

Efecto de Bioestimulación Sobre Incidencia de *Pyricularia orizae* y Componentes de Rendimiento en el Cultivo de Arroz en Villavicencio.

Eduard Machado López

Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

CEAD Acacias

2020

Efecto de Bioestimulación Sobre Incidencia de *Pyricularia orizae* y Componentes de Rendimiento en el Cultivo de Arroz en Villavicencio.

Eduard Machado López

Trabajo de Investigación presentado como requisito
para optar al título de agrónomo

Director:

Especialista. Adriana Díaz

Universidad Nacional Abierta y A Distancia UNAD.

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

CEAD Acacias

2020

Dedicatoria.

A mi Esposa Sofía y Mi hija Juliana por sacrificar el tiempo de familia en apoyo incondicional al cumplimiento de este objetivo.

Agradecimiento.

Agradezco a Dios como actor espiritual principal en cada paso dado.

A la Ingeniera Olga Higuera por su apoyo técnico en el desarrollo de este trabajo.

A la Ingeniera Adriana Díaz por su acompañamiento durante estos años de formación académica.

Y un Agradecimiento especial a la compañía Alemana AgraForUm que gracias a su tecnología me impulso a iniciar y terminar los estudios en Agronomía.

Resumen

Uno de los principales cultivos en el mundo es el arroz, especialmente por las grandes áreas que se siembran y por ende se ha constituido como uno de los productos agrícolas más usados en la canasta familiar, por ello es de suma importancia velar porque la producción de dichos cultivos sean efectivos y evitar enfermedades o estreses que disminuyan la productividad de los mismos.

En este caso, la enfermedad causada por la *Pyricularia grisea* representa una problemática fundamental en el cultivo de arroz específicamente en la productividad y a su vez su metodología de control actual a través de aplicaciones de productos químicos influye de manera negativa en la salud del ser humano, del medio ambiente y en los costos de producción.

En tal sentido el objetivo principal es determinar el efecto de la bioestimulación sobre la Incidencia y Severidad de *Pyricularia grisea* y en los componentes de Rendimiento en el cultivo de Arroz.

El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 2) conformado un primer factor por nueve tratamientos y un segundo factor por momento de aplicación de los tratamientos [hoja (V3) y pre-espiga (V9 – R0)].

En donde se encontró que el Tratamiento químico es mucho más eficiente frente al control de incidencia y severidad de *Pyricularia grisea*, con respecto a los demás tratamientos estudiados, sin embargo, no fue productivo; como si lo fueron el Silicio (6.3 T/ha), *Bacillus subtilis* (6.2 T/ha), Brassinoesteroides (5.8 T/ha) y el Biofungicida (5.8 T/ha).

Palabras Claves: *Inducción de Resistencia, Patógenos, Severidad, Eficacia.*

Summary

One of the main crops in the world is rice, especially because of the large areas that are sown and therefore it has become one of the most used agricultural products in the family basket, therefore it is of the utmost importance to ensure that the production of These crops are effective and avoid diseases or stresses that reduce their productivity.

In this case, the disease caused by *Pyricularia grisea* represents a fundamental problem in rice cultivation specifically in productivity and in turn its current control methodology through applications of chemical products negatively influences human health, the environment and production costs.

In this sense, the main objective is to determine the effect of biostimulation on the Incidence and Severity of *Pyricularia grisea* and on the Yield components in Rice cultivation.

The trial was carried out under a completely randomized design with factorial arrangement (2 x 2) consisting of a first factor for nine treatments and a second factor for the moment of application of the treatments [leaf (V3) and pre-spike (V9 - R0)].

Where it was found that the chemical treatment is much more efficient in controlling the incidence and severity of *Pyricularia grisea*, with respect to the other treatments studied, however, it was not productive; as if it were Silicon (6.3 T / ha), *Bacillus subtilis* (6.2 T / ha), Brassinosteroids (5.8 T / ha) and Biofungicide (5.8 T / ha).

Key Words: Induction of Resistance, Pathogens, Severity, Efficacy.

Tabla de contenido

Introducción	12
Problematización	13
1.1 Descripción del Problema.....	13
1.2 Justificación.....	14
1.3 Objetivos.....	16
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.3.2 <i>Objetivos Específicos:</i>	16
Marco Referencial	17
2.1 Arroz	17
2.2 <i>Pyricularia oryzae</i>	18
2.3 Regulador de Crecimiento.....	20
2.4 Bioestimulación.....	21
2.4.1 Auxinas.....	21
2.4.2 Citoquininas.....	22
2.4.3 Giberelinas.....	23
2.4.4 Algas Marinas.....	23
2.4.5 Brasinoesteroides (BR).....	24
2.4.6 Aminoácidos.....	29
2.5 Ácido Monosilícico.....	30
2.6 Fosfitos de Potasio.....	31
2.7 <i>Bacillus subtilis</i>	33
Metodología	35
3.1 Tipo de Investigación.....	35
3.2 Materiales y Métodos.....	35
3.2.1 <i>Localización del Experimento</i>	35
3.2.2 <i>Manejo Agronómico</i>	35
3.2.3 <i>Insumos Utilizados en los Tratamientos</i>	37
3.2.4 <i>Diseño Experimental</i>	38
3.2.5 <i>VARIABLES a Medir</i>	40
3.2.6 <i>Análisis estadístico</i>	42
Análisis de Resultados y Discusión	43
4.1 Severidad del ataque de <i>Pyricularia grisea</i> medida en Hoja de los tratamientos aplicación en estado fisiológico Hoja en V3.....	43
4.2 Eficacia de los tratamientos en el control de <i>Pyricularia grisea</i> en Hoja con aplicación en Hoja (V3)	47
4.3 Análisis de la incidencia de <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula.....	51
4.4 Análisis de la severidad de <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula.....	54
4.5 Análisis de la eficacia de los tratamientos contra <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula con aplicación de los Tratamientos en Hoja (V3) y Pre-Espiga (V9R0).....	57
4.6 Componentes de Productividad.....	59
4.6.1 Análisis de varianzas para los componentes de la calidad en Molinería.....	59
4.7 Análisis Costo Beneficio.....	66
Conclusiones	68
Recomendaciones	71

Bibliografía72

Índice de Tablas

Tabla 1. Línea de Tiempo del Cultivo Parte 1.	36
Tabla 2. Línea de Tiempo del Cultivo Parte 2.	36
Tabla 3. Tratamientos del Experimento.	39
Tabla 4. Escala Intensidad en Panícula de <i>Pyricularia grisea</i>	40
Tabla 5. Estadística descriptiva para la variable severidad en cada evaluación realizada y para cada tratamiento.	43
Tabla 6. Contrastes multivariados	45
Tabla 7. Prueba de esféricidad, para la variable severidad.	45
Tabla 8. Prueba de efectos intra-sujetos para la variable severidad.	46
Tabla 9. Prueba de contrastes intra-sujetos para la variable severidad.	46
Tabla 10. Comparación de la afección en los días evaluados.	47
Tabla 11. Eficacia obtenida por los tratamientos aplicados en estado fisiológico Hoja V3 y evaluada en la Hoja.	48
Tabla 12. Análisis de varianza para eficacia.	48
Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan	49
Tabla 14. Análisis de la incidencia de <i>Pyricularia grisea</i> en estado fenológico de espiga, en la Aplicación de los tratamientos en Hoja V3 y Pre-Espiga V9R0.	52
Tabla 15. Análisis de la severidad de <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula y eficacia de Aplicación; de los tratamientos en Hoja (V3) Pre-Espiga (V9R0).	54
Tabla 16. Comparación de la eficacia de los tratamientos aplicados en etapa Hoja (V3) y Pre-espiga (V9R0), evaluados en Panícula.	57
Tabla 17. Comparación de medias para el factor Aplicación.	60
Tabla 18. Prueba de comparación de medias según la prueba de Duncan 95% de confianza para la variable humedad final y rendimiento en molino.	60
Tabla 19. Comparación de medias para el factor aplicación.	62
Tabla 20. Análisis de varianza para los componentes de producción Parte. 1	62
Tabla 21. Análisis de varianza para los componentes de producción Parte. 2	63
Tabla 22. Comparación de medias para el factor Aplicación.	65
Tabla 23. Relación costo Beneficio.	66

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Plano de Distribución de tratamientos en Campo.</i>	39
Figura 2. <i>Medición Severidad en estado fenológico de hoja.</i>	40

Índice de Gráficas

Grafica 1. Severidad en cada tratamiento en las evaluaciones realizadas. _____	44
Gráfica 2. Comparación de la eficacia entre tratamientos. _____	49
Gráfica 3. Eficacia calculada entre la evaluación 1 y la evaluación 2 y entre la evaluación 1 y la evaluación 3. _____	50
Grafica 4. Comparación de incidencia de enfermedad en panícula por cada aplicación de tratamientos. _____	52
Grafica 5. Incidencia de <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula con Aplicación de los tratamientos en Hoja (V3). _____	53
Grafica 6. Incidencia de <i>Pyricularia grisea</i> en Panícula con Aplicación de los tratamientos en Pre-Espiga (V9R0). _____	54
Grafica 7. Comparación de Severidad de enfermedad en panícula por cada aplicación de tratamientos. _____	55
Grafica 8. Diferencias estadísticas encontradas entre los tratamientos aplicados en Hoja (V3) respecto a la severidad en Panícula. _____	56
Grafica 9. Diferencias estadísticas encontradas entre los tratamientos aplicados en Pre-espiga (V9R0) respecto a la severidad en Panícula. _____	56
Gráfica 10. Comparación de la eficacia de los tratamientos aplicados en etapa Hoja (V3) y Pre-espiga (V9R0), evaluados en Panícula. _____	57
Grafica 11. Porcentaje de humedad final en los tratamientos evaluados. _____	61
Grafica 12. Rendimiento de Molino en los tratamientos evaluados. _____	61
Gráfica 13. Rendimiento Ton/ha _____	64
Gráfica 14. Costo Beneficio _____	67

Introducción

Uno de los principales cultivos en el mundo según (Chang; 2008) es el arroz que se cultiva en 113 países, el cual proporciona el 27% de suministro de energía alimentaria y el 20% de la ingesta de proteínas de la dieta del mundo en desarrollo.

Frente a dicha importancia de este cultivo se hace necesaria la investigación en todo lo referente a él y para este caso la principal enfermedad que lo aqueja ha sido estudiada en múltiples ocasiones para encontrarle soluciones a su manejo desde lo genético, lo químico y lo biológico.

Frente a lo anterior, podemos encontrar múltiples agentes patógenos que pueden disminuir la producción del arroz e inclusive si no se realiza un manejo adecuado se podrían generar pérdidas totales.

Entre los patógenos más agresivos para el cultivo del arroz encontramos el hongo *Pyricularia grisea*, estado asexual del ascomiceto *Magnaporthe oryzae*, agente causal de la *Pyricularia*, añublo o quemazón del arroz, (Prado,2016) cita a (Valent, 1997; Dai *et al.*, 2010), en donde realiza sus primeras apariciones cuando la planta empieza a tener sus primeras tres hojas, luego siendo más agresivo cuando la planta genera su panícula.

Respecto a lo anterior, La Organización para la Agricultura y la Alimentación estimó que el daño anual causado por la *Pyricularia* es aproximadamente 0,7 a 17,5 por ciento de los rendimientos mundiales de arroz, equivalente a la cantidad de suministro de alimentos para 60 millones de personas en un año. (Nguyen, et al, 2019), es por ello; que se hace necesaria la investigación permanente para la mitigación de los daños causados por el patógeno mencionado.

Problematización

1.1 Descripción del Problema.

Los tratamientos mayormente utilizados para el manejo de la enfermedad conocida como *Pyricularia* es la aplicación exógena de agroquímicos; En plantas infestadas, las lesiones pueden ser muy grandes, de hasta 1,5 cm de longitud, y la infestación generalmente se manifiesta en forma de hojas secas. Para tratar la enfermedad, el agricultor usualmente usa pesticidas con una alta concentración de químicos dañinos (Nguyen, et al, 2019); de la misma forma, pero incorporando la parte genética, parafraseando a Pardo (2016) acerca del uso de variedades resistentes esto a través de la biotecnología y desarrollo genético en donde el cultivo pueda soportar una infestación determinada, no obstante también sugiere el control químico, para combatir la enfermedad.

Sin embargo, las aplicaciones de agroquímicos están siendo una problemática para la salud humana esto debido a la alta toxicidad de los componentes de síntesis química, que podrían ser contraproducentes a nivel respiratorio, problemas en la piel e inclusive de ingestión bien sea por parte de aplicadores o de consumidores a través de trazas de producto por no respetar los días de carencia después de aplicado el producto, de esa forma; algunos agroquímicos sintéticos incluyen carcinogenicidad, teratogenicidad, toxicidad residual alta y aguda (Feng y Zeng, 2007). Es así, como el uso de estos plaguicidas en la agricultura no solamente está generando problemáticas graves para el ambiente, sino que está enfermando al ser humano.

En concordancia con lo anterior ; Los pesticidas causan una problemática de desequilibrio ecológico basado en el cambio negativo en la diversidad microbiana (Dubey 2011), esto como ejemplo de lo que hace en el ambiente, además; la problemática de la resistencia que se ha generado por parte de las plagas y enfermedades frente al uso irracional de los pesticidas.

Existe dificultades ante las grandes infestaciones de plagas que ya no son afectadas por los insecticidas que normalmente se usaban para su control, obligando al agricultor a aplicar otros insecticidas de categorías mucho más toxicológicas y por ende más contaminación y desequilibrio ecológico, alterando el equilibrio de la naturaleza y resurgimiento de poblaciones tratadas (Dubey 2011).

En este sentido La enfermedad causada por la *Pyricularia grisea* representa una problemática fundamental en el cultivo de arroz específicamente en la productividad y a su vez su metodología de control actual a través de aplicaciones de productos químicos que influyen de manera negativa en la salud del ser humano, del medio ambiente y en los costos de producción.

Es por ello que pensando en incrementar los niveles de producción de las cosechas, pero esto bajo la responsabilidad de la agricultura sostenible, bajo la óptica de la aplicación mínima de pesticidas e incrementando el manejo de productos libres de síntesis química, se propone la aplicación de productos que contenga la capacidad de generar, respuestas metabólicas que propicien la eficiencia en el desarrollo fisiológico y por ende morfológico, además que generen la capacidad de que la planta se defienda a través de sus métodos naturales; que redunde en productividad y calidad del producto agrícola respectivo.

Así se plantea el siguiente interrogante; ¿Es posible a través de la Bioestimulación del cultivo de Arroz disminuir la incidencia y severidad de *Pyricularia grisea* e incrementar la producción sin aumentar la aplicación de Agroquímicos?

1.2 Justificación.

La aplicación de productos que no contengan químicos perjudiciales al hombre y medio ambiente, en el que se compruebe su eficiencia como bioestimulante y que pueda generar la

actividad de resistencia a problemáticas bióticas y abióticas y por ende permita aumentar los niveles de productividad.

Permitiría reducir las aplicaciones de agroquímicos, lo cual tendría un impacto directo a la salud por tanto es un beneficio directo al ser humano y por otro lado, frente al costo/beneficio en términos económicos del manejo del cultivo, tendría un retorno mejor que si no se usara, es así como se encuentra también un beneficio financiero.

De esta forma es como el mundo empieza la búsqueda de productos libres de químicos con el ánimo de establecer una agricultura más sana, entre tanto; es así como se ha visto que el consumidor esta empezando a generar resistencia a uso de productos químicos generando así una gran alternativa de productos naturales (biológicos u orgánicos) en la agricultura industrial (Duke et al., 1995).” (Pretorius J.C.2011), lo cual permite avanzar a la humanidad en dar el salto de una agricultura más limpia en pro del medio ambiente y de una alimentación mas sana.

Adicionalmente, logrando los resultados propuestos; se propondría seguir evaluando lo cual permitiría establecer un programa de manejo del cultivo de arroz que conlleve a sanidad y productividad en este mercado competitivo.

Por último, se puede encontrar a través de la bioestimulación una herramienta para disminuir aplicaciones químicas, siempre bajo el seguimiento técnico, en la que se dé un punto de partida para girar de los manejos químicos a los orgánicos-biológicos que conlleven a la sanidad integral, que represente a su vez aumento de producciones que a la postre es el interés de los agricultores inversionistas.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de la bioestimulación sobre la Incidencia y Severidad de *Pyricularia grisea* y en los componentes de Rendimiento en el cultivo de Arroz.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- Observar efectos de la bioestimulación en la severidad del ataque de *Pyricularia grisea* en el área foliar y en la incidencia y severidad en panícula.
- Cuantificar en los diferentes tratamientos, Índice de Pilada, cantidad de Grano Partido, Rendimiento Molinería, Integral, Yesado y Centro Blanco.
- Cuantificar el comportamiento de los componentes de productividad a saber: Porcentaje de Vaneamiento, Peso de 1.000 granos, Rendimiento Kg/Ha.
- Medir la relación Costo Beneficio frente a la utilización de los tratamientos Bioestimulantes.

Marco Referencial

2.1 Arroz

La taxonomía del arroz según Degiovanni et al.; (2010) citando a Angladette, (1969); González, (1985); Porter, (1959) es representada por ser una Fanerógama, tipo espermatofita, subtipo angiospermo, Clase Monocotiledónea, orden Glumiflora, Familia Gramínea, Subfamilia Panicoideas, Tribu Orizae, Subtribu Orizineas, Género Oriza.

Por otro lado, el arroz es una gramínea anual se destacan los tallos (en forma cilíndrica con nudos y entrenudos), las hojas de lámina plana y angosta, unidas al tallo mediante vainas, y la inflorescencia en panícula. La planta puede medir desde 0.4 m (variedad enana) hasta 7 m (variedad flotante). (Degiovanni et al.; 2010). Sin embargo en Colombia no contamos con variedades tan altas, por lo que algunas alcanzan a medir 1,5 metros.

Adicionalmente el mismo autor; Degiovanni et al.; (2010), menciona que este cultivo emite dos clases de raíz: Seminales y Adventicias claramente las seminales se refiere a raíces jóvenes con poca profundidad y ligeramente delgadas que posteriormente son reemplazadas por las segundas que son mucho más fuertes con anclaje suficiente vigoroso para sostener la arquitectura de la plantas.

Por otra parte, Las flores de la planta de arroz se encuentran en conjunto específicamente en una inflorescencia acumulada y determinada como panícula. (Degiovanni et al.; 2010), En esta panícula se generan diversas bifurcaciones que contendrán las flores que posteriormente generarían los granos de arroz como producto agrícola definitivo.

En trabajo realizado por Maqueira et al.; (2018) con 4 variedades de arroz en Cuba; pudo comprobar que la fase vegetativa superó los 60 días. La fase reproductiva, como media de los cultivares en cada fecha de siembra, nunca fue menor de 24 días y no sobrepasó los 44 días. La

fase de maduración para todos los cultivares y fechas de siembra, tuvo una duración entre 23 y 38 días. Del mismo modo, en Colombia se cuenta con similares tiempos en estados fenológicos, por ejemplo la variedad fedearroz 68 tiene una cosecha promedio de 113 días. (Rodríguez, 2015), como también existen variedades precoces que disminuyen notoriamente esos términos para ciclos productivos totales de hasta 90 días.

2.2 Pyricularia oryzae

Es la enfermedad de mayor importancia en el cultivo del arroz y es normalmente conocida como el Añublo del arroz, la cual es causada por el hongo “*Magnaporthe grisea* (teleomorfo, *Pyricularia grisea* (Sacc.), anamorfo, sin. *Pyricularia oryzae*)” (Ebbolle, 2008 en Pardo, 2016).

Entre tanto; es una enfermedad que se presenta cuando la planta cuenta con tres hojas en adelante y debe ser tratada con los primeros síntomas para evitar que se propague de forma agresiva y sea más difícil su control, sobre todo teniendo en cuenta que la vida o ciclo del hongo *Pyricularia grisea* se puede identificar, básicamente, en tres fases: conidiogénesis, dispersión e infección. Dentro de la fase de infección se puede observar: La germinación, formación del apresorio, penetración, colonización y desarrollo de síntomas. (Livore, s.f)

Las zonas tropicales permiten mejor el desarrollo debido a las condiciones agroclimáticas puesto que encuentran la temperatura óptima para su establecimiento, es así como en las mañanas de las zonas orientales como Casanare y Meta con temperaturas promedios de 25 a 28° C, se generan las condiciones para su establecimiento y luego con la elevación de la temperatura a medida que el día avanza, el desarrollo micelial se agudiza.

Esto último asociado a condiciones de humedades relativas iguales o que superen al 90%. (Siurana, Sempere y Rosello 2005), el hongo encuentra todo dispuesto para infectar la planta y suministrar las fitotoxinas necesarias para su establecimiento.

En los primeros estados de la planta el hongo *Pyricularia grisea* produce unas lesiones específicamente en las hojas, en el entendido en que la enfermedad se puede observar por lo general sobre los 35 días de la siembra, incidiendo negativamente de forma directa en el macollamiento activo, pero con tendencia a disminuir su agresividad en la fase de cambio de primordio y nuevamente atacando con severidad en la paniculación (Minagri, 2006), allí en estado de la planta con tres hojas el hongo inicia con puntos apenas perceptibles y posteriormente generando unas manchas con figura de rombo y halo amarillo que van creciendo y uniéndose entre varias, de tal forma que cubren toda la hoja, produciendo quemazón total y muerte de la misma.

Otro momento clave de ataque de esta enfermedad es en el inicio de la generación de panícula, En ataques tardíos es decir en ataques en la panícula, se produce el secado de la panoja, la cual se inicia con áreas necróticas en el nudo basal del raquis, lo que normalmente se conoce como cuello de la panícula y adicionalmente coincide con una mancha en la lígula de la misma hoja de similar o mayor extensión que en raquis. (Bastidas et al 2019), allí es mucho más agresiva y se ubica en los entrenudos de la misma (cuello de la panícula), provocando una necrotización de la zona que obstruye el paso de los carbohidratos necesarios para el llano de los granos, por lo que impacta directamente la producción en forma de vaneamiento.

Como se mencionó anteriormente el manejo químico es el método de mayor uso para su control en donde se trata de realizar rotaciones de diferentes ingredientes activos y con distintos modos de acción para mitigar la resistencia.

2.3 Regulador de Crecimiento.

Las Fitohormonas son sustancias elaboradas por las plantas en cantidades muy pequeñas y estas a su vez ayudan a realizar funciones fisiológicas importantes, de igual forma este tipo de sustancias están siendo sintetizadas en laboratorios para aplicación exógena en los cultivos y así lograr suministrar de forma No natural un componente hormonal que realicen cambios de tipo fisiológico mucho más rápidos y con mayor expresión morfológica.

El nacimiento de las fitohormonas de síntesis (elaboración Industrial), le dio paso al surgimiento del concepto de Regulador de Crecimiento, sin embargo; este ha evolucionado hasta cubrir inclusive las fitohormonas extraídas de las plantas (Naturales), es así como, Un regulador del crecimiento de las plantas es un compuesto orgánico, natural o sintético, que impacta directamente de forma benéfica o negativa en uno o más procesos fisiológicos específicos dentro de una planta (Salisbury y Ross, 1992). (Huster.2011). Es decir, que ante la necesidad de incrementar determinada parte de la planta, tal como puede ser las raíces, entonces se hacen aplicaciones de reguladores de crecimiento a base de auxinas y así la planta se enfocaría a esta determina estructura vegetal.

Es decir que el Regulador de Crecimiento hace referencia a un producto de uso agrícola sintético o natural, que tiene como ingrediente activo predominante una hormona que realizará un cambio fisiológico contundente en determinada parte de la planta, bien puede ser este cambio o efecto, el desarrollar o potencializar, o bien; disminuir o inhibir.

2.4 Bioestimulación

Diferente a lo que es un Regulador de Crecimiento que hace un efecto en una parte específica de la planta, el ingrediente activo de un Bioestimulante es una mezcla de varias sustancias estimuladoras, (hormonas en pequeñas cantidades, vitaminas, aminoácidos, entre otros) las cuales propenden por impactar de manera general a la planta, de tal forma, que se desarrolle naturalmente, pero con más eficiencia.

Es así como el bioestimulante diferente a ser un fertilizante para nutrir la planta, lo que permite es impactar de manera positiva en el funcionamiento de los diferentes procesos primarios y secundarios de la planta, con el fin de que se realicen de manera eficiente, de tal modo que la planta realice acciones óptimas de germinación, desarrollo vegetativo, floración o cuajado de frutos.

Es así como difícilmente se podría hablar de un solo elemento en un bioestimulante, puesto que varias sustancias mezcladas equilibradamente y en armonía realizan su función integral en la planta, para que su desarrollo sea eficiente pero de forma natural.

Se describen algunas sustancias que componen la bioestimulación, aclarando que, utilizadas como ingrediente activo predominante, se convierten en un regulador de crecimiento.

2.4.1. Auxinas.

Una de las primeras hormonas descubiertas y utilizadas en la agricultura son las auxinas las cuales cumplen múltiples funciones al interior de la planta, sin embargo su acción más dicente es en la generación de raíces, actuando como mensajeros que hacen el llamado para que los carbohidratos o nutrientes se desplacen hacia la zona radicular y así dicha translocación permita

el crecimiento de las raíces necesarias para tener plantas fuertes con buen anclaje y zona de absorción de minerales.

Estas hormonas son generadas en los brotes jóvenes y se trasladan hacia la zona radicular para realizar la acción antes mencionada, no obstante, también intervienen en procesos de regeneración de tejidos y crecimiento vegetativo. Además, el generador de las auxinas es el aminoácido triptófano. La auxina que más se conoce es el ácido indole acético, sin embargo se pueden encontrar otras auxinas pero de formación sintética con mayor actividad y estabilidad. Entre ellas están: ácido indole butírico (IBA), el 2,4 D (que es usado como herbicida a altas concentraciones), el ácido naftalenacético (ANA), el dicamba, el tardón o picloram y el 2,4,5 T (ácido 2,4,5 Triclorofenoxiacético). Saborío (2002),

2.4.2. Citoquininas

Estas Hormonas son claves en la división y diferenciación celular, se generan en la zona radicular y se mueven hacia la parte aérea para servir de mensajero en la translocación de carbohidratos en los nuevos brotes. Por lo que una de sus funciones principales es la generación de nuevas hojas con fines vegetativos, adicionalmente existe una fuerte influencia de estas hormonas en la organogénesis y en regulación de procesos fisiológicos, tales como la fotosíntesis debido a su injerencia en los cloroplastos.

Es así que su generación se da del compuesto adenosina monofosfato y el isopentenil pirofosfato. La zeatina es la citoquinina con mayor actividad, pero se presentan otras citoquininas naturales como la adenina, la kinetina, la hidrozatina, la dimetilaliladenina (DMAA), la metiltiozeatina y también se pueden encontrar con aquellas generadas en laboratorio de forma

sintética como la kinetina, la benziladenina (BA), la tetrahidropiranylbenziladenina (PBA) y la difenilurea. (Saborío 2002).

Es por ello que esta hormona se manifiesta en el ápice de la raíz y se mueve fácilmente a través del Xilema y Floema para mantener el equilibrio de las raíces y las plantas.

2.4.3. Giberelinas

Estas hormonas son estimulantes del crecimiento directamente relacionadas con el alargamiento celular, en donde incentivan el crecimiento de tallos y ramificaciones, adicionalmente su síntesis se produce en los brotes con gran crecimiento y en las semillas, allí en este último inciden de manera directa en la translocación de carbohidratos para el llenado de fruta o grano.

Adicionalmente Las giberelinas impactan de forma contundente los procesos de crecimiento del tallo, en la floración, en la germinación, la dormancia, la expresión sexual, la senescencia, el amarre y crecimiento de los frutos y la partenocarpia. (Saborío 2002).

Esto implica que se producen en las zonas apicales de la planta, semillas y frutos, por lo tanto, inducen su desarrollo, es decir, tienen algunas similitudes con las auxinas en los procesos biológicos que impactan.

2.4.4 Algas Marinas

Las Algas Marinas tienen un poder bioestimulante debido a que siendo un extracto, contienen múltiples sustancias que sirven de forma activa en el funcionamiento de las plantas y provocan reacciones de recuperación de gasto energético y activación de procesos metabólicos. Los

contenidos nutricionales son muy bajos porque su principal objetivo es la bioestimulación y de esta forma activar funciones claves en el mejoramiento bioquímico y morfológicos de la planta. En otras palabras, a pesar que los productos de aplicación elaborados a base de algas marinas, poseen minerales mayores; no son propiamente un fertilizante por su baja concentración en estos y más bien si dirige su accionar en la activación de enzimas claves para el mejoramiento de procesos fisiológicos.

Entre algunas características se encuentra componentes y/o moléculas que impactan la estructura vegetal, catalizan procesos biológicos, transportan sustancias de forma eficiente, regulan o generan señales a nivel celular, prodicen defensa ante activación de enzimas de carácter de resistencia, entre otras (Teijón y Garrido, 2005) en (Gutierrez 2017).

De acuerdo a lo anterior se encuentra que parafraseando a (Subba *et al.*, 2007) en (Zermeño 2015); los componentes de las algas marinas permiten realizar acciones de retención de humedad y de nutrientes en las zonas de alcance radicular cuando es aplicado al suelo, es decir; que la acción de estos productos tiene un efecto al interior de la planta, relacionado con procesos metabólicos y al exterior frente al comportamiento del suelo.

Por ejemplo, en La aplicación del extracto de alga marina *Sargassum* spp., al suelo y vía foliar a una plantación de vid cv. Shiraz produjo un aument en el contenido de clorofila de las hojas de las plantas. (Zermeño 2015), esto último permite mejorar el proceso metabólico de la fotosíntesis.

2.4.5 Brasinoesteroides (BR)

Una de las últimas fitohormonas estudiadas en el mundo de la agronomía son los brasinoesteroides, los cual han sido objeto de evaluaciones permanentes, pero que, sin embargo; aún tiene muchos temas por profundizar; según (Khripach et al.2000) en la actualidad se

encuentran más de 40 esteroides identificados en cuanto a su estructura y funcionamiento, los cuales están relacionados directamente de origen natural y que han sido denominados brasinoesteroides (BR) bajo la modalidad de una nueva clase de hormona de la planta.

Es así como; Los brasinoesteroides (BR) determinan funciones claves en el crecimiento y desarrollo de las plantas, con efectos sobre la división celular, y otros procesos como los mencionados por (Sasse 2003) En (Nuñez 2010) respecto a la germinación de las semillas, el crecimiento, la dominancia apical, la reproducción, la senescencia y otros efectos fisiológicos.

Además con el uso de BR aplicados de forma exógena en metodología foliar se ha obtenido aumentos de productividad, el producto agrícola con mayor peso y mejor calidad, además con plantas muy resistentes a las sequías y a cualquier tipo de estrés biótico o abiótico, especialmente a los ataques de patógenos tipo hongo, golpes por aplicación de herbicidas y altas temperaturas.

Sin embargo, los esfuerzos científicos están concentrados en la forma en que estas sustancias actúan, por ejemplo, Hernandez (2016) manifiesta que;

El modo de acción está dado principalmente por un efecto sobre la biosíntesis de enzimas como una consecuencia sobre la expresión del genoma y un efecto sobre la pared y la membrana celular. Se ha demostrado que estos compuestos son capaces de influir sobre las propiedades eléctricas de la membrana, su permeabilidad, la estructura, estabilidad y actividad de las enzimas de la membrana.

Adicionalmente, Khripach et al (2000) ya había explicado su funcionamiento desde la acción en el genoma y el bajo requerimiento para dicho accionar; Los cambios inducidos por BS en crecimiento y desarrollo son los resultados de una cascada de reacciones bioquímicas, que pueden ser iniciados a través de la acción directa de BS en el genoma o por una ruta extragenética. Ambas rutas asumen la participación de un sistema de mensajeros secundarios y pueden actuar juntos. Una característica importante es la capacidad de BS para actuar en

extremadamente bajas concentraciones. Una confirmación indirecta de este fenómeno es la baja concentración de BS en las plantas. Una típica cantidad de BS en aplicaciones agrícolas es de entre 5 y 50 mg por hectárea para cultivar plantas.

El accionar de los BS está dirigido a la activación de diferentes enzimas que conllevan a desarrollos fisiológicos, que a la postre según Clouse (1998), genera cambios en elongación, flexión, división celular, desarrollo reproductivo y vascular, polarización de la membrana y bombeo de protones, y modulación del estrés. Los BR también interactúan con señales ambientales y pueden afectar el desarrollo de insectos y hongos.

Es decir que de alguna forma se viene estudiando algunos efectos alelopáticos en especial frente a la interacción de señales ambientales. Por otro lado, ha sido posible comprobar que el uso de BR combinado con otras hormonas puede llegar a hacer buen equipo, no obstante; previa revisión de la dosificación, Las BR desempeñan un papel significativo en el crecimiento y el desarrollo solos, así como en combinación con algunas otras hormonas, como auxinas, giberelinas, citoquininas (Domagalska et al., 2010), etileno (Manzano et al., 2011), ácido salicílico (Divi. et al., 2010) y el ácido jasmónico (Creelman y Mullet, 1997) para mejorar el metabolismo de las plantas. Los BR se han aplicado a la planta en diversas etapas, como etapa vegetativa (Vardhini y Rao., 1998), etapa de floración (Vardhini, 2013), etapa de meiosis (Saka et al., 2003), etapa de llenado de grano (Vardhini, 2012), etapa de antesis (Liu et al., 2006), etapa foliar (Vardhini et al., 2008) y también a través de varios métodos como el tratamiento de semillas (Zhang et al., 2007), método de escopeta (Hayat et al., 2010) y otros (Bajguz y Hayat, 2009); Las BR regulan la función de varios genes y afectan las vías metabólicas que contribuyen a la regulación de la división y diferenciación celular. (Faizan.2017)

Por otra parte, la importancia de los procesos metabólicos tales como la respiración están directamente relacionados con la vitalidad de la planta, tanto que tal como lo manifiesta (Pretorius.2008) que cuando se genera Un crecimiento en la tasa de respiración de un organismo inevitablemente puede direccionar a un incremento de los niveles de ATP y por lo consiguiente un estado de energía preponderante, por lo tanto; al incrementar los niveles de ATP permite que la planta responda eficientemente ante momento críticos fisiológicos como nuevos brotes, floración, cuajado, etc.

Es así como los brasinoesteroides han mostrado que permiten mejorar estos procesos fisiológicos, tal como indica Faizan (2017); en algunos pruebas de campo realizadas y muestran resultados que asignan a los BR un papel importante en la regulación de la síntesis y activación de una variedad de enzimas en el aparato fotosintético. Estableciendo el logro de la aceleración del aparato fotosintético y respiratorio, que concluye en mayor cantidad de ATP generado.

Adicionalmente, constatando la información anterior, Hüster (2011) manifiesta que el incremento de la tasa de asimilación en *Cucumis sativus* tratada con 24-epibrasinolida (aplicado foliarmente) fue acompañado por aumentos en la tasa máxima de carboxilación de rubilosa-1,5 bisfosfato carboxilasa (Rubisco), así como en la tasa máxima de rubilosa- Regeneración de 1,5-bisfosfato (RuBP).

De esta forma Yu et al., (2004) citado por Hüster (2011); concluyó que 24-epibrassinolide aumenta la capacidad de asimilación de CO₂ en el ciclo de Calvin, que se atribuyó principalmente a un aumento en la actividad inicial de Rubisco; Esto indica una eficiencia específicamente en el Ciclo de Calvin, aumentando la enzima Rubisco la cual permite captar de manera eficiente el CO₂ necesario para el desarrollo de la reacción oscura de la fotosíntesis.

Adicionalmente, Phap. Et al. (2006) demostró que el contenido total de clorofila de las hojas jóvenes de las plantas IR28 tratadas con BR se incrementó aproximadamente en un 100% en ambas condiciones (tanto de sequía como de humedad) en comparación con las plantas de control. Concluyendo mejoramiento en el aparato fotosintético, puesto que el aumento de clorofila, normalmente viene acompañado de aumento de carotenoides y por ende, eficiencia en la generación de glucosa como último resultado de la fotosíntesis, que a la postre; cuando una planta cuenta con buenos contenidos de glucosa generada; aumenta la producción de ATP (Energía).

Los BR están siendo estudiados profundamente por su capacidad de generar múltiples beneficios a las plantas, en especial por la activación de las proteínas de resistencia, especialmente mediante la activación de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR); se ha evidenciado que estos compuestos (BR), incrementan la actividad de determinados metabolitos y enzimas asociadas con los mecanismos de resistencia a enfermedades. (Nuñez.2012) esto es sumamente importante en el sentido en que la planta por naturaleza genera proteínas que permiten defenderse de ataques de patógenos, sin embargo; la reacción de esta generación es muy lenta ante los ataques, por lo que los hongos permean rápidamente las capas epidérmicas e invaden las hojas bajo el suministro de fitotoxinas que conllevan a la muerte celular; es aquí; en donde el tener la planta totalmente activa, es decir; con las proteínas de resistencia en plena producción, para la planta es mucho mas fácil soportar dichos ataques de los hongos bajo la defensa bioquímica enunciada.

Por otro lado, Hüster (2011) citando a Roth et al. (2000); en donde reporta aumento de la resistencia del tabaco, el pepino y el tomate hacia el virus (mosaico del tabaco) virus; *Sphaerotheca fuliginea* y la infección por el hongo patógeno *Botrytis cinerea* respectivamente.

La activación del estado de defensa de la planta se correlacionó con una estimulación de tres proteínas relacionadas con la patogénesis (PR), incluida la quitinasa, β -1,3-glucanasa y peroxidasa, que son marcadores moleculares de SAR.

Lo que permite concluir una influencia significativa en la activación de la SAR por parte de aplicaciones exógenas de BRs.

2.4.6 Aminoácidos

Otro gran grupo de estimulantes en la agronomía están representados por los aminoácidos; los cuales son las sustancias básicas que unidas entre sí forman las proteínas, es por esto la gran importancia de los mismos, siendo las proteínas elementos claves para el funcionamiento fisiológico de las plantas.

De esta forma Saborío (2012) manifiesta que con la estructura básica de un aminoácido se encuentra conformada por un grupo amino, un grupo carboxilo, un átomo de hidrógeno y un grupo R distintivo, unidos todos a un átomo de carbono central. Los diferentes aminoácidos se unen mediante enlaces peptídicos para formar las proteínas. Estos enlaces unen el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo amino del siguiente amino ácido.

Por ello, la aplicación exógena de aminoácidos permite entre otras cosas que la planta recupere la energía gastada por acción de estrés u intoxicación, claramente la planta para poder defenderse de estos impases, realiza un desgaste energético que impacta definitivamente en el crecimiento vegetativo y en consecuencia reproductivo.

En concordancia a lo anterior, Cerdan., (2009) cita algunos autores como (Mani y Bertucci, 1999; Heuer, 2003) en donde comprueban la eficiencia de los aminoácidos en aplicaciones exógenas en cultivos, respecto a la capacidad de los aminoácidos para incrementar la producción de los cultivos, y de qué forma está asociada a su efecto bioestimulante en plantas desarrolladas

bajo diferentes condiciones de estrés tanto biótico como abiótico. Entre otras cosas que pueden ayudar las aplicaciones de los Aminoácidos con respecto al transporte de los minerales por su acción complejante, así permite una translocación más eficiente del mineral que se desee complejar, contribuyendo a la mejoría en la nutrición.

2.5 Ácido Monosilícico

El silicio es un mineral que aún no se considera como esencial para la vida de las plantas, aunque viene tomando protagonismo en los últimos tiempos por su enorme potencial como protector mecánico en las aplicaciones foliares, haciendo que las células fortalezcan su membrana celular como una especie de escudo mecánico frente a los ataques de plagas y enfermedades.

Sin embargo, no todo producto que contiene Silicio para aplicación exógena a las plantas es eficiente, esto porque es necesario que dicho mineral se encuentre de una forma molecular ideal para que la planta lo absorba y así poder realizar sus funciones adecuadamente, por ello se ha comprobado que el silicio es absorbido por las plantas bajo la forma de ácido monosilícico” (Yoshida., 1975); de esta forma se puede ver la importancia en que el suministro del elemento Silicio este bajo dicha molécula; que a la postre se manifiesta con múltiples beneficios.

Así contando con aplicaciones foliar o al suelo con Silicio en forma molecular a saber, ácido monosilícico, es como una medida profiláctica que puede reducir y prevenir pérdidas contra muchos patógenos y, por lo tanto, limitar la dependencia de los fungicidas. (Cherif et al., 1994), en tal sentido se ha demostrado que hay posibilidad de reducir aplicaciones de pesticidas cuando se ha utilizado el Silicio (Si) en aplicaciones exógenas.

Lo propio menciona Luyckx (2017) citando a Remus-Borel et al., (2005), frente a la forma en que la actividad bioquímica o molecular es inducida o reforzada por Si permitiendo que la planta mejore la resistencia a estrés biótico e incluyen compuestos defensivos tales como fenólicos, fitoalexinas y momilactonas.

Esto último se reafirma en investigación de (Dannof; 2005) en el cultivo de arroz en donde concluye que el Si podría actuar como un modulador para amplificar positivamente la (s) respuesta (s) de defensa del cultivo, y esto podría ser a través de la síntesis de compuestos antifúngicos después de que la hifa de *M. grisea* ingrese a la célula epidérmica. Es así, como el Silicio no solamente puede servir de barrera ante la llegada de patógenos sino que incentiva a que diferentes metabolitos secundarios se activen y generen respuestas de autodefensa natural, por ejemplo una respuesta a esto es la formación de tricomas.

Sin embargo, no solamente el Si podría ser benéfico en cuando a la resistencia de enfermedades sino también respecto a algunas plagas en tanto que, Luyckx (2017) cita a (Massey y Hartley; 2009), respecto a que el uso de silicio aumenta la abrasividad de los tejidos de las plantas y por lo tanto reduce la palatabilidad y digestibilidad de los herbívoros.

2.6 Fosfitos de Potasio

El fosfito de potasio es una molécula que se viene sintetizando en productos comerciales para aplicaciones foliares y al suelo, con fines de bioestimulación y no como nutriente de Potasio o Fósforo, esto debido a que su composición molecular no permite ser absorbido como mineral así, lo determinó (Iovatto, 2006), en su investigación que concluye con que el fosfito es más soluble que el fosfato, lo que hace que la absorción de hojas y raíces sea más eficiente, por lo que las

altas concentraciones pueden ser tóxicas para las plantas; entre tanto su función (el fosfato vs fosfito) es diferente al interior de la planta.

Por tanto el uso del fosfito esta siendo dirigido a la activación de las proteínas de resistencia que implican una defensa específica a diferentes hongos, el mismo autor continúa mostrando que el fosfito en las raíces inhibe directamente a los hongos *Phytophthora* y también estimula los mecanismos de defensa del patógeno en las plantas. Con ello, las plantas tienden a estar sanas si el uso desmedido de fungicidas para el control de enfermedades limitantes.

Así las aplicaciones de fosfitos al suelo han permitido controlar hongos que afectan las raíces de plantas, principalmente frutales y de igual forma aplicado foliarmente, permite mantener la planta mas activa ante cualquier ataque de enfermedades de la hoja, e inclusive en muchas ocasiones los agricultores aplican esta clase de productos de forma inyectada, para que el producto sea conducido directamente por los ases vasculares y transporte en el menor tiempo posible.

De acuerdo a lo anterior se ha demostrado que “los compuestos de fosfito han sido reconocidos como excelentes fungicidas para controlar muchas enfermedades importantes de las plantas causadas por Oomycetes, particularmente *Phytophthora* sp.” (Fenn y Coffey 1984 Fenn,; Foster y col. 1998; Grant et al. 1992; Invitado y Grant 199; Guest y col. 1995; Jackson y col. 2000; Jee y col. 2002; Smillie y col. 1989; citados en Thao 2009)

Sin embargo, no se consideran fertilizantes de P (fósforo) porque un estudio temprano que examinó diferentes compuestos de P por MacIntire et al. (1950) concluyeron que los compuestos de fosfitos eran una fuente muy pobre de P para los cultivos. (Thao 2009)

Los efectos fungicidas de fosfito pueden actuar directamente sobre el patógeno fúngico y / o indirectamente a través de la estimulación de la respuesta de defensa de la planta contra los patógenos, (Jackson et al.; Smillie et al. 1989) citados en Thao (2009).

Por otro lado, Daniel y Guest [2006] indican que los fosfitos de potasio logran inducir una respuesta de defensa en la planta ante la invasión del hongo por medio de un aumento de la actividad citoplasmática dentro de la célula vegetal; (Cortés, 2018), esto ratificando la activación de proteínas de resistencia, puesto que es allí en el citoplasma en donde se sintetizan.

Por su parte, Jackson et al. [2000] al inocular *Phytophthora sp* a plántulas de *Eucalyptus marginata*, determinaron que cuando las plantas son tratadas con fosfitos se elevó la concentración de enzimas involucradas en la defensa, específicamente fenil amoniacasa (PAL), Coenzima A-4 Ligasa (4-CL) y compuestos fenólicos; (Cortés, 2018). Estos metabolitos activados implican una planta vigorosa y con defensas listas a contrarestar o soportar ataques patógenos.

2.7 Bacillus subtilis

Algunos géneros de bacterias también han demostrado ser bioestimulantes y por ello han venido siendo usados en las prácticas agrícolas bajo la filosofía de la agricultura sostenible, buscando disminuir las aplicaciones de pesticidas en el tratamiento de algunas enfermedades, de esta forma estudios de (Ariza y Sánchez 2015) han comprobado que Bacterias Gram positivas como *B. subtilis*, han demostrado ser un excelente agente de tipo biológico, sus componentes logran generar una amplia gama de péptidos, metabolitos de tipo secundario con actividad antifúngica.

Un agente de biocontrol es el *Bacillus subtilis*, bacteria Gram positiva que produce una gran cantidad de lipopeptidos, metabolitos primarios o secundarios, con amplio espectro antibiótico. Dichos metabolitos son supresores efectivos de algunos patógenos de plantas incluyendo; especies de *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Septoria*, y *Verticillium* (Naorska, 2007 citado por Ariza y Sánchez 2015).

De acuerdo a lo anterior, su uso en los cultivos permiten catalizar el proceso metabólico de síntesis de proteínas de resistencia, tanto así que dicha activación activa una respuesta de defensa y disminución de la infestación de distintos hongos patógenos, entre las distintas moléculas generadas son:

La enzima de defensa antioxidante SOD, POD, PPO, PAL, (Superoxide dismutase, Peroxidase, Polyphenol oxidase, Phenylalanin ammonia-lyase) que actúa como primera línea de defensa contra los patógenos de las plantas, fue provocada por el antagonista *Bacillus* spp. Las cepas probadas aumentaron la actividad enzimática en las hojas y raíces de tres variedades de arroz probadas, a saber: basmati super, basmati-515, basmati-385 cultivadas en soluciones hidropónicas, así como en el suelo. (Rais et al 2017)

Metodología

3.1 Tipo de Investigación

Frente al Tipo de Investigación utilizada en este estudio, se puede determinar que es Experimental cuyo objetivo según, Lerma (2009) es explicar la relación causa-efecto entre dos o más variables o fenómenos en donde se comparan los resultados del efecto.

3.2 Materiales y Métodos.

3.2.1 Localización del Experimento.

El trabajo experimental se realizó en las instalaciones de FEDEARROZ en la Vereda Santa Rosa del Municipio de Villavicencio, cuyas coordenadas estación experimental de Santa Rosa del municipio de Villavicencio, departamento del Meta; con una humedad relativa del 75% y una precipitación 2500 mm anual; a 4°01'46,4" de latitud norte, y 73°28'29.3" de longitud este; con una altura de 277 msnm.

3.2.2 Manejo Agronómico

La metodología de siembra es por medio de máquina sembradora con una densidad de 100 kg/ha de semilla, cuya variedad fue Fedearroz 68, la cual contenía un tratamiento de semilla con el producto comercial ANCLA. La Siembra fue el 30 de abril de 2019. Las **Tablas 1 y 2.** Describen el manejo realizado al respectivo cultivo.

Tabla 1. Línea de Tiempo del Cultivo Parte 1.

Inicio de Ensayo	30- Abril	4- Mayo	6- Mayo	20 Mayo	21 Mayo	22- Mayo	4 Junio
Manejo Agronómico del Cultivo.	Pre-abono:50Kg/ha DAP	Siembra	Emergencia	Fertilización:	Control	Aplicación de Tratamientos en parcelas de Hoja.	Aplicación a todo el Cultivo: Kazugamicin a 1,5 Lt/ha + Carbendazim 600 cc/ha
				Glifosato 5 Lt/ha+Penoxulam150 cc/ha + Fipronil 300 cc/ha+coadyuvante Alcohol 300 cc/ha	Urea 50 Kg/ha+DAP 50 Kg/ha+KCL 50 Kg/ha+Kieserita 50 Kl/ha+cobre-Boro-Zinc 20 Kg/ha		
						En Parcelas de Espigas se aplicó: Kazugamicin a 1,5 Lt/ha + Cobrethane 2 kl/ha	

Fuente: Autor.

Tabla 2. Línea de Tiempo del Cultivo Parte 2.

4- Junio	6- Junio	25- Junio	26 Junio	15 Julio	01- Agosto	09- Agosto	21 Agosto
Segunda Fertilización: Urea 75 kl/ha + KCL 50 kl/ha	Evaluación Hoja de Aplicación en Hoja	Tercera Fertilización: Urea 50 kl/ha + KCL 50 kl/ha	Evaluación Hoja de Aplicación en Hoja	Aplicación Tratamientos en Parcelas de Espiga.	Evaluación de Espiga. Aplicaciones en Hoja y en Espiga	Evaluación de Espiga. Aplicaciones en Hoja y en Espiga	Cosecha
				En las Parcelas de Hojas se aplicó: Triciclazol.			

Fuente: Autor.

3.2.3 Insumos Utilizados en los Tratamientos.

ComCat® cuyos compuestos contenidos identificados hasta la fecha por la compañía, incluye dos brasinoesteroides 24-epi-casterone y 24-epi-secaesterone, así como otros compuestos que incluyen flavonoides, fitoesteroles y aminoácidos libres. Además, fitohormonas como auxinas (ácido indol-3-acético), giberelinas (GA3) y citoquininas (6-Benzylaminopyrine, Kinetin, trans-Zeatin) fueron identificados por el productor, AgraForUm AG.

Amino Max-ONE es un producto americano cuyo fabricante garantiza que es una mezcla de L - Aminoácidos (35,6 g de Aminoácidos Libres por cada 100 g de producto) y un concentrado de algas Marinas *Ascophyllum nodosum* recién cosechadas; Contiene hormonas de crecimiento vegetal (auxinas, citoquininas, giberelinas), aminoácidos, vitaminas, alginatos y micronutrientes.

Garantiza contener altos niveles de los dos aminoácidos maestros ácido glutámico y ácido aspártico. Es complementado con 4,5% de Nitrógeno soluble en Agua y 11% de Potasio Soluble en Agua.

Cibusil es un Silicio líquido con aporte del 40% de solubilidad en agua presentado como Ácido Monosilícico. De igual forma acompañado con 14% de Potasio soluble en Agua.

Fosfito de Potasio Comercial: FÓSFORO ASIMILABLE (P2O5) 385.0 g/L (Proviene del ácido fosforoso) + POTASIO SOLUBLE EN AGUA (K2O) 260.0 g/L.

Bacillus Subtilis Comercial. *Bacillus subtilis*, raza (QTS 713) 1×10^9 ufc/g 1.34%

Fertilizante Foliar a Base de Fósforo

Extracto de plantas: Fungicida botánico a base de extracto de la planta Reynoutria sp. [20% en peso equivale a 22.82% p/v].

Triciclazol: 5-methyl-1, 2,4-triazolo [3,4-b][1,3] benzothiazole, 750 g/Kg.

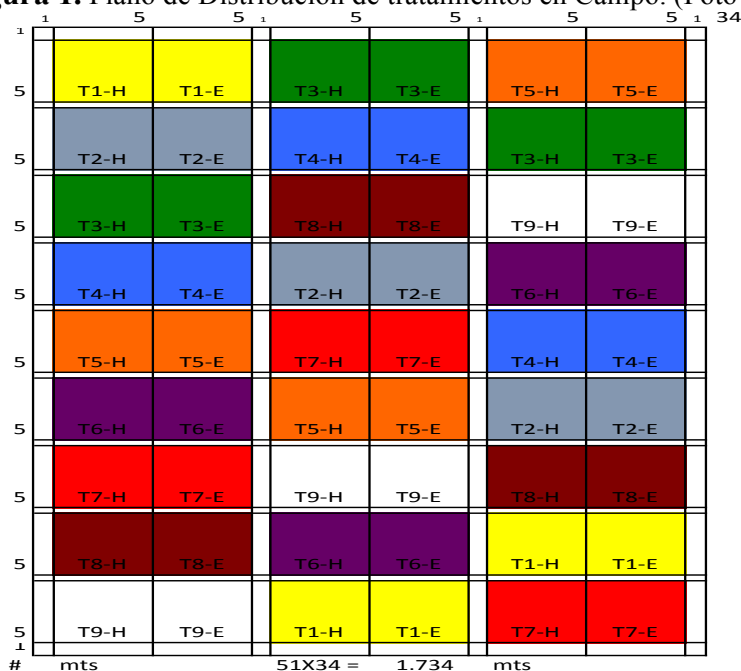
Dentro de estos productos utilizados hay tres Fungicidas; dos Biológicos (Extracto de Plantas y *Bacillus subtilis*) y uno químico (Triciclazol), hay tres bioestimulantes como (Comcat, Amino One, Fosfito de Potasio), dos Fertilizantes, uno a base de Silicio (Cibusil) y uno a base de Fosforo (Fertilizante Foliar).

3.2.4 Diseño Experimental

El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 2) conformado un primer factor por nueve tratamientos, uno de los cuales es determinado como manejo convencional (uso de químico para el control de *Pyricularia grisea*), un testigo al que se le aplica agua y siete productos diferentes como opción de sustitución al químico; con tres repeticiones y un segundo factor que corresponde al estado fenológico del cultivo [hoja (V3) y pre-espiga (V9 – R0)] en donde se realizan las aplicaciones; es decir; se eligen unas parcelas para aplicar los tratamientos propuestos en el estado fenológico Hoja (V3) a los 22 días después de la siembra (la llamaremos Aplicación en Hoja) y en otras parcelas, se aplicarán los tratamientos en el estado fenológico Pre-Espiga (V9 – R0) a los 75 días después de la siembra (la llamaremos Aplicación Pre-Espiga).

La unidad experimental consiste en un área de 25 m² (5 m x 5m) para un total de 54 unidades que corresponden a un área total de 1734 m²; **Figura 1**. En donde la mitad de unidades (27) corresponden a la “Aplicación en Hoja (V3)” (T-H) y las otras a la “Aplicación en Pre-Espiga (V9-R0)”. (T-E)

Figura 1. Plano de Distribución de tratamientos en Campo. (Foto en Anexo).



Fuente: Autor.

Por otro lado, la **Tabla 3.** Muestra los tratamientos utilizados de manera Foliar, aplicados con un coadyuvante en 200 Litros de agua/ha. En donde, en las Parcelas de Hoja (T-H), (parcelas en donde se aplican los tratamientos en V3), se aplicaron los tratamientos el 22 de Mayo y ese mismo día se aplicó una manejo químico con Cobrethane y Kazugamicina a las parcelas de Pre-Espiga (T-E), (parcelas en donde se aplican los tratamientos en V9-R0); mientras que el 5 Julio en las parcelas (T-H) se aplicó el tratamiento químico con Triciclazol, en las parcelas (T-E) fueron aplicados los tratamientos propuestos.

Tabla 3. Tratamientos del Experimento.

Tratamiento	Descripción	Dosis	Estado Hoja 22 - Mayo	Estado Espiga 5 - Julio
T1	Triciclazol	300gr/ha		
T2	Aminoacidos	100 gr/ha		
T3	Comcat	100 gr/ha		
T4	Cibusil	500 cc/ha	Aplicación de Tratamientos en Hoja.	Aplicación de Tratamientos en Espiga. En Hoja se Aplica Triciclazol
T5	Biofungicida	1 Lt/ha	En la Espiga se aplica Cobrethane + Kazugamicina	
T6	Fosfito de Potasio	1,5 Lt/ha		
T7	Bacillus Subtillis	1 Lt/ha		
T8	Fertilizante de Fosforo	1,5 Lt/ha		
T9	Testigo			

Fuente: Autor.

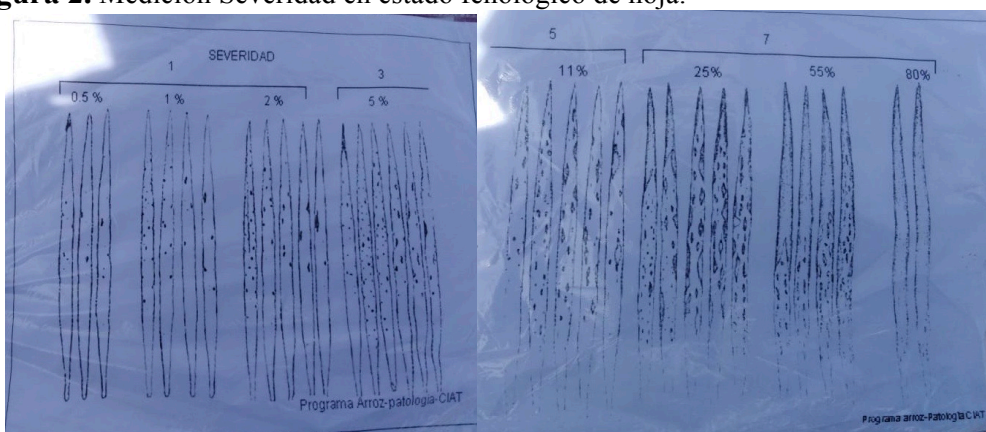
3.2.5 Variables a Medir

- **Severidad.**

Se realizaron cinco evaluaciones para medir severidad de *Pyricularia grisea*; de los cuales tres evaluaciones se hicieron en Hoja y dos evaluaciones en Panícula.

La evaluación en Hoja se realizó únicamente a las parcelas que tuvieron aplicación de los tratamientos en Hoja (T-H en V3) y la evaluación en Panícula se realizó a los Tratamientos de las aplicaciones tanto (T-H en V3) como (T-E en V9R0), esto con base en la metodología de grados de severidad manejado por el centro experimental Santa Rosa de Fedearroz en Villavicencio, según **Imágen 2 y Tabla 4.**

Figura 2. Medición Severidad en estado fenológico de hoja.



Fuente: Fotografía Autor de archivos Fedearroz

Tabla 4. Escala Intensidad en Panícula de *Pyricularia grisea*

Grado	Descripción	Valor relativo de intensidad
0	sin lesiones visibles	0
1	lesiones en unas pocas ramas secundarias y pedicelios	10
3	lesiones en varias ramas secundarias o primarias	20
5	infección parcial en el eje o base de la panícula	40
7	infección total alrededor del eje o la base de la panícula con más del 30 % de gr:	70
9	infección total alrededor de la base de la panícula o del entrenudo más alto con	100

Fuente: Sang-Won Ahn, Patólogo. Evaluación de enfermedades de Arroz. Programa de Arroz. CIAT. 1983

Bajo los parámetros del programa de Arroz CIAT 1983, y el Standard Evaluation System

(2001); la severidad de *Pyricularia grisea* en panícula se define por:

$$DI = \frac{n(3) + n(5) + n(7) + n(9)}{tn}$$

Si; *DI*:

0 – 3 *Tolerante*

4 – 6 *Moderado*

7 – 9 *Susceptible*

Para hallar la eficacia de los tratamientos, los datos se procesan bajo la Fórmula de Hendersson y Tilton (1955) citados en (ICA, s,f);

$$\text{Porcentaje de eficacia} = \left[1 - \left(\frac{Ca}{Ta} \right) * \left(\frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100$$

Ta = Infestación en parcela tratada ANTES de aplicar Tratamiento

Ca = Infestación en parcela Testigo ANTES de aplicar Tratamiento

Td = Infestación en parcela tratada DESPÚES de aplicar Tratamiento

Cd = Infestación en parcela testigo DESPÚES de aplicar Tratamiento

Por otro lado las evaluaciones de enfermedad se realizaron así:

1. Teniendo en cuenta que la primera aplicación de Tratamientos fue el 22 de mayo, se realizó una evaluación el mismo día. Hoja
2. Segunda Evaluación 6 de junio. Hoja
3. Tercera Evaluación 26 de junio. Hoja
4. La segunda aplicación de Tratamientos se realizó el 15 de Julio, por lo que la evaluación se realizó el 01 de agosto – Espiga.

5. Y la segunda evaluación de Panícula el 09 agosto.

- **Componentes de Productividad**

Se tomó una muestra en un marco de 25 x 25 cm de cada unidad experimental en donde se obtuvo:

1. Peso de los granos llenos
2. Peso de los granos vanos
3. Cantidad de granos llenos
4. Cantidad de granos vanos (Porcentaje de vaneamiento).
5. Peso de 1.000 granos al azar.
6. Rendimiento (tomado en marcos de 2 x 2 m al azar en la cosecha) en cada unidad experimental.
7. . Calidad Molinera
8. . Análisis costo beneficio.

3.2.6 Análisis estadístico.

Los datos recolectados en las diferentes variables estudiadas fueron analizados inicialmente con estadística descriptiva y luego sometidos a un análisis de varianza y análisis de varianza para medidas repetidas para aquellas variables que se evaluaron en diferentes momentos en el tiempo; los diferentes tratamientos para cada variable en estudio se compararon con la prueba de Duncan con un nivel de confianza del 95%.

Análisis de Resultados y Discusión

4.1 Severidad del ataque de *Pyricularia grisea* medida en Hoja de los tratamientos aplicación en estado fisiológico Hoja en V3.

La **tabla 5** indica los valores promedio y la desviación estándar en cada tratamiento en las dos evaluaciones realizadas, no se presentan valores para la evaluación uno ya que los valores encontrados fueron similares para todos los tratamientos.

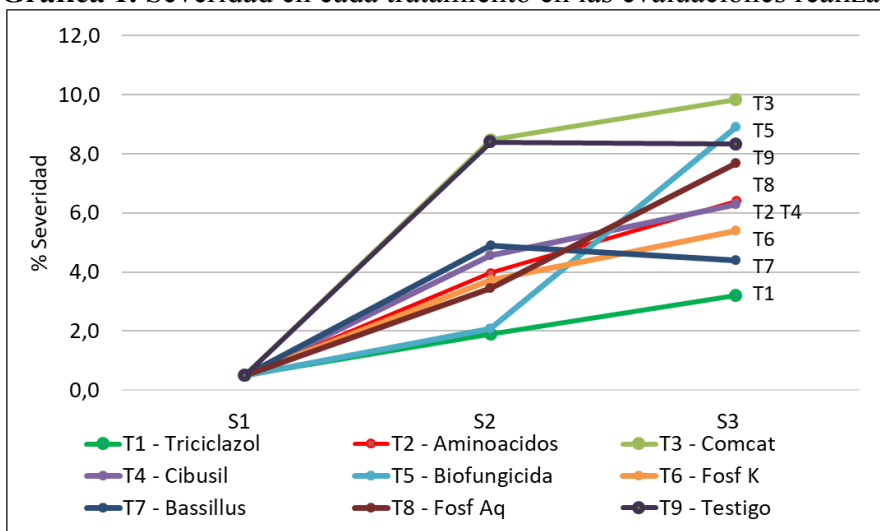
Tabla 5. Estadística descriptiva para la variable severidad en cada evaluación realizada y para cada tratamiento.

Tratamiento	Producto	N	Evaluación 2		Evaluación 3		Valor medio
			Media	Desv. típ.	Media	Desv. típ.	
T1	Triciclazol	3	1.9	1.1	3.2	0.0	2.6
T2	Amino One	3	4.0	1.8	6.4	2.0	5.2
T3	Comcat	3	8.5	6.0	9.8	9.4	9.2
T4	Cibusil	3	4.6	2.2	6.3	1.0	5.4
T5	Biofungicida	3	2.1	0.5	8.9	1.2	5.5
T6	Fosfito de K	3	3.7	3.7	5.4	0.9	4.6
T7	Bacillus	3	4.9	5.8	4.4	2.6	4.7
T8	Fertilizante P	3	3.4	2.2	7.7	1.8	5.6
T9	Testigo	3	8.4	4.0	8.3	2.3	8.4

Fuente: Autor

No se muestran valores para evaluación 1 ya que los valores obtenidos fueron similares para todos los tratamientos, indicando una severidad homogénea al inicio de la aplicación de los tratamientos.

Grafica 1. Severidad en cada tratamiento en las evaluaciones realizadas.



Fuente: Autor.

Gráficamente se puede observar que la severidad de *Pyricularia grisea* se incrementa en la segunda evaluación 15 días después de la aplicación de los tratamientos en donde la mayor severidad estuvo en el Testigo y el Tratamiento ComCat, mientras que la menor fue el tratamiento químico (Triciclazol) seguido del Biofungicida y que para la tercera evaluación 35 días después de la aplicación en algunos de los tratamientos existe una disminución tal como en el Bacillus subtilis (T7) y que por el contrario para otros tratamientos su severidad continúa avanzando, indicando que hay una interacción del efecto de los tratamientos aplicados con relación al tiempo.

Por lo anterior se realizó el análisis de varianza para medidas repetidas con la finalidad de determinar si existe el efecto o no del factor tiempo con relación al efecto ocasionado verdaderamente por los tratamientos,

Tabla 6. Contrastes multivariado

Efecto		Valor	F	Gl Hipotesis	Gl del error	Sig
Severidad (tiempo)	Traza de Pillai	0.825	40.051	2	17	0.000
	Lambda de Wilks	0.175	40.051	2	17	0.000
	Traza de Hotelling	4.712	40.051	2	17	0.000
	Raíz mayor de Roy	4.712	40.051	2	17	0.000
Severidad * Trat	Traza de Pillai	0.749	1.346	16	36	0.224
	Lambda de Wilks	0.390	1.278	16	34	0.266
	Traza de Hotelling	1.209	1.209	16	32	0.314
	Raíz mayor de Roy	0.702	1.580	8	18	0.200

Fuente: Autor a través de SPSS

La tabla anterior muestra cuatro estadísticos con un valor $< 0,05$ rechazando la hipótesis nula de igualdad de medias, evidenciando que la severidad no es igual en los tres periodos evaluados (no hay un efecto del tiempo), pero hay la posibilidad de que los tratamientos tengan un efecto en la severidad por un factor diferente al tiempo.

Tabla 7. Prueba de esfericidad, para la variable severidad.

Efecto intra-sujetos	W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Sig	Greenhouse-Geisser	Epsilon(a)	
						Huynh-Feldt	Límite inferior
Severidad	0.975	0.429	2	0.807	0.976	1	0.50

Fuente: Autor a través de SPSS

La prueba de Mauchly de esfericidad indica que hay homogeneidad de varianzas y que no es necesario ajustar los grados de libertad o utilizar otra prueba para contrastar los tratamientos ya que el valor de significancia es $> 0,05$.

Tabla 8. Prueba de efectos intra-sujetos para la variable severidad.

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig	Eta al cuadrado parcial	Potencia observada
Severidad (tiempo)	Esfericidad asumida	539.290	2.0	269.6	46.608	0.000	0.721	1.000
	Greenhouse-Geisser	539.290	2.0	276.4	46.608	0.000	0.721	1.000
	Huynh-Feldt	539.290	2.0	269.6	46.608	0.000	0.721	1.000
	Límite-inferior	539.290	1.0	539.3	46.608	0.000	0.721	1.000
Severidad * Trat	Esfericidad asumida	123.461	16.0	7.7	1.334	0.231	0.372	0.682
	Greenhouse-Geisser	123.461	15.6	7.9	1.334	0.233	0.372	0.672
	Huynh-Feldt	123.461	16.0	7.7	1.334	0.231	0.372	0.682
	Límite-inferior	123.461	8.0	15.4	1.334	0.289	0.372	0.435

Fuente: Autor a través de SPSS

Con la anterior tabla (prueba de Greenhouse – Geiser.); se corrobora que las severidades en el tiempo son diferentes rechazando la igualdad de medias por presentar un valor de significancia < a 0,05.

El Eta cuadrado parcial nos indica la relación existente entre el tiempo (evaluaciones y el cambio de la severidad con un 72% de la respuesta de la variable posiblemente se deba al paso del tiempo).

Tabla 9. Prueba de contrastes intra-sujetos para la variable severidad.

Fuente	Severidad	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig	Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad	Potencia observada
Severidad (tiempo)	Lineal	521.423	1	521.4	84.563	0.000	0.824	84.563	1.000
	Cuadrático	17.867	1	17.9	3.306	0.086	0.155	3.306	0.406
Severidad * Trat	Lineal	56.607	8	7.1	1.148	0.381	0.338	9.180	0.374
	Cuadrático	66.854	8	8.4	1.546	0.210	0.407	12.370	0.501

Fuente: Autor a través de SPSS

El aumento de la afección con relación al tiempo es de tipo lineal con una correlación del 0,82. Después de comprobar los supuestos de homogeneidad, esfericidad y normalidad de los datos se procedió a realizar las pruebas de comparación.

Tabla 10. Comparación de la afección en los días evaluados.

(i) Sev	(j) Sev	Diferencia entre medias (I-J)	Error tít.	Sig	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia	
					Límite superior	Límite inferior
0	15	-4.104	0.684	0.000	-5.909	-2.299
	20	-6.215	0.676	0.000	-7.998	-4.431
15	0	4.104	0.684	0.000	2.299	5.909
	20	-2.111	0.601	0.007	-3.697	-0.525
20	0	6.215	0.676	0.000	4.431	7.998
	15	2.111	0.601	0.007	0.525	3.697

Fuente: Autor a través de SPSS

Con la **tabla 10** podemos determinar que el aumento de la afección tiene efecto en los días evaluados; lo que es lógico que una enfermedad aumente o evolucione en el tiempo, es decir si no se aplica algún tratamiento que tenga un efecto sobre esta enfermedad se va a tener mayor afección (severidad).

4.2 Eficacia de los tratamientos en el control de *Pyricularia grisea* en Hoja con aplicación en Hoja (V3)

Se procedió a determinar la eficacia de los tratamientos entre las evaluaciones realizadas; **tabla 11** y posteriormente el análisis de varianza, **tabla 12**, la cual indica que en la evaluación 3 es decir a los 35 días después de la aplicación alguno de los tratamientos es diferente.

Tabla 11. Eficacia obtenida por los tratamientos aplicados en estado fisiológico Hoja V3 y evaluada en la Hoja.

<i>Eficacia</i>			
Tratamiento	Producto	Eval 1 y Eval 2	Eval 1 y Eval 3
T1	Triciclazol	77.4	61.6
T2	Amino One	52.8	23.2
T3	Comcat	0.0	0.0
T4	Cibusil	45.6	24.4
T5	Biofungicida	75.4	0.0
T6	Fosfito de K	55.6	35.2
T7	Bacillus	41.7	47.2
T8	Fertilizante P	59.1	8.0
T9	Testigo	0.0	0.0

Fuente: Autor

Tabla 12. Análisis de varianza para eficacia.

Días después de la aplicación		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
15 días	Inter-grupos	9862.3	8	1232.8	1.401	0.262
	Intra-grupos	15838.0	18	879.9		
	Total	25700.3	26			
35 días	Inter-grupos	8528.6	8	1066.1	3.077	0.023
	Intra-grupos	6236.3	18	346.5		
	Total	14764.9	26			

Fuente: Autor a través de SPSS

El análisis mostro que solo existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos aplicados, en la segunda evaluación es decir; a los 35 días después de la aplicación en estado fenológico hoja (V3).

En este sentido se realiza la prueba de varianza de Duncan según **Tabla 13.**

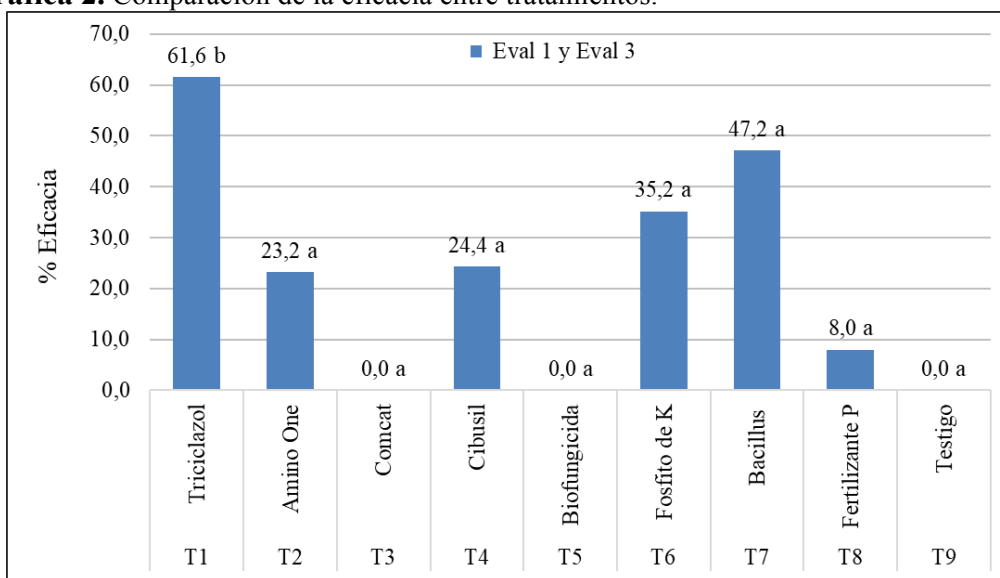
Tabla 13. Prueba de comparaciones múltiples de Duncan

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = .05	
		1	2
Comcat	3	-18.0	
Biofungicida	3	-6.8	
Testigo	3	0.0	
Fosf Aq	3	8.0	
Aminoacidos	3	23.2	
Cibusil	3	24.4	
Fosf K	3	35.2	
Bassillus	3	47.2	
Triciclazol	3		61.6
	Sig.	0.070	0.084

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

Fuente: Autor a través de SPSS

Gráfica 2. Comparación de la eficacia entre tratamientos.

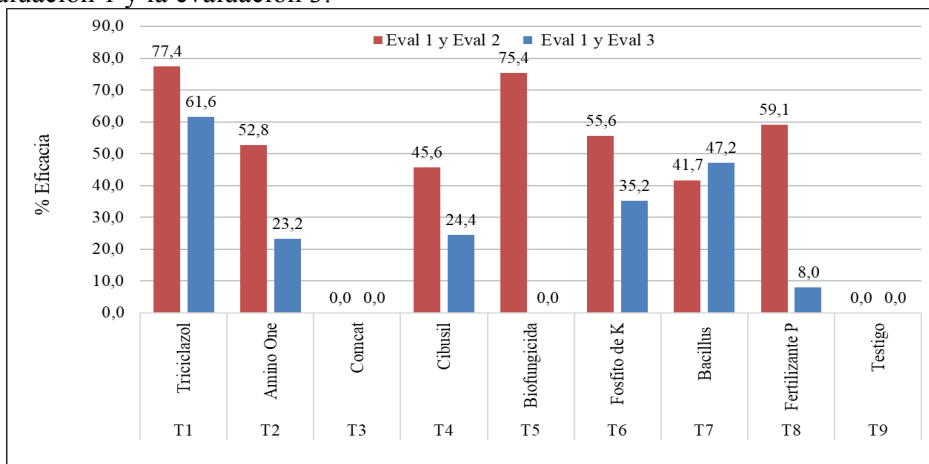


Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Autor

Lo anterior permite conocer que si se analizan las aplicaciones foliares y la medición de la eficiencia de los tratamientos 35 días después de la aplicación, el Tratamiento químico es significativamente diferente a los demás tratamientos. Por lo que no solamente tiene mejor control sino mayor residualidad a los productos con los que se compara.

Gráfica 3. %Eficacia de cada tratamiento, calculada entre la evaluación 1 y la evaluación 2 y entre la evaluación 1 y la evaluación 3.



Fuente: Autor

La **gráfica 3** muestra al Triciclazol (control Químico) como el mejor tratamiento en la primera evaluación (77,4%), teniendo una buena residualidad en la segunda evaluación con un (61,6%), siendo también el más alto de esa evaluación, mientras que el Biofungicida a pesar de tener una buena acción 15 días después de aplicado con un (75,4%), 20 días después de la primera evaluación su residualidad fue insuficiencia produciendo un nivel de severidad superior al testigo, por lo que su eficiencia fue negativa.

Lo propio ocurrió con el tratamiento con ComCat, el cual en comparación con el testigo en la primera evaluación tuvo una eficiencia mínima de 1,7% y en la segunda la enfermedad fue más severa que en el testigo. Un punto a resaltar fue el Bacillus subtilis que en la primera evaluación obtuvo un 41,7% y en la segunda subió un 47,2% lo cual hace intuir que su acción tiene un efecto lento, pero de forma incremental en el tiempo.

Lo que podría relacionarse con lo mencionado por Bettiol y Kimati (1990). “La multiplicación de *B. subtilis* en medio líquido (BD), con y sin agitación constante, libera metabolitos en concentración suficiente para inhibir completamente el crecimiento del micelio de *Pyricularia oryzae* después de un día de incubación.”

También se puede ver el resultado del Fosfito de Potasio (k) en donde se encuentra en un rango medio de control versus el mejor tratamiento, con una eficiencia interesante de 55.6% en la primera evaluación pero bajando a 35.2% en la segunda se puede decir que llegaría a hacer una alternativa de ayuda como control a *Pyricularia* pero no bajo la única responsabilidad de este, sino acompañado, puesto que tal como lo indican Guest y Grant (1991) las aplicaciones con fosfitos reducen el crecimiento de *Phytophthora* sp. e inhiben la esporulación del mismo debido a que interrumpen procesos del metabolismo del hongo como la disminución de la cadena de polifosfato y la formación de ATP, provocando de esta manera una disminución en la producción de energía y consecuentemente un retraso en la manifestación de este patógeno. Citados por (Cortés, 2018), aunque en *Phytophthora* sp. Puede funcionar bien, aún en *Pyricularia oryzae*, se queda corto.

4.3 Análisis de la incidencia de *Pyricularia grisea* en Panícula.

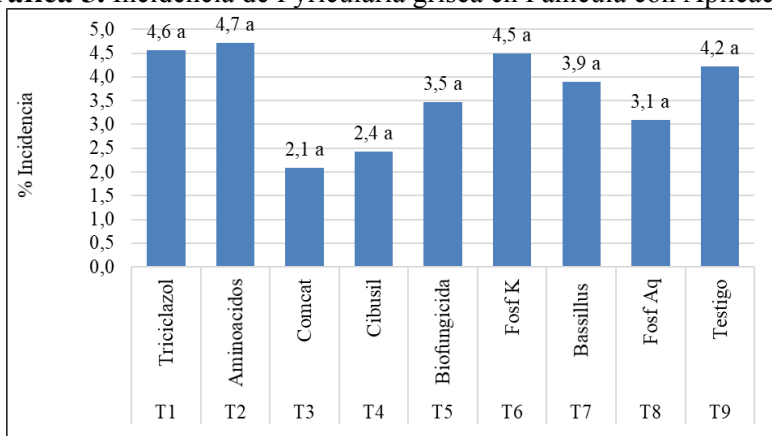
Para el análisis de incidencia y severidad de *Pyricularia grisea* en las evaluaciones realizadas en estado fenológico de Panícula, se tuvo en cuenta los factores que corresponde a la evaluación del efecto insumos agrícolas en aplicaciones en dos momentos fenológicos distintos del Arroz (aplicación en pre-espiga (V9R0) y aplicación en Hoja (V3)); por lo que se realizó un análisis independiente por cada aplicación y luego se integran la información.

Por lo cual la **Tabla 14** muestra la incidencia de *Pyricularia grisea* en el estado fenológico espiga, con las aplicaciones Foliares de los tratamientos en Hoja V3, es decir, que en la aplicación foliar que se hizo para los tratamientos que se aplicaron en el estado fenológico Pre-Espiga (V9R0), se aplicó el control convencional químico, en Hoja V3.

Se encontró que cuando los tratamientos a evaluar se aplicaron en Hoja (V3) y en Pre-Espiga (V9R0) se aplica tratamiento químico, entonces la incidencia es mucho menor que si los tratamientos se aplicaran en Pre-Espiga (V9R0) y en Hoja (V3) se aplicara tratamiento químico. Esto debido a que el mayor porcentaje de incidencia del primer caso es 7,4% correspondiente a la segunda evaluación del Tratamiento Aminoácidos T2, mientras que en el segundo caso, es decir, las aplicaciones de los tratamientos realizadas en Pre-Espiga (V9R0) tuvo como mayor incidencia 27,71% en el Tratamiento Bacillus T7.

Otro punto a resaltar es que la menor Incidencia de enfermedad en panícula en todos los tratamientos la obtuvo el Tratamiento Comcat T3 aplicado en Hoja V3, con un 0,31% en la primera evaluación y un 3,87% en la segunda, seguido por el Tratamiento del Silicio (Cibusil T4), aplicado en Hoja V3; con un 0,26% y 4,59% en la primera y segunda evaluación respectivamente.

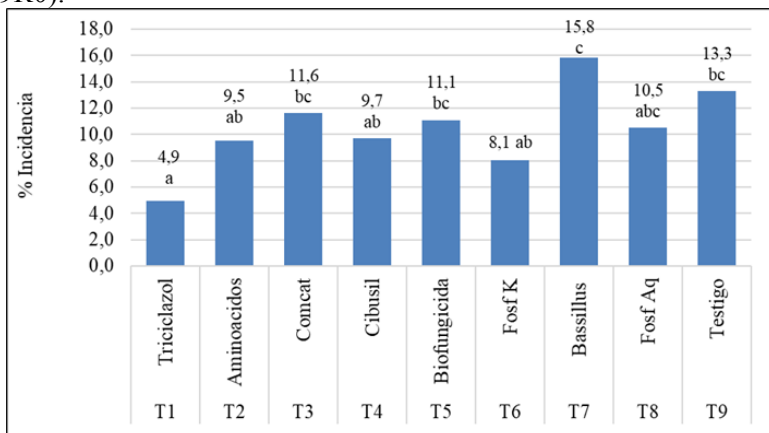
Grafica 5. Incidencia de Pyricularia grisea en Panícula con Aplicación de los tratamientos en Hoja (V3).



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

Fuente: Autor

Grafica 6. Incidencia de *Pyricularia grisea* en Panícula con Aplicación de los tratamientos en Pre-Espiga (V9R0).



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

Fuente: Autor

Las mayores incidencias con diferencias estadísticas se encontraron en los tratamientos T7 Bassillus con un valor de 15,8% seguido del tratamiento T9 Testigo con un valor de 13,3% y Comcat con una incidencia de 11,6%, el tratamiento T1 Triciclazol presento la menor incidencia con un valor de 4,9%.

4.4 Análisis de la severidad de *Pyricularia grisea* en Panícula.

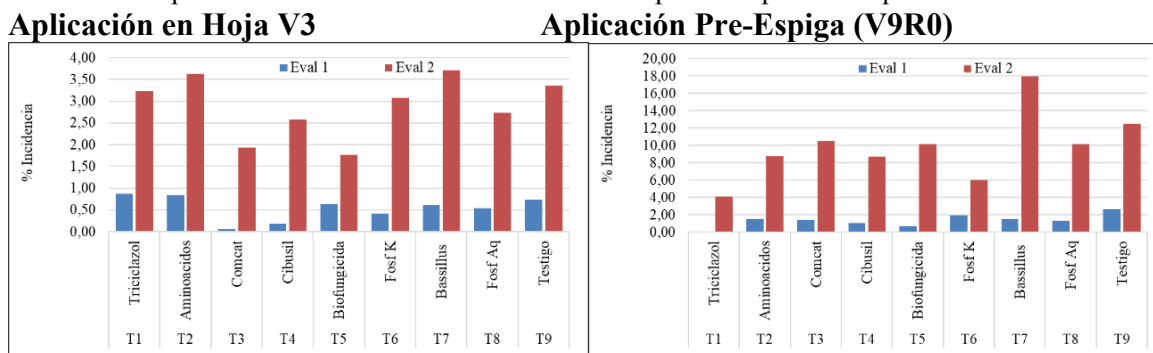
Tabla 15. Análisis de la severidad de *Pyricularia grisea* en Panícula y eficacia de Aplicación; de los tratamientos en Hoja (V3) Pre-Espiga (V9R0).

Tratamientos	Descripción	Hoja			Espiga						
		Severidad		Prom general	Eficacia		Severidad		Prom general	Eficacia	
		Eval 1	Eval 2		Sev inic y Eval 1	Sev inic y Eval 2	Eval 1	Eval 2		Sev inic y Eval 1	Sev inic y Eval 2
T1	Triciclazol	0.87	3.23	2.05	-19.2	3.7	0.11	4.08	2.1	95.8	67.4
T2	Aminoácidos	0.84	3.63	2.23	-14.4	-8.2	1.51	8.74	5.1	43.0	30.2
T3	Comcat	0.06	1.94	1.00	91.6	42.3	1.36	10.50	5.9	48.6	16.1
T4	Cibusil	0.19	2.59	1.39	74.7	22.9	1.05	8.73	4.9	60.3	30.3
T5	Biofungicida	0.63	1.77	1.20	13.5	47.2	0.69	10.18	5.4	74.0	18.7
T6	Fosf K	0.42	3.08	1.75	42.3	8.2	1.92	6.02	4.0	27.6	51.9
T7	Bassillus	0.61	3.71	2.16	17.3	-10.7	1.55	17.92	9.7	41.3	-43.2
T8	Fosf Aq	0.53	2.73	1.63	27.1	18.5	1.35	10.13	5.7	49.1	19.1
T9	Testigo	0.73	3.35	2.04	0.0	0.0	2.65	12.52	7.6	0.0	0.0
Tratamiento		0.7945			0.0004						
Evaluación coef		2.34			8.50						
Evaluación		<0,0001			<0,0001						
Tratamiento*Evaluación		0.9808			0.0041						

Fuente: Autor

El análisis de varianza mostro que no existen diferencias significativas para la severidad entre las evaluaciones en la aplicación de los tratamientos en hoja (V3); pero si cuando se evaluaron las aplicaciones en Pre-Espiga (V9R0), **tabla 15** y **gráfica 7**; además indica que existen diferencias significativas en las severidades entre las evaluaciones realizadas comparando la aplicación en Hoja (V3) con la Aplicación en Pre-Espiga (V9R0).

Grafica 7. Comparación de Severidad de enfermedad en panícula por cada aplicación de tratamientos.



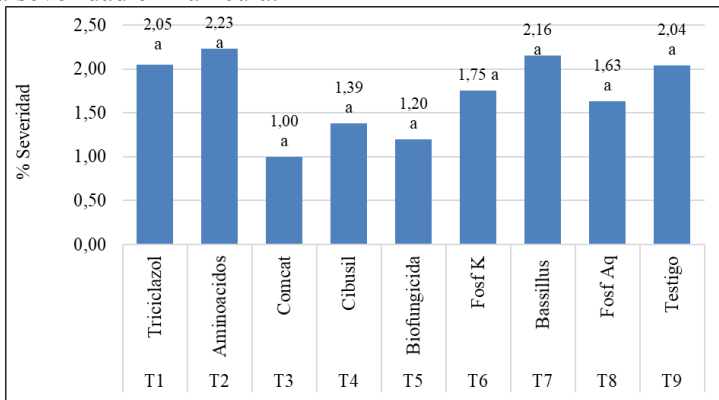
Fuente: Autor

Se encontró que cuando los tratamientos a evaluar se aplicaron en Hoja (V3) y en Pre-Espiga (V9R0) se aplica tratamiento químico, entonces la severidad es mucho menor que si los tratamientos se aplicaran en Pre-Espiga (V9R0) y en Hoja (V3) se aplicara tratamiento químico. Esto debido a que el mayor porcentaje de severidad del primer caso es 3,71 correspondiente a la segunda evaluación del Tratamiento *Bacillus* T7, mientras que en el segundo caso, es decir, las aplicaciones de los tratamientos realizadas en Pre-Espiga (V9R0) tuvo como mayor severidad 17,92 en el Tratamiento *Bacillus* T7.

Otro punto a resaltar es que la menor severidad de enfermedad en panícula en todos los tratamientos la obtuvo el Tratamiento Comcat T3 aplicado en Hoja V3, con un 0,06 en la primera evaluación y un 1,94 en la segunda, seguido por el Tratamiento Biofungicida T5, aplicado en Hoja V3; con un 0,63 y 1,77 en la primera y segunda evaluación respectivamente.

En términos generales el resultado muestra que la segunda evaluación de la aplicación en Pre-Espiga (V9R0) tiene una alta severidad respecto a las demás evaluaciones y que adicionalmente el Tratamiento *Bacillus subtilis* es el más enfermo incluso por encima del testigo, esto demuestra que los tratamientos propuestos funcionan mejor siendo aplicados foliarmente en Hoja (V3) dentro de los 30 días después de siembra (22 días para este ejercicio) y en el estado fenológico Pre-Espiga (V9R0) entre los 60 y 75 días (75 días para este ejercicio) una aplicación de control químico.

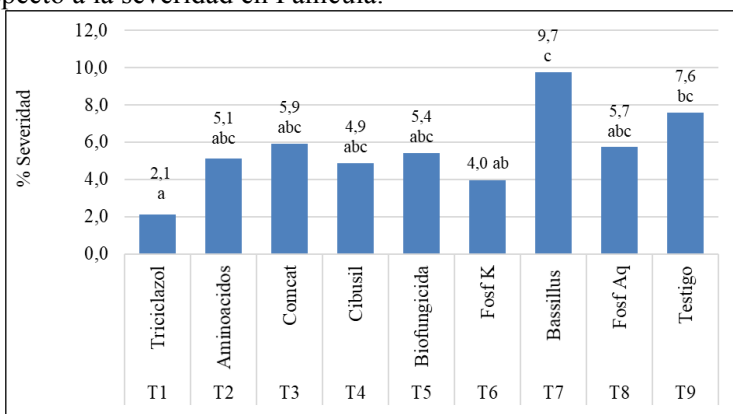
Grafica 8. Diferencias significativas encontradas entre los tratamientos aplicados en Hoja (V3) respecto a la severidad en Panícula.



Letras iguales no indican diferencias significativas.

Fuente: Autor

Grafica 9. Diferencias estadísticas encontradas entre los tratamientos aplicados en Pre-espiga (V9R0) respecto a la severidad en Panícula.



Letras iguales no indican diferencias estadísticas.

Fuente: Autor

Se observa diferencias en los valores obtenidos en la severidad de la enfermedad en panícula presentando la misma tendencia en el comportamiento de los tratamientos que en la incidencia; la menor severidad se obtuvo en el tratamiento T1 Triciclazol con 2,1% y la mayor incidencia con un valor de 9,7% para el tratamiento T7 Bassillus.

4.5. Análisis de la eficacia de los tratamientos contra *Pyricularia grisea* en Panícula con aplicación de los Tratamientos en Hoja (V3) y Pre-Espiga (V9R0).

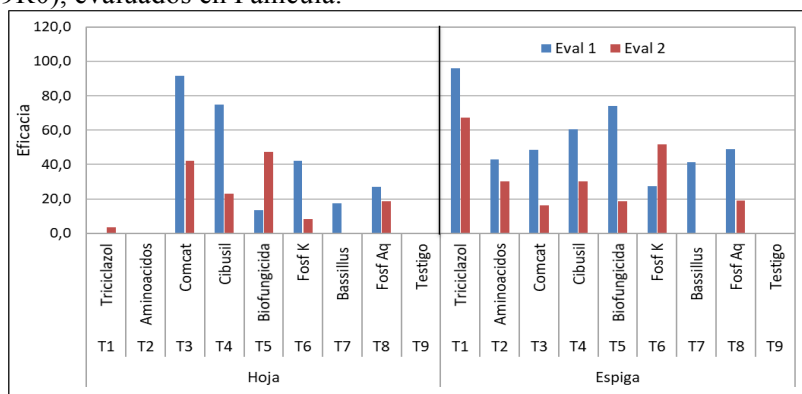
Se toma la información de la eficacia de los tratamientos evaluados para el control de *Pyricularia grisea*, en el estado fenológico espiga de todas las parcelas con la aplicación en Hoja (V3) y Pre-espiga (V9R0) se realiza una comparación entre ellas, tabla 16.

Tabla 16. Comparación de la eficacia de los tratamientos aplicados en etapa Hoja (V3) y Pre-espiga (V9R0), evaluados en Panícula.

Tratamientos	Descripción	Eficacia		Eficacia	
		Eval. 1	Eval. 2	Eval. 1	Eval. 2
T1	Triciclazol	-19.2	3.7	95.8	67.4
T2	Aminoácidos	-14.4	-8.2	43.0	30.2
T3	Comcat	91.6	42.3	48.6	16.1
T4	Cibusil	74.7	22.9	60.3	30.3
T5	Biofungicida	13.5	47.2	74.0	18.7
T6	Fosf K	42.3	8.2	27.6	51.9
T7	Bassillus	17.3	-10.7	41.3	-43.2
T8	Fosf Aq	27.1	18.5	49.1	19.1
T9	Testigo	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Autor

Gráfica 10. Comparación de la eficacia de los tratamientos aplicados en etapa Hoja (V3) y Pre-espiga (V9R0), evaluados en Panícula.



Fuente: Autor

Tal como lo muestra la información anterior el Tratamiento químico (Triciclazol) tiene un mejor control de *Pyricularia grisea*, con un 95,8% de eficacia en la primera evaluación y un 67,4% en la segunda, **Tabla 16**, teniendo una severidad en la evaluación 2 en 4,1 versus el 12,5 que marca el testigo (**Tabla 15**), esto bajo la aplicación en Pre-Espiga (V9R0).

Por otro lado, Adicionalmente, tal como paso en la evaluación en hoja, El Biofungicida en la aplicación en Pre-espiga (V9R0) tuvo una acción contundente con 74% de Eficiencia en la primera evaluación, sin embargo en la segunda evaluación bajo a 18,7% demostrando la baja residualidad del producto.

De otra parte, cuando los tratamientos fueron aplicados en Hoja V3, la mejor eficacia en control de *Pyricularia grisea*, en Panícula fue el tratamiento T3 ComCat con una eficacia de 91,6% en la primera evaluación y disminuye su control en la segunda evaluación a 42,3%, mientras que el Cibusil tiene una eficacia de 74,7% en la primera evaluación y 22,9% en la segunda y el tratamiento con menos eficacia fue el de los Aminoácidos en donde la severidad de la enfermedad en panícula estuvo por encima al testigo en las dos evaluaciones.

Adicionalmente, de los tratamientos propuestos, el Bacillus subtilis, el Biofungicida y el Triciclazol, son productos netamente fungicidas, mientras que los demás, son bioestimulantes e inductores de resistencia.

Los resultados de la evaluación en Panícula también muestran que habiéndose aplicado ComCat (Brassinosteroides) previo a un control fungistático permite expresar un potencial frente al control de *Pyricularia grisea*, esto podría estar correlacionado cuando Núñez (2012) cita a Manzhelesova, (1997), en donde encontró que epibrasinólida incrementó el contenido de ácidos fenilcarbónicos libres y la actividad de la peroxidasa y con ello la resistencia de las

plantas, por lo que se sugirió que los BRs resultan prometedores como inductores de la inmunidad de la cebada al *Helminthosporium teres*”, mientras que en arroz frente a *Pyricularia grisea*, se hace necesario que se acompañe con un fungicida para dar mejor expresión a la planta y no utilizarse como un producto de control a patógenos.

Adicionalmente, el control del Silicio (Cibusil) también está entre los mejores tratamientos para este caso cuando son aplicados foliarmente 22 días después de la siembra (hoja) y luego una aplicación de control Químico 75 después de siembra. Esto podría de algún modo asociarse a lo que manifiesta Danoff (2005) “En el arroz, el aumento de la resistencia a través del tratamiento con Si se ha asociado con la densidad de células buliformes, largas y cortas silicificadas en la epidermis de la hoja que actúa como una barrera física para impedir la penetración de *M. grisea*”. No obstante, es un elemento que acompañando (al igual que los Brassinoesteroides), podría ser mucho mas eficiente.

4.6 Componentes de Productividad.

4.6.1 Análisis de varianzas para los componentes de la calidad en Molinería.

Se determinaron las medias de cada componente de molinería a saber, Humedad Final, Grano Integral, Rendimiento Molino, Índice de Pilada, Grano Partido, Yesado y Centro Blanco. En donde el análisis de varianza ($p > 0,05$).

Tabla 17. Comparación de medias para el factor Aplicación.

Tratamientos	Descripción	Aplicación	HUMEDAD FINAL	GRANO INTEGRAL	RENDIMIENTO MOLINO	INDICE DE PILADA	GRANO PARTIDO	YESADO	CENTRO BLANCO
T1	Triciclazol	Hoja	20.8	80.9	73.6	61.7	16.1	2.9	13.2
		Pre-espiga	19.9	80.3	72.7	60.9	16.3	2.8	17.2
T2	Amino One	Hoja	20.1	81.3	73.9	60.4	18.2	5.3	15.6
		Pre-espiga	18.1	80.6	73.1	60.8	16.7	4.2	17.2
T3	Comcat	Hoja	23.8	80.6	72.5	58.9	18.8	4.3	14.2
		Pre-espiga	19.1	80.4	71.8	58.6	18.4	5.0	14.2
T4	Cibusil	Hoja	22.2	80.8	72.8	60.4	17.0	2.8	15.6
		Pre-espiga	19.3	80.3	71.8	58.0	19.3	3.5	18.2
T5	Biofungicida	Hoja	21.8	81.0	73.3	61.5	16.2	3.9	13.0
		Pre-espiga	18.8	80.1	72.2	58.6	18.8	4.7	12.9
T6	Fosf K	Hoja	19.2	80.6	72.6	59.8	17.7	4.0	14.7
		Pre-espiga	17.6	80.6	72.3	57.5	20.6	3.5	14.8
T7	Bassillus	Hoja	19.1	80.6	72.4	59.7	17.5	3.2	11.8
		Pre-espiga	17.2	80.1	71.5	56.6	20.9	3.0	12.9
T8	Fosf Aq	Hoja	20.7	81.1	73.4	60.9	16.9	3.4	15.8
		Pre-espiga	17.5	80.6	72.3	58.0	19.9	4.6	13.1
T9	Testigo	Hoja	20.2	80.8	73.1	60.8	16.8	4.9	15.3
		Pre-espiga	17.8	80.1	71.3	57.6	19.2	3.9	12.2
	Tratamientos		0.0176	0.2331	0.0163	0.1677	0.4714	0.3182	0.4428
	Aplicación		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0.0008	0.0123	0.8929	0.6855
	Tratamientos*Aplicación		0.7144	0.7550	0.8919	0.6671	0.5560	0.9165	0.7608

Fuente: Autor

A continuación **Tabla 18**, se muestra la prueba de Duncan para comparación de medias para las variables que tuvieron diferencias estadísticas significativas en la prueba de varianza.

Tabla 18. Prueba de comparación de medias según la prueba de Duncan 95% de confianza para la variable humedad final y rendimiento en molino.

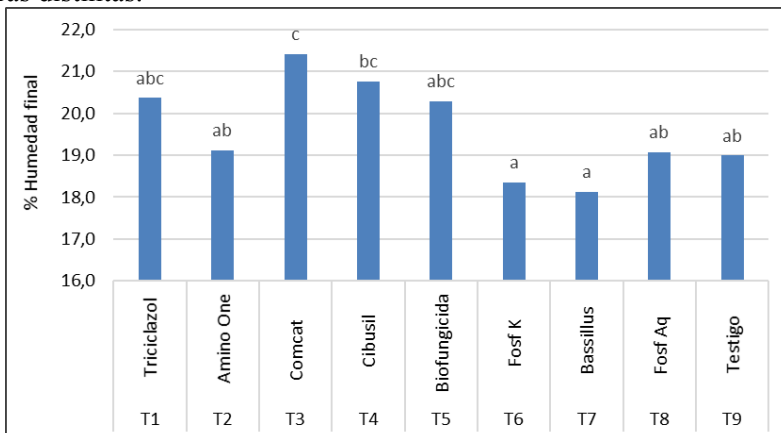
Tratamiento	Descripción	% Humedad		Rendimiento Molino	
T1	Triciclazol	20.4	abc	73.1	bc
T2	Amino One	19.1	ab	73.5	c
T3	Comcat	21.4	c	72.1	ab
T4	Cibusil	20.8	bc	72.3	ab
T5	Biofungicida	20.3	abc	72.7	abc
T6	Fosf K	18.4	a	72.5	ab
T7	Bassillus	18.1	a	72.0	a
T8	Fosf Aq	19.1	ab	72.8	abc
T9	Testigo	19.0	ab	72.2	ab
	sig	0.0176		0.0163	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Fuente:** Autor

En donde se encontró que la prueba del Tratamiento ComCat (T3) estaba mas húmedo que las demás muestras, no obstante todos los tratamientos se evaluaron con una humedad por encima de lo requerido por la norma (14%), por otro lado el Rendimiento de Molino el cual representa el porcentaje de arroz blanco que resulta de la Pilada del arroz con cáscara; los Aminoácidos T2 y

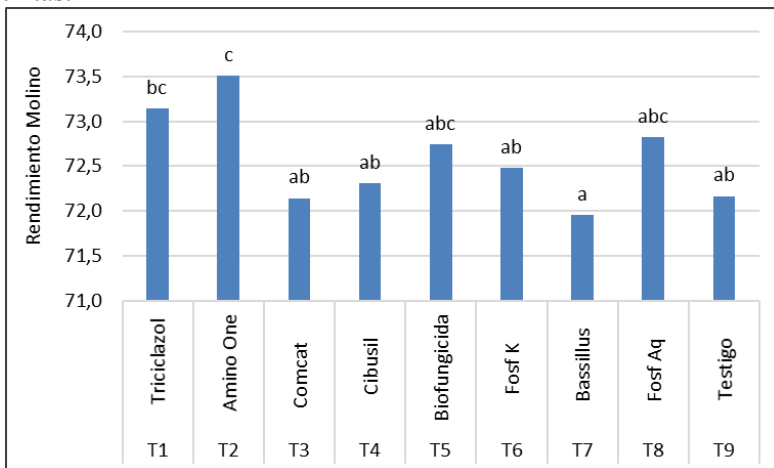
del Tratamiento Químico Triciclazol T1, estuvieron significativamente por encima con 73,5% y 73,1% respectivamente.

Grafica 11. Porcentaje de humedad final en los tratamientos evaluados. Diferencias significativas en letras distintas.



Fuente: Autor

Grafica 12. Rendimiento de Molino en los tratamientos evaluados. Diferencias significativas en letras distintas.



Fuente: Autor

El rendimiento de Molino o Rendimiento de Pilada (**Gráfica 11**), tiene diferencias significativas frente al Bacillus el cual fue el rendimiento más bajo (72%).

Tabla 19. Comparación de medias para el factor aplicación.

Variables	Aplicación	Medias	n	E.E.	sig
HUMEDAD FINAL	Pre-espiga	18.4	27	0.32	A
	Hoja	20.9	27	0.32	B
GRANO INTEGRAL	Pre-espiga	80.3	27	0.07	A
	Hoja	80.8	27	0.07	B
RENDIMIENTO MOLINO	Pre-espiga	72.1	27	0.14	A
	Hoja	73.1	27	0.14	B
INDICE DE PILADA	Pre-espiga	58.5	27	0.38	A
	Hoja	60.5	27	0.38	B
GRANO PARTIDO	Pre-espiga	17.3	27	0.44	A
	Hoja	18.9	27	0.44	B

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

*n: Número de Datos o Unidades experimentales

**E.E: Error Experimental

Fuente: Autor

En todos los componentes de molinería hubo diferencias cuando se compararon las aplicaciones en Hoja (V3) con las aplicaciones en Pre-espiga (V9R0), por ejemplo el Rendimiento de molino estuvo mejor en la aplicación en Hoja 73,1% contra 72,1%, sin embargo hubo mayor grano partido con 18,9% vs 17,3%.

4.6.2 Análisis de varianzas para los componentes de productividad.

Como se puede apreciar en la tabla 20; no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos para los componentes de producción.

Tabla 20. Análisis de varianza para los componentes de producción (cuadro muy extenso se divide en dos partes; Parte. 1)

Tratamientos	Descripción	Aplicación	Número Paniculas	Granos llenos			Granos vanos		
				und	g	%	und	g	%
T1	Triciclazol	Hoja	31	1964	57.6	13.5	310	2.1	3.6
		Pre-espiga	29	1749	52.5	9.2	179	1.1	2.0
T2	Amino.	Hoja	44	2453	73.1	14.4	463	2.4	3.0
		Pre-espiga	44	2379	72.5	13.5	387	2.2	2.9
T3	Comcat	Hoja	44	2739	78.7	14.7	501	2.5	3.0
		Pre-espiga	42	2379	67.6	13.4	362	2.4	3.5
T4	Cibusil	Hoja	46	2805	85.1	10.7	331	2.2	2.6
		Pre-espiga	39	2236	55.4	16.2	440	3.0	4.8
T5	Biofung.	Hoja	45	2664	76.5	13.1	401	3.3	4.2
		Pre-espiga	40	2506	72.1	15.7	446	3.4	4.8
T6	Fosf K	Hoja	41	2496	72.9	13.7	417	3.0	3.8
		Pre-espiga	41	2180	63.3	14.1	363	2.4	3.6
T7	Bassillus	Hoja	47	2643	80.1	10.5	304	1.9	2.2
		Pre-espiga	36	2086	58.8	16.3	405	3.5	5.8
T8	Fosf Aq	Hoja	39	2513	67.2	12.1	340	2.1	3.0
		Pre-espiga	33	2341	70.6	9.4	250	1.8	2.3
T9	Testigo	Hoja	37	2490	72.0	11.2	322	2.0	2.6
		Pre-espiga	30	1883	53.7	13.7	294	2.0	3.7
Tratamientos			0.248	0.093	0.229	0.922	0.597	0.499	0.686
Aplicación			0.142	0.004	0.003	0.544	0.557	0.939	0.241
Tratamientos*Aplicación			0.993	0.930	0.391	0.688	0.909	0.823	0.397

Fuente: Autor a través de SPSS

Tabla 21. Análisis de varianza para los componentes de producción Parte. 2

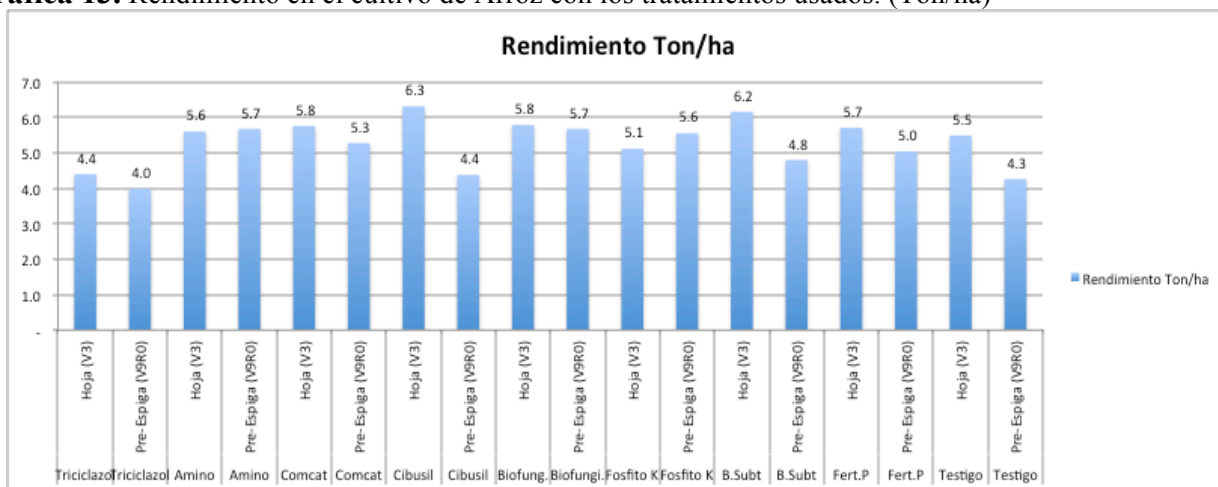
Tratamientos	Descripción	Aplicación	Muestra (25x25)	Peso 1000 granos	Peso 1 m ²	Humedad de cosecha	Rendimiento
			g	kg	kg	%	kg/ha
T1	Triciclazol	Hoja	59.7	29.2	1.9	20.8	4.4
		Pre-espiga	53.5	29.7	1.7	20.0	4.0
T2	Amino.	Hoja	75.4	29.8	2.4	20.1	5.6
		Pre-espiga	74.7	30.1	2.4	18.2	5.7
T3	Comcat	Hoja	81.2	29.0	2.6	23.8	5.8
		Pre-espiga	70.0	28.4	2.2	19.1	5.3
T4	Cibusil	Hoja	87.3	30.4	2.8	22.2	6.3
		Pre-espiga	58.3	29.1	1.9	19.3	4.4
T5	Biofung.	Hoja	79.8	28.8	2.5	21.8	5.8
		Pre-espiga	75.4	28.6	2.4	18.8	5.7
T6	Fosf K	Hoja	75.9	29.2	2.4	19.2	5.1
		Pre-espiga	65.7	28.9	2.1	17.6	5.6
T7	Bassillus	Hoja	81.9	30.4	2.6	19.1	6.2
		Pre-espiga	62.3	28.4	2.0	17.2	4.8
T8	Fosf Aq	Hoja	69.3	28.1	2.2	20.7	5.7
		Pre-espiga	72.4	29.9	2.3	17.5	5.0
T9	Testigo	Hoja	73.9	28.9	2.4	20.2	5.5
		Pre-espiga	55.7	28.4	1.8	17.8	4.3
Tratamientos			0.189	0.431	0.258	0.017	0.161
Aplicación			0.004	0.465	0.004	<0.0001	0.016
Tratamientos*Aplicación			0.499	0.295	0.493	0.701	0.437

Fuente: Autor a través de SPSS

El análisis de varianza para los componentes de producción no mostro diferencias estadísticas para los tratamientos, ni para la interacción o efecto combinado con el factor aplicación (Hoja V3 o Pre-espiga V9R0); existiendo solo para algunas variables un efecto individual en las aplicaciones según el estado fenológico como para las variables granos llenos, tanto para las

unidades y para peso en gramos como también para el peso de granos de la muestra (25x25), peso de granos en 1 m² y rendimiento.

Gráfica 13. Rendimiento en el cultivo de Arroz con los tratamientos usados. (Ton/ha)



Fuente: Autor

A pesar que estadísticamente la prueba de comparación no encontró diferencias entre los tratamientos es visible que existen valores promedios que difieren y que económicamente tienen un impacto importante en la rentabilidad del cultivo, varios de los tratamientos tuvieron mejores resultados en relación al rendimiento, esto representado en la proyección de Toneladas por Hectárea (Ton/ha), en su orden el tratamiento Cibusil, *Bacillus subtilis*, ComCat y el Biofungicida, todos cuando se aplican en Hoja (22 días después de Siembra), 6.3, 6.2, 5.8 y 5.8 Ton/ha respectivamente.

Esto último podría tener un soporte documental frente a lo relacionado con los Brassinoesteroides según Hüster (2011) cita algunos trabajos;

Un aumento del 22% en peso del grano de arroz (cv Taebaik, Lim, 1987), un aumento en la cebada (cv. Nosovsky) peso de la semilla (Prusakova et al., 1995), un aumento del 11% en el maíz (variedad Kwangok) peso seco del grano (Lim y Han, 1988) y un aumento significativo en el peso de la semilla de trigo (Takematsu et al., 1988), En términos de verduras, un aumento del

25% en el peso de la hoja de dos variedades de lechuga diferentes (Meudt et al., 1983) y un aumento en la fruta de tomate ajuste por 43-111% (Mori et al., 1986).

Relacionado a lo anterior este hallazgo va en contravía a lo menciona por Nuñez (2012) cuando cita que “En condiciones de campo, evaluando *Helminthosporium teres* Sacc; se demostró que la dosis de 15 mg. ha-1 de EBL (epibrasinólida 694) fue comparable con el efecto inducido por el fungicida Bayleton cuando se aplicó en la dosis usual, provocando además un incremento en la productividad de la planta (Khripach et al., 1999).” Para este ejercicio, el *Bacillus subtilis* superó, siendo 6.2 Ton/ha versus 5.8 Ton/ha al Brassinoesteroide.

Tabla 22. Comparación de medias para el factor Aplicación.

Variables	unidades	Aplicación	Medias	n	E.E.	sig
Granos llenos	und	Pre-espiga	2193.19	27	77.48	A
		Hoja	2529.74	27	77.48	B
Granos llenos	g	Pre-espiga	62.95	27	2.4	A
		Hoja	73.68	27	2.4	B
Muestra (25x25)	g	Pre-espiga	65.35	27	2.47	A
		Hoja	76.05	27	2.47	B
Peso 1000 granos	kg	Pre-espiga	2.09	27	0.08	A
		Hoja	2.44	27	0.08	B
Humedad de cosecha	%	Pre-espiga	18.38	27	0.32	A
		Hoja	20.87	27	0.32	B
Rendimiento	kg/ha	Pre-espiga	4.96	27	0.18	A
		Hoja	5.59	27	0.18	B

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

*n: Número de Datos o Unidades experimentales

**E.E: Error Experimental

Fuente: Autor

De acuerdo a la **Tabla 22** todas las variables estudiadas presentan mejor condición en el promedio de todas las aplicaciones de los tratamientos en hoja (V3) en relación a las aplicaciones de los tratamientos en Pre-espiga (V9R0), por lo que bajo una visualización general, dichos tratamientos propuestos tienen mejor comportamiento aplicados en hoja (V3) con un refuerzo de aplicación química en Pre-espiga (V9R0).

4.7 Análisis Costo Beneficio.

Se ha tomando el rendimiento esperado de Kg/ha y se llevan al valor de su venta, luego se resta ese valor de venta con el del testigo de cada ejercicio (Hoja V3 y Pre-espiga V9R0) según corresponda; esta diferencia se convierte en el adicional que genera la aplicación de cada tratamiento por lo que se descuenta el costo de los productos de cada uno, en donde con el remanente (utilidad neta), se determina el Costo Beneficio con respecto al testigo. Es así como la **Tabla 23** muestra el procedimiento anterior.

Tabla 23. Relación costo Beneficio.

Tratamiento	Aplicación	Rendimiento	Precio Prom. Venta Arroz kl	Precio Total Compra \$	Diferencia vs Testigo	Precio Producto	Utilidad Neta	Costo Beneficio
Triciclazol	Hoja (V3)	4,397	1000	4,397,218	- 1,091,350	25,000	- 1,116,350	-
Triciclazol	Pre-Espiga (V9R0)	3,985	1000	3,984,994	- 275,195	25,000	- 300,195	-
Aminoacidos	Hoja (V3)	5,598	1000	5,598,261	109,693	40,000	69,693	1.74
Aminoacidos	Pre-Espiga (V9R0)	5,677	1000	5,676,924	1,416,735	40,000	1,376,735	34.42
Comcat	Hoja (V3)	5,758	1000	5,758,496	269,928	38,000	231,928	6.10
Comcat	Pre-Espiga (V9R0)	5,275	1000	5,275,195	1,015,006	38,000	977,006	25.71
Cibusil	Hoja (V3)	6,310	1000	6,310,469	821,901	32,500	789,401	24.29
Cibusil	Pre-Espiga (V9R0)	4,374	1000	4,373,850	113,661	32,500	81,161	2.50
Extracto Reg.	Hoja (V3)	5,781	1000	5,780,843	292,275	90,000	202,275	2.25
Extracto Reg.	Pre-Espiga (V9R0)	5,677	1000	5,676,781	1,416,592	90,000	1,326,592	14.74
Fosfito K	Hoja (V3)	5,113	1000	5,113,057	- 375,511	35,000	- 410,511	-
Fosfito K	Pre-Espiga (V9R0)	5,551	1000	5,550,582	1,290,393	35,000	1,255,393	35.87
Bacillus Subtilis	Hoja (V3)	6,158	1000	6,157,880	669,312	40,000	629,312	15.73
Bacillus Subtilis	Pre-Espiga (V9R0)	4,797	1000	4,797,456	537,267	40,000	497,267	12.43
Fertilizante P	Hoja (V3)	5,707	1000	5,707,069	218,501	32,000	186,501	5.83
Fertilizante P	Pre-Espiga (V9R0)	5,040	1000	5,040,424	780,235	32,000	748,235	23.38
Testigo	Hoja (V3)	5,489	1000	5,488,568	-	-	-	-
Testigo	Pre-Espiga (V9R0)	4,260	1000	4,260,189	-	-	-	-

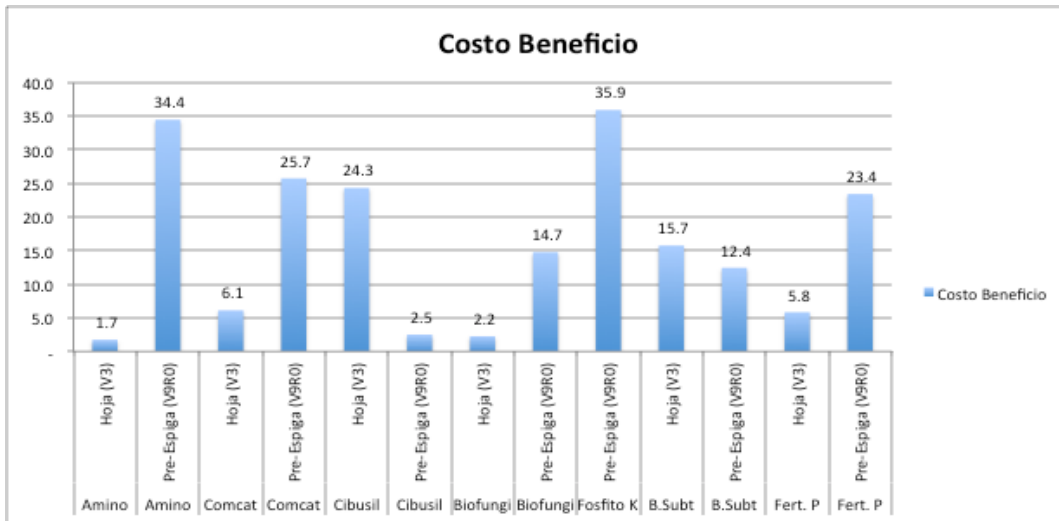
Fuente: Elaboración Propia Autor.

En donde muestra que si bien el tratamiento químico T1 Triciclazol comparado con el testigo no generó ningún costo beneficio en ninguna de las dos aplicaciones, lo propio paso con el Fosfito de Potasio aplicado en Hoja (V3), cuyo resultado tampoco fue favorable.

Los tratamientos que tienen valores positivos en el Costo Beneficio se muestran en la **Grafica 13** en donde se comparan para determinar cuales tratamientos generaron mas valor financieramente hablando.

Esto permite dar un análisis desde el punto de vista económico en donde se determina que por cada peso invertido en el cultivo con el tratamiento se obtienen determinados pesos de utilidad.

Gráfica 14. Costo Beneficio



Fuente: Autor

Es así como se puede observar que por cada peso invertido en Fosfito de Potasio (T6) aplicado en Pre-espiga (V9R0) se generan 35,9 pesos, de igual forma con los Aminoácidos (T2) aplicados en Pre-espiga (V9R0) se generaron 34,4 y con ComCat (T3) aplicados también en Pre-espiga (V9R0) se obtuvo 25,7 de C/B.

Conclusiones

Severidad del ataque de la enfermedad en área foliar (Tratamientos Aplicados en Hoja (V3): Dentro de las aplicaciones de los Tratamientos en Hoja (V3) la severidad de *Pyricularia* fue mucho mas pronunciada en T3 ComCat y el T5 Biofungicida. El mejor Tratamiento fue el control químico Triciclazol T1.

Eficacia de los Tratamientos en evaluados en hoja (Aplicados en Hoja V3): En concordancia con lo anterior la mejor eficacia fue del Triciclazol T1, seguida por el Biofungida

Incidencia de *Pyricularia* en Panícula: se encontró que el tratamiento que tuvo menos incidencia fue el T2 Aminoácidos, en Hoja (V3), mientras que la mayor incidencia fue en el T7 *Bacillus*, aplicado en Pre-espiga (V9R0).

También es importante destacar que el T3 ComCat aplicado en Hoja (V3) a pesar de que en la evaluación en hoja fue el tratamiento con mayor severidad, este se recuperó y al ser aplicado el químico en Pre-espiga (V9R0) tuvo unas incidencias bastante bajas de enfermedad, seguidas por el Cibusil T4 aplicado también en Hoja (V3).

Severidad de *Pyricularia* en Panícula: La menor severidad de enfermedad en panícula en todos los tratamientos la obtuvo el Tratamiento Comcat T3 aplicado en Hoja V3, seguido por el Tratamiento Biofungicida T5, aplicado en Hoja V3. El tratamiento mas enfermo es T7 *Bacillus* aplicado en Pre-espiga V9R0.

Eficacia de la Aplicación evaluada en Panícula: el Tratamiento químico (Triciclazol) tiene un mejor control de *Pyricularia grisea*, bajo la aplicación en Pre-Espiga (V9R0).

Por otro lado, el *Bacillus subtilis* generó mayor severidad que el testigo por lo que se produce una eficiencia negativa, esto aplicado también en Pre-Espiga (V9R0).

cuando los tratamientos fueron aplicados en Hoja V3, la mejor eficacia en control de *Pyricularia grisea*, en Panícula fue el tratamiento T3 ComCat, seguido por el Cibusil y el tratamiento con menos eficacia fue el de los Aminoácidos en donde la severidad de la enfermedad en panícula estuvo por encima al testigo en las dos evaluaciones.

Los indicadores, Índice de Pilada, cantidad de Grano Partido, Rendimiento Molinería, Integral, Yesado y Centro Blanco: Tienen un comportamiento general similar para todos los tratamientos, el Rendimiento de Molino el cual representa el porcentaje de arroz blanco que resulta de la Pilada del arroz con cáscara; los Aminoácidos T2 y del Tratamiento Químico Triciclazol T1, estuvieron significativamente por encima con 73,5% y 73,1% respectivamente.

El comportamiento de los componentes de productividad como el Porcentaje de Vaneamiento, Peso de 1.000 granos, Rendimiento Kg/Ha: También tuvieron resultados similares y sin diferencias significativas, no obstante cada diferencia absoluta en producción puede representar un beneficio económico, entre los mejores resultados en productividad esto representado en la proyección de Toneladas por Hectárea (Ton/ha), en su orden el tratamiento Cibusil, *Bacillus subtilis*, ComCat y el Biofungicida, todos cuando se aplican en Hoja (22 días después de Siembra), 6.3, 6.2, 5.8 y 5.8 Ton/ha respectivamente.

La relación Costo Beneficio frente a la utilización de los tratamientos: Tiene unos datos que están directamente relacionados con los tratamientos con las mejores producciones esperadas en Ton/ha; es así, que por cada peso invertido en Fosfito de Potasio (T6) aplicado en Pre-espiga (V9R0) se generan 35,9 pesos, de igual forma con los Aminoácidos (T2) aplicados en Pre-espiga (V9R0) se generaron 34,4 y con ComCat (T3) aplicados también en Pre-espiga (V9R0) se obtuvo 25,7 de C/B.

Se puede concluir que si bien es cierto el Tratamiento químico es mucho más eficiente en el cultivo del arroz frente al control de incidencia y severidad de *Pyricularia grisea*, con respecto a los demás tratamientos estudiados, no fue productivo, como si lo fueron el Silicio (CibuSil (6.3 T/ha)), *Bacillus subtilis* (6.2 T/ha)), Brassinoesteroides (ComCat (5.8 T/ha)) y el Biofungicida (5.8 T/ha).

También cabe resaltar que dentro del ejercicio hay un tratamiento que llama la atención, debido a que; al reemplazar el químico en la aplicación en Hoja V3 por Brassinoesteroides (ComCat), mostró en la evaluación de severidad de la enfermedad en Hoja un resultado ineficiente, puesto que incluso estuvo mas enfermo que el testigo, sin embargo; cuando se aplicó el químico en estas parcelas en pre-espiga, la evaluación en panícula fue la más eficiente de todos los tratamientos con un 91,6% en la primera evaluación y en general fue un tratamiento con uno de los mas altos índices en producción 5,8 Ton/ha.

Estos resultados son base para futuras investigaciones, teniendo en cuenta que existe gran posibilidad de aumentar la producción, reemplazando el control químico (Triciclazol) con productos que no dañan el medio ambiente. (Este reemplazo en por lo menos una de las aplicaciones de control de *Pyricularia grisea*, generalmente se hacen tres por ciclo).

Adicionalmente, dentro de estos tratamientos productivos; hay dos productos que son específicos para control de hongos (*Bacillus subtilis* y Biofungicida), mientras que los otros dos tienen una serie de acciones generales sobre la planta en generación de energía (ComCat) y protección mecánica (CibuSil), por lo que la combinación de los primeros con los segundos, podrían ser muy eficientes.

Recomendaciones

Se recomienda seguir realizados trabajos de campo en donde se pueda llegar a limitar lo más posible el uso de químicos para control de enfermedades.

De igual forma, realizar trabajos en donde se combinen tratamientos de *Bacillus subtilis* más Brasinoesteroides o Biofungicida más Silicio Foliar y viceversa, sin el uso de pyricularicidas químicos.

Bibliografía

- Acosta, O., & Chaparro-Giraldo, A. (2009). *Biofuels, food security and transgenic crops*. *Revista de Salud Pública*, 11(2), 290-300.
- Ariza, Y., & Sánchez, L. (2015). *Determinación de metabolitos secundarios a partir de Bacillus subtilis con efecto biocontrolador sobre Fusarium sp.* *NOVA Publicación en Ciencias Biomédicas*, 10(18), 149-155.
- Ávila Peralta, O. (2015). *Evaluación de micorrizas nativas y comerciales combinadas con lombricomposta en plantas de tomate (Solanum lycopersicum L.) en invernadero*.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43273/Avila%20Peralta%2c%20Oscar%20Tesis%20%20Maestr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bastidas, Lisandro Martín, Gutierrez, Susana Alejandra, & Carmona, Marcelo Aníbal. (2019). *Aislamiento y caracterización sintomática de Pyricularia spp. en arroz y otros hospedantes en la provincia de Corrientes (Argentina)*. Summa Phytopathologica, 45(2), 200-203. Epub July 10, 2019.<https://dx.doi.org/10.1590/0100-5405/190957>
- Bettiol, W., & Kimati, H. (1990). *Efeito de Bacillus subtilis sobre Pyricularia oryzae agente causal da brusone do arroz*. Embrapa Meio Ambiente-Artigo em periódico indexado (ALICE).
- Cerdán, M., Sánchez-Sánchez, A., Oliver, M., Juárez, M., & Sánchez-Andreu, J. *Efecto de la aplicación foliar y radicular de aminoácidos en la toma de Fe por plantas de tomate*.
- Chang, J. V. G. (2008). *Cultivo de arroz sistema intensificado SICA—SRI en Ecuador*. Fundación para el Desarrollo Agrícola del Ecuador.

- Chérif, M., Menzies, J. G., Ehret, D. L., Bogdanoff, C., & Belanger, R. R. (1994). *Yield of cucumber infected with Pythium aphanidermatum when grown with soluble silicon*. HortScience, 29(8), 896-897.
- <http://hortsci.ashspublications.org/content/29/8/896.full.pdf>
- Clouse S. D. and Sasse J. M. (1998), *Brassinosteroids: Essential regulators of plant growth and development*. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 49: 427-451.
- Cortés, K. G., Calvo, M. C., & Granados, X. M. (2018). *Efecto de fosfitos de potasio sobre Phytophthora sp. y parámetros de crecimiento en plantas de piña (Ananas comosus var. comosus)*. Revista AgroInnovación en el Trópico Húmedo, 1(1), 10-24.
- Datnoff, L. E., and Rodrigues, F. A. (2005). *The Role of Silicon in Suppressing Rice Diseases*. APSnet. Available at:
- <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/SiliconInRiceDiseases.aspx>
- De la Huerta, C. M., Nieto, M., Rosabal, A., Castillo, P., & Pérez, B. (1994). *Efecto del análogo de brasinoesteroide Biobrás 16 sobre algunos*. Naturwissenschaften, 81, 210-217.
- Degiovanni Beltramo, V. M., Berrío Orozco, L. E., & Charry Mercado, R. E. (2010). *Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (Oryza sativa L.)*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Ebbole, D. J. 2008. *Magnaporthe as a model for understanding host-pathogen interactions*. Annual Review of Phytopathology, 45: 437-456.
- Faizan, M., Faraz, A., Sami, F., Siddiqui, H., & Hayat, S. *Journal of Biological and Chemical Research*.
2017. [http://www.jbcr.co.in/Current_Issue/Volume%2034%20\(2\)%20Part%20B%20July%20to%20December%202017/22.%20Manuscript%20amu%20908-917.pdf](http://www.jbcr.co.in/Current_Issue/Volume%2034%20(2)%20Part%20B%20July%20to%20December%202017/22.%20Manuscript%20amu%20908-917.pdf)

García, S. D. 2017. *Bioestimulantes Agrícolas, Definición, Principales Categorías y Regulación a Nivel Mundial*. Serie Nutrición Vegetal Núm. 94. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3 p.

Gutiérrez Cuesta, R., González García, K. L., Hernández Rivera, Y., Acosta Suárez, Y., & Marrero Delange, D. (2017). *Algas Marinas, Fuente Potencial De Macronutrientes*. *Revista de Investigaciones Marinas*, 37(2), 16–28. Retrieved from <http://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=132935868&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Hernández Silva, E., & García-Martínez, I. (2016). *Brasinoesteroides en la agricultura*. II. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(2), 451-462.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA,. (s,f). *Manual para la Elaboración de Protocolos para Ensayos de Eficacia con PQUA*. Bogotá: ICA. Tomado de: <https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/regulacion-y-control-de-plaguicidas-quimicos/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-1.aspx>

Jordán, M., & Casaretto, J. (2006). *Hormonas y reguladores del crecimiento: etileno, ácido abscísico, brasinoesteroides, poliaminas, ácido salicílico y ácido jasmónico*. *Fisiología Vegetal*, 1-28. <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Etileno,aba,jasmonico,brasino,.pdf>

León Morcillo, R. J. (2017). *Estudio del papel del ácido jasmónico (JA) como señal reguladora del proceso de micorrización arbuscular en Solanáceas*. <http://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/48527/22493839.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Lerma González, Hector. *Metodología de la investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. 4ª Edición. Bogota. 2009.

Livore, A., & Arguissain, G. *El quemado del arroz. Control químico y estrategia de mejoramiento genético (No. H1084)*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires (Argentina).

Lobartini, J. C., & Orioli, G. A. (2017). *Las sustancias húmicas y la nutrición vegetal*. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 101(2), 201-209.

Lovatt, C. J., & Mikkelsen, R. L. (2006). *Phosphite fertilizers: What are they? Can you use them? What can they do*. *Better crops*, 90(4), 11-13.

Luyckx, Marie ; Hausman, jean-françois ; Lutts, Stanley ; Gueriero, Gea. *Silicon and plants : current knowledge and perspective*. In: *Frontiers in Plant Science*, Vol. 8, no.411, p. 8 p. (2017). <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:195681>

Maqueira, L. A., Roján, O., Torres, K., Duque, D., & Torres, W. (2018). *Duración de las fases fenológicas, su influencia en el rendimiento del arroz (Oryza sativa L.)*. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 68-73. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000100008

Minagri. 2006. *Instructivo técnico de arroz (Arroz, I.d.I.d., ed.)*. La Habana: Centro Nacional de Sanidad Vegetal.

N.K. Dubey et al. 2011. *Natural products from plants: Global Scenario on the Application of Natural Products in integrated Pest Management Programmes*. In: *Natural products in plant pest management*. N.K. Dubey (Ed.). CABI Publishing, UK. Pp. 1-16.

Nguyen, T. H., Thi, T. V., Nguyen, T. T., Le, T. D., Vo, D. M. H., Nguyen, D. H., ... & Bach, L. G.

(2019). *Investigation of Chitosan Nanoparticles Loaded with Protocatechuic Acid (PCA) for the Resistance of Pyricularia oryzae Fungus against Rice Blast*. *Polymers*, 11(1), 177.

Núñez Vazquez, M., Pieters, A., Mazorra Morales, L. M., Reyes Guerrero, Y., Rosabal Ayan, L.,

& Martínez González, L. *Brasinoesteroides y las respuestas de las plantas al estrés ambiental*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas: Ediciones INCA. 2012. 80 pp. ISBN 978-959-7023-57-9.

Núñez, M., Mazorra, L. M., Reyes, Y., & Martínez, L. (2010). *Los brasinoesteroides y las*

respuestas de las plantas a estrés abióticos: Una visión actualizada. *Cultivos Tropicales*, 31(2), 00-00.

Phap, V. A., Schnabel, H., & Becker, M. (2006). *Induction of salt tolerance in rice (Oryza sativa*

L.) by brassinosteroids. Cantho, Vietnam: Institut für Molekulare Physiologie und Biotechnologie der Pflanzen-der Universität Bonn. Tomado de: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2006/0867/0867.pdf>

Prado Patiño, G. A. *Caracterización genética y patotípica del hongo Magnaporthe oryzae en*

cultivos de arroz en Colombia (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).

Pretorius J.C. & Van der Watt, E. 2011. *Natural products from plants: Commercial prospects in*

terms of antimicrobial, herbicidal and bio-stimulatory activities in an integrated pest management system. In: *Natural products in plant pest management*. N.K. Dubey (Ed.).

CABI Publishing, UK. Pp. 42-90.

- Pretorius, J. C., Plessis, A. D., & der Watt, E. V. (2008). *Bio-stimulatory properties in seeds of plants from the families Caryophyllaceae and Fabaceae with application potential in agriculture*. South African Journal of Plant and Soil, 25(4), 194-203.
- Puentes, L. N. D. (2012). *Resistencia sistémica adquirida mediada por el ácido salicílico*. INGRESAR A LA REVISTA, 10(2), 257-267.
<http://revistabiotechnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotechnologia/article/view/235/193>
- Rais A, Shakeel M, Hafeez FY, Hassan MN. *Plant growth promoting rhizobacteria suppress blast disease caused by Pyricularia oryzae and increase grain yield of rice*. BioControl 2016; 61:769–80.
- Rais, A., Jabeen, Z., Shair, F., Hafeez, F. Y., & Hassan, M. N. (2017). *Bacillus spp., a bio-control agent enhances the activity of antioxidant defense enzymes in rice against Pyricularia oryzae*. PloS one, 12(11), e0187412.
- Robayo, M. Y. D., & Gutiérrez, M. C. *Mecanismos de Resistencia Sistémica en Plantas*. Acta Iguazu, 3(2), 1-19.
- Rodríguez Baquero, A. K. (2015). *Efecto de Siembra Escalonada de algunos Híbridos y Variedades de (Oryza sativa) sobre Componentes Vegetativos y componentes de Rendimiento en Santa Rosa Villavicencio*
- Saborío, F. (2002). *Bioestimulantes en fertilización foliar*. Dado que el acceso y el flujo de la información sobre investigaciones recientes en el área agrícola es restringida o de alto costo, el laboratorio periódicamente realiza seminarios, cursos de capacitación y talleres, que sean de acceso a estudiantes, productores, profesionales y público general, para

actualizarlos en temas de interés mutuo y difundir información específica y de interés para el sector agrícola., 107.

- Terry, E., Núñez, M., Pino, M. D. L. A., & Medina, N. (2001). *Efectividad de la combinación biofertilizantes-análogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. Cultivos tropicales, 22(2).
- Thao, H. T. B., & Yamakawa, T. (2009). *Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator?*. Soil science and plant nutrition, 55(2), 228-234.
- Torres-Ruiz, B. L., Espinosa-Calderón, A., Mendoza-Rodríguez, M., Irizar-Garza, M. B., & Castellanos-Ruiz, J. S. (2007). *Efecto de brasinoesteroides en híbridos de maíz androestériles y fértiles*. Agronomía mesoamericana, 18(2).
- Udo Roth, Annette Friebe and Heide Schnabl. *Resistance Induction in Plants by a Brassinosteroid-Containing Extract of Lychnis viscaria L.*(2000). Institut für Landwirtschaftliche Botanik, Physiologie und Biotechnologie der Pflanzen, Universität Bonn, Karlrobert-Kreiten-Str. 13, D-53115 Bonn, Germany
- Van der Watt, E., & Pretorius, J. C. (2013). *A triglyceride from Lupinus albus L. seed with biostimulatory properties*. African Journal of Biotechnology, 12(35).
- Vargas-Vázquez, M. L. P., & Irizar-Garza, M. B. G. (2005). *Efecto del brasinoesteroide y densidad de población en la acumulación de biomasa y rendimiento de ayocote (Phaseolus coccineus L.)*. REVISTA CHAPINGO SERIE HORTICULTURA, 11(2).
- Vladimir Khripach, Vladimir Zhabinskii, Aede de Groot; *Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones Warrant Better Crops for the XXI Century*, *Annals of Botany*, Volume 86, Issue 3, 1 September 2000, Pages 441–447, <https://doi.org/10.1006/anbo.2000.1227>

Yoshida, S., 1975. *The physiology of silicon in rice*. Tech. Bull. n.25., Food Fert. Tech. Centr., Taipei, Taiwan.

Zavala, Jorge Alberto; *Respuestas inmunológicas de las plantas frente al ataque de insectos*; Asociación Civil Ciencia Hoy; Ciencia Hoy; 20; 117; 8-2010; 52-59 Tomado de: https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/60850/CONICET_Digital_Nro.e3c16c71-5422-4bdf-a382-b469ba1f6cb2_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Zermeño Gonzalez, Alejandro, López Rodríguez, Blanca R., Melendres Alvarez, Aarón I., Ramírez Rodríguez, Homero, Cárdenas Palomo, José Omar, Munguía López, Juan P., *Extracto de alga marina y su relación con fotosíntesis y rendimiento de una plantación de vid*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea] 2015, (Noviembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 24 de diciembre de 2018] Disponible en:<<http://redalyc.org/articulo.oa?id=263143809015>> ISSN 2007-0934

Zhu JY, Sae-Seaw J, Wang ZY (2013a) *Brassinosteroid signalling*. Development 140:1615–1620. Tomado de: <http://dev.biologists.org/content/140/8/1615.article-info>

IRRI (International Rice Research Institute). (2002). *Standard evaluation system for rice (SES)*. <http://www.knowledgebank.irri.org/images/docs/rice-standard-evaluation-system.pdf>

Anexos



Foto 1. Ataque de *Pyricularia* en Hoja



Foto 2. Ataque de *Pyricularia* en Panícula



Foto 3. División de Tratamientos en Campo.



Foto 4. Toma de Datos Evaluación 5.

