertido por hectárea (ha.) y este se obtiene de la ganancia o el beneficio económico obtenido por hectárea sobre el costo de inversión efectuado.

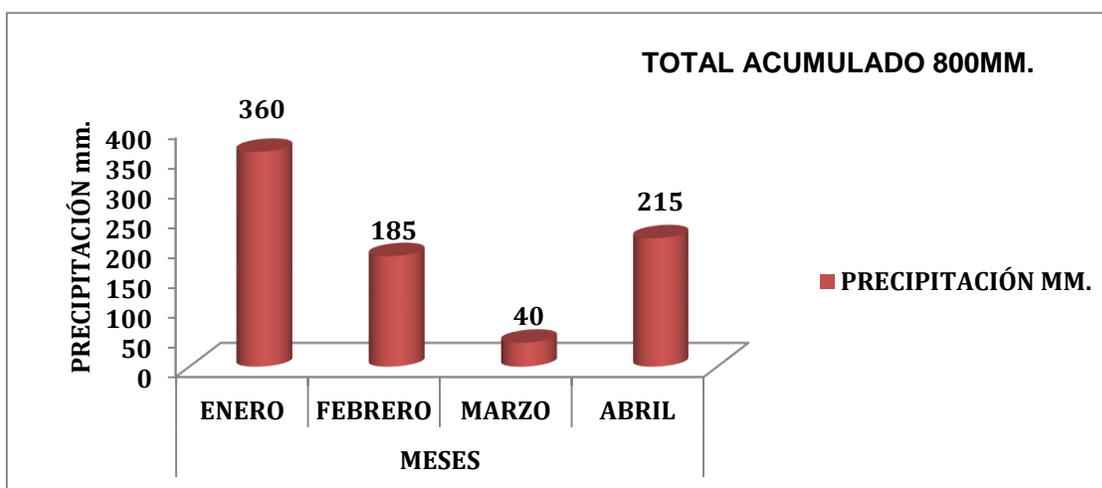
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Condiciones meteorológicas

#### 4.1.1. Precipitación

En la siguiente figura se muestran las precipitaciones registradas durante el establecimiento del ensayo, donde en el periodo de siembra, emergencia y parte de la etapa vegetativa que corresponde al mes de enero se registró 360mm, en todo el periodo vegetativo del cultivo se registró 185mm, entre el inicio de floración y formación de vainas y granos solo se registraron 40mm, y al final de la fase de llenado de granos llegando a la cosecha se registró 215mm.

**Figura 5. Precipitación (mm) acumulada durante el establecimiento del ensayo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos climáticos del control periódico durante el ensayo y datos otorgados por la estación meteorológica DM.

Se puede observar que durante todo el ciclo del cultivo hubo una acumulación de lluvia de 800mm, los cuales no tuvieron una buena distribución. Según Agrobít (1999), indica que la precipitación necesaria para el desarrollo y lograr una buena productividad en el cultivo de la soya es de 500-600mm.

Se puede observar que para el mes de enero se registró la mayor acumulación de

agua, por encima de los 75 mm que son requeridos para la fase vegetativa y crecimiento de plantas. En el inicio de la etapa reproductiva, donde el cultivo se torna más sensible en fase de floración y formación de vainas, solo se registró 40mm de agua lo cual estuvo muy por debajo de los requerimientos del cultivo. En la fase final de llenado de grano y madurez que sucedió durante el mes de abril se registró una elevada precipitación de 215mm, estos desbalances hídricos no fueron las condiciones ideales para que se presenten las enfermedades con agresividad, pero tampoco fueron favorables para el rendimiento del cultivo.

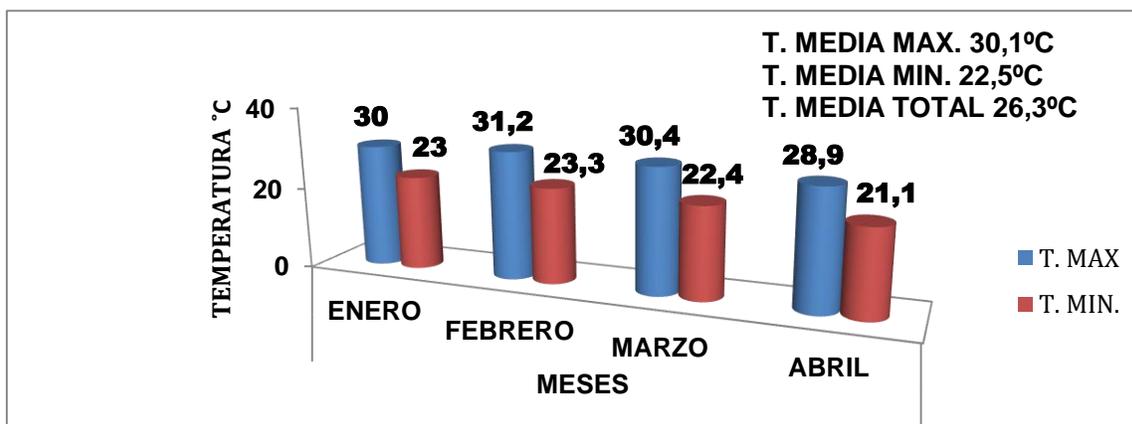
Por otro lado ROMAN (2008), manifiesta que la sequía como el encharcamiento moderado durante el crecimiento vegetativo no provoca grandes perjuicios a la productividad. Por otro lado sostiene que si la ocurrencia de sequía se da en periodos reproductivos siempre ocasionarán perjuicios en la producción de la soya.

Sin embargo, si la deficiencia hídrica ocurriera durante la formación de granos el perjuicio es mayor aun en el peso de los granos.

#### **4.1.2. Temperatura y humedad relativa**

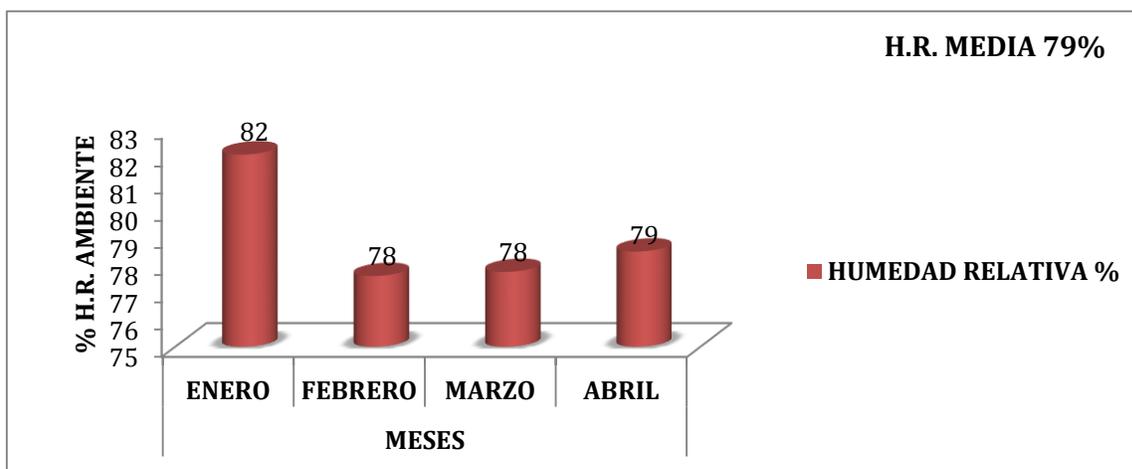
Las condiciones ambientales que se observan en la siguiente figura tanto de altas temperaturas en los meses de enero, febrero, marzo y abril corresponden a la mayor parte del ciclo del cultivo de la soya.

**Figura 6. Temperaturas (máx. y mín.) registradas durante el ciclo del cultivo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos climáticos del control periódico durante el ensayo y datos otorgados por la estación meteorológica DM.

**Figura 7. Humedad relativa mensual registrada durante todo el ciclo del cultivo**



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos climáticos del control periódico durante el ensayo y datos otorgados por la estación meteorológica DM.

Tadashi (2006), menciona que las condiciones óptimas para el desarrollo de las enfermedades se presentan con temperaturas entre 18 y 26 °C y humedad relativa de 80-100%, principalmente con presencia de agua en las hojas por un mínimo de seis horas y con un óptimo de 12 a 14 horas.

La temperatura (media) registrada durante todo el ciclo del cultivo fue de 26,3 °C, donde la temperatura (media) máxima fue de 30,1°C y la mínima su promedio fue de 22,5°C, la cual es óptima para el desarrollo del cultivo. Carmona M. (2007), dice que la intensidad del ataque de la roya está especialmete regulada por la humedad relativa y la temperatura (para la produccion de esporas), horas de mojado, temperatura y oscuridad (para la infección) y viento para la diseminacion, tales condiciones deben ser registradas a nivel regional y departamental, y de acuerdo a la variabilidad de estas algunas zonas y lotes pueden verse mas afectados por la variabilidad climática y cercania a la fuente de inóculo o de lo contrario recibir las enfermedades hacia el fin de ciclo.

Respecto a lo mencionado anteriormente, Román (2008), sostiene que la temperatura adecuada en la fase de crecimiento vegetativo se encuentra entre 25°C Y 28°C, mientras que el promedio de la temperatura media óptima para la ocurrencia de un buen llenado de granos es de 17°C a 21°C.

Cabe recalcar que para la ocurrencia de la infección de la roya asiática principalmente, en el cultivo de la soya, las temperaturas óptimas están entre los 18°C a 26°C, como afirma (HENNIING, 2013).

#### **4.1.3. Condiciones edáficas**

Los resultados del análisis físico-químico del suelo donde se realizó el ensayo se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 7. Resultado del análisis físico químico del suelo donde se realizó el trabajo de investigación.**

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS
PH 1:5 AGUA	.....	7.2 SUAV. ALCALINO
C.E.	µS cm-1	95 BAJA CONCENTRACIÓN DE SALES
CARB. LIBRES	.....	AUSENTES
CALCIO (BASES INTERC.)	cmol Kg-1	4.1 ALTO
MAGNESIO (BASES INTERC.)	cmol Kg-1	2.5 ALTO
SODIO (BASES INTERC.)	cmol Kg-1	0.09 BAJO
POTASIO (BASES INTERC.)	cmol Kg-1	0.19 BAJO
T.B.I. (TOTAL BASES INT.)	.....	6.88 MEDIO
C.I.C.E.	.....	6.88 MEDIO
SAT. DE BASES	.....	100 ALTO
ACIDEZ	cmol Kg-1	0.00
ALUMINIO	cmol Kg-1	0.00 SIN PROBLEMAS PARA LOS CULTIVOS
FOSFORO	mg Kg-1	6 MEDIO
MATERIA ORGÁNICA	%	3.1 MEDIO
NITROGENO TOTAL	%	0.13 BAJO
ARENA	%	9
LIMO	%	74
ARCILLA	%	17
TEXTURA	.....	FRANCO LIMOSO

**Fuente:** CIAT, 2021

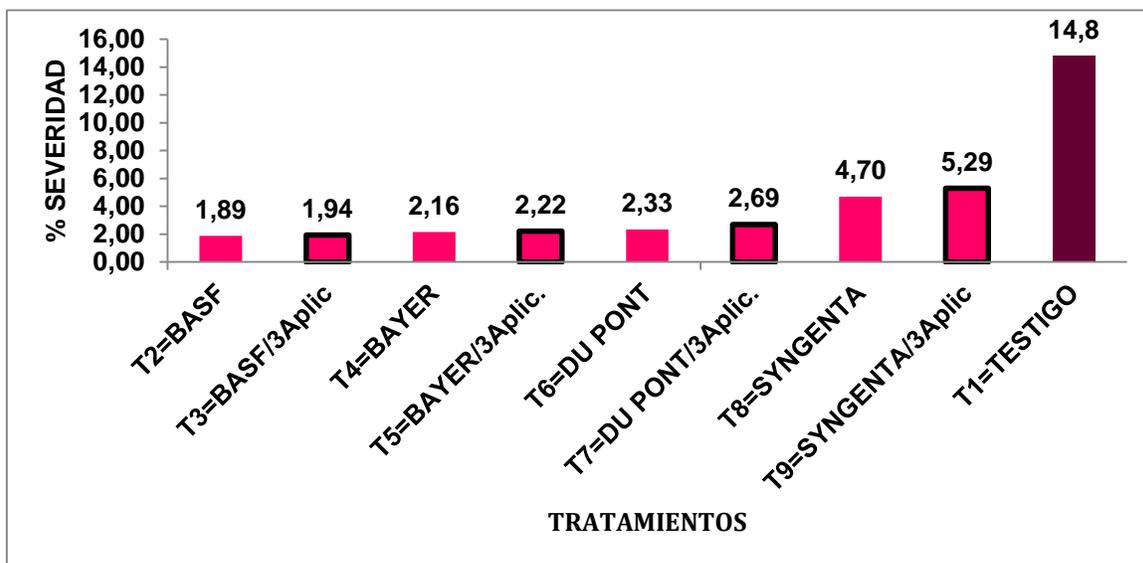
## **4.2. Evaluaciones fitopatológicas de severidad de la roya (*Phakopsora pachyrhizi*)**

### **4.2.1. Primeros síntomas**

Los primeros síntomas de esta enfermedad se evidenciaron a partir de los 42 días después de la siembra, de una forma aislada y poco significativa (Estadio V7), tan solo se registró 0,1% de severidad, considerando que la siembra fue realizada en una época fuera de lo establecido para esa variedad en la zona (SW 4863, Verano 15 de Noviembre-20 de Diciembre) y considerando también que la variedad es susceptible a la roya.

La presencia de síntomas a los 42 días se considera una infección temprana, observándose las primeras pústulas en las hojas bajas, esta se vio acentuada gracias a las temperaturas entre 23 a 31°C, altas precipitaciones que ascendieron a 400mm hasta la fecha y por ende alta humedad relativa de ambiente.

**Figura 8. Severidad media de la Roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) por tratamiento en todo el ciclo del cultivo**



Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 8. Niveles promedio de severidad de la Roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) alcanzados durante la campaña Verano 2021**

EVALUACIÓN N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FECHA		19/02/2021	27/02/2021	05/03/2021	12/03/2021	19/03/2021	26/03/2021	02/04/2021	09/04/2021	16/04/2021
DAT		A00	A007	A014	B007	B014	C007	C014	D007	D014
CULTIVO-VARIEDAD		SW 4863								
GS CULTIVO		V6	R1	R2	R4	R5.1	R5.3	R5.4	R5.5	R6
VARIABLE		ENF.								
PATOLOGÍA		ROYA								
PLOTS	TRTS.	PHAKPA	PHAKP A	PHAKP A	PHAKP A	PHAKP A	PHAKPA	PHAKP A	PHAKP A	PHAKPA
101	T1=TESTIGO	0,1	0,3	0,5	0,7	1,8	5,5	10,3	19,0	21,3
102	T2=BASF	0,1	0,1	0,4	0,3	0,5	0,8	0,8	2,7	2,2
103	T3=BASF/3aplic.	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,8	0,8	2,4	2,6
104	T4=BAYER	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,9	0,8	2,9	3,0
105	T5=BAYER/3 aplic.	0,1	0,1	0,3	0,3	0,5	0,8	0,8	2,9	3,2
106	T6=DU PONT	0,1	0,1	0,3	0,4	0,6	1,0	0,9	3,4	2,8
107	T7=DU PONT/3aplic.	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	1,0	1,0	3,9	3,8
108	T8=SYNGENTA	0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	1,5	2,8	6,5	6,5
109	T9=SYNGENTA/3aplic.	0,1	0,1	0,3	0,4	0,9	1,6	2,5	7,5	7,8

**Fuente:** Elaboración propia.

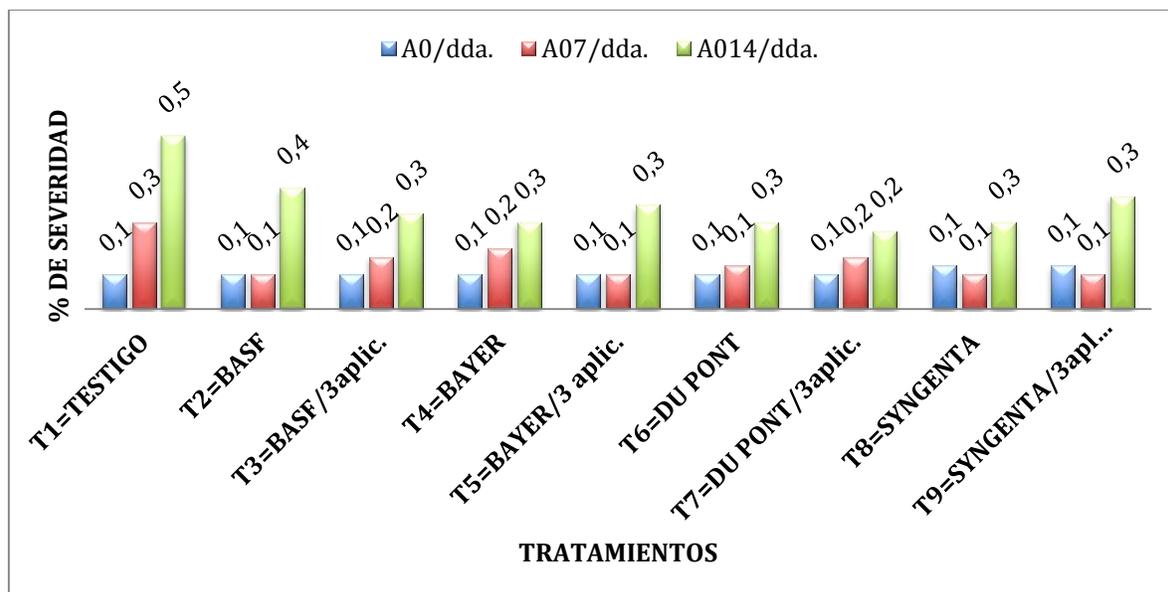
Los datos correspondientes al nivel de severidad alcanzado en todo el ciclo del cultivo no muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, observándose bajos niveles de severidad.

Debido a que las condiciones ambientales fueron poco favorecedoras para su ocurrencia con agresividad, esta se presentó temprana pero en bajos niveles desde el estado fenológico V7 a R6, pero su desarrollo ha sido muy lento incluso en el mismo testigo absoluto, el cual alcanzó un valor promedio máximo de 14,8% de severidad, así también se registraron los valores máximos para los tratamientos T9 SYNGENTA/3aplic., el cual alcanzó una severidad promedio de 5,29 %, T8 SYNGENTA con una severidad promedio de 4,7%, y T7 DU PONT/3aplic., alcanzó una severidad promedio de 2,69%.

Los tratamientos que manifestaron menor severidad de roya fueron los tratamientos T2 BASF con una severidad promedio de 1,89%, seguido por T3

BASF/3aplic., con una severidad promedio de 1,94%; y T4 BAYER, con una severidad promedio de 2,16%.

**Figura 9. Progreso de severidad de la roya después de la primera aplicación (A).Estado fenológico/días de evaluación A0: V6, A07: R1, A014: R2**

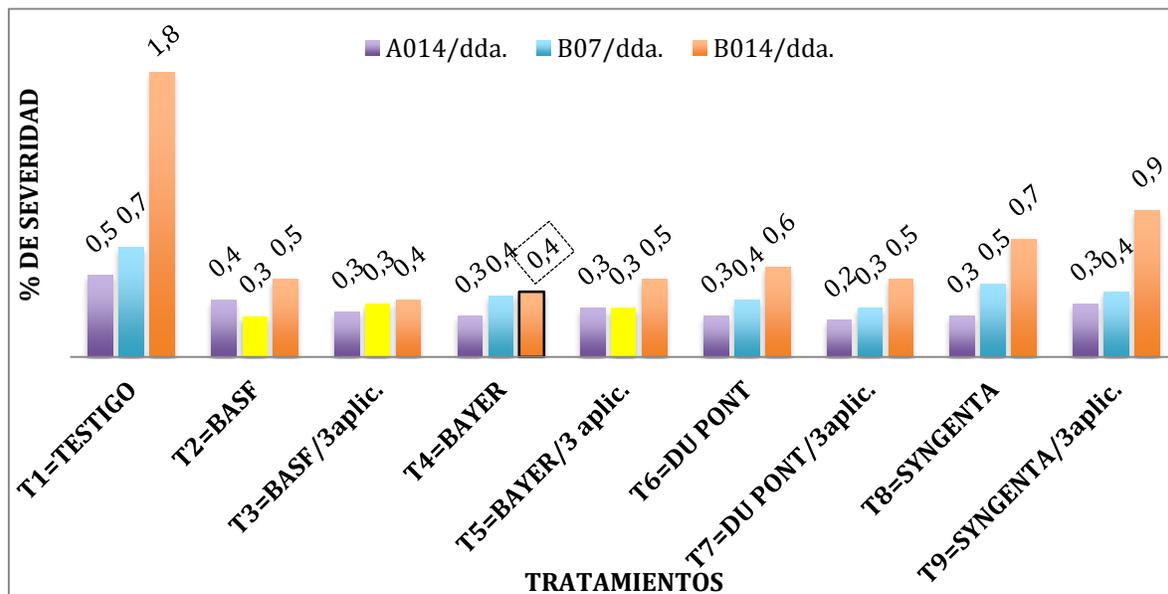


**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de la primera aplicación de las estrategias, se realizó la primera evaluación los 7 días, los resultados se vieron emparejados para casi todos los tratamientos excepto para los tratamientos T3 BASF/3aplic, T4 BAYER, T7 DU PONT/3aplic., en los cuales se evidencia un incremento de 0,1% de severidad, en tanto que el T1 TESTIGO sin aplicación solo registra un incremento de 0,2% de severidad.

La segunda evaluación se realizó a los 14 días después de la aplicación, se observa que el T1 TESTIGO, sigue un incremento de 0,2%, seguido del T2 BASF, en tanto que los demás tratamientos reflejan 0,1% de incremento en severidad.

**Figura 10. Progreso de severidad de la roya en la segunda aplicación (B). Estado fenológico, A14:R2, B07:R4, B014:R5.1**

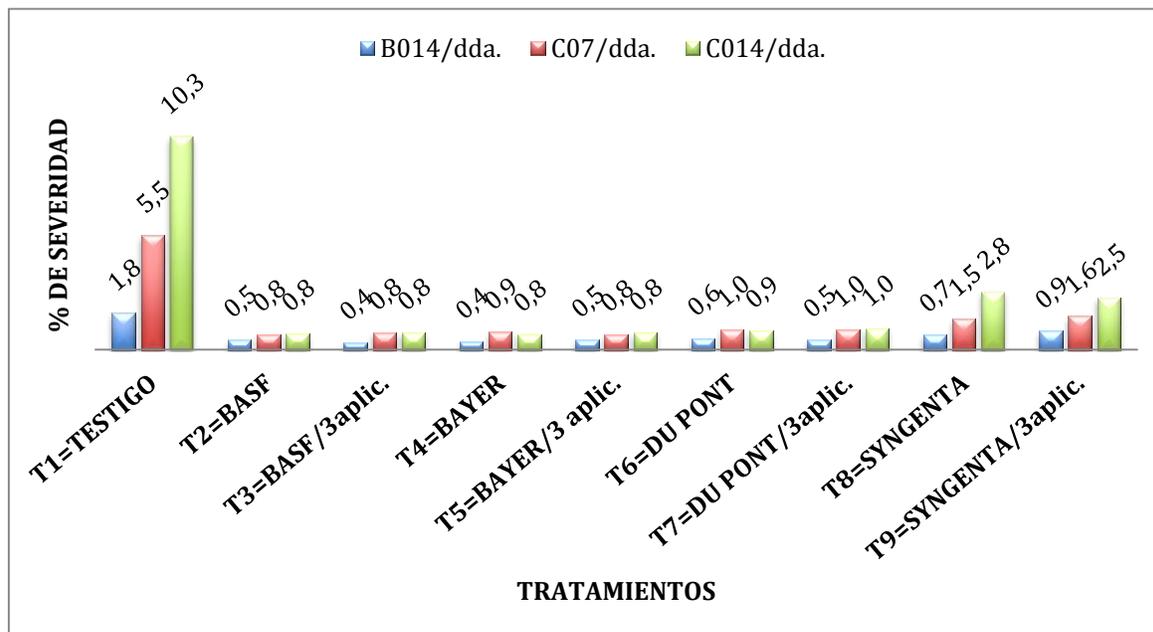


**Fuente:** Elaboración propia.

Después de la segunda aplicación de las estrategias, se realizó la evaluación a los 7 días, los resultados muestran al T2 BASF, T3 BASF/3aplic., y T5 BAYER/3aplic., como los tratamientos que frenaron el avance de la enfermedad.

La segunda evaluación se realizó después de los 14 días, se observa que el T1 TESTIGO, sigue un incremento de 0,2%, y tratamientos también reflejan severidad incrementada, excepto el T4 BAYER quien mantiene su nivel de control.

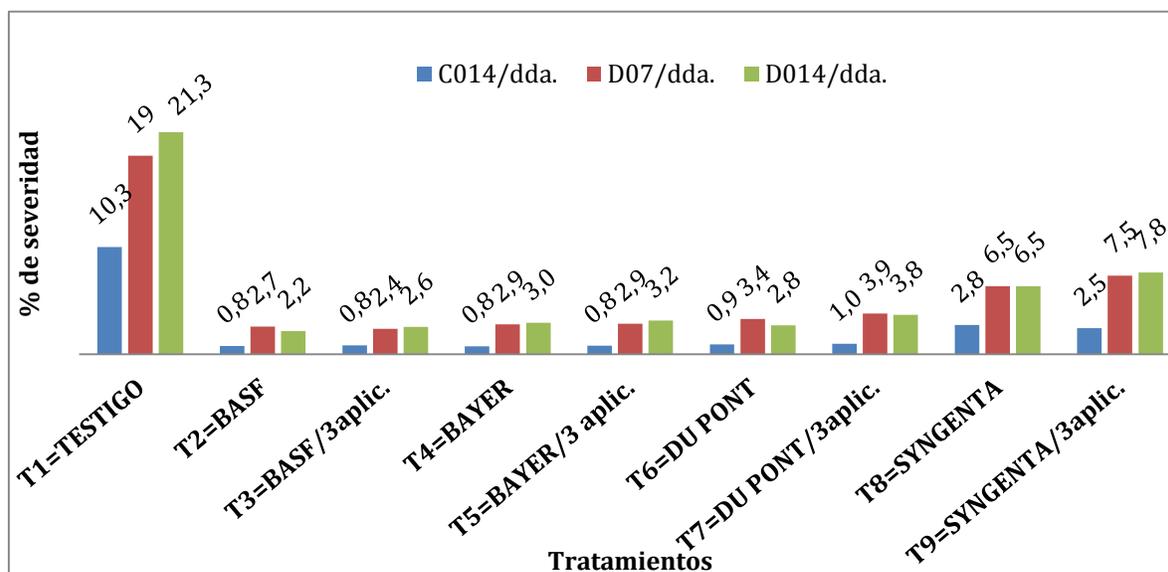
**Figura 11. Progreso de severidad de la roya después de la tercera aplicación (C). Estado fenológico B014: R 5.1, C07: R5.3, C014:R 5.4**



**Fuente:** Elaboración propia

En la fase fenológica R5.1- R5.3, que es donde comienza el inicio de llenado de granos, aumenta la susceptibilidad del cultivo a las enfermedades, pues es en este estadio que se comienza a observar el incremento de la severidad de la roya, principalmente en el testigo sin aplicación, vemos también que luego del incremento a los 7 días de los tratamientos T2-T3 de BASF, T4-T5 de BAYER, T6-T7 de DU PONT , contienen la severidad hasta los 14 días, se puede observar la efectividad del control de estos tratamientos, no así en los tratamientos T8 SYNGENTA y T9 SYNGENTA/3aplic., los cuales demuestran un elevado incremento de la severidad en sus repeticiones.

**Figura 12. Progreso de severidad de la roya después de la cuarta aplicación (D), en los respectivos estados fenológicos C 014: R5.4, D 07: R 5.5, D 014: R6.**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 12 el T1 testigo sin aplicación alcanzó su pico máximo de severidad durante toda la campaña, entre tanto los niveles de severidad a los 7 días post aplicación han aumentado considerablemente en el resto de los tratamientos, los más bajos fueron T3 BASF/3aplic., seguido de T2 BASF y T4 BAYER. A los 14 días post aplicación que corresponde al estadio fenológico R6, se observa que en los tratamientos T2 BASF, T6 DU PONT y T8 SYNGENTA se detienen los niveles de severidad, y esto se le atribuye principalmente a que los tratamientos mencionados son los más sobresalientes y esto se le atribuye a que estos tienen una cuarta aplicación de fungicidas.

### **4.3. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la Mancha Anillada (*Corynespora cassiicola*)**

#### **4.3.1. Severidad de la Mancha Anillada**

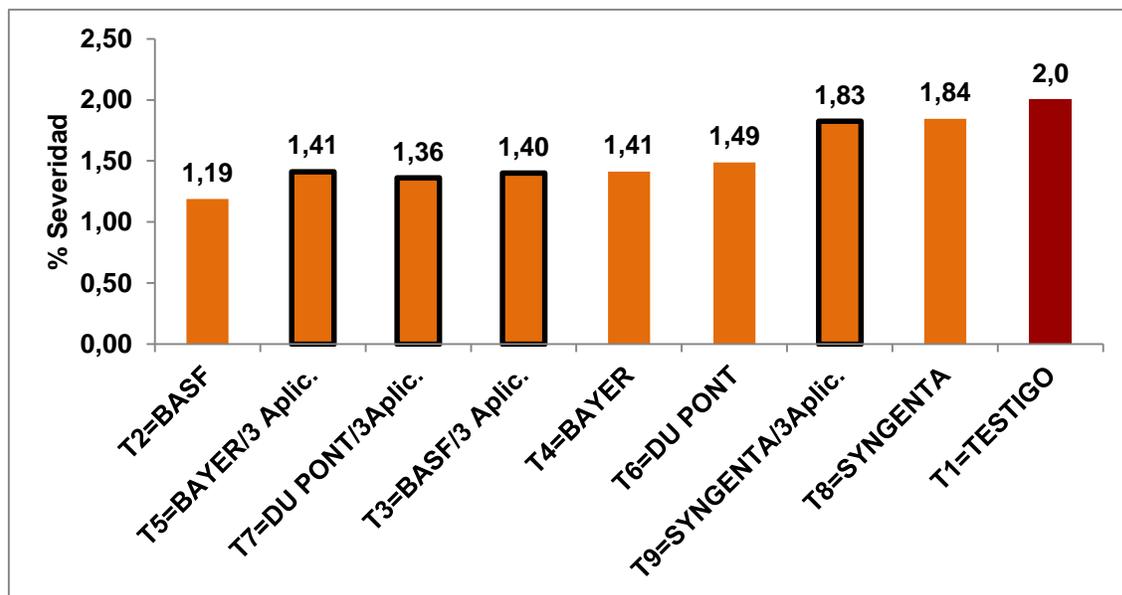
Los datos correspondientes al nivel de severidad alcanzado en todo el ciclo del

cultivo no muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, observándose bajos niveles de severidad.

En vista de que las condiciones ambientales fueron poco favorecedoras para su ocurrencia con agresividad, se presentó en bajos niveles de severidad. Durante la primera evaluación ya se evidenciaron los primeros síntomas pero su desarrollo fue muy lento incluso en el mismo testigo absoluto, el cual alcanzó una severidad máxima de 2,3 % y un valor promedio máximo de 2% de severidad, así también se registraron los valores máximos para los tratamientos T8 SYNGENTA con una severidad promedio de 1,84%, T9 SYNGENTA/3aplic., alcanzó una severidad promedio de 1,83% y T6 DU PONT alcanzó una severidad promedio de 1,83%.

Así mismo los tratamientos que manifestaron menor severidad de mancha anillada fueron los tratamientos T2 BASF, T5 BAYER, T7 DU PONT con 1,19%, 1,24% y 1,36% respectivamente como se observa en la siguiente figura.

**Figura 13. Severidad media de la mancha anillada (*Corynespora cassicola*) por tratamiento en todo el ciclo del cultivo.**



Fuente: Elaboración propia

**Cuadro 9. Niveles promedio de severidad de Mancha Anillada (*Corynespora cassicola*) alcanzados durante la campaña Verano 2021**

EVALUACIÓN Nª		1	2	3	4	5	6	7	8	9
FECHA		19/02/2021	27/02/2021	05/03/2021	12/03/2021	19/03/2021	26/03/2021	02/04/2021	09/04/2021	16/04/2021
DAT		A00	A007	A014	B007	B014	C007	C014	D007	D014
CULTIVO-VARIEDAD:		SW 4863								
GS: CULTIVO		V6	R1	R2	R4	R5.1	R5.3	R5.4	R5.5	R6
VARIABLE		ENF.								
PATOLOGÍA		MANCHA A.								
PLOTS	TRTS.	CORYCA								
101	<b>T1=TESTIGO</b>	0,1	0,4	0,6	1,1	1,0	1,4	1,3	2,3	0,0
102	<b>T2=BASF</b>	0,1	0,2	0,4	0,6	0,2	0,6	0,6	1,6	0,6
103	<b>T3=BASF/3aplic.</b>	0,1	0,2	0,3	0,5	0,3	0,6	0,8	2,1	0,8
104	<b>T4=BAYER</b>	0,1	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,7	1,5	0,9
105	<b>T5=BAYER/3 aplic.</b>	0,2	0,3	0,3	0,5	0,2	0,5	0,6	1,9	0,7
106	<b>T6=DU PONT</b>	0,1	0,3	0,3	0,4	0,4	0,9	0,9	2,1	0,8
107	<b>T7=DU PONT/3aplic.</b>	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,6	1,0	1,8	0,8
108	<b>T8=SYNGENTA</b>	0,1	0,2	0,3	0,6	0,8	1,0	1,3	2,3	1,0
109	<b>T9=SYNGENTA/3aplic.</b>	0,1	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,1	2,5	0,7

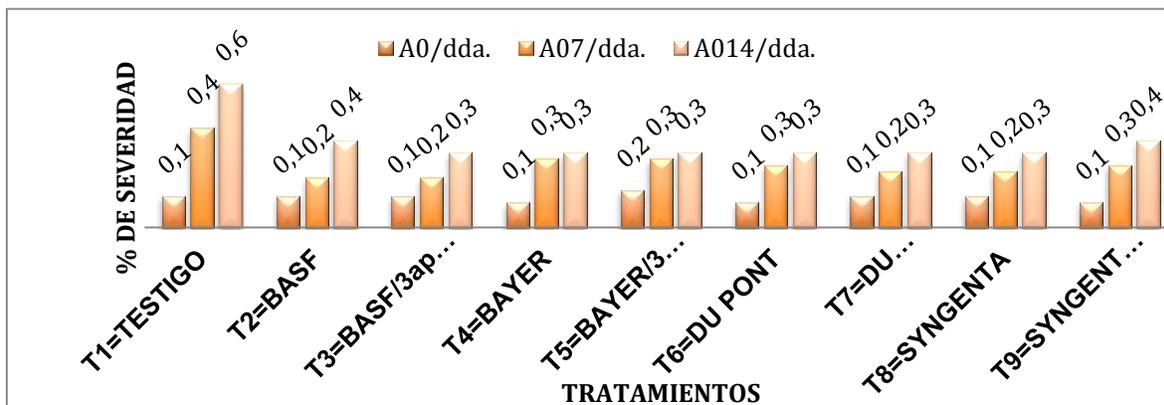
**Fuente:** Elaboración propia

A medida que transcurría el ciclo del cultivo la mancha anillada también fue incrementado los niveles de severidad, aunque estos fueron bastante bajos. Estos niveles ascendieron hasta los 7 días después de la cuarta aplicación, cuando se reingresó a campo a los 14 días se había reducido considerablemente la severidad incluso en el T1 testigo, esto debido a que la mancha anillada llega a un determinado punto en su desarrollo y tiende a desprenderse de las hojas o produce la caída de las mismas como también se da el caso de que es desplazada por otra enfermedad más agresiva.

#### 4.3.2. Progreso de la enfermedad en cada monitoreo

A continuación se detallan los valores registrados durante la campaña y la severidad a los 7 y 14 días.

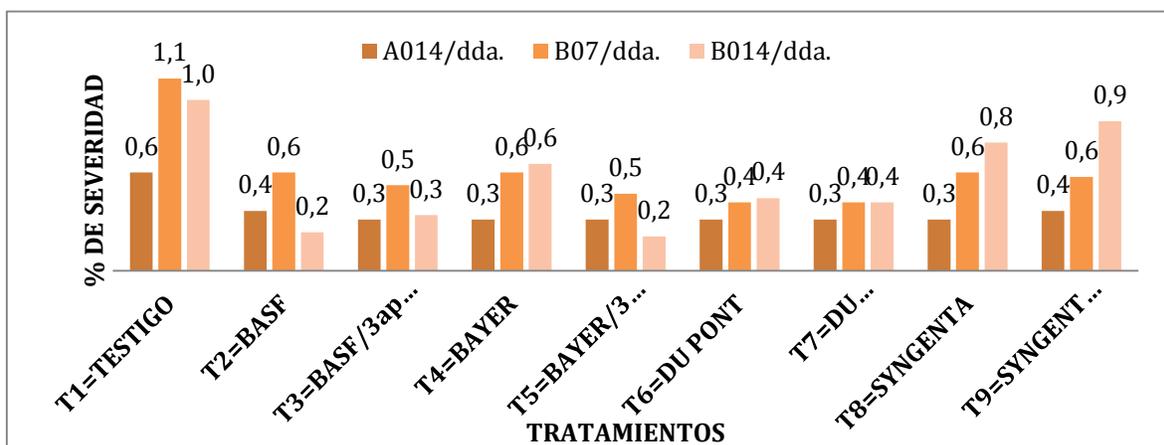
**Figura 14. Progreso de severidad de la Mancha A. En la primera aplicación (A), estado fenológico/días de evaluación A0: V6, A07: R1, A014: R2**



**Fuente:** Elaboración propia

En el cuadro anterior correspondiente a las primeras tres evaluaciones, antes de la aplicación del primer tratamiento, siete días después de la aplicación y a los 14 días post aplicación; no se observa diferencia de control entre tratamientos, ya que los niveles de severidad inicial fueron muy bajos.

**Figura 15. Severidad de la Mancha A., en la segunda aplicación (B). Estado fenológico, A14:R2, B07:R4, B014:R5.1**



**Fuente:** Elaboración propia.

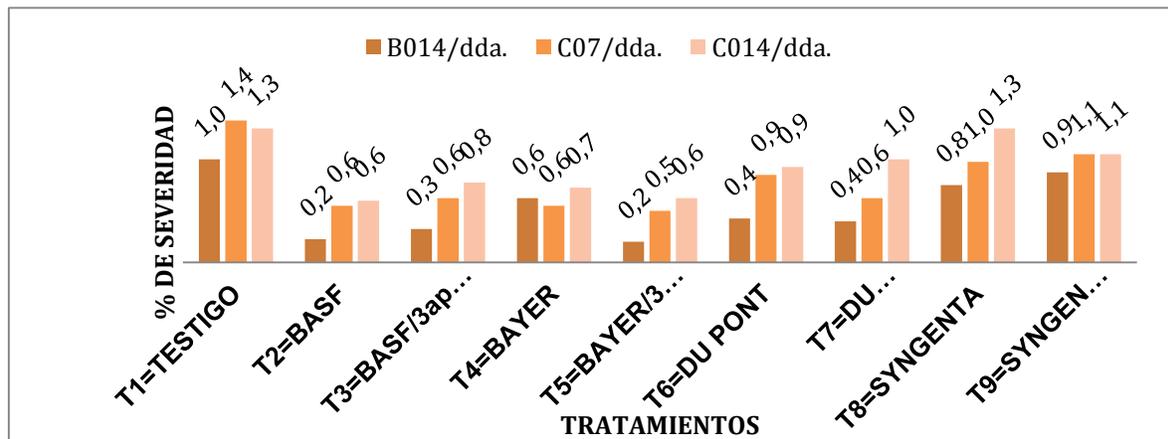
Al transcurrir el ciclo del cultivo la mancha anillada también fue incrementando los

niveles de severidad.

Nótese que los tratamientos T6 y T7 DU PONT son los que llaman la atención en la evaluación B07, pues presentaron bajo incremento en severidad que el resto de tratamientos y también se mantuvieron hasta los 14 días B014. Así también se observa que los tratamientos T2, T3 BASF y T5 BAYER, en el lapso de los 7 a 14 días de control redujeron su severidad drásticamente.

Los tratamientos aplicados que alcanzaron un nivel de severidad más alto fueron los tratamientos T8 y T9 SYNGENTA, así mismo se registró la severidad en el tratamiento T1 TESTIGO, el cual hasta el estado fenológico R4 solo alcanzó un nivel de severidad de 1.1%.

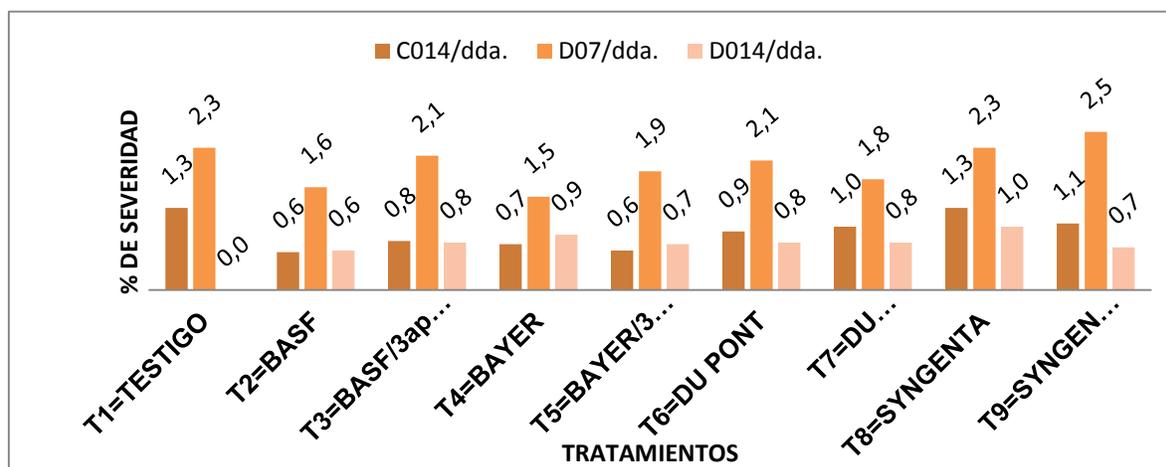
**Figura 16. Progreso de severidad de la Mancha A., en la tercera aplicación (C). Estado fenológico B014: R 5.1, C07: R5.3, C014: R5.4**



**Fuente:** Elaboración propia

En esta evaluación, los tratamientos que sobresalen en el control de la mancha anillada son el T2 BASF, T4-T5 BAYER los cuales presentan severidades menores que los demás tratamientos y se mantienen hasta la evaluación C014. Se observa elevada severidad en los tratamientos T8 y T9 SYNGENTA cuyos resultados se ven casi emparejados con el tratamiento T1 Testigo absoluto.

**Figura 17. Progreso de severidad de la Mancha A., en la cuarta aplicación (D). En los respectivos estados fenológicos C 014: R5.4, D 07: R 5.5, D 014: R6.**



**Fuente:** Elaboración propia

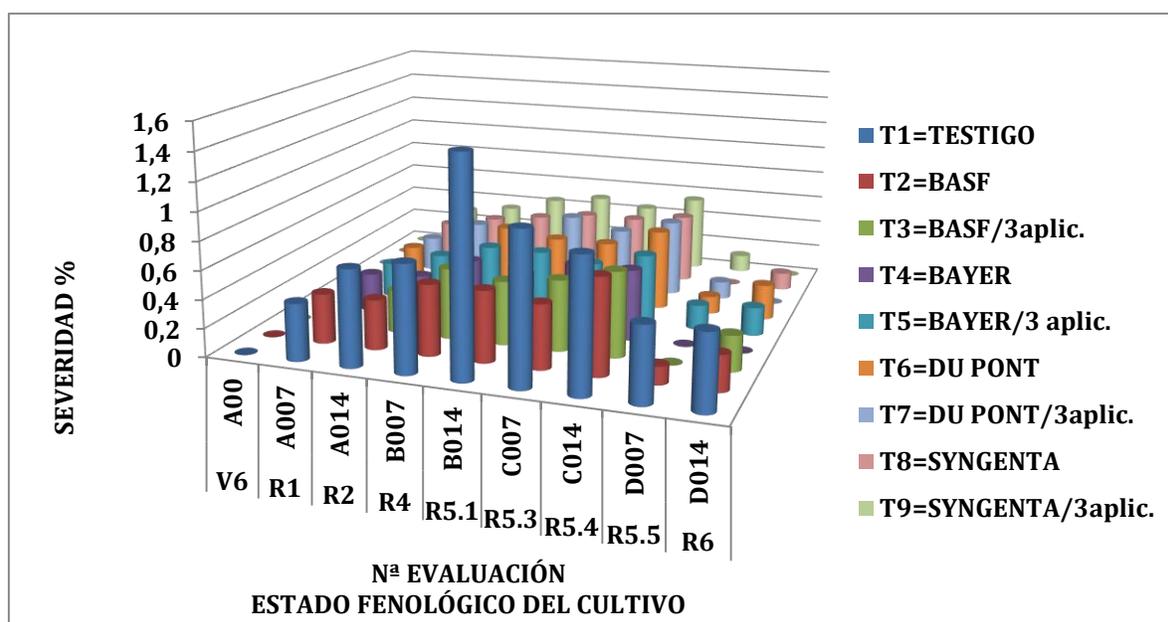
Para esta evaluación se puede evidenciar el pico más alto de la severidad en todos los tratamientos en la evaluación D07, los tratamientos T8 Y T9 SYNGENTA, llegan a sobrepasar al T1 Testigo absoluto, otro dato rescatable de esta evaluación es que la mayoría de los tratamientos que tienen la diferenciación de la cuarta aplicación alcanzaron los niveles más altos en severidad tales son T3 BASF/3aplic., T5 BAYER/3aplic., y T9 SYNGENTA/3aplic.

Cabe aclarar que después de la evaluación a los 7 días, debido a la intervención de otros factores los niveles de severidad cayeron drásticamente en la evaluación D 014, incluso en el mismo testigo absoluto resultó difícil muestrearlo ya que los folíolos se habían desprendido del tallo (ya había defoliación) a causa de otras enfermedades más agresivas, también se pudo observar que el área donde se encontraban algunas manchas de esta enfermedad se habían desprendido de la hoja al cumplir su ciclo. Al respecto Carmona M. (2007), dice que una característica de las enfermedades de fin de ciclo es que existe una defoliación que puede confundirse con la senescencia natural de la planta, lo que dificulta la toma de decisiones o puede pasar desapercibida.

#### 4.4. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

Esta enfermedad se presentó con muy bajos niveles de severidad, las evaluaciones fitopatológicas se realizaron cada 7 días, los primeros síntomas en los folíolos se evidenciaron a partir del estado fenológico R1 que coincide con la etapa de inicio de inicio de floración, de acuerdo con Yorinori (2012), este hongo puede permanecer en forma latente durante la mayor parte del ciclo del cultivo de soya sin producir síntomas.

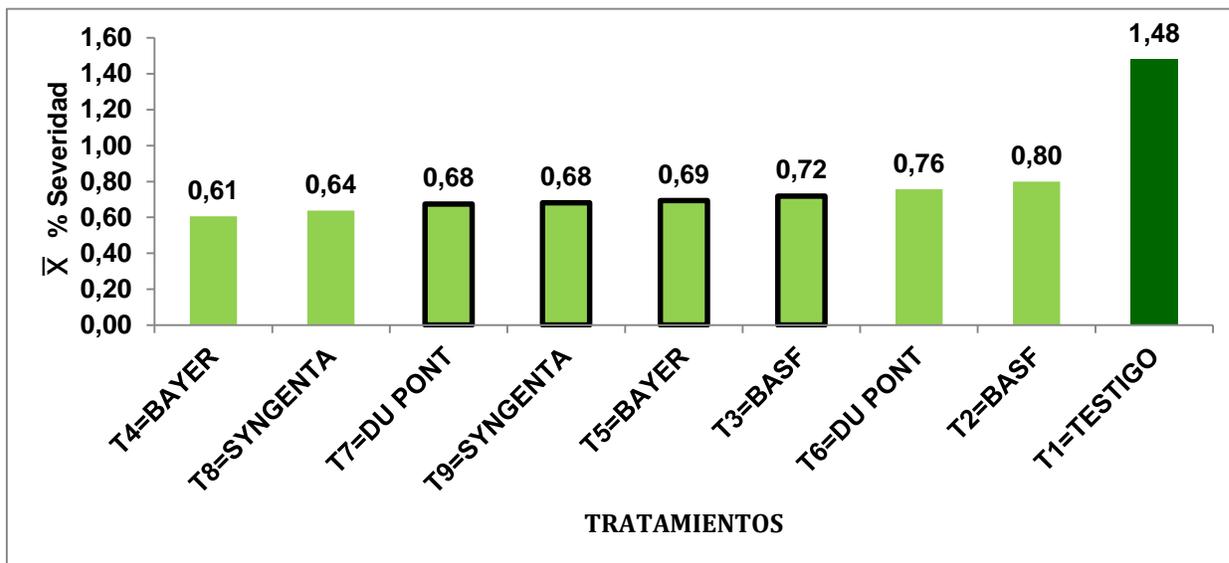
Figura 18. Severidad de la Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)



Fuente: Elaboración propia

De manera general se observa que la severidad más alta registrada fue en el Tratamiento T1, testigo absoluto en el estado fenológico R5.1 con una severidad de 1,5%, entre los tratamientos aplicados los tratamientos T6 y T7 DU PONT con los valores más altos de 0,6 cada una, el tratamiento T4 BAYER demostró mayor control que el resto.

**Figura 19. Severidad media de la Antracnosis (*Colletotrichum spp.*) por tratamiento en todo el ciclo del cultivo**



**Fuente:** Elaboración propia

En la Figura 19, se puede apreciar que los tratamientos que mejor control tuvieron fueron los T4 BAYER y T8 SYNGENTA con severidad media de 0,61 y 0,64% respectivamente, los tratamientos T6 DU PONT y T2 BASF, los de mayor severidad con 0,76 y 0,8% respectivamente.

**Cuadro 10. Niveles promedio de severidad de la Antracnosis (*Colletotrichum spp.*) alcanzados durante la campaña Verano 2021**

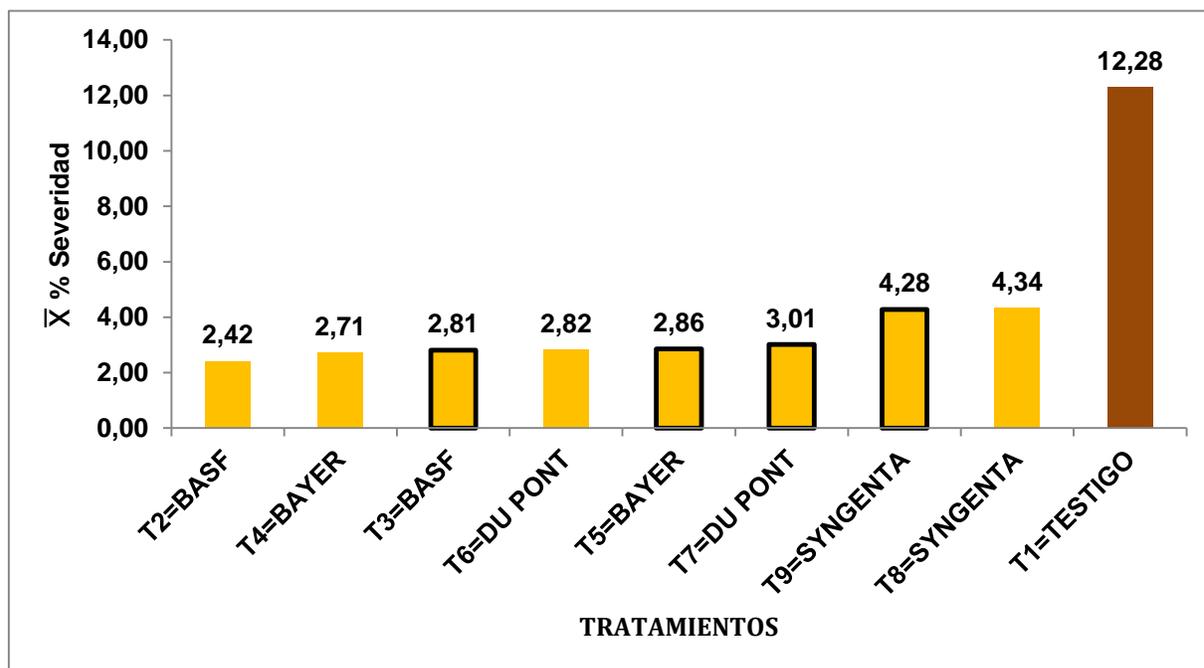
Evaluacion n°		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fecha		19/02/2021	27/02/2021	05/03/2021	12/03/2021	19/03/2021	26/03/2021	02/04/2021	09/04/2021	44302
DAT		A00	A007	A014	B007	B014	C007	C014	D007	D014
Cultivo-variedad:		SW 4863								
GS: Cultivo		V6	R1	R2	R4	R5.1	R5.3	R5.4	R5.5	R6
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD								
EVALUACIONES		ANTRACNOSIS								
Plots	TRATS.	COLL. SP								
101	T1=TESTIGO	0	0,4	0,7	0,8	1,5	1,1	0,9	0,5	0,5
102	T2=BASF	0	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7	0,1	0,3
103	T3=BASF/3 aplic.	0	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6	0,0	0,3
104	T4=BAYER	0	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5	0,0	0,0
105	T5=BAYER/3 aplic.	0	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,2
106	T6=DU PONT	0	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,1	0,3
107	T7=DU PONT/3 aplic.	0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,1	0,0
108	T8=SYNGENTA	0	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,0	0,1
109	T9=SYNGENTA/3 aplic.	0	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,1	0,0

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Evaluación Fitopatológica de la severidad de la mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*)

Esta patología presentó una latencia hasta aproximadamente el estadio R4, sin embargo tal como ocurrió con la antracnosis, si el cultivo muestra síntomas de estrés o déficit nutricional, la visualización de los síntomas pueden ocurrir tempranamente. Según Carmona (2012), en Brasil es común encontrarlo en tejidos asintomáticos foliares y de tallos los que posteriormente se hacen visibles, aproximadamente desde R5 en adelante dependiendo del genotipo, condiciones de ambiente y condiciones de crecimiento del cultivo.

**Figura 20. Severidad media de la Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) alcanzada en todo el ciclo del cultivo**

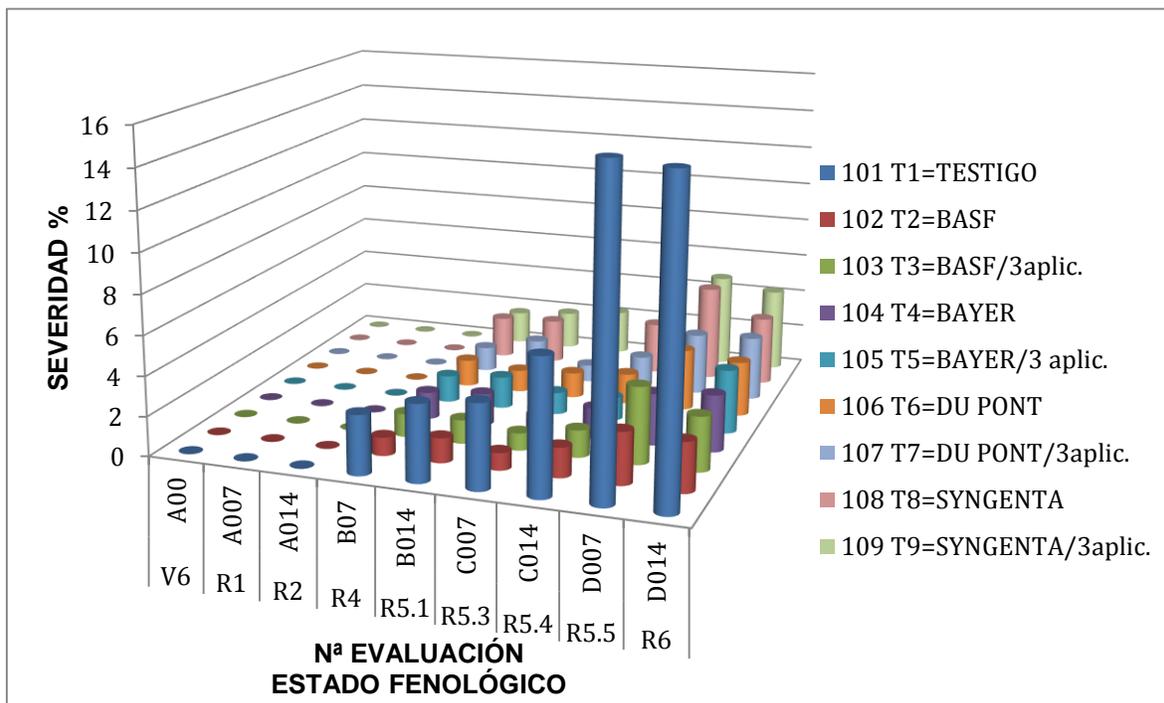


**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos.

En el cuadro anterior podemos observar que la severidad promedio alcanzada en todo el ciclo del cultivo fue de 12,28% en el T1 testigo absoluto, el cual nos sirve como referencia para determinar visualmente los mejores tratamientos, los cuales se fueron T2 BASF, T4 BAYER y T3 BASF/3aplic., con niveles promedio de severidad de 2,42, 2,71 y 2,81% respectivamente.

**Figura 21. Severidad de la Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*) por tratamientos según estado fenológico del cultivo**



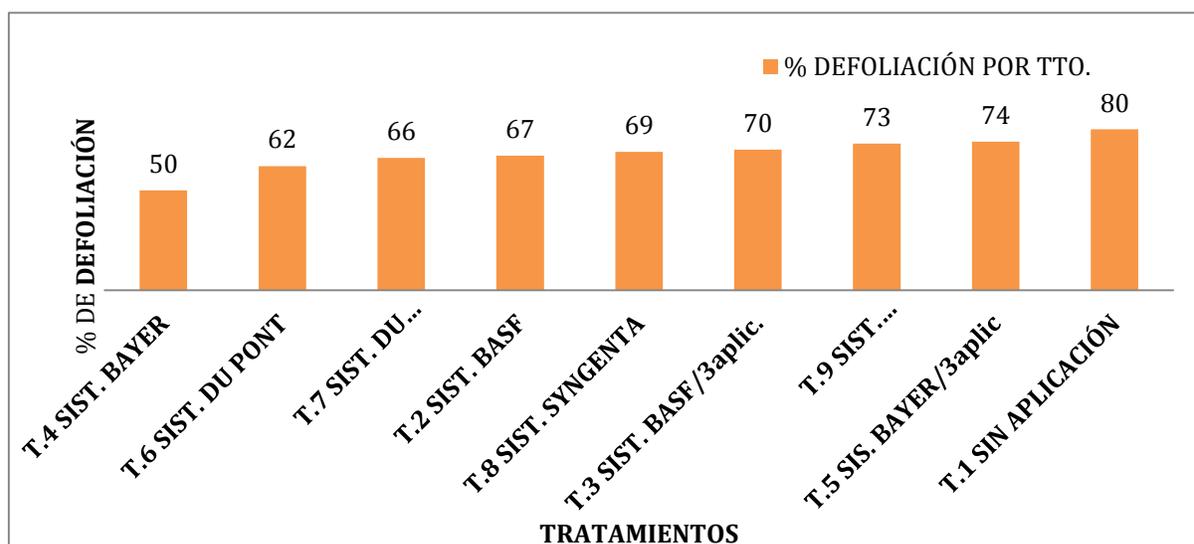
**Fuente:** Elaboración propia

En esta figura se observa la severidad máxima que registró en tratamiento T1 (Testigo), con 15,8% en el estadio fenológico R5, así también se puede apreciar que no se registró presencia visible de síntomas hasta el estadio R4, es decir que el patógeno se encontraba de forma latente hasta entonces.

#### 4.6. Evaluación de la defoliación del cultivo

A continuación se presentan los resultados obtenidos en base al porcentaje de defoliación en cada tratamiento con relación al testigo absoluto.

**Figura 22. Porcentaje de defoliación del cultivo**



**Fuente:** Elaboración propia

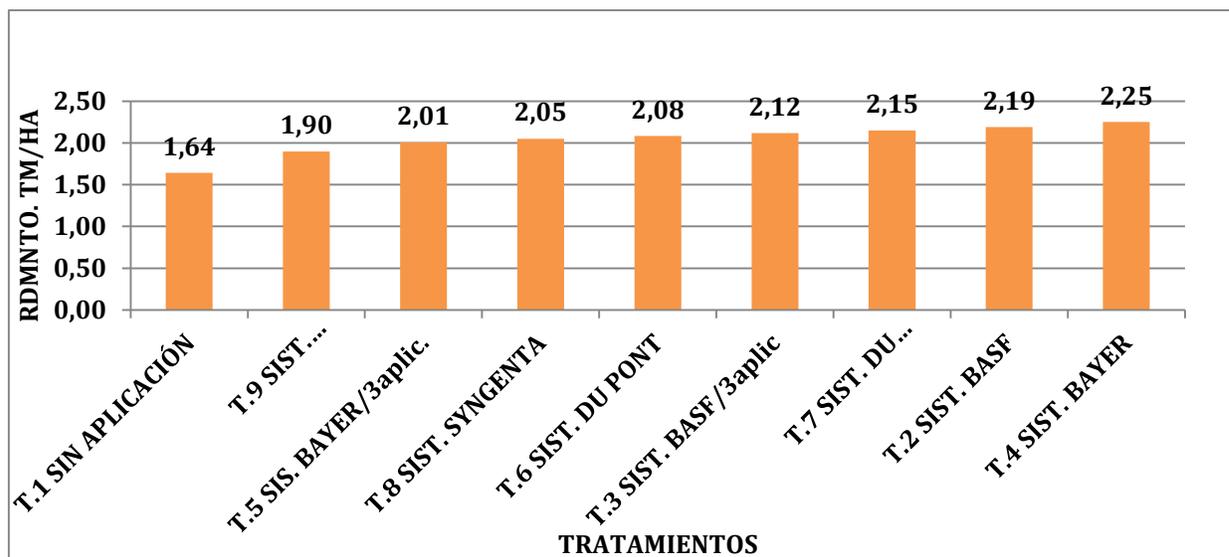
Los datos fueron tomados en el estadio fenológico R7, en la etapa reproductiva se vio una marcada defoliación, el tratamiento T1 TESTIGO, en esta etapa registró un 80% de defoliación, mientras que el tratamiento con menor porcentaje de defoliación fue el T4 BAYER, los siguientes fueron T6 y T7 DU PONT. Al respecto Carmona (2007), indica que la mayoría de las enfermedades foliares producen clorosis, necrosis, afectando la fotosíntesis, disminuyendo el porcentaje de intercepción de radiación solar, lo cual genera senescencia, unas más graves que otras, frente a la defoliación, clorosis y senescencia producida por las enfermedades la planta puede responder con producción de nuevas hojas, principalmente a través del proceso de ramificación, sin embargo a medida que avanzan los estados reproductivos los mecanismos naturales, tolerancia y resistencia se vuelven menos activos.

Así también Dupont (2006), afirma que la infección por *Phakopsora pachyrhizi* y las enfermedades de fin de ciclo provocan el amarillamiento y la caída prematura de las hojas, perjudicando la formación y llenado de granos, cuanto más temprano ocurra este proceso, menor será el ciclo de maduración de la soya.

#### 4.7. Rendimiento tm/ha

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento de en cada tratamiento.

Figura 23. Comparación de los rendimientos obtenidos durante el ensayo.



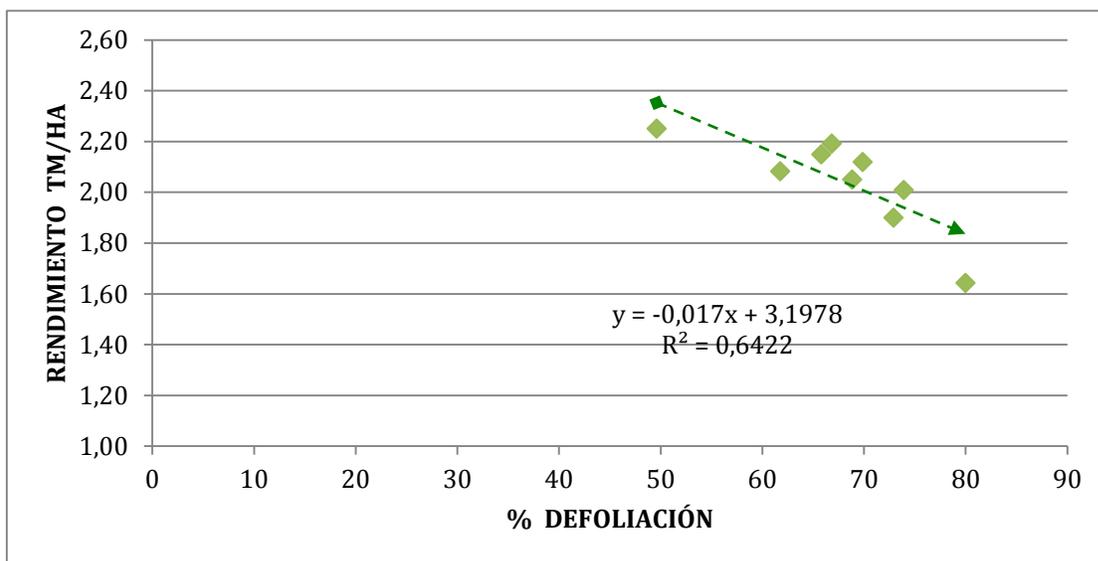
Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que los tratamientos T4 BAYER, T2 BASF y T7 DU PONT, presentaron los más altos rendimientos comparado con el resto de los tratamientos, pero no existe suficiente evidencia para concluir que la relación entre tratamientos sea estadísticamente significativo.

#### 4.8. Efecto de las enfermedades sobre el rendimiento

En el análisis de regresión lineal realizado para la variable rendimiento y defoliación evaluada en el estadio fenológico R7, resultó tener una regresión altamente significativa debido a que presentó un coeficiente de determinación  $R^2$  64%, la cual demuestra que por cada unidad de defoliación se tuvo una disminución de 17 kg/ha, tal como lo muestra la figura 24.

**Figura 24. Análisis de regresión entre la defoliación y el rendimiento**

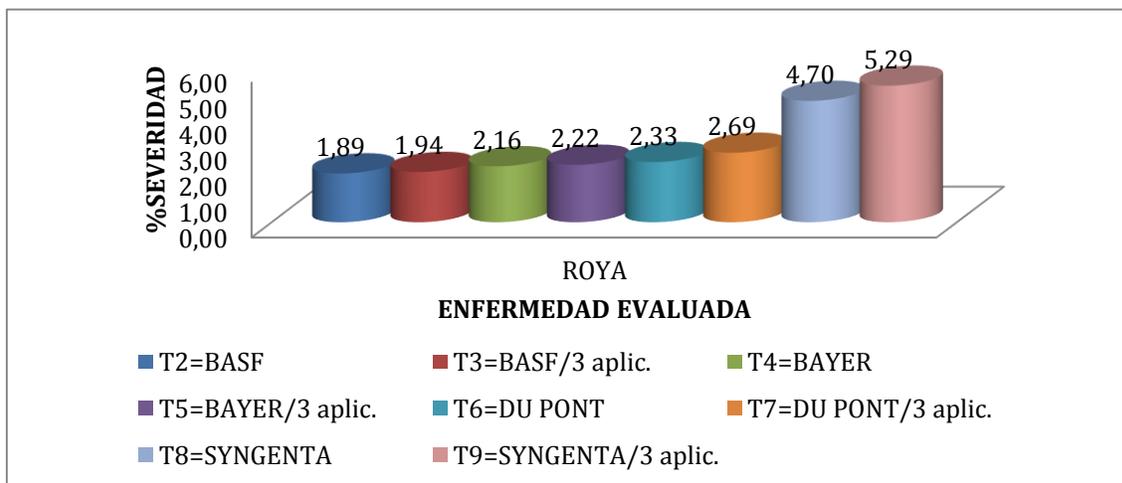


Fuente: Elaboración propia

#### 4.9. Diferenciación entre realizar la tercera y cuarta aplicación de fungicidas

Para demostrar esta variable se presentan los siguientes cuadros comparativos:

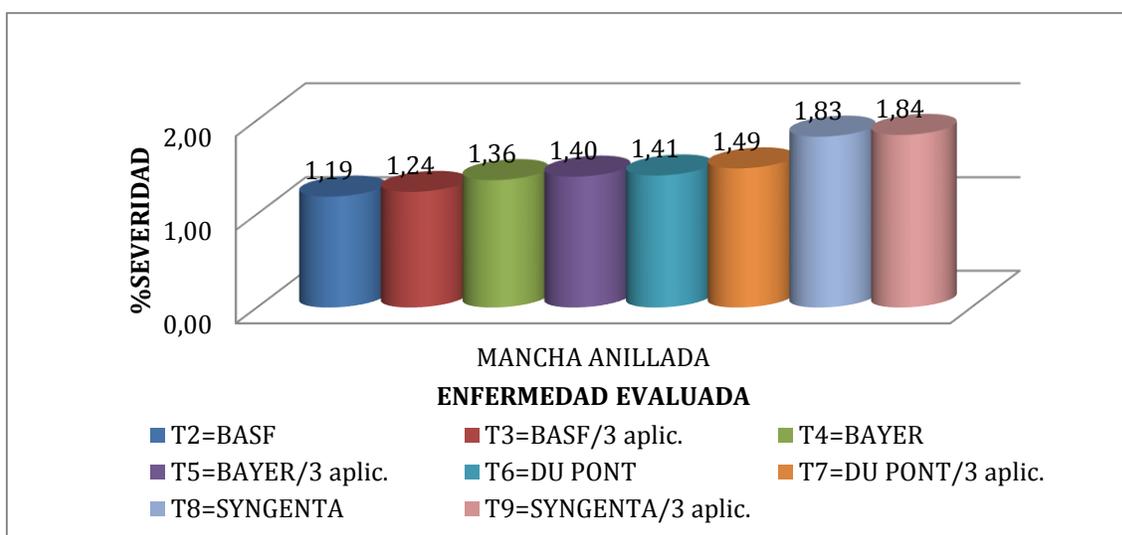
**Figura 25. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Roya.**



Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se puede evidenciar que no existe diferencia estadísticamente significativa entre realizar 3 o 4 aplicaciones de fungicidas en relación a la severidad de la roya, excepto para los tratamientos de DU PONT, que evidencia una diferencia de 0.33% de severidad menos, al realizar una cuarta aplicación; así también para los tratamientos del sistema SYNGENTA que se diferencia con 0,59% menos de severidad al realizar una cuarta aplicación.

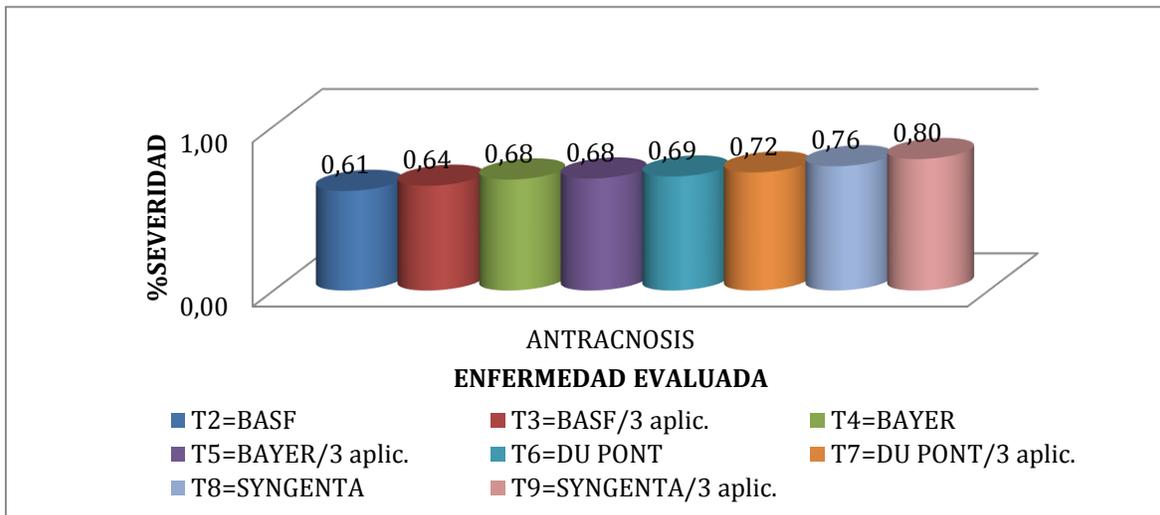
**Figura 26. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Mancha anillada**



**Fuente:** Elaboración propia.

En este gráfico para la enfermedad de Mancha anillada, no se aprecia significancia entre ninguno de los sistemas de 3 y 4 aplicaciones, lo cual indica que es indiferente a realizar 3 o 4 aplicaciones ya que el control es el mismo.

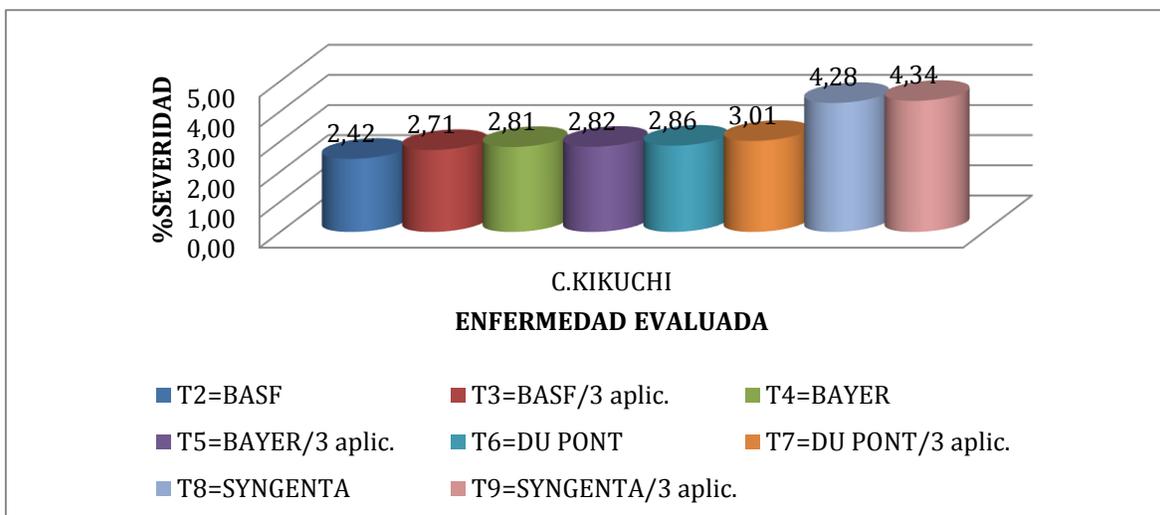
**Figura 27. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de Antracnosis.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Para el caso de Antracnosis no existen diferencias estadísticamente significativas o que superen un 0,10% de diferencia entre tratamientos del mismo sistema.

**Figura 28. Diferenciación entre tratamientos de un mismo sistema comercial para la enfermedad de C. Kicuchi**



**Fuente:** Elaboración propia

En cuanto a la C. kikuchi, existen diferencias que favorecen la aplicación de un cuarto tratamiento en los tratamientos de BASF T2-T3 y DU PONT T6-T7.

Todo lo anteriormente mencionado, se resume en el rendimiento que se percibe en cada experimento, el rendimiento más elevado le corresponde al manejo realizado con 4 aplicaciones del sistema BAYER, el segundo lugar le corresponde al manejo realizado con 4 aplicaciones del sistema BASF y como el tercer lugar le corresponde al manejo realizado con 3 aplicaciones del sistema DU PONT.

#### 4.10. Análisis económico

Se realizó el análisis económico a través de la metodología de Relación Valor Costo; los costos de los tratamientos se detallan en el siguiente cuadro.

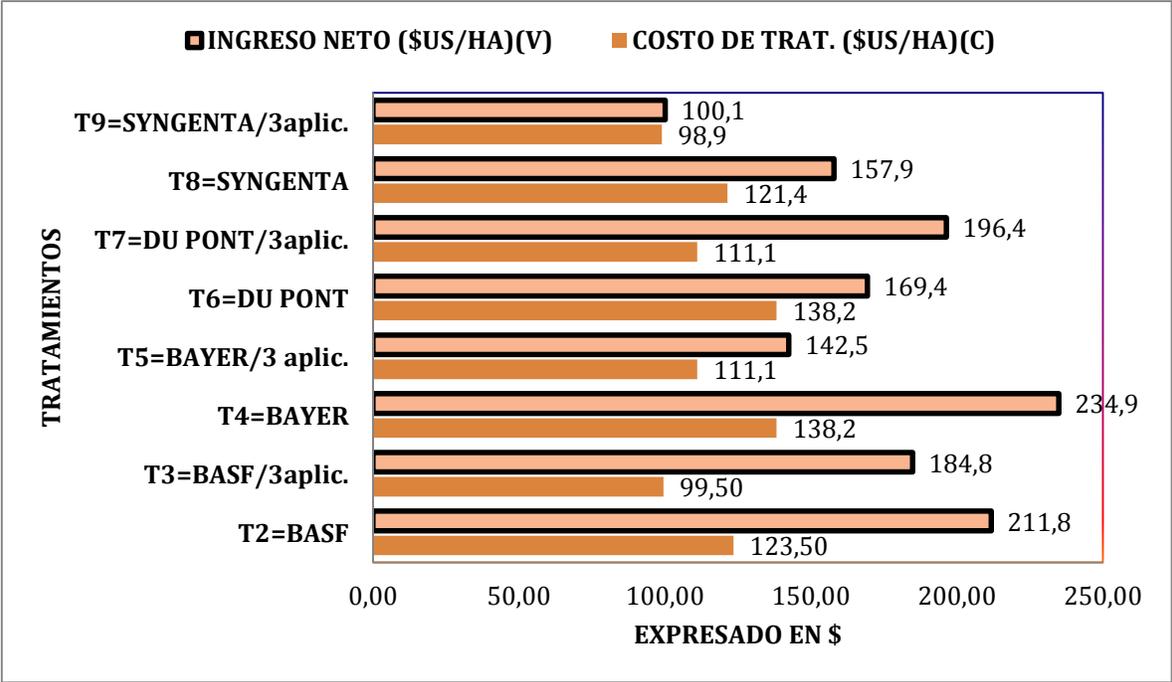
**Cuadro 11. Costos por aplicaciones realizadas en cada sistema en estudio.**

TRATAMIENTOS	COSTO \$/L-KG, 1RA APLIC.	COSTO \$/L-KG, 2DA. APLIC.	COSTO \$/L-KG, 3RA APLIC.	COSTO \$/L-KG, 4TA APLIC.	COSTO TOTAL DEL MANEJO \$
<b>T1=TESTIGO ABSOLUTO</b>	SIN APLIC.	SIN APLIC.	SIN APLIC.	SIN APLIC.	<b>0</b>
<b>2 BASF</b>	33,00	42,5	24	24	<b>123,50</b>
<b>3 BASF/ tres aplic.</b>	33,00	42,5	24	SIN APLIC.	<b>99,50</b>
<b>4 BAYER</b>	36,5	47,5	27,1	27,1	<b>138,2</b>
<b>5 BAYER/tres aplic.</b>	36,5	47,5	27,1	SIN APLIC.	<b>111,1</b>
<b>6 DUPONT</b>	34	34	36,9	27,1	<b>132</b>
<b>7 DUPONT/tres aplic.</b>	34	34	36,9	SIN APLIC.	<b>104,9</b>
<b>8 SYNGENTA</b>	37,3	37,3	24,3	22,5	<b>121,4</b>
<b>9 SYNGENTA/tres aplic.</b>	37,3	37,3	24,3	SIN APLIC.	<b>98,9</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Una vez realizados los cálculos para los costos de cada tratamiento se comparó el beneficio por medio del rendimiento obtenido por cada tratamiento, donde el precio por tonelada métrica, \$385 se tomó promediando los precios de las últimas tres campañas en la industria (GRANOS)

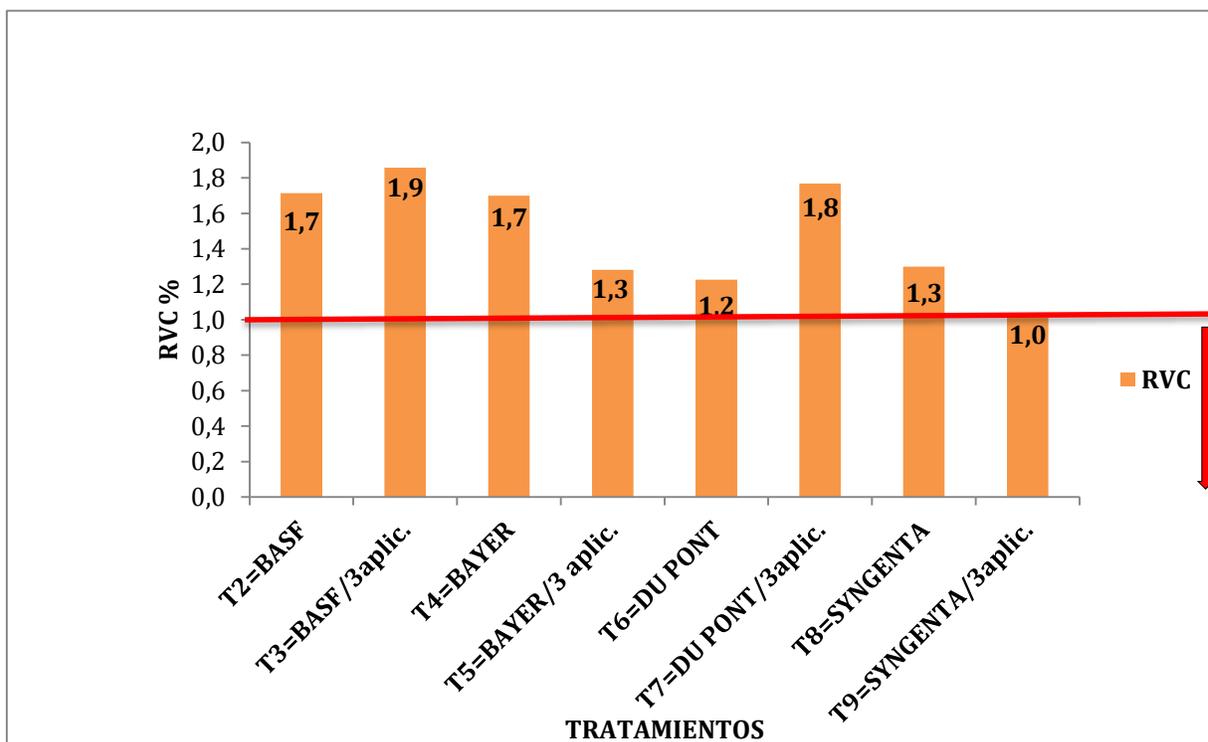
**Figura 29. Utilidad líquida (\$/ha) en relación al costo de cada tratamiento (\$).**



**Fuente:** Elaboración propia

En la figura anterior se puede observar la utilidad líquida que generó cada sistema de tratamientos aplicados en relación a su incremento de producción, en donde se obtuvo 234,9 \$/ha., en el T4 BAYER, siendo el tratamiento con mayor ingreso neto, seguido de T2 BASF en el que se obtuvo 211,8\$/ha.

**Figura 30. Relación Valor/Costo por cada sistema evaluado**



**Fuente:** Elaboración propia

En el análisis económico RVC, se puede observar que el resultado económico fue favorable para los tratamientos T3 BASF/3aplic., T7 DU PONT/3aplic., T2 BASF y T4 BAYER, que al invertir 1\$/ha se llegó a tener retornos económicos de 1,9 \$; 1,8\$; 1,7\$; 1,7\$ respectivamente.

Para las demás estrategias aplicadas también fueron favorables pero generando valores de 1 a 1,3\$, fueron los tratamientos T5 BAYER/3aplic., T8 SYNGENTA, con 1,3\$; T6 DU PONT, con 1,2\$ y por último en tratamiento T9 SYNGENTA/3aplic., con 1\$, en el cual se recuperó la inversión pero no dejó utilidad.

En el siguiente cuadro se detallan los tratamientos en estudio y sus respectivos costos (C), incremento en peso con relación al tratamiento testigo, la utilidad líquida por sistema (V) y la Relación Valor/Costo de cada sistema en estudio.

**Cuadro 12. Análisis económico RVC de los tratamientos propuestos**

Nº	TRATAMIENTOS: SISTEMAS (MARCAS) EN ESTUDIO	RDMTO (TM/HA)	INCREMENTO PESO (TM/HA)	INGRESO BRUTO (\$US/HA)	COSTO DE TRAT. (\$US/HA)(C)	INGRESO NETO (\$US/HA)(V)	RVC VALOR/COSTO
T1	T1=TESTIGO	1,64	0	600,0	0		
T2	T2=BASF	2,19	0,55	800,4	123,50	211,8	1,7
T3	T3=BASF/3aplic.	2,12	0,48	773,8	99,50	184,8	1,9
T4	T4=BAYER	2,25	0,61	821,9	138,2	234,9	1,7
T5	T5=BAYER/3 aplic.	2,01	0,37	733,5	111,1	142,5	1,3
T6	T6=DU PONT	2,08	0,44	760,6	138,2	169,4	1,2
T7	T7=DU PONT/3aplic.	2,15	0,51	784,6	111,1	196,4	1,8
T8	T8=SYNGENTA	2,05	0,41	748,5	121,4	157,9	1,3
T9	T9=SYNGENTA/3aplic.	1,90	0,26	693,4	98,9	100,1	1,0

**Fuente:** Elaboración propia.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados presentados anteriormente y los objetivos trazados al inicio del presente trabajo de investigación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El sistema de fungicidas que tuvo los más bajos niveles de severidad de la roya fue el sistema de BASF con un promedio 1,89%; los más altos niveles de severidad de la Roya con el sistema de SYNGENTA con un promedio de 5,29%.
- Para la enfermedad de la Mancha anillada el sistema de fungicidas de BASF tuvo los más bajos niveles de severidad con un promedio de 1,19% y los más altos el sistema de SYNGENTA con un promedio de 1,84%.
- En cuanto a la Antracnosis los bajos niveles de severidad se vieron en las unidades tratadas con el sistema de fungicidas de BAYER con un promedio de 0,61% y los más altos con el sistema de fungicidas de BASF con un promedio de 0,80%.
- Para la enfermedad de Mancha púrpura los niveles de severidad en los tratamientos con el sistema de BASF fueron los más bajos con un promedio de 2,42% y con el sistema de SYNGENTA los más altos con un promedio de 4,34%.
- Los tratamientos aplicados con las estrategias de fungicidas incrementaron los rendimientos en comparación al testigo absoluto (1,64tm/ha.), sobresaliendo los tratamientos T4 BAYER (2,25 tm/ha.), T2 BASF (2,19 tm/ha.) y T7 DU PONT (2,15 tm/ha.) en su respectivo orden. Todos los tratamientos propuestos resultaron favorables en función de que llegan a cubrir sus costos, pero los que ofrecen una mejor Relación-Valor-Costo son los sistemas de BASF (1,9%) y DU PONT (1,8%) con tres aplicaciones, y BAYER (1,7%) y BASF (1,7%) con 4 aplicaciones.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados y las conclusiones emitidas, se pueden formular las siguientes recomendaciones:

Para tener un buen control sobre la enfermedad de la Roya se recomienda la utilización de los fungicidas del sistema BASF.

Para el control de la Mancha anillada, los sistemas de BASF y BAYER ofrecen el mejor control respectivamente.

Si se tiene alta severidad de Antracnosis se recomienda el uso de los fungicidas del sistema BAYER y SYNGENTA.

Por otra parte si se tiene alta presión de mancha púrpura al final del ciclo del cultivo, los fungicidas del sistema BASF y BAYER ejercen un mejor control sobre ella.

No obstante, si lo que se pretende es obtener el mejor retorno de la inversión que se realiza con el uso de fungicidas, se recomiendan los sistemas de BASF y DU PONT con tres aplicaciones tempranas.

Además se recomienda repetir el ensayo en condiciones de alta inoculación de las enfermedades con otras variedades de alta demanda comercial en la zona norte.

Se recomienda realizar trabajos de investigación en base a manejos con productos genéricos y determinar su eficacia y rentabilidad frente a los resultados presentados en este trabajo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Agrobit. (1999). *Requerimiento hídrico del cultivo de la soya*. Obtenido de [http://www.agrobit.com.ar/Info\\_tecnica/agricultura/soja/AG\\_000002so.htm](http://www.agrobit.com.ar/Info_tecnica/agricultura/soja/AG_000002so.htm)

ANAPO. (2012). Cartilla de difusión técnica: Enfermedades del cultivo de soya: [http://www.anapobolivia.org/images/publicacion\\_documentos/publicacion-tecnica-cartilla-4-Enfermedades-cultivo-soya.pdf](http://www.anapobolivia.org/images/publicacion_documentos/publicacion-tecnica-cartilla-4-Enfermedades-cultivo-soya.pdf)

Baigorri, H. (2013). Manejo del cultivo de Soya. En: Manual de manejo del cultivo de Soya. Ed: F. Garcia, I. Ciampitti y H. Baigorri, Buenos Aires. pp 17-32.

Bayer Crop Science. (2019). *Tizón de la Hoja y Mancha Purpura de la semilla*. Obtenido de <https://cropscience.bayer.com.ar/content/tiz%C3%B3n-de-la-hoja-y-mancha-purpura-de-la-semilla>

Bellido, R. (Enero de 2019). Evaluación de la eficiencia de control químico de la roya de la soya y mancha anillada, campaña verano 2015-2016.

Carmona, M. (2007). Enfermedades de fin de ciclo y la roya asiática de la soya. Un análisis de sus daños y el uso estratégico de fungicidas. Recuperado el 2021, de Agro.uba.ar: <https://www.agro.uba.ar/sites/default/files/catedras/enfermedadesroyaasiticafungic>

Carmona, M. (2013). Revista Chacra. Un método práctico El monitoreo es clave para detectar enfermedades y plagas a tiempo, Una metodología práctica y sencilla para estimar la severidad de roya común: Obtenido de <https://www.revistachacra.com.ar/nota/818-un-metodo-practico/>

CETABOL. (2013). Enfermedades del cultivo de soya-Mancha anillada. FUNDACIÓN CETABOL. Pp. 7-15.

CINACRUZ. (2015). Santa Cruz Potencial Agrícola-2020. Pp.57-59. Santa Cruz: Colegio De Ingenieros Agrónomos.

Cláudia V. Godoy, R. &. (2009). Escala diagramática para evaluar la mancha alvo. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/tpp/a/ZMwg39dYKTvktLHLpZ8pgdt/?lang=pt&format=pdf>

CROP LIFE. (2013). CROPLIFE LATIN AMERICA. La roya asiática amenaza la producción de soja: Obtenido de <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/roya-de-la-soya>

Di Piero, R. M. (2007). Evaluación y medición de las enfermedades de las plantas. Obtenido de [http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursometodosfito/10-EVALUACION\\_ENFERMEDADES.pdf](http://www.pv.fagro.edu.uy/fitopato/cursometodosfito/10-EVALUACION_ENFERMEDADES.pdf)

Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. (2017). Herbariofitopatología.agro. Antracnosis de la soja colletotrichum spp.: Obtenido de [http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page\\_id=535](http://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=535)

Fernández, P., & Abe, I. (2004). Incidencia, severidad y control químico de la roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow) en cultivares convencionales de soja11. Obtenido de [http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2305-06832010000100002](http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2305-06832010000100002)

Freiji, D. (2013). Kit De Detección Temprana De Infecciones Con Roya Asiática De La Soja Basado En La Técnica Lamp-Pcr. Obtenido De: <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/3969/Freijo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fundacruz (2007). Mancha anillada (*Corynespora cassiicola*) importancia económica. En Fundacruz. Santa Cruz.Pp 139

Fundacruz (2012). Roya asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) importancia económica. En Fundacruz.Santa Cruz.Pp 147

Fundacruz (2015). Encrespamiento foliar o Mancha púrpura (*Cercospora kikuchii*).

En Fundacruz. Santa Cruz. Pp 153

FUNDACRUZ. (2018). Enfermedades foliares y radicales del cultivo de soya.Pp. 137.

Garcia, J. (2018). Record máximo en consumo y comercio en el sector de la soja 2017-18. Obtenido de <https://www.agrodigital.com/wp-content/uploads/2018/01/sojaen18.pdf>

Gonzales, V. (2017). Manejo químico de las enfermedades en el cultivo de la soja durante la campaña 2016/2017 en Tucumán. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320831191\\_Manejo\\_quimico\\_de\\_las\\_enfermedades\\_en\\_el\\_cultivo\\_de\\_la\\_soja\\_durante\\_la\\_campana\\_20162017\\_en\\_Tucuman](https://www.researchgate.net/publication/320831191_Manejo_quimico_de_las_enfermedades_en_el_cultivo_de_la_soja_durante_la_campana_20162017_en_Tucuman)

Gonzalez, V. (2013). Singenta.com. En que consiste la mancha anillada: [https://www.syngenta.com.ar/file/8941/download?token=MZOGg8\\_i](https://www.syngenta.com.ar/file/8941/download?token=MZOGg8_i)

Guamán, J. R. (1996). Manual del cultivo de soya.

HERBAS, A. (1981). Manual de Fitopatología-pp.21-23. Oruro.

Hernan, Z. (2014). La soya es mucho más que un simple grano: Significa soberanía alimentaria, empleos y divisas para Bolivia. Obtenido de IBCE.ORG: <https://ibce.org.bo/noticias-detalle.php?idNot=525>

Huallpa, B. (2019). Eficiencia de fungicidas para el control de la roya asiática. U.A.G.R.M. Pp.13-14.

Hurtado, J. (2013). Principales enfermedades foliares y radicales en el cultivo de soya. En Manual de difusión técnica de soya (pág. 157). Santa Cruz.

Hurtado, J. (2013). Recomendaciones de control químico de la mancha anillada. Comercio Exterior, Pp.12.

INE. (2017). Instituto Nacional de Estadística. Crecimiento del Producto Interno Bruto: <http://www.ine.gob.bo>

INIA. (2005). Hongos en semillas de soja: detección, importancia y control. Obtenido de INIA: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=VE2007400492>

INIA. (2013). Manual de identificación de enfermedades de la soja. Obtenido de [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20104\\_2013.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20104_2013.pdf)

IPNI. (2009) Manual de Manejo del Cultivo de Soja, Editado por Fernando O. García, Ignacio A. Ciampitti y Hector Baigorri. Editorial Buenos Aires. 190 p.

Ivancovich, A. (2010). Enfermedades de la soja: Diagnóstico y manejo. Obtenido de <http://www.agro.unc.edu.ar/~wpweb/fitopatologia/wp-content/uploads/sites/30/2018/03/Enfermedades-de-soja.-Diagnostico-y-manejo..pdf>

Ivancovich, A. J., & Lavilla, M. (Agosto de 2016). INTA. Propuesta de escalas para la evaluación a campo y en laboratorio del tizón foliar y la mancha púrpura de la semilla, causadas por *Cercospora kikuchii* en soja: <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/666#>

Ivancovich, A., & Botta, G. (2003). Inta Rafaela. Enfermedades De Final De Ciclo De La Soja: [http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/100/misc100\\_15.pdf](http://rafaela.inta.gov.ar/info/miscelaneas/100/misc100_15.pdf)

Laborda, C. R. (2008). Crop protection. Recuperado el 2021, METODOS DE EVALUACIÓN: <https://cropprotection.files.wordpress.com/2008/12/mc3a9todos-de-evaluac3b3n-en-proteccic3b3n-de-cultivos.pdf>

Languidey, P. (2013). Manejo integrado de enfermedades. Santa Cruz, Bolivia: Editora Universitaria U.A.G.R.M. .

Luigui, G. (2016). Impacto económico y medioambiental en Bolivia a partir de la soya y maíz genéticamente mejorados. Comercio Exterior, Pp. 6.

Lurá, M. (2008). Modelo experimental de infección de plantas de soja por especies de Cercospora. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/Downloads/4309-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10946-1-10-20140909.pdf>

Lurá, M. C. (2008). Cercospora patógenas de soja: influencia de factores ambientales sobre su desarrollo. Degradación biológica de cercosporina. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Maria-Lura/publication/273923369\\_Cercospora\\_Patogenas\\_de\\_Soja\\_Influencia\\_de\\_Factores\\_Ambientales\\_sobre\\_su\\_Desarrollo\\_Degradacion\\_Biologica\\_de\\_Cercosporina/links/5548b8350cf2a27c61e2eaac/Cercospora-Patogenas-de-Soja-Inf](https://www.researchgate.net/profile/Maria-Lura/publication/273923369_Cercospora_Patogenas_de_Soja_Influencia_de_Factores_Ambientales_sobre_su_Desarrollo_Degradacion_Biologica_de_Cercosporina/links/5548b8350cf2a27c61e2eaac/Cercospora-Patogenas-de-Soja-Inf).

Maita, A. (2015). Fenología de la soya. FUNDACRUZ.

Martins, C. (2004). Escala Diagramática para a Quantificação do Complexo de Doenças Foliares de Final de Ciclo em Soja. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/fb/a/3p7phY7rWkKJRcFPkcMwmTq/?format=pdf&lang=pt>

Mota, B. (2016). Variabilidad de Colletotrichum spp en frijol común. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27173211/>

Naturalista. (2009). La soya. Glycine max. Obtenido de <https://www.naturalista.mx/taxa/122902-Glycine-max>

Oliveira, C. V. (2009). Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha alva da soja. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/tpp/a/ZMwg39dYKTvktLHLpZ8pgdt/?lang=pt&format=pdf>

PubliAgro, S. (2020). Antracnosis en la soya. Obtenido de Antracnosis en la soya: [https://issuu.com/publiagroscbolivia/docs/revista\\_publiagro\\_diciembre\\_2020\\_issue/s/11456376](https://issuu.com/publiagroscbolivia/docs/revista_publiagro_diciembre_2020_issue/s/11456376)

Revista Inta Agropecuaria. (2018). Soja: la mancha púrpura es causa de preocupación epidemiológica. Obtenido de <http://ria.inta.gob.ar/contenido/soja-la-mancha-purpura-es-causa-de-preocupacion-epidemiologica>

ROMAN, P. (2008). Manual de difusión técnica de soja, Fenología de la soja y reacción a las variaciones climáticas Pp. 115-116, . Santa Cruz, Bolivia.

Rosas, J., & Young, R. (1991). El cultivo de la soja Pp. 2-3. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano.

RURAL, A. (2010). La macha anillada.Pp 2-3.

Tejerina, P. (2007). Mancha Anillada/Situación actual. FUNDACRUZ. pp. 98-101.

Teran, V. (2013). Características de la Roya, Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-primera edición 1-16pp.

Torres, M. J. (2013). Repositorio Universidad de Guayaquil. Obtenido de Evaluación de materiales de soja (Glycine max L.): <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2747/1/Tesis%20en%20Soya%20-Jean%20Torres%20Mariscal.pdf>

Totaí Semillas. (Enero de 2021). Características de la variedad Sem West 4863. Recuperado el 2021, de <https://totai-semillas.com>

Unterladstaetter. (2005). Cultivos para los llanos Cálidos de Bolivia. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: Lewy Libros.

Valencia, R. (2006). Origen, taxonomía y morfología de la soja. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. pp 59.

Yorinori, J. (1995). Enfermedades provocadas por hongos. En: Cultivo de la Soja en los trópicos. Colección FAO: Producción y Protección Vegetal No. 27. pp. 37-73. EMBRAPA-Ed. Roma.

Yorinori, J. T. (2011). Dfc e Mancha alvo. 5º Congreso de la soya del MERCOSUR,MERCUSOJA 2011 pp1-4. Obtenido de <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/471177>

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1.** Ubicación geográfica del trabajo de investigación-tesis.



**Anexo 2.** Croquis del trabajo de investigación, evaluación del efecto de cuatro sistemas de manejo en fungicidas para el cultivo de soya, zona norte campaña verano 2020-2021.

<b>ÁREA DE RESGUARDO</b>			
<b>109</b> <b>9</b>	<b>209</b> <b>2</b>	<b>309</b> <b>7</b>	<b>409</b> <b>1</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>108</b> <b>8</b>	<b>208</b> <b>5</b>	<b>308</b> <b>3</b>	<b>408</b> <b>6</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>107</b> <b>7</b>	<b>207</b> <b>1</b>	<b>307</b> <b>5</b>	<b>407</b> <b>4</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>106</b> <b>6</b>	<b>206</b> <b>9</b>	<b>306</b> <b>2</b>	<b>406</b> <b>8</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>105</b> <b>5</b>	<b>205</b> <b>6</b>	<b>305</b> <b>4</b>	<b>405</b> <b>3</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>104</b> <b>4</b>	<b>204</b> <b>3</b>	<b>304</b> <b>9</b>	<b>404</b> <b>7</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>103</b> <b>3</b>	<b>203</b> <b>8</b>	<b>303</b> <b>1</b>	<b>403</b> <b>2</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>102</b> <b>2</b>	<b>202</b> <b>4</b>	<b>302</b> <b>6</b>	<b>402</b> <b>9</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>101</b> <b>1</b>	<b>201</b> <b>7</b>	<b>301</b> <b>8</b>	<b>401</b> <b>5</b>
<b>PASILLO</b>			
<b>ÁREA DE RESGUARDO</b>			
<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>

### Anexo 3 Datos de campo y análisis de varianza de la severidad de la Roya

Tratamientos	Bloque I	Bloque II	Bloque III	Bloque IV	Sumatoria	Promedio
T2=BASF	0,5	0,7	1,5	4,9	7,6	1,89
T3=BASF/3Aplíc	0,4	0,7	1,7	5,0	7,8	1,94
T4=BAYER	0,4	0,8	1,6	5,9	8,7	2,16
T5=BAYER/3Aplíc.	0,4	0,8	1,6	6,15	8,9	2,22
T6=DU PONT	0,4	0,9	1,9	6,1	9,3	2,33
T7=DU PONT/3Aplíc.	0,4	0,8	2,0	7,6	10,8	2,69
T8=SYNGENTA	0,4	1,2	4,3	13,0	18,8	4,70
T9=SYNGENTA/3Aplíc	0,4	1,3	4,1	15,3	21,2	5,29
T1=TESTIGO	0,8	2,4	15,8	40,3	59,2	14,8
Sumatoria	3,98	9,53	34,33	104,20	152,03	

	GL	SS	CM	FCAL	Ftab 5%	Ftab 1%	sig
TRATAMIENTO	8	551,8953	68,98691	1,367991	2,305313	3,255827	NS
ERROR	27	1361,593	50,42936				
TOTAL	35	1913,488					

### Anexo 4 Datos de campo y análisis de varianza de la severidad de la Mancha anillada

Tratamientos	Evaluación I	Evaluación II	evaluación III	Evaluación IV	Sumatoria	Promedio
T2=BASF	0,6	0,8	1,2	2,3	4,8	1,19
T5=BAYER/3 Ap	0,6	0,7	1,1	2,6	5,0	1,41
T7=DU PONT/3A	0,5	0,8	1,6	2,5	5,5	1,36
T3=BASF/3 Apli	0,5	0,8	1,4	2,875	5,6	1,40
T4=BAYER	0,6	1,5	1,3	2,4	5,7	1,41
T6=DU PONT	0,6	0,8	1,8	2,8	6,0	1,49
T9=SYNGENTA/	0,6	1,4	2,1	3,2	7,3	1,83
T8=SYNGENTA	0,5	1,3	2,3	3,3	7,4	1,84
T1=TESTIGO	1,0	2,1	2,7	2,3	8,0	2,0
Sumatoria	5,38	10,23	15,40	24,05	55,05	

	GL	SS	CM	FCAL	Ftab 5%	Ftab 1%	sig
TRATAMIENT	8	2,7028125	0,3378516	0,37889403	2,30531318	3,255827	NS
ERROR	27	24,075313	0,8916782				
TOTAL	35	26,778125					

**Anexo 5** Datos de campo y análisis de varianza de la severidad de la Antracnosis

Tratamiento	Evaluación	Evaluación	evaluación	Evaluación	Sumatoria	Promedio
T4=BAYER	0,6	0,9	1,0	0,0	2,4	0,61
T8=SYNGENT	0,6	0,9	1,0	0,1	2,6	0,64
T7=DU PONT	0,7	0,9	1,0	0,1	2,7	0,68
T9=SYNGENT	0,65	1,0	1,0	0,125	2,7	0,68
T5=BAYER	0,6	0,9	0,9	0,4	2,8	0,69
T3=BASF	0,6	1,0	1,1	0,3	2,9	0,72
T6=DU PONT	0,7	1,0	1,0	0,4	3,0	0,76
T2=BASF	0,7	1,0	1,1	0,4	3,2	0,80
T1=TESTIGO	1,1	2,3	2,0	0,6	5,9	1,48
Sumatoria	6,13	9,63	10,08	2,38	28,20	

	GL	SS	CM	FCAL	Ftab 5%	Ftab 1%	sig
TRATAMIENTO	8	2,300313	0,287539	1,581273	2,305313	3,255827	NS
ERROR	27	4,909688	0,18184				
TOTAL	35	7,21					

**Anexo 6** Datos de campo y análisis de varianza de la severidad de la Cercospora kicuchii

Tratamientos	Evaluación	Evaluación	evaluación	Evaluación	Sumatoria	Promedio
T2=BASF	0,0	2,2	2,4	5,1	9,7	2,42
T4=BAYER	0,0	3,0	2,4	5,5	10,9	2,71
T3=BASF	0,0	2,4	2,3	6,6	11,3	2,81
T6=DU PONT	0	2,5	2,9	5,925	11,3	2,82
T5=BAYER	0,0	3,0	2,3	6,1	11,4	2,86
T7=DU PONT	0,0	3,2	2,5	6,4	12,1	3,01
T9=SYNGENTA	0,0	3,6	4,5	9,0	17,1	4,28
T8=SYNGENTA	0,0	4,4	4,6	8,4	17,4	4,34
T1=TESTIGO	0,0	6,9	11,0	31,3	49,1	12,28
Sumatoria	0,00	31,08	34,75	84,30	150,13	

	GL	SS	CM	FCAL	Ftab 5%	Ftab 1%	sig
TRATAMIENTO	8	311,0368	38,8796	1,444167	2,305313	3,255827	NS
ERROR	27	726,8892	26,92182				
TOTAL	35	1037,926					

## Anexo 7 Análisis fitopatológico de laboratorio



**CTA**

Centro Tecnológico de Avanzada

### INFORME DE MUESTRAS



Nombre del solicitante: Carmen Paola Zurita O.
Técnico: Carmen Paola Zurita O.
Propiedad: "JUVENTUD"
Cultivo: Soya – SW 4863
Zona: Norte –SanJuan del Pirai (Juventud)
Responsable de la muestra: Carmen Paola Zurita Ortega
Fecha de ingreso: 09/03/21

#### Metodología

- Vista en estereolupa
- Vista en el microscopio
- Vista directa

#### Resultados de diagnóstico:

Hongos	observaciones
Antracnosis	Pecíolo
Antracnosis	Tallo
Cercospora kikuchii	Pecíolo
Mancha anillada	Hoja
Roya	Hoja

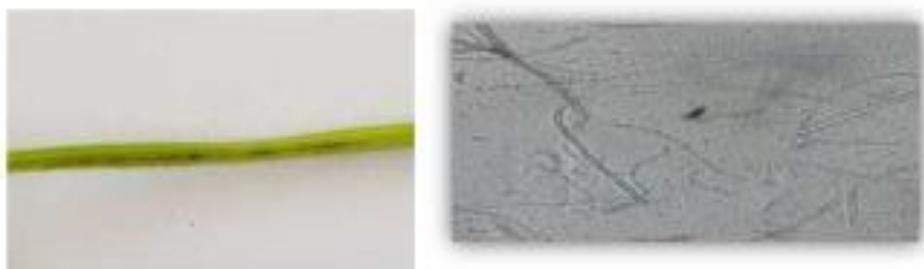
#### Resultados:

La muestra se observó en el laboratorio, con la ayuda del microscopio y estereolupa encontrando así las siguientes enfermedades:

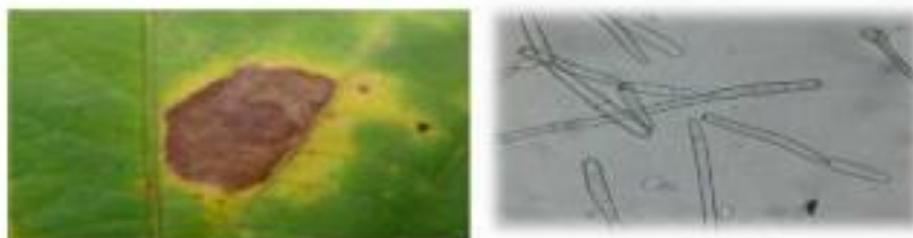
- Antracnosis 0,2% (*Colletotrichum truncatum*)
- Mancha purpura 0,4% (*Cercospora kikuchii*)
- Mancha anillada 0,5% (*Corynespora cassiicola*)
- Roya 0,2% (*Phakopsora pachyrhizi*)



**Foto1.** Vista visual y microscópica de la estructura micelial completa de Antracnosis.



**Foto2.** Vista visual y microscópica de la estructura micelial de *Cercospora kikuchii*.



**Foto3.** Vista visual y microscópica de la estructura micelial de Mancha anillada.



**Foto4.** Vista microscópica de esporas de roya.

**Ing. Hulda Febe Flores R.**

**Laboratorio CTA-Interagro S.A.**

**Santa Cruz-2021**

## Anexo 8 Análisis físico químico del suelo del lugar donde se realizó el trabajo de investigación.



CENTRO DE INVESTIGACION AGRICOLA TROPICAL - SANTA CRUZ - BOLIVIA  
LABORATORIO DE SUELO, AGUA Y PLANTA  
ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

Remitente: Jhon Julio Ferrufino Alvarez  
Inst. y/o Empresa: Particular  
Teléfono: 78512216  
Cod.Venta: 8002  
Cta Inf:

Departamento: SANTA CRUZ  
Provincia: OBISPO SANTISTEBAN  
Municipio: SAN PEDRO  
Propiedad: El Carmen  
Lugar Muestreo:

Fecha de Muestreo: 2021-06-01  
Años después Desmonte: 0  
Cultivo o uso Anterior:  
Cultivo o uso Actual:  
Fecha de Ingreso: 2021-06-07

Nro. Lab.	Ident. muestra	pH 1:5 Agua	C.F. 1:5 g/S cm <sup>3</sup>	Carb. Libras	Cat.Sol.1:5 S/Agua cmol kg <sup>-1</sup>				Bases Int. cmol Kg <sup>-1</sup>				T.B. <sup>1</sup>	C.I.C.E	Sat de Bases %	Acidez cmol Kg <sup>-1</sup>	Al mg Kg <sup>-1</sup>	P mg Kg <sup>-1</sup>	M.O. %	N Total %	A %	L %	Y %	Text
					Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na	K												
334	MZ EL CARMEN	6.10	71	A	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	2.50	0.11	0.45	5.76	5.98	87	0.22	0.00	24	4.50	0.19	9	68	22	FL
335	MZ EL CARMEN	6.10	62	A	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	2.20	0.09	0.42	5.21	6.43	97	0.22	0.00	27	4.80	0.16	8	67	25	FL
336	ZONA SINDICATO SUCRE	0.00	0	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	2.80	0.00	25	60	15	FL	
337	SINDICATO GENESIS	0.00	0	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	2.80	0.00	25	60	15	FL	
338	SINDICATO JUVENTUD CARMEN ZUR E.A.	7.20	95	A	0.00	0.00	0.00	0.00	4.10	2.50	0.09	0.18	6.88	6.88	100	0.00	0.00	6	3.10	0.13	8	74	17	FL

Nro. Prefundido: 1 B.I. Total Suelo Hídrico (libras)  
 C.E. Conductividad Eléctrica: 0.1 C.E. (micro mhos/cm)

Carb. Carbonatos: Set de Ebers Balanceador de Bases  
 Cat. Sol. Método Solumica: M.O. Método Orgánico  
 Bases Int. Sds. Involucrados: N. Titul. Nalugata (mg)

A. Aniones: A. Amonio  
 P. Fosforo: PP. Fosforo en g/l por litro  
 F. Fósforo Líquido: FA. Fósforo Acido  
 Y. Fosforo: FY. Fosforo Aro. Líquido  
 Y. Fosforo: FY. Fosforo Aro. Líquido

mg Kg<sup>-1</sup> ppm

**CIAT**  
LAB. DE SUELO, AGUA Y PLANTAS  
TELE. 3344 174  
Santa Cruz - Bolivia

*M. So. Roxana Barba Aguilar*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. M. So. Roxana Barba Aguilar  
Responsable Servicio de  
Laboratorio Suelo, Agua y Planta  
CIAT

## Anexo 9 Datos, primera evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		1	1	1	1	1
Fecha		19/02/2021	19/02/2021	19/02/2021	19/02/2021	19/02/2021
DAT		A00	A00	A00	A00	A00
Cultivo-variedad:		SW 4863	SW 4863	SW 4863	SW 4863	SW 4863
GS: Cultivo		V6	V6	V6	V6	V6
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	0,1	0,1	0	0	0
102	2	0,1	0,1	0	0	0
103	3	0,1	0,1	0	0	0
104	4	0,1	0,1	0	0	0
105	5	0,1	0,1	0	0	0
106	6	0,1	0,1	0	0	0
107	7	0,1	0,2	0	0	0
108	8	0,2	0,2	0	0	0
109	9	0,2	0,1	0	0	0
201	7	0,1	0,1	0	0	0
202	4	0,1	0,1	0	0	0
203	8	0,1	0,1	0	0	0
204	3	0,1	0,1	0	0	0
205	6	0,1	0,1	0	0	0
206	9	0,1	0,1	0	0	0
207	1	0,1	0,2	0	0	0
208	5	0,1	0,1	0	0	0
209	2	0,1	0,1	0	0	0
301	8	0,1	0,1	0	0	0
302	6	0,1	0,1	0	0	0
303	1	0,1	0,1	0	0	0
304	9	0,1	0,1	0	0	0
305	4	0,1	0,1	0	0	0
306	2	0,1	0,2	0	0	0
307	5	0,1	0,2	0	0	0
308	3	0,1	0,2	0	0	0
309	7	0,1	0,1	0	0	0
401	5	0,1	0,2	0	0	0
402	9	0,1	0,1	0	0	0
403	2	0,1	0,1	0	0	0
404	7	0,1	0,1	0	0	0
405	3	0,1	0,1	0	0	0
406	8	0,1	0,1	0	0	0
407	4	0,1	0,1	0	0	0
408	6	0,1	0,1	0	0	0
409	1	0,1	0,1	0	0	0

## Anexo 10 Datos, segunda evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		2	2	2	2	2
Fecha		27/02/2021	27/02/2021	27/02/2021	27/02/2021	27/02/2021
DAT		A007	A007	A007	A007	A007
Cultivo-variedad:		SW 4863	SW 4863	SW 4863	SW 4863	SW 4863
GS: Cultivo		R1	R1	R1	R1	R1
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD	ENFERMEDAD
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	0,3	0,3	0,5	0	0
102	2	0,1	0,2	0,3	0	0
103	3	0,2	0,1	0,3	0	0
104	4	0,2	0,3	0,2	0	0
105	5	0,1	0,3	0,2	0	0
106	6	0,2	0,3	0,3	0	0
107	7	0,2	0,2	0,2	0	0
108	8	0,1	0,3	0,2	0	0
109	9	0,1	0,3	0,3	0	0
201	7	0,2	0,2	0,3	0	0
202	4	0,2	0,2	0,3	0	0
203	8	0,1	0,2	0,3	0	0
204	3	0,2	0,2	0,2	0	0
205	6	0,1	0,2	0,2	0	0
206	9	0,1	0,2	0,3	0	0
207	1	0,2	0,5	0,5	0	0
208	5	0,1	0,2	0,3	0	0
209	2	0,1	0,1	0,3	0	0
301	8	0,1	0,2	0,3	0	0
302	6	0,1	0,2	0,3	0	0
303	1	0,3	0,5	0,3	0	0
304	9	0,1	0,2	0,3	0	0
305	4	0,2	0,3	0,3	0	0
306	2	0,1	0,3	0,5	0	0
307	5	0,1	0,3	0,3	0	0
308	3	0,1	0,3	0,3	0	0
309	7	0,1	0,3	0,3	0	0
401	5	0,1	0,3	0,2	0	0
402	9	0,1	0,3	0,3	0	0
403	2	0,1	0,2	0,3	0	0
404	7	0,1	0,2	0,2	0	0
405	3	0,1	0,2	0,3	0	0
406	8	0,1	0,2	0,3	0	0
407	4	0,1	0,3	0,3	0	0
408	6	0,1	0,3	0,3	0	0
409	1	0,2	0,3	0,3	0	0

## Anexo 11 Datos, tercera evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		3	3			
Fecha		05/03/2021	05/03/2021			
DAT		A014	A014			
Cultivo-variedad:		SW 4863	SW 4863			
GS: Cultivo		R2	R2			
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD	ENFERMEDAD			
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	0,5	0,3	0,5	0	0
102	2	0,2	0,3	0,3	0	0
103	3	0,3	0,3	0,3	0	0
104	4	0,3	0,3	0,3	0	2
105	5	0,3	0,3	0,3	0	2
106	6	0,3	0,3	0,5	0	0,5
107	7	0,2	0,3	0,5	0	0,5
108	8	0,2	0,3	0,3	0	0,5
109	9	0,3	0,3	0,3	0	0,5
201	7	0,2	0,3	0,3	0	1
202	4	0,2	0,3	0,3	0	2
203	8	0,3	0,3	0,5	0	0,5
204	3	0,3	0,3	0,3	0	0
205	6	0,3	0,3	0,3	0	0,5
206	9	0,4	0,3	0,3	0	0,5
207	1	0,5	0,5	0,7	0	0
208	5	0,3	0,3	0,3	0	2
209	2	0,3	0,3	0,5	0	0
301	8	0,2	0,3	0,3	0	0,5
302	6	0,2	0,3	0,3	0	0,5
303	1	0,5	1	1	0	0
304	9	0,3	0,3	0,3	0	0,5
305	4	0,2	0,3	0,3	0	1,5
306	2	0,6	0,3	0,3	0	0
307	5	0,3	0,3	0,5	0	2
308	3	0,2	0,3	0,3	0	0
309	7	0,2	0,3	0,3	0	1
401	5	0,3	0,3	0,3	0	2
402	9	0,3	0,5	0,5	0	0,5
403	2	0,3	0,5	0,3	0	0
404	7	0,3	0,3	0,5	0	0,5
405	3	0,3	0,3	0,3	0	0
406	8	0,3	0,3	0,3	0	1
407	4	0,3	0,3	0,3	0	2
408	6	0,2	0,3	0,5	0	1
409	1	0,5	0,5	0,5	0	0

## Anexo 12 Datos, cuarta evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		4				
Fecha		12/03/2021				
DAT		B007				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R4				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	0,5	2	1	3	0
102	2	0,2	1	0,5	1	0
103	3	0,3	0,5	0,5	1	0
104	4	0,5	0,5	0,5	1	0
105	5	0,3	0,5	0,5	1	0
106	6	0,4	0,3	0,5	2	0
107	7	0,4	0,3	0,5	1,5	0
108	8	0,5	0,3	0,3	2	0
109	9	0,4	0,5	0,3	2	0
201	7	0,3	0,5	0,5	1	0
202	4	0,5	1	0,5	2	0
203	8	0,4	1	0,5	2,5	0
204	3	0,4	0,7	0,5	2	0
205	6	0,4	0,5	0,5	1,5	0
206	9	0,5	0,7	0,5	2	0
207	1	1	1	0,5	3	0
208	5	0,4	0,5	0,5	2	0
209	2	0,3	0,5	0,7	1	0
301	8	0,5	0,5	0,5	2	0
302	6	0,3	0,5	0,5	1	0
303	1	0,7	0,5	0,5	3	0
304	9	0,4	0,5	0,5	2	0
305	4	0,2	0,3	0,5	1	0
306	2	0,3	0,5	0,5	1	0
307	5	0,2	0,3	0,5	1	0
308	3	0,3	0,3	0,5	0,7	0
309	7	0,2	0,3	0,3	1	0
401	5	0,3	0,5	0,3	1,5	0
402	9	0,3	0,5	0,5	0,7	0
403	2	0,2	0,3	0,3	0,7	0
404	7	0,3	0,5	0,3	1,5	0
405	3	0,3	0,5	0,5	1	0
406	8	0,4	0,5	0,3	2	0
407	4	0,3	0,5	0,3	1,5	0
408	6	0,3	0,3	0,5	1	0
409	1	0,5	1	1	3	0

## Anexo 13 Datos, quinta evaluación de enfermedades

N ° de ensayo						
Evaluacion n°		5				
Fecha		19/03/2021				
DAT		B014				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R5.1				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	1,5	1,5	2	3	0
102	2	0,5	0,3	0,5	0,5	0
103	3	0,3	0,2	0,3	0,3	0
104	4	0,3	0,5	0,3	1,5	0
105	5	0,3	0	0,3	1,5	0
106	6	1	0,5	0,5	1,5	0
107	7	0,3	0	0,5	3	0
108	8	0,5	0	0,5	1,5	0
109	9	0,5	0	0,5	1,5	0
201	7	0,3	0,5	0,3	1	0
202	4	0,4	0,5	0,3	1,5	0
203	8	0,7	0,5	0,3	2	0
204	3	0,3	0,3	0,3	1,5	0
205	6	0,3	0	0,3	1	0
206	9	0,6	0,5	0,5	1,5	0
207	1	1,5	0,5	1	3,5	0
208	5	0,4	0	0,5	1,5	0
209	2	0,4	0	0,5	1	0
301	8	0,7	1	0,5	3	0
302	6	0,4	0,5	0,5	1	0
303	1	2	1	1	5	0
304	9	1	1,5	0,5	3	0
305	4	0,3	0,5	0,5	1,5	0
306	2	0,5	0,3	0,5	1,5	0
307	5	0,5	0,3	0,5	1,5	0
308	3	0,3	0,3	0,5	1	0
309	7	0,6	0,3	0,5	0,7	0
401	5	0,7	0,5	0,5	2	0
402	9	1,5	1,5	0,5	1,7	0
403	2	0,5	0,3	0,5	2	0
404	7	0,7	0,8	0,8	3	0
405	3	0,5	0,5	0,7	2	0
406	8	1	1,5	0,5	2,5	0
407	4	0,6	1	0,5	2	0
408	6	0,5	0,7	0,5	1	0
409	1	2	1	2	4	0

## Anexo 14 Datos, sexta evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		6				
Fecha		26/03/2021				
DAT		C007				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R5.3				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	4	2	1,2	2	0
102	2	0,5	0,7	0,5	0,5	0
103	3	0,5	1	0,5	0,5	0
104	4	0,7	0,7	0,5	0,5	0
105	5	0,5	0,5	0,3	0,5	0
106	6	1	0,7	0,3	1	0
107	7	0,5	1	0,5	0,5	0
108	8	1,2	0,7	0,3	1,5	0
109	9	1,5	0,7	0,3	2	0
201	7	0,7	0,5	0,3	0,5	0
202	4	0,7	0,5	0,5	0,7	0
203	8	1,2	1	0,5	2	0
204	3	0,8	0,5	0,5	1	0
205	6	0,7	1	0,5	1,5	0
206	9	1,5	1	0,5	2	0
207	1	5	1	1	5	0
208	5	0,5	0,5	0,3	2	0
209	2	0,5	0,5	0,3	1	0
301	8	1,5	1	0,5	2	0
302	6	1,2	0,7	0,5	1,5	0
303	1	6	1,5	1	5	0
304	9	2	1	0,5	2,5	0
305	4	1	0,5	0,5	1	0
306	2	1	0,5	0,5	1	0
307	5	1	0,5	0,5	1	0
308	3	1	0,5	0,5	1	0
309	7	1,2	0,5	0,5	1	0
401	5	1	0,5	0,5	1	0
402	9	1,5	1,5	0,5	2,5	0
403	2	1	0,5	0,5	1	0
404	7	1,5	0,5	0,5	1,5	0
405	3	1	0,5	0,5	1	0
406	8	2	1,2	0,5	2,5	0
407	4	1	0,5	0,5	1	0
408	6	1	1	0,5	1,2	0
409	1	7	1	1	5	0

## Anexo 15 Datos, séptima evaluación de enfermedades

N° de ensayo						
Evaluacion n°		7				
Fecha		02/04/2021				
DAT		C014				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R5.4				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	10	0,7	1	8	0
102	2	1	0,5	0,5	2	0
103	3	1	0,7	0,7	1	0
104	4	0,7	0,7	0,5	1,5	0
105	5	0,7	0,5	0,5	1,2	0
106	6	1	1	0,6	1,2	0
107	7	1,5	1	0,7	1,5	0
108	8	3	0,5	0,5	1,5	0
109	9	3,2	0,7	0,5	2	0
201	7	1	1	0,5	1,5	0
202	4	0,6	1	0,5	1,5	0
203	8	2,7	1,5	0,5	3	0
204	3	0,7	0,7	0,5	1,5	0
205	6	1	1	0,5	1,5	0
206	9	3	1	0,7	3	0
207	1	10	1,5	1	7,5	0
208	5	0,8	0,5	0,5	1	0
209	2	0,6	0,7	1	1	0
301	8	3	1,7	0,5	3	0
302	6	1	1	0,7	2	0
303	1	11	1,5	1	5,5	0
304	9	2	1,5	0,5	2	0
305	4	1	0,5	0,5	1,5	0
306	2	0,7	0,5	0,5	2	0
307	5	0,7	0,5	0,5	1,5	0
308	3	0,8	0,7	0,7	1	0
309	7	0,7	0,5	0,5	1,5	0
401	5	1	1	0,5	1	0
402	9	1,7	1	0,5	2	0
403	2	0,8	0,7	0,7	1	0
404	7	0,8	1,5	0,5	2	0
405	3	0,8	1	0,5	2	0
406	8	2,5	1,5	0,5	3	0
407	4	0,7	0,7	0,5	1,7	0
408	6	0,7	0,7	0,5	1,5	0
409	1	10	1,5	0,7	6	0

## Anexo 16 Datos, octava evaluación de enfermedades

N ° de ensayo						
Evaluacion n°		8				
Fecha		09/04/2021				
DAT		D007				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R5.5				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	18	2	0,5	18	0
102	2	3	2	0,5	3	0
103	3	3,5	1,5	0	2,5	0
104	4	2,5	1	0	2,5	0
105	5	2,7	1	0,7	3	0
106	6	3,5	1,7	0	3	0
107	7	3,5	2	0	3	0
108	8	8	1	0	4,5	0
109	9	8	2	0	5	0
201	7	3,5	2	0,5	2,5	0
202	4	3,5	1,7	0	3	0
203	8	5	2	0	8	0
204	3	5	4	0	7	0
205	6	3,5	2	0	3,5	0
206	9	8	3	0	5	0
207	1	20	2	0,3	15	0
208	5	3,5	2	0	2,5	0
209	2	3	1	0	2,5	0
301	8	6,5	4	0	3,5	0
302	6	3	2	0,5	3	0
303	1	18	3	0,6	15	0
304	9	6	2	0	5	0
305	4	3,2	1,2	0	3	0
306	2	1,6	2	0	2	0
307	5	2,5	1,5	0	3	0
308	3	3	1	0	3	0
309	7	4,5	1,5	0	3	0
401	5	3	3	0	3	0
402	9	8	3	0,5	4	0
403	2	3	1,5	0	3	0
404	7	4	1,5	0	4	0
405	3	3,3	2	0	3	0
406	8	6,5	2	0	3,5	0
407	4	2,2	2	0	2	0
408	6	3,5	2,5	0	3	0
409	1	20	2	0,7	15	0

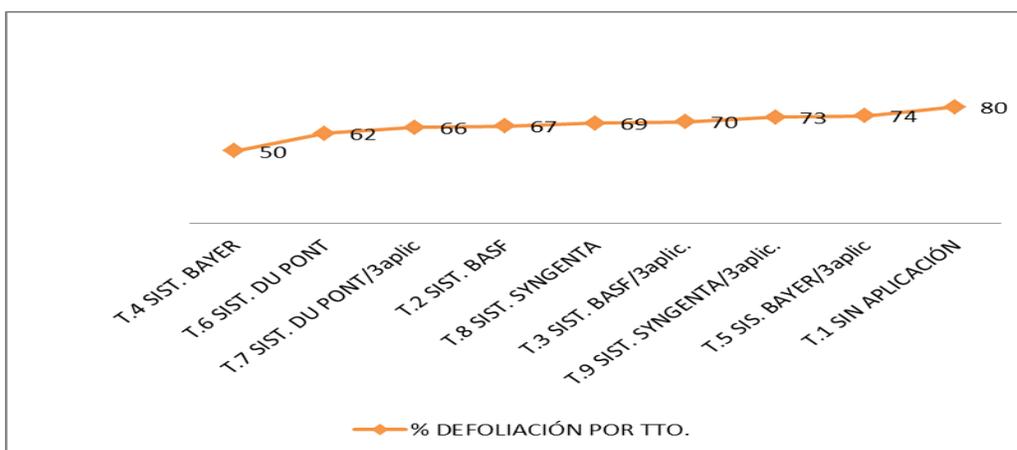
## Anexo 17 Datos, novena evaluación de enfermedades

N ° de ensayo						
Evaluacion n°		9				
Fecha		16/04/2021				
DAT		D014				
Cultivo-variedad:		SW 4863				
GS: Cultivo		R6				
Maleza/Enfermedad:		ENFERMEDAD				
Variable evaluada:		ROYA	MANCHA A.	ANTRACNOSIS	CERCOSPORA	FITOTOXICIDAD
Plots	Trts	PHAKPA	CORYCA	COLL SPP	CERKI	PHYTOX
101	1	20	0	0,3	15	0
102	2	2,5	0,5	0	3	0
103	3	2,7	0,5	0	3	0
104	4	3,5	0,5	0	3	0
105	5	3,7	0,7	0,3	3,5	0
106	6	3,5	0,5	0	3	0
107	7	4,5	0,5	0	3,5	0
108	8	6	0,5	0	3,5	0
109	9	8,5	0,5	0	5	0
201	7	2,5	0,5	0	3,5	0
202	4	3	2	0	3	0
203	8	7,5	1,5	0	4	0
204	3	2,7	1	0,5	2,5	0
205	6	2,5	0,5	0	2,7	0
206	9	7	0,5	0	3,5	0
207	1	20	0	0,3	15	0
208	5	3	0,5	0	3	0
209	2	2,5	0,5	0	2,5	0
301	8	7	0,5	0,5	3,5	0
302	6	2,5	1,5	0,5	2,5	0
303	1	20	0	1	12	0
304	9	7,8	0,7	0	5	0
305	4	2,5	0,5	0	3	0
306	2	1,8	0,5	0,5	2,5	0
307	5	2,7	0,7	0	3,5	0
308	3	2,5	1,5	0	3	0
309	7	5,5	1	0	3	0
401	5	3,5	1	0,5	3	0
402	9	8	1	0	3,5	0
403	2	2	1	0,5	2	0
404	7	2,5	1	0	3	0
405	3	2,5	0	0,5	2,5	0
406	8	5,5	1,5	0	3	0
407	4	3	0,5	0	2,5	0
408	6	2,5	0,5	0,5	3	0
409	1	25	0	0,5	20	0

## Anexo 18 Datos, novena evaluación defoliación

Plots	Trts	DEFOLIACIÓN
101	1	80
102	2	69
103	3	77
104	4	69
105	5	77
106	6	61
107	7	65
108	8	73
109	9	77
201	7	77
202	4	61
203	8	65
204	3	61
205	6	65
206	9	77
207	1	79
208	5	73
209	2	65
301	8	69
302	6	57
303	1	79
304	9	61
305	4	61
306	2	65
307	5	73
308	3	69
309	7	61
401	5	73
402	9	77
403	2	69
404	7	61
405	3	73
406	8	69
407	4	69
408	6	65
409	1	81

## Anexo 19 Gráfico, novena evaluación defoliación



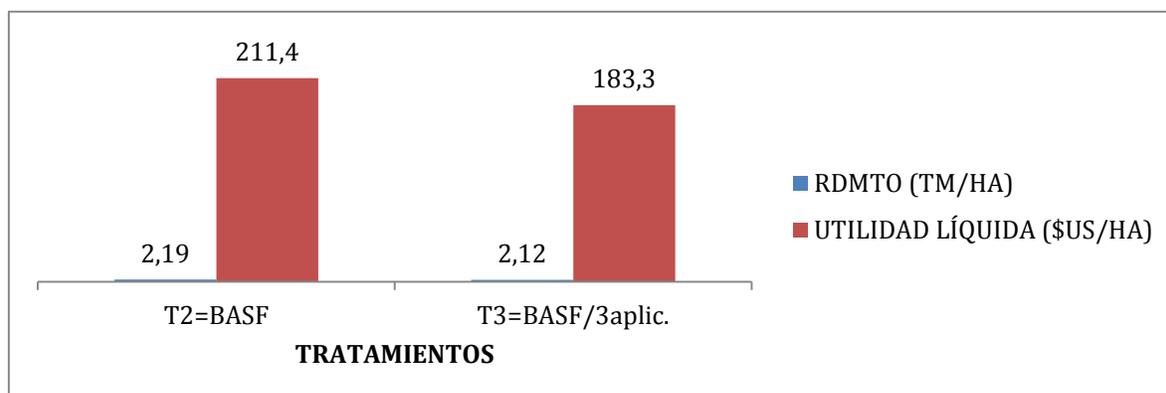
## Anexo 20 Datos de cosecha

Evaluacion n°		DATOS/COSECHA			
Fecha		18/05/2021			
DAT					
Cultivo-variedad:		SW 4863			
GS: Cultivo					
Maleza/Enfermedad:					
Variable evaluada:		PESO	HUMEDAD	PESO TOTAL	RDMNTO
Plots	Trts	1000 GR	%	KG	TM/HA
101	1	103,8	12,4	0,90	1,88
102	2	128,0	13,7	1,40	2,90
103	3	131,3	13,3	1,09	2,25
104	4	137,1	14	1,01	2,07
105	5	136,4	13,6	0,94	1,95
106	6	131,6	13,2	1,01	2,11
107	7	123,1	13,2	1,04	2,16
108	8	129,3	12,6	0,70	1,46
109	9	111,2	12,5	0,80	1,68
201	7	127,0	12,6	1,29	2,69
202	4	129,3	14,2	1,40	2,88
203	8	127,3	13,8	1,05	2,16
204	3	130,5	13,4	1,12	2,33
205	6	136,8	13,7	1,02	2,11
206	9	120,5	12,4	0,85	1,79
207	1	75,8	12,8	0,83	1,74
208	5	127,1	13,4	0,91	1,89
209	2	129,9	14,2	0,93	1,90
301	8	123,2	12,8	1,23	2,56
302	6	126,4	14,4	1,05	2,16
303	1	90,6	13	0,77	1,61
304	9	112,5	13,2	0,96	2,00
305	4	129,0	13,8	1,02	2,11
306	2	131,1	14,3	0,84	1,73
307	5	118,9	13,9	0,82	1,70
308	3	117,3	13,2	0,91	1,88
309	7	113,6	13,6	0,78	1,62
401	5	124,6	12,8	1,20	2,50
402	9	122,6	13	1,02	2,13
403	2	129,2	13,3	1,08	2,24
404	7	120,4	14	1,03	2,12
405	3	121,7	13,5	0,97	2,02
406	8	123,2	13,6	0,98	2,02
407	4	122,9	13,5	0,94	1,94
408	6	119,8	14	0,95	1,96
409	1	90,5	13	0,65	1,35

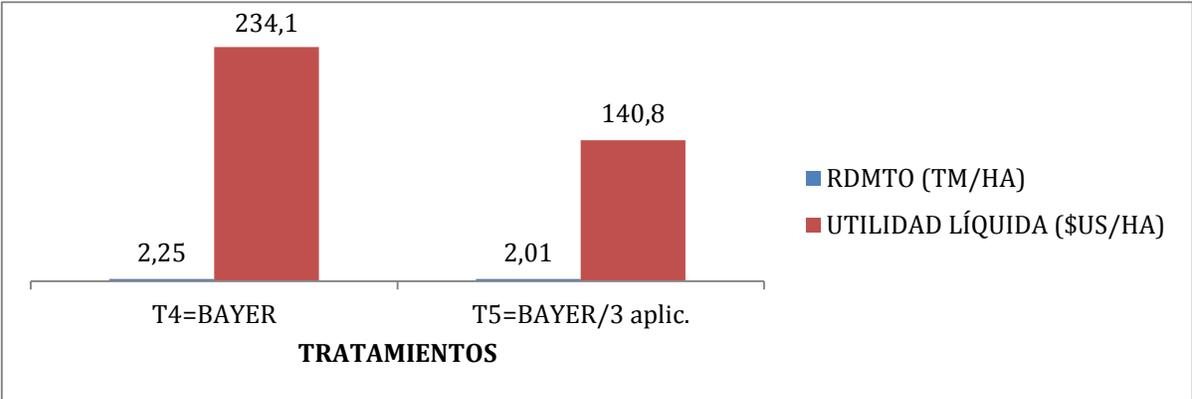
## Anexo 21 Costos de los tratamientos

TRATAMIENTOS	Costo \$/l-kg, 1ra Aplicación	Costo \$/l-kg, 2da. Aplicación	Costo \$/l-kg, 3ra Aplicación	Costo \$/l-kg, 4ta Aplicación	Costo total del manejo \$
<b>T1=TESTIGO ABSOLUTO</b>	1.SIN APLICACIÓN	1.SIN APLICACIÓN	1.SIN APLICACIÓN	1.SIN APLICACIÓN	0
<b>2 BASF</b>	33,00	42,5	24	24	123,50
<b>3 BASF/ tres aplic.</b>	33,00	42,5	24	Sin aplicación.	99,50
<b>4 BAYER</b>	36,5	47,5	27,1	27,1	138,2
<b>5 BAYER/tres aplic.</b>	36,5	47,5	27,1	Sin aplicación.	111,1
<b>6 DUPONT</b>	34	34	36,9	27,1	132
<b>7 DUPONT/tres aplic.</b>	34	34	36,9	Sin aplicación.	104,9
<b>8 SYNGENTA</b>	37,3	37,3	24,3	22,5	121,4
<b>9 SYNGENTA/tres aplic.</b>	37,3	37,3	24,3	Sin aplicación.	98,9

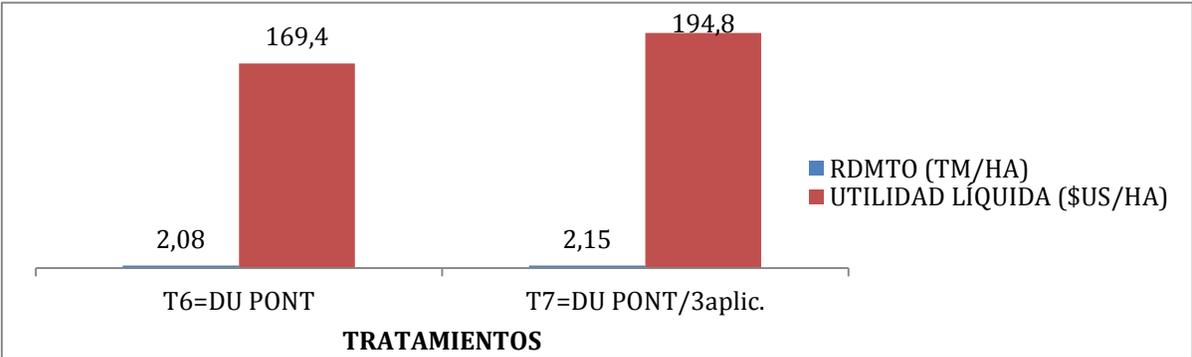
## Anexo 22 Utilidad y rendimiento/tratamientos BASF, con tres y cuatro aplicaciones



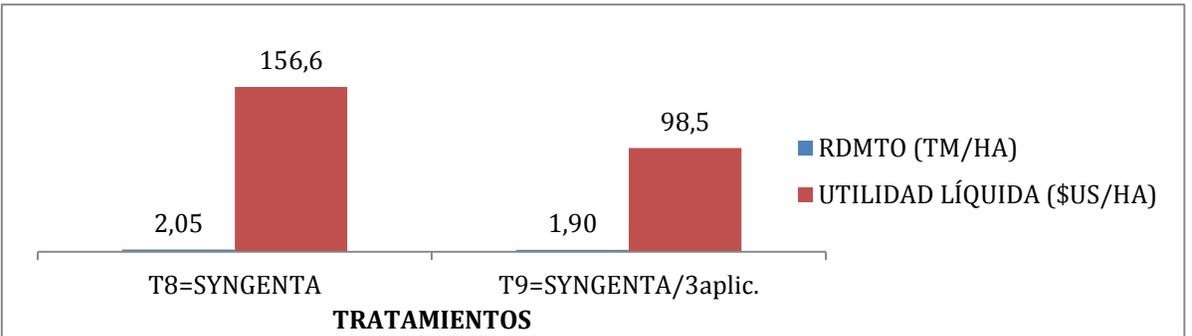
**Anexo 23** Utilidad y rendimiento/tratamientos BAYER, con tres y cuatro aplicaciones



**Anexo 24** Utilidad Y rendimiento/ tratamientos DU PONT, con tres y cuatro aplicaciones



**Anexo 25** Utilidad y rendimiento/ tratamientos SYNGENTA, con tres y cuatro aplicaciones.



**Anexo 26** Actividades, siembra y establecimiento del trabajo de investigación.



**Anexo 27** Actividades, monitoreo y toma de datos.

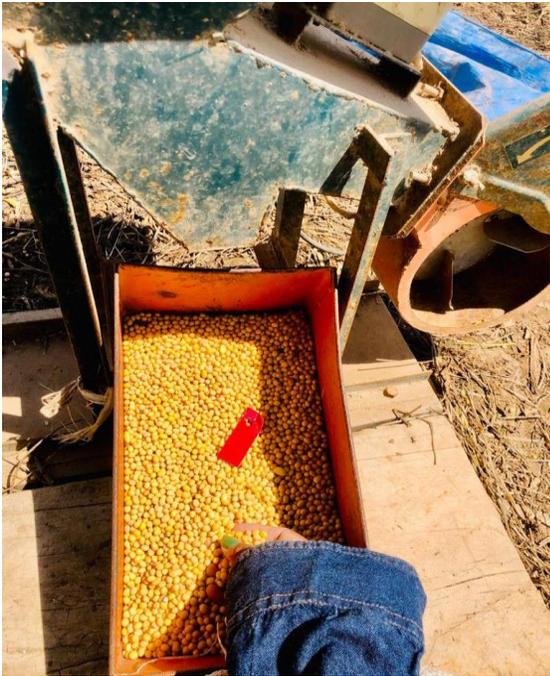




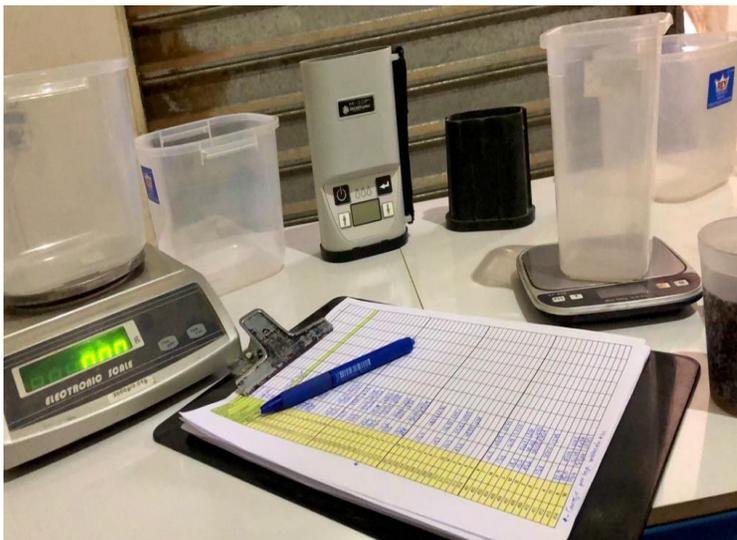
**Anexo 28** Actividades, dosificación y aplicación de los tratamientos.



**Anexo 29** Actividades, cosecha y trillado de muestras.



**Anexo 30** Actividades, toma de datos de cosecha.



**Anexo 31** Vista aérea del área del ensayo, diferenciación en tiempo de defoliación entre el cultivo comercial y los tratamientos aplicados.



**Anexo 32** Diferenciación visual entre tratamientos.



