



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo de Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo”.

AUTOR:

Jimmy Roberto Godoy Vera

TUTOR:

Ing. Agr. Edwin Hasang Moran, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo experimental, presentado al H. Consejo Directivo de la
Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a
dos cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MBA.

PRESIDENTE

Ing. Agr. Yary Ruiz Rarrales, MSc.
VOCAL

Ing. Agr. Fidel Beltran Castro, MBA.
VOCAL

La responsabilidad por la investigación, análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este Trabajo Experimental son de exclusividad del autor.

Jimmy Roberto Godoy Vera

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico al forjador de mi camino, a mi padre celestial, el que me acompaña y siempre me levanta de mi continuo tropiezo al creador de mis padres y de las personas que más amo, con todas las fuerzas de mi corazón.

AGRADECIMIENTO

La vida se encuentra plasmada de retos y uno de ellos es la universidad. Quiero empezar agradeciendo a dios por darme fortaleza cuando a punto de caer ge estado y darme la oportunidad de poder culminar mi carrera, sin su guía y sus bendiciones nada de esto hubiera sido posible.

Un agradecimiento especial a mi madre, por darme la vida y por haberme apoyado en mi carrera. Gracias porque, aunque no te encuentres cerca de mí cada ocasión que necesite un consejo no importo la hora te llamaba y lo recibía.

A Stefania Vergara. Por la paciencia y la ayuda desinteresada, por estar siempre ahí cuando la necesite y en aquellos momentos en los cuales ya quería tirar todo por la borda me ayudo a sostenerme, a confiar en mí y enseñarme que nuestra mayor gloria no está en nunca caer sino en levantarse cada vez que caemos.

A mi abuela, Haydee Mindiola ya que sin sus cuidados y sus cariños cuando fui niño han sido parte de mi formación, de mi manera de ver la vidas y de saber superar mis problemas.

A todos aquellos profesores que fueron parte de mi formación por sus enseñanzas, su persistencia, su motivación y dedicación durante todo mi desarrollo profesional.

Y para finalizar agradezco a mi padrinos Juan Azua y Ana Loor, quienes son aquellos padres que la vida me ha dado los cuales de manera desinteresada son quienes me han brindado de su cariño, amor y consejos gracias por permitirme formar parte de su familia.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo y gracias a todos ustedes por su cariño y apoyo, que son la base fundamental para que un ser humano despunte y termine glorioso una meta.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. General	2
1.1.2. Específicos	2
II. MARCO TEÓRICO	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental	12
3.2. Material genético	12
3.3. Métodos	12
3.4. Factores estudiados	12
3.5. Tratamientos	12
3.6. Diseño experimental.....	13
3.7. Esquema del análisis de varianza	14
3.8. Análisis funcional.....	14
3.9. Manejo del ensayo	14
3.9.1. Preparación del terreno.....	14
3.9.2. Siembra	14
3.9.3. Riego	15
3.9.4. Fertilización.....	15
3.9.5. Control de malezas	15
3.9.6. Control fitosanitario	15
3.9.7. Cosecha.....	15
3.10. Datos evaluados.....	16
3.10.1. Severidad de las enfermedades.....	16
3.10.2. Eficacia de los fungicidas	16
3.10.3. Altura de planta.....	17
3.10.4. Número de macollos	17
3.10.5. Número de panículas	17
3.10.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas	17
3.10.7. Peso de 1000 granos	17
3.10.8. Rendimiento de grano.....	18
3.10.9. Análisis económico	18
IV. RESULTADOS	19
4.1. Severidad de las enfermedades.....	19

4.1.1. Incidencia.....	19
4.1.2. Severidad.....	21
4.2. Eficacia de los fungicidas.....	23
4.3. Altura de planta.....	25
4.4. Número de macollos.....	27
4.5. Número de panículas.....	29
4.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas.....	31
4.6.1. Porcentaje de granos llenos por panículas.....	31
4.6.2. Porcentaje de granos vanos por panículas.....	33
4.7. Peso de 1000 granos.....	35
4.8. Rendimiento de grano.....	37
4.9. Análisis económico.....	37
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	43
VII. RESUMEN.....	44
VIII. SUMMARY.....	45
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	46
APÉNDICE.....	51
Cuadros de resultados y andevas.....	52
Anexos.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el trabajo experimental.....	13
Cuadro 2. Característica del producto.....	13
Cuadro 3. Incidencia de las enfermedades, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	20
Cuadro 4. Severidad de las enfermedades, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	22
Cuadro 5. Eficacia del producto, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	24
Cuadro 6. Altura de planta, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	26
Cuadro 7. Macollos por metro cuadrado, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	28
Cuadro 8. Panículas por metro cuadrado, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	30
Cuadro 9. Porcentaje de granos llenos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	32
Cuadro 10. Porcentaje de granos vanos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	34
Cuadro 11. Peso de 1000 granos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	36
Cuadro 12. Rendimiento del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	38
Cuadro 13. Costos fijos/ha, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	39
Cuadro 14. Análisis económico/ha, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	40
Cuadro 15. Consolidación de la respuesta a la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	41
Cuadro 16. Incidencia de la enfermedad, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	52
Cuadro 17. Severidad de la enfermedad, en la aplicación del Azufre 800 para el	

control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	53
Cuadro 18. Eficacia del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	54
Cuadro 19. Altura de planta, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	55
Cuadro 20. Número de macollos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	56
Cuadro 21. Número de panículas, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	57
Cuadro 22. Porcentaje de granos llenos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	58
Cuadro 23. Porcentaje de granos vanos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.	59
Cuadro 24. Peso de 1000 granos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	60
Cuadro 25. Rendimiento del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Fig. 1. Preparacion y delimitacion del terreno	62
Fig. 2. Siembra por metodo de transplante	62
Fig. 3. Desarrollo del cultivo.....	63
Fig. 4. Preparacion y calibracion de equipo para aplicacion de Azufre 800	63
Fig. 5. Desarrollo del cultivo	64
Fig. 6. Cultivo listo para toma de datos	64
Fig. 7. Cultivo optimo para su cosecha	65
Fig. 8. Visita del coordinador de titulaci3n, Ing. Agr. Msc. Marlon L3pez Izurieta.....	65

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el arroz (*Oryza sativa* L.) es fuente primordial de alimentación, y procede de la conciencia de que los sistemas productores de arroz son decisivos para la seguridad alimentaria, para mitigar la pobreza y mejorar los medios de subsistencia, lo que conlleva que sea habitualmente consumido por la mitad de la población del mundo, ya que se ha convertido en el alimento básico para múltiples comidas (FAO, 2017).

En la actualidad sus costos han crecido como resultado de cosechas inferiores y especulación del producto, por tanto es imprescindible satisfacer las necesidades de la población en cuanto a precio y consumo (MAGAP, 2017)

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 has, que de las cuales se cosechan 332 988 logrando una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 has, de las cuales se cosechan 110 386 has, alcanzando una producción de 359 569 t. el rendimiento promedio de arroz en cáscara es de 3,92 t/ha. (INEC, 2017)

La siembra de esta gramínea se ha ido incrementando paulatinamente debido a la utilización de variedades más productivas, así como emplear tecnologías en la producción del cultivo tales como el uso de fertilizantes y agroquímicos para el control de plagas y enfermedades y malezas con lo que se ha mejorado los rendimientos.

Sin embargo, el aumento de la producción ha traído de la mano el incremento de incidencia de algunas enfermedades que afectan al cultivo desde la germinación hasta la madurez las cuales inciden en la calidad del producto. La intensidad de las enfermedades puede variar cada año y de un ciclo a otro, dependiendo de las condiciones ambientales, la susceptibilidad de las variedades y de las condiciones climáticas que se presentan. Las principales enfermedades que se presentan son tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani*), Quemazón (*Pyricularia oryzae*) y pudrición de la panícula (*Sarocladium oryzae*). (Vivas e Intriago, 2014)

Las pérdidas ocasionadas por las enfermedades en el cultivo de arroz varían según el tipo de suelo, condiciones ambientales y el manejo de los factores de producción. Tanto la humedad del suelo como la del ambiente están íntimamente relacionadas con el desarrollo de las enfermedades.

Por lo antes expuesto se efectuará el presente trabajo experimental, con la finalidad de evaluar la eficacia del Azufre, aplicado para el control de *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia oryzae* y *Sarocladium oryzae* en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo.

La incidencia de enfermedades tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani*), Quemazón (*Pyricularia oryzae*) y pudrición de la vaina del arroz (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz, que afectan el rendimiento debido a la falta de aplicación y rotación de fungicidas, en dosis y época correcta para el control de estas enfermedades.

1.1. Objetivos

1.1.1. General

Evaluar la eficacia del Azufre, en el control de *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia oryzae* y *Sarocladium oryzae* en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo.

1.1.2. Específicos

- Determinar la variedad de mayor tolerancia a las enfermedades.
- Evaluar la eficacia del Azufre, en el control del tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani*), Quemazón (*Pyricularia oryzae*) y pudrición de la vaina del arroz (*Sarocladium oryzae*).
- Evaluar la fitotoxicidad de los tratamientos aplicados al cultivo.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Pérez *et al.* (2015) difunden que el arroz es el principal cereal utilizado como fuente de alimentación, más de 50 % de la población a nivel mundial se benefician de este producto. Las enfermedades constituyen un limitante en el cultivo de arroz y aún más relevante es el incremento de la intensidad de las causadas por bacterias y hongos que hasta hace un tiempo presentaban baja importancia.

Cárdenas *et al.* (2015) informan que en regiones donde las condiciones son favorables es frecuente observar cultivos totalmente destruidos por la enfermedad, siendo en la etapa de plántula donde se presenta con la mayor intensidad, que obliga a la realización de aplicaciones químicas altamente costosas y contaminantes del ambiente. Las pérdidas regularmente oscilan entre un 10-30 %, pero en condiciones favorables pueden llegar a 80 %, constituyendo un problema patológico.

Chaves-Bedoya *et al.* (2015) indican que las plagas y enfermedades reducen de manera significativa la producción de los cultivos. Para prevenir los efectos devastadores de estos organismos nocivos se emplean agroquímicos (fungicidas, herbicidas e insecticidas) diseñados para controlar los patógenos o enfermedades en los cultivos comerciales. Estos productos son un componente importante de la agricultura moderna, pero su empleo continuo puede ocasionar numerosos problemas e influir en los microorganismos benéficos del suelo; entre aquellos se encuentran los fungicidas que se emplean con más frecuencia que otra clase de agroquímicos en regiones tropicales.

De acuerdo a Acebo (2016), el arroz constituye parte de la dieta básica en algunos países, debido a su valor nutricional, ya que contiene cantidades apreciables de fósforo, hierro, sodio, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina) y niacina (ácido nicotínico). Es notable destacar que no solo está dirigido al consumo humano como alimento, sino que también se utiliza como materia prima para la elaboración de alcohol, glucosa, ácido acético, acetona, aceite, productos farmacéuticos, combustibles, abonos y alimentos de consumo animal.

Cárdenas *et al.* (2015) manifiestan que el clima tropical caracterizado por condiciones de mayor humedad relativa y precipitaciones, así como elevadas temperaturas y la carencia de variedades comerciales con resistencia horizontal, conjuntamente con el uso continuo de variedades en la producción arrocería nacional, son factores que han favorecido el desarrollo de enfermedades. El empleo de variedades de arroz resistentes ha sido uno de los métodos más económicos para su control; sin embargo, la resistencia ha sido de poca duración, debido al surgimiento de nuevos patotipos del hongo compatibles con los genes de resistencia liberados.

Regla *et al.* (2015) dicen que el arroz es el segundo cereal en producción del mundo después del trigo, pero tiene mayor importancia por la superficie cultivada y cantidad de población que depende de su cosecha para su alimentación.

Rivero *et al.* (2018) divulgan que una de estas causas es la incidencia de numerosas enfermedades, favorecidas por las condiciones climáticas y las tecnologías de siembra del cultivo, con clima subtropical de elevada temperatura y humedad relativa, las enfermedades de origen fúngico han jugado un papel decisivo. Entre ellas se encuentra el manchado del grano, enfermedad ampliamente distribuida en las regiones de producción de arroz en el mundo y de gran importancia en muchos países de Asia, África y América, causada por diversos géneros de hongos previamente reportados como *Alternaria*, *Aspergillus*, *Bipolaris* y *Curvularia* entre otros.

Rivero *et al.* (2016) explican que el manchado del grano incide de forma negativa sobre componentes del rendimiento al producir alto porcentaje de vaneo, afectar la germinación entre el 26 y el 41 %, así como el vigor y tamaño de las plántulas; disminuye el número de granos por panícula y el peso de los granos hasta el 40 %, y el llenado en el 30 %. Por otra parte, demerita la calidad de la semilla, pues reduce el número de granos enteros, incrementa tanto los granos quebradizos en el proceso de molino como los yesosos y de coloración anormal. Los agentes fúngicos causales del manchado se transmiten a través de la semilla, lo que trae aparejada la incidencia de estos patógenos en otras etapas fenológicas del cultivo y

conducen, en última instancia, a las mermas en los rendimientos del cereal.

Acebo (2016) expresa que en el cultivo del arroz las enfermedades de origen microbiano constituyen uno de los factores que inciden en la obtención de bajos rendimientos y manchado de los granos. Estas enfermedades pueden ser provocadas por diversos microorganismos como hongos, bacterias y virus, siendo las de origen fúngico las más frecuentes en el cultivo.

Regla *et al.* (2015) señalan que la comunidad científica internacional presta atención a los impactos del cambio climático, que serán más sensibles en las zonas tropicales, donde hoy se concentran la gran mayoría de los países en vías de desarrollo, con gran repercusión en la agricultura y un posible incremento de los riesgos de brotes de enfermedades, que tendrán consecuencias considerables en la producción alimentaria.

Para Vivas e Intriago (2014), el cultivo de arroz es afectado por hongos, bacterias y virus; cuyos síntomas resultan para los agricultores difíciles de reconocer así como los causales de las enfermedades, por lo que recurren al uso indebido de agroquímicos, lo que conlleva a daños en la salud de las personas que laboran en el campo, a los consumidores y al ecosistema; además, ocasiona aumento en los costos de producción. Sumado a estos problemas la introducción de “semillas” sin los respectivos controles de su lugar de origen ni las entidades competentes del país, hace que cada vez se presenten nuevas patologías en este cultivo; por otra parte, el inadecuado manejo del cultivo.

Las enfermedades mayor impacto económico hasta hace poco, era la quemazón causada por el hongo *Pyricularia grisea*, manchado del grano (complejo hongos, bacterias e insecto), virus de la hoja blanca o “cinta blanca”; sin embargo, en la actualidad se ha observado incremento de otras como tizón de la vaina y pudrición de la panícula causado por especies de *Rhizoctonia* y *Sarocladium oryzae* en su orden y la mancha parda por *Bipolaris oryzae*, actualmente, la pudrición negra del pie cuyo causal es el hongo de suelo *Gaumannomyces graminis var. graminis*; ocasionalmente, falso carbón (*Ustilaginoidea virens*) y en la parte alta de la cuenca

del Guayas el virus del entorchamiento (Vivas e Intriago, 2014).

Acebo (2016) considera que por la importancia que tiene la producción de alimentos a nivel mundial para satisfacer las necesidades de una población en crecimiento acelerado, es importante la acción conjunta de agricultores e investigadores para buscar alternativas que beneficien el desarrollo del cultivo y su productividad, sin afectar el medioambiente.

Cardona y González (2016) mencionan que el arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los principales cereales, pero a pesar de los incrementos en los rendimientos logrados como consecuencia del uso de mejores técnicas agrícolas, también se ha incrementado la incidencia de las enfermedades, lo que ha traído como resultado la reducción de la calidad y cantidad de la cosecha.

Entre estas enfermedades se encuentran las causadas por el complejo *Helminthosporium* en el que se incluyen varias especies de hongos que afectan raíz, tallo, hojas, panículas y granos del cultivo del arroz. Entre los síntomas producidos en las hojas del arroz se incluyen lesiones pequeñas, circulares y de color marrón, mientras que en las vainas las lesiones ocurren en pequeños puntos ovales acuosos de color verde oliva con un halo amarillo (Cardona y González, 2016).

Rodríguez *et al.* (2017) aclaran que una de las causas de los bajos rendimientos de este cultivo son los daños causados por enfermedades y en especial, las de origen fungoso (6), siendo en el estado de plántulas, entre los 25 y 35 días después de germinada la semilla, donde la planta muestra la mayor susceptibilidad. Las pérdidas oscilan entre un 10-30 %, pero su capacidad destructiva en condiciones favorables llega a ser hasta un 80 %.

Una de las causas de los bajos rendimientos de este cultivo son los daños causados por enfermedades y en especial, las de origen fungoso, siendo en el estado de plántulas, entre los 25 y 35 días después de germinada la semilla, donde la planta muestra la mayor susceptibilidad. Las pérdidas oscilan entre un 10-30 %,

pero su capacidad destructiva en condiciones favorables llega a ser hasta un 80 % (Rodríguez *et al.*, 2017).

Núñez y Pavone (2014) sostienen que el arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cereales más importantes a escala mundial, produciéndose en más de 113 países y sirviendo como alimento básico a más de la mitad de la población humana. En este cultivo existe un conjunto de enfermedades que diezman su productividad y rendimiento, entre las cuales el añublo del arroz causado por el hongo *Pyricularia grisea* y el manchado del grano, son las más importantes y recurrentes. El manchado del grano en *O. sativa* es causado por un consorcio complejo de hongos (más de 30 géneros) y bacterias que proliferan bajo condiciones ambientales particulares. La enfermedad reduce comúnmente el rendimiento y calidad del grano, además de la viabilidad de la semilla. Algunos de estos microorganismos producen además compuestos tóxicos que descartan el uso del grano para el consumo humano y animal.

Rebull y Saltor (2016) comentan que el cultivo del arroz, dentro de sus grandes particularidades, y por tratarse de un cultivo inundado, lleva asociado la característica de ser afectado por numerosas enfermedades fúngicas. Estas enfermedades suelen ser más virulentas y resultan más visibles en estadios avanzados del cultivo. Pero resultan igualmente nefastas en cualquiera de sus fases de desarrollo y, en especial, en el periodo de siembra por tratarse de uno de los puntos críticos del cultivo.

Entre las enfermedades fúngicas más conocidas asociadas al cultivo del arroz se encuentran *Pyricularia oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Rizoctonia solani*, *Fusarium moliniforme*. Estas suelen ser las principales causantes en las mermas de producción del arroz y se transmiten de una campaña a la siguiente, bien sea en restos del cultivo, en la simiente contaminada o por el complejo de hongos patógenos asociados al suelo (Rebull y Saltor, 2016).

Rivero *et al.* (2018) afirman que las enfermedades afectan componentes del rendimiento al causar vaneamiento y disminución de: a) la germinación entre un 26

y 41%; b) vigor y tamaño de las plántulas; c) número de granos por panícula; d) peso de los granos hasta un 40%; e) llenado de los granos en un 30%. Por otra parte, desmerece la calidad de la semilla, pues reduce el número de granos enteros e incrementa tanto los granos quebradizos en el proceso de molino como los granos yesosos y de coloración anormal.

Castaño *et al.* (2017) definen que la importancia que tiene el arroz en la producción mundial de alimentos y la significancia que tiene la transmisión por semilla de varios patógenos importantes de éste cereal, son una preocupación constante para los investigadores en su interminable misión de obtener mayor producción y mejores alimentos. Ya que la agricultura ha alcanzado un nivel alto de tecnificación, es esencial obtener una buena calidad de semillas.

Estas son víctimas y medios eficientes para el transporte de diversos patógenos. La transmisión de patógenos por semilla es reconocida como un método eficiente mediante el cual los patógenos de plantas (1) son introducidos a áreas nuevas, 2) sobreviven períodos durante los cuales el hospedero está ausente, y 3) son distribuidos a través de poblaciones de plantas como focos de infección (Castaño *et al.*, 2017).

Pincirolí *et al.* (2015) reportan que el grano de arroz puede ser afectado en su constitución y aspecto, antes o después de la cosecha, por un complejo de microorganismos que causan deformación y/o pigmentación del mismo. Esta alteración es comúnmente llamada “manchado del grano” o “pecky rice”. Puede aparecer externamente en las “cáscaras” (glumelas) o internamente en los granos, o en ambas. Los principales efectos pueden ser: a) reducción de la viabilidad (existe una alta relación inversa entre el desarrollo de hongos en la semilla y la germinación de la misma), b) enfermedades en plántula (tizón, damping off) y c) reducción de la calidad (pigmentación, deformación o reducción en el peso del grano).

Muchos de los granos dañados tienen textura yesosa y se quiebran en el proceso de molienda. La presencia de cualquiera de los diversos tipos de manchas o coloración en el grano, reduce la calidad del producto y, por lo tanto, su precio.

Especialmente en el proceso de parbolizado se acentúa el daño de los granos y se incrementa la intensidad del manchado (Pincioli *et al.*, 2015).

Según González y Cárdenas (2015), existen elementos reconocidos que inciden sobre el vaneado del arroz, entre los cuales se encuentran el clima (temperatura, humedad relativa, vientos), las condiciones agroquímicas del suelo, causas genéticas relacionadas con la fecundación, la formación de las panículas y esencialmente las plagas y enfermedades, que tienen como base de su aparición la pérdida de la biodiversidad y de las características de autorregulación propias de los medios naturales.

Son muchos los programas de control de plagas basados en productos químicos altamente costosos, por lo que la resistencia varietal es una de las vías más factibles para disminuir los costos de producción y la contaminación ambiental por concepto de aplicación de químicos, que traen como resultado el deterioro del medio ambiente, principalmente por la ruptura del equilibrio biológico entre las especies, por lo que la solución debe estar basada en la incorporación de variedades resistentes a los distintos daños y la utilización eficiente de productos biológicos (González y Cárdenas, 2015).

Vivas *et al.* (2018) determinan que las pérdidas causadas por plagas representan una de las mayores limitantes en el incremento de la productividad del arroz, causando un aumento significativo de los costos de producción. En el mundo, se estima que las plagas destruyen cerca del 35 % de la producción de arroz, de las cuales 12 % son causadas por patógenos.

Álvarez *et al.* (2017) relatan que para lograr disminuir el déficit de arroz provocado por dichas causas, es indispensable un control satisfactorio de enfermedades, especialmente a través de la resistencia genética de las variedades al hongo que la provoca, no sólo por razones económicas sino también tomando en cuenta la conservación del medio ambiente basado en la reducción del uso de plaguicidas, estrategia que se ajusta al desarrollo de una agricultura sostenible cuya dependencia de productos químicos sea cada vez menor, como se contempla en los

planes de la agricultura moderna.

Rodríguez *et al.* (2017) exponen que en todas las áreas arroceras las enfermedades aparecen inadvertidamente al inicio del cultivo; sin embargo, los síntomas se evidencian, generalmente, a partir de la etapa de máximo macollamiento, presentándose en forma de “parches”, focos o áreas irregulares de aspecto quemado. Los ataques severos destruyen los tallos y promueven el volcamiento o acame de las plantas.

Sobre las lesiones se forman los esclerocios, los cuales conforman el inóculo primario y estructura de resistencia debido a que pueden sobrevivir por varios ciclos de siembra en el suelo y en los residuos vegetales. Aunque la enfermedad aparece desde los inicios del cultivo, la mayor expresión sintomatológica generalmente ocurre a finales del máximo macollamiento, especialmente en las variedades susceptibles con un manejo deficiente de las prácticas culturales (Rodríguez *et al.*, 2017).

Castaño *et al.* (2017) aseguran que los hongos causan el mayor número de enfermedades de plantas y ocurren con más frecuencia en semillas que las bacterias o nemátodos. Hasta ahora, ninguna enfermedad de origen viroso se conoce ser transmitida por semillas de arroz. Los hongos se pueden dividir en dos grupos importantes: 1) hongos de campo, los cuales, son más o menos parasíticos e infectan los granos antes de la cosecha; y 2) hongos de almacenamiento, los cuales, son generalmente saprofitos y se desarrollan después de la cosecha. Las estructuras de los hongos están presentes en la semilla en forma de micelio como *Rhizoctonia* sp.

Mauricio y Leal (2017) estiman que el azufre en forma de polvo, polvo humedecible, pasta o líquido, se utiliza para controlar las cenicillas de muchas plantas. La mayoría de los compuestos derivados del azufre se aplican de acuerdo a la proporción de 120 a 720 g por cada 100 litros de agua y ocasionan daños en climas cálidos y secos (cuando la temperatura sobrepasa a los 30 °C), especialmente en plantas que son sensibles al azufre, como tomate, melón y vid.

El azufre es un fungicida de contacto y preventivo que se debe de aplicar en condiciones de baja presión de la enfermedad para que exista un control efectivo del patógeno. En condiciones de baja presión en invernadero el Oidium, el uso de azufre sublimado reduce las aplicaciones para control preventivo de oidium y ácaros, no causa fitotoxicidad, ni afecta a los insectos polinizadores (*A. mellifera*), reduciendo los días a cosecha y su intervalo en el cultivo (Mauricio y Leal, 2017).

Rodríguez (2018) argumenta que desde las épocas tempranas del surgimiento y desarrollo del hombre, se tuvo la necesidad de combatir las plagas que afectaban sus cultivos y productos, con el uso de sustancias capaces de eliminarlos. En la llamada “*era de los productos naturales*” (antes de nuestra era hasta mediados del siglo XIX), se tienen evidencias en documentos escritos por Homero, del uso del azufre como sustancia “purificadora” para eliminar los hongos; el rey de Persia, Jerjes, usó las flores de piretro como insecticida y los chinos utilizaron los arsenitos para el control de roedores y otras plagas, alrededor del primer milenio después de nuestra era.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental se estableció en el Recinto “Sabaneta”, ubicados en la vía Clementina – Montalvo, perteneciente al Sr. Salomón Quintana Ruíz. Las coordenadas geográficas 277438.26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. (INAMHI-UTB, 2017).

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C; una precipitación anual 1730,2 mm y humedad relativa 82 %.

El suelo es de topografía plana, textura franco - arcillosa y drenaje regular.

3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedades SFL-09 e INIAP 1480 Cristalino.

3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo - inductivo y experimental.

3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: Severidad de las enfermedades en los cultivos utilizados.

Variedad independiente: Dosis de Azufre.

3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el trabajo experimental.

Nº	Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha
T1	SFL-09	Defend	0,5
T2		Defend	1,0
T3		Defend	1,5
T4		Defend	2,0
T5		Testigo absoluto	0
T6	INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5
T7		Defend	1,0
T8		Defend	1,5
T9		Defend	2,0
T10		Testigo absoluto	0

Cuadro 2. Característica del producto

Producto	Ingrediente activo	Concentración (g/l)
Defend	Azufre	800

3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial A x B, con 10 tratamientos y 3 repeticiones.

El Factor A fueron las variedades de arroz y el Factor B el producto y las respectivas dosis.

Cada parcela experimental estuvo constituida por dimensiones de 5,0 m de ancho por 6,0 m de longitud. La separación entre repeticiones o bloques fue de 1,0 m; no existiendo separación entre las parcelas experimentales. El área total del ensayo fue de 1000 m².

3.7. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el andeva mediante el siguiente esquema:

FV	GL
Repeticiones	: 2
Tratamientos	: 9
Factor A	: 1
Factor B	: 4
Interacción	: 4
Error experimental	: 18
Total	: 29

3.8. Análisis funcional

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

3.9. Manejo del ensayo

Se realizaron todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como:

3.9.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pases de romplow y uno de rastra liviana, con el pronóstico de que el suelo quede suelto para depositar la semilla.

3.9.2. Siembra

La siembra se efectuó por trasplante, a distancia de 0,20 cm entre plantas y 0,30 cm entre hilera, con una población de 166 666 plantas/ha. La cantidad de semilla utilizada fue 100 kg/ha.

3.9.3. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de riego, por tanto se mantuvo conforme el requerimiento hídrico, efectuando ocho riegos durante el ciclo del cultivo.

3.9.4. Fertilización

La fertilización base fue química y se efectuó con 180-60- 150 Kg/ha de Nitrógeno, Fósforo, y Potasio, utilizando como fuente de fertilización Urea (46% de N), DAP (18 % de N - 46 % de P₂O₅) y Muriato de potasio (60 % de K₂O); el nitrógeno se aplicó a las 15, 30 y 45 días después de la siembra, mientras que el fósforo y potasio al momento de la siembra (INIAP, 2017).

3.9.5. Control de malezas

En preemergencia se aplicó *Clomazone* 800 g/L, en dosis de 800 cc/ha, en postemergente se aplicó *Propanil* 48 % en dosis de 4,0 L/ha a los 10 días, después del trasplante y posteriormente *Pyrazosulfuron-Ethyl* 100 g/kg, en dosis de 350 g/ha cuando las malezas presenten de 2 a 3 hojas, previa calibración del equipo.

2.9.6. Control fitosanitario

Se efectuó de manera preventiva para el control de Novia del arroz (*Rupella albinela*) el producto comercial Engeo (*Lambdacialotrina*) en dosis de 250 cc/ha a los a los 10 y 35 días después del trasplante.

El producto a base de Azufre se aplicó a los 15, 30 y 45 días después del trasplante.

3.9.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presente la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

3.10. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área de la parcela experimental.

3.10.1. Severidad de las enfermedades

Se realizó la evaluación a los 40 días después de la siembra, donde se contó el número de plantas enfermas del área útil, dividiendo para el número total de plantas de la misma área y multiplicado x 100. La fórmula fue la siguiente (Sameens, 2017):

$$\% \text{ incidencia (I)} = \frac{\text{número de plantas enfermas por unidad}}{\text{total observadas (sanas+enfermas)}} \times 100$$

La severidad se determinó mediante observaciones visuales del área enferma, mediante la fórmula siguiente (Castaño, 2008):

$$\% \text{ de severidad (S)} = \frac{\text{area del tejido enfermo}}{\text{area total (sana+enfermas)}} \times 100$$

Cuadro 3. Escala de evaluación de enfermedades

Valor	Grado de intensidad de la enfermedad
0	: síntomas ausentes en el campo
1	: hasta 10 lesiones/planta
5	: alrededor de 50 lesiones/planta
25	: casi todas las hojas afectadas
50	: todas las plantas afectadas; 50% área destruida
75	: cerca de 75% del área destruida

3.10.2. Eficacia de los fungicidas

Después de haber realizado la aplicación del producto en cada tratamiento, se determinó la eficacia, mediante la fórmula de Abbott:

$$\% \text{ Eficacia} = \left(\frac{P_i \text{ testigo} - P_i \text{ tratamiento}}{P_i \text{ testigo}} \right)$$

Dónde:

Pi testigo = % de infección del tratamiento testigo.

Pi tratamiento = % de infección del tratamiento tratado.

3.10.3. Altura de planta

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la hoja más sobresaliente, en diez plantas tomadas al azar, se expresó en cm.

3.10.4. Número de macollos

A la cosecha, dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de m², donde se contabilizó el número de macollos.

3.10.5. Número de panículas

En el mismo metro cuadrado en que se evaluó los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

3.10.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas

Se tomaron diez panículas al azar por parcela experimental y se contabilizaron los granos llenos y vanos, sus resultados se expresó en gramos.

3.10.7. Peso de 1000 granos

Se tomaron 1000 granos, libres de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión cuyos pesos se expresaron en gramos.

3.10.8. Rendimiento de grano

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental. El peso se ajustó 14 % de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente (Arboleda, 2017):

$$Pu = Pa (100-ha)/(100-hd)$$

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd=humedad deseada

3.10.9. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano se realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Severidad de las enfermedades

4.1.1. Incidencia

En el Cuadro 3, se registran los promedios de incidencia de las enfermedades. En análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 20,87 %.

En el Factor A, la variedad INIAP 1480 Cristalino reportó incidencia de 24,4 %, estadísticamente superior a la variedad SFL-09 que presentó 19,2 %.

En el Factor B, el testigo absoluto sin aplicación del producto demostró 29,7 %, estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 0,5 y 1,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, cuyo menor valor fue para el uso de Defend en dosis de 1,5 L/ha con 12,3 %.

En las interacciones, la variedad SFL-09 en el testigo absoluto sin aplicación del producto sobresalió con 28,0 % de incidencia de enfermedades, estadísticamente igual a la variedad SFL-09, aplicando Defend en dosis de 0,5 y 1,0 L/ha; INIAP 1480 Cristalino usando Defend en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha y testigo absoluto y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad SFL-09, utilizando Defend en dosis de 1,5 L/ha con 6,0 %.

Cuadro 3. Incidencia de las enfermedades, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Incidencia de las enfermedades
SFL-09			19,2 b
INIAP 1480 Cristalino			24,4 a
	Defend	0,5	25,2 ab
	Defend	1,0	23,5 ab
	Defend	1,5	12,3 c
	Defend	2,0	18,3 bc
	Testigo absoluto	0	29,7 a
SFL-09	Defend	0,5	25,0 ab
	Defend	1,0	22,3 ab
	Defend	1,5	6,0 c
	Defend	2,0	14,7 bc
	Testigo absoluto	0	28,0 a
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	25,3 ab
	Defend	1,0	24,7 ab
	Defend	1,5	18,7 abc
	Defend	2,0	22,0 ab
	Testigo absoluto	0	31,3 a
Promedio general			21,8
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			20,87 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.1.2. Severidad

Los promedios de severidad de las enfermedades se observan en el Cuadro 4, donde el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 29,61 %.

En el Factor A, la variedad INIAP 1480 Cristalino presentó 14,3 % de severidad, estadísticamente superior a la variedad SFL-09 que obtuvo 9,2 %.

En el Factor B, el testigo absoluto sin aplicación del producto alcanzó 22,8 % de severidad, estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 0,5 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios. El menor valor fue para el uso de Defend en dosis de 1,5 L/ha con 4,7 % de severidad.

En las interacciones, la variedad INIAP 1480 Cristalino con el testigo absoluto sin aplicación del producto mostró con 27,7 % de severidad, estadísticamente igual a la variedad SFL-09 con el testigo absoluto; INIAP 1480 Cristalino usando Defend en dosis de 0,5 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad SFL-09, utilizando Defend en dosis de 1,5 L/ha con 1,4 % de severidad.

Cuadro 4. Severidad de las enfermedades, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Severidad de las enfermedades
SFL-09			9,2 b
INIAP 1480 Cristalino			14,3 a
	Defend	0,5	14,8 ab
	Defend	1,0	11,4 bc
	Defend	1,5	4,7 c
	Defend	2,0	5,3 c
	Testigo absoluto	0	22,8 a
SFL-09	Defend	0,5	13,7 bc
	Defend	1,0	11,4 bc
	Defend	1,5	1,4 c
	Defend	2,0	1,8 c
	Testigo absoluto	0	17,8 ab
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	15,8 ab
	Defend	1,0	11,5 bc
	Defend	1,5	7,9 bc
	Defend	2,0	8,8 bc
	Testigo absoluto	0	27,7 a
Promedio general			11,8
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coefficiente de variación			29,61 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.2. Eficacia de los fungicidas

Los valores de eficacia del fungicida demuestra en el análisis de varianza que no se reportó diferencias significativas para el Factor A (variedades de arroz) y diferencias altamente significativas para el Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 7,18 % (Cuadro 5).

En el factor A, la variedad SFL-09 alcanzó 84,1 % de eficacia del producto y la variedad INIAP 1480 Cristalino logró 79,9 %.

En el Factor B, el uso de Defend en dosis de 1,5 L/ha registró 91,9 % de eficacia, estadísticamente igual al empleo de Defend en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, cuyo menor valor fue para el uso de Defend en dosis de 0,5 L/ha con 72,6 %.

En las interacciones, la variedad SFL-09 con Defend en dosis de 1,5 L/ha mostró mayor promedio con 96,0 %, estadísticamente igual a la variedad SFL-09, aplicando Defend en dosis de 2,0 L/ha; INIAP 1480 Cristalino usando Defend en dosis de 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad INIAP 1480 Cristalino, utilizando Defend en dosis de 0,5 L/ha con 71,5 % de eficacia del fungicida.

Cuadro 5. Eficacia del producto, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Eficacia del producto
SFL-09			84,1
INIAP 1480 Cristalino			79,9
	Defend	0,5	72,6 c
	Defend	1,0	76,8 bc
	Defend	1,5	91,9 a
	Defend	2,0	86,7 ab
	Testigo absoluto	0	---
SFL-09	Defend	0,5	73,7 bc
	Defend	1,0	77,8 bc
	Defend	1,5	96,0 a
	Defend	2,0	88,7 ab
	Testigo absoluto	0	----
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	71,5 c
	Defend	1,0	75,8 bc
	Defend	1,5	87,7 abc
	Defend	2,0	84,7 abc
	Testigo absoluto	0	---
Promedio general			82,0
Significancia estadística	Facto A		ns
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			7,18 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.3. Altura de planta

En el Cuadro 6, se presentan los valores de altura de planta de arroz. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,66 %.

En el Factor A, la variedad SFL-09 obtuvo el mayor promedio de altura de planta (95,8 cm), estadísticamente superior a la variedad INIAP 1480 Cristalino que consiguió menor promedio (92,2 cm).

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha sobresalió en su promedio (98,1 cm), estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 0,5; 1,0 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al testigo absoluto (87,1 cm).

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el empleo de Defend en dosis de 1,5 L/ha mostró mayor valor (100,5 cm), estadísticamente igual a la utilización de la variedad SFL-09, empleando Defend en dosis de 0,5; 1,0; 2,0 L/ha y testigo absoluto; INIAP 1480 Cristalino aplicando Defend en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor promedio fue para la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto (82,1 cm).

Cuadro 6. Altura de planta, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Altura de planta
SFL-09			95,8 a
INIAP 1480 Cristalino			92,2 b
	Defend	0,5	93,3 a
	Defend	1,0	95,0 a
	Defend	1,5	98,1 a
	Defend	2,0	96,3 a
	Testigo absoluto	0	87,1 b
SFL-09	Defend	0,5	93,8 a
	Defend	1,0	95,3 a
	Defend	1,5	100,5 a
	Defend	2,0	97,3 a
	Testigo absoluto	0	92,1 ab
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	92,8 a
	Defend	1,0	94,7 a
	Defend	1,5	95,8 a
	Defend	2,0	95,4 a
	Testigo absoluto	0	82,1 b
Promedio general			94,0
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			3,66 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.4. Número de macollos

En el número de macollos/m², el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 4,11 % (Cuadro 7).

En el Factor A, la variedad SFL-09 obtuvo el mayor promedio con 264 macollos/m², estadísticamente superior a la variedad INIAP 1480 Cristalino con 248 macollos/m².

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha registró 306 macollos/m², estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, cuyo menor valor fue para el testigo absoluto con 188 macollos/m².

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el empleo de Defend en dosis de 1,5 L/ha logró mayor promedio con 310 macollos/m², estadísticamente igual a la utilización de la variedad SFL-09, empleando Defend en dosis de 2,0 L/ha; INIAP 1480 Cristalino aplicando Defend en dosis de 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor promedio fue para la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto con 171 macollos/m².

Cuadro 7. Macollos por metro cuadrado, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Macollos por metro cuadrado
SFL-09			264 a
INIAP 1480 Cristalino			248 b
	Defend	0,5	234 b
	Defend	1,0	252 b
	Defend	1,5	306 a
	Defend	2,0	302 a
	Testigo absoluto	0	188 c
SFL-09	Defend	0,5	235 bcd
	Defend	1,0	266 b
	Defend	1,5	310 a
	Defend	2,0	305 a
	Testigo absoluto	0	205 d
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	232 cd
	Defend	1,0	238 bc
	Defend	1,5	302 a
	Defend	2,0	299 a
	Testigo absoluto	0	171 e
Promedio general			256
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			4,11 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.5. Número de panículas

En la variable número de panículas/m², se demuestra que el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 3,56 %, según se observa en el Cuadro 8.

En el Factor A, la variedad SFL-09 obtuvo el mayor promedio con 203 panículas/m², estadísticamente superior a la variedad INIAP 1480 Cristalino con 175 panículas/m².

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha registró 240 panículas/m², superior estadísticamente a los demás promedios. El menor valor fue para el testigo absoluto con 128 panículas/m².

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el uso de Defend en dosis de 1,5 L/ha alcanzó mayor promedio con 282 panículas/m², estadísticamente superior al resto de interacciones, cuyo menor promedio fue para la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto con 111 panículas/m².

Cuadro 8. Panículas por metro cuadrado, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Panículas por metro cuadrado
SFL-09			203 a
INIAP 1480 Cristalino			175 b
	Defend	0,5	182 c
	Defend	1,0	194 b
	Defend	1,5	240 a
	Defend	2,0	200 b
	Testigo absoluto	0	128 d
SFL-09	Defend	0,5	189 bc
	Defend	1,0	195 bc
	Defend	1,5	282 a
	Defend	2,0	203 b
	Testigo absoluto	0	145 d
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	175 c
	Defend	1,0	193 bc
	Defend	1,5	198 b
	Defend	2,0	198 b
	Testigo absoluto	0	111 e
Promedio general			189
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			3,56 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas

4.6.1. Porcentaje de granos llenos por panículas

En el Cuadro 9, se presentan los valores de porcentaje de granos llenos por panículas. El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,66 %.

En el Factor A, la variedad SFL-09 registró el mayor promedio (92,4 %), estadísticamente superior a la variedad INIAP 1480 Cristalino que consiguió menor promedio (90,5 %).

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha sobresalió en su promedio (93,1 %), estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 0,5; 1,0 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al testigo absoluto (88,3 %).

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el empleo de Defend en dosis de 1,5 L/ha mostró mayor valor (94,1 %), estadísticamente igual a la utilización de la variedad SFL-09, empleando Defend en dosis de 0,5; 1,0; 2,0 L/ha y testigo absoluto; INIAP 1480 Cristalino aplicando Defend en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto (85,4 %).

Cuadro 9. Porcentaje de granos llenos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Porcentaje de granos llenos
SFL-09			92,4 a
INIAP 1480 Cristalino			90,5 b
	Defend	0,5	91,6 a
	Defend	1,0	91,7 a
	Defend	1,5	93,1 a
	Defend	2,0	92,6 a
	Testigo absoluto	0	88,3 b
SFL-09	Defend	0,5	91,7 a
	Defend	1,0	91,7 a
	Defend	1,5	94,1 a
	Defend	2,0	93,2 a
	Testigo absoluto	0	91,2 a
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	91,5 a
	Defend	1,0	91,7 a
	Defend	1,5	92,1 a
	Defend	2,0	92,0 a
	Testigo absoluto	0	85,4 b
Promedio general			91,5
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			1,43 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.6.2. Porcentaje de granos vanos por panículas

Los promedios de porcentaje de granos vanos por panículas demuestran en el análisis de varianza diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 15,32 %.

En el Factor A, la variedad INIAP 1480 Cristalino reportó 9,5 % de granos vanos, estadísticamente superior a la variedad SFL-09 que presentó 7,6 %.

En el Factor B, el testigo absoluto sin aplicación del producto reportó 11,7 %, estadísticamente superior al uso de Defend en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha.

En las interacciones, la variedad INIAP 1480 Cristalino, en el testigo absoluto sin aplicación del producto sobresalió con 14,6 % de granos vanos, superior estadísticamente al resto de interacciones, siendo el menor promedio para la variedad SFL-09, utilizando Defend en dosis de 1,5 L/ha con 5,9 %.

Cuadro 10. Porcentaje de granos vanos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Porcentaje de granos vanos
SFL-09			7,6 b
INIAP 1480 Cristalino			9,5 a
	Defend	0,5	8,4 b
	Defend	1,0	8,3 b
	Defend	1,5	6,9 b
	Defend	2,0	7,4 b
	Testigo absoluto	0	11,7 a
SFL-09	Defend	0,5	8,4 b
	Defend	1,0	8,3 b
	Defend	1,5	5,9 b
	Defend	2,0	6,8 b
	Testigo absoluto	0	8,8 b
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	8,5 b
	Defend	1,0	8,3 b
	Defend	1,5	7,9 b
	Defend	2,0	8,0 b
	Testigo absoluto	0	14,6 a
Promedio general			8,5
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			15,32 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.7. Peso de 1000 granos

En el peso de 1000 granos, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (variedades de arroz), Factor B (producto y dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 7,16 % (Cuadro 11).

En el Factor A, la variedad SFL-09 obtuvo el mayor promedio con 27,6 g, estadísticamente superior a la variedad INIAP 1480 Cristalino con 26,1 g.

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha registró 29,3 g, estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 1,0 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, cuyo menor valor fue para el testigo absoluto con 24,4 g.

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el empleo de Defend en dosis de 1,5 L/ha logró mayor promedio con 30,6 g, estadísticamente igual a la utilización de la variedad SFL-09, empleando Defend en dosis de 0,5; 1,0 y 2,0 L/ha; INIAP 1480 Cristalino aplicando Defend en dosis de 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor promedio fue para la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto con 24,3 g.

Cuadro 11. Peso de 1000 granos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Peso de 1000 granos
SFL-09			27,6 a
INIAP 1480 Cristalino			26,1 b
	Defend	0,5	25,9 bc
	Defend	1,0	26,7 abc
	Defend	1,5	29,3 a
	Defend	2,0	27,8 ab
	Testigo absoluto	0	24,4 c
SFL-09	Defend	0,5	26,9 ab
	Defend	1,0	26,5 ab
	Defend	1,5	30,6 a
	Defend	2,0	29,4 ab
	Testigo absoluto	0	24,4 b
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	24,9 b
	Defend	1,0	26,9 ab
	Defend	1,5	28,1 ab
	Defend	2,0	26,2 ab
	Testigo absoluto	0	24,3 b
Promedio general			26,8
Significancia estadística	Facto A		**
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			7,16 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

4.8. Rendimiento de grano

En el Cuadro 12, se presentan los valores de rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza no detectó diferencias significativas para el Factor A (variedades de arroz) y diferencias altamente significativas para el Factor B (producto y dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 9,16 %.

En el Factor A, la variedad SFL-09 obtuvo 4241,0 kg/ha y el menor valor lo obtuvo la variedad INIAP 1480 Cristalino con 3969,1 kg/ha.

En el Factor B, Defend en dosis de 1,5 L/ha sobresalió en su promedio con 4796,5 kg/ha, estadísticamente igual al uso de Defend en dosis de 2,0 L/ha y superiores estadísticamente a los demás promedios, siendo el menor valor para el testigo absoluto con 3486,8 kg/ha.

En las interacciones, la variedad SFL-09 con el empleo de Defend en dosis de 1,5 L/ha mostró mayor valor con 5101,0 kg/ha, estadísticamente igual a la utilización de la variedad SFL-09, empleando Defend en dosis de 1,0 y 2,0 L/ha; INIAP 1480 Cristalino aplicando Defend en dosis de 1,5 y 2,0 L/ha y superiores estadísticamente al resto de interacciones. El menor promedio fue para la variedad INIAP 1480 Cristalino en el testigo absoluto con 3384,1 kg/ha.

4.9. Análisis económico

El análisis económico obtuvo beneficio neto negativo en alguno de los tratamientos, sin embargo se destacó la mayor ganancia utilizando la variedad SFL-09 empleando Defend en dosis de 1,5 L/ha con \$ 300,24 (Cuadro 14).

Cuadro 12. Rendimiento del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Rendimiento del cultivo
SFL-09			4241,0
INIAP 1480 Cristalino			3969,1
	Defend	0,5	3903,5 bc
	Defend	1,0	3987,1 bc
	Defend	1,5	4796,5 a
	Defend	2,0	4351,5 ab
	Testigo absoluto	0	3486,8 c
SFL-09	Defend	0,5	3926,4 bc
	Defend	1,0	4028,9 abc
	Defend	1,5	5101,0 a
	Defend	2,0	4559,3 ab
	Testigo absoluto	0	3589,5 bc
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	3880,7 bc
	Defend	1,0	3945,2 bc
	Defend	1,5	4492,0 ab
	Defend	2,0	4143,7 abc
	Testigo absoluto	0	3384,1 c
Promedio general			4105,1
Significancia estadística	Facto A		ns
	Factor B		**
	Interacción		**
Coeficiente de variación			9,16 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la prueba de Tukey.

ns= no significativo

*= significativo

**= altamente significativo

Cuadro 13. Costos fijos/ha, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	250,00	250,00
Preparación de suelo				0,00
Romplov, rastra	u	3	25,00	75,00
Riego	u	8	2,80	22,40
Fertilización				0,00
Urea	sacos	7,8	19,50	152,10
DAP	sacos	2,6	17,50	45,50
Muriato de potasio	sacos	5	18,00	90,00
Aplicación	jornales	8	12,00	96,00
Control de malezas				0,00
Clomazone	L	0,8	14,50	11,60
Propanil	L	4	11,00	44,00
Pyrazosulfuron- Ethyl	funda	1	16,30	16,30
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				0,00
Engeo (250 cc)	cc	1	9,30	9,30
Aplicación	jornales	3	12,00	36,00
Sub Total				920,20
Administración (5 %)				46,01
Total Costo Fijo				966,21

Cuadro 14. Análisis económico/ha, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Rend. kg/ha	Sacos 210 lb	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)					Beneficio neto (USD)	
						Fijos	Variedades	Productos	Variables Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		Total
SFL-09	Defend	0,5	3926,4	41,1	1316,3	966,21	156,00	18,45	72,00	123,41	1336,07	-19,73
	Defend	1	4028,9	42,2	1350,7	966,21	156,00	36,90	72,00	126,63	1357,74	-7,03
	Defend	1,5	5101,0	53,4	1710,1	966,21	156,00	55,35	72,00	160,32	1409,88	300,24
	Defend	2	4559,3	47,8	1528,5	966,21	156,00	73,80	72,00	143,30	1411,31	117,22
	Testigo absoluto	0	3589,5	37,6	1203,4	966,21	156,00	0,00	72,00	112,82	1307,03	-103,64
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	3880,7	40,7	1301,0	966,21	196,00	18,45	72,00	121,97	1374,63	-73,62
	Defend	1	3945,2	41,3	1322,6	966,21	196,00	36,90	72,00	124,00	1395,11	-72,46
	Defend	1,5	4492,03	47,1	1506,0	966,21	196,00	55,35	72,00	141,18	1430,74	75,23
	Defend	2	4143,7	43,4	1389,2	966,21	196,00	73,80	72,00	130,24	1438,25	-49,05
	Testigo absoluto	0	3384,07	35,5	1134,5	966,21	196,00	0,00	72,00	106,36	1340,57	-206,05

Jornal = \$ 12,00

Costo arroz 50 kg = \$ 19

Cosecha + transporte = \$ 3,0

SFL 09 = \$ 78,0 (50 kg)

Iniap Cristalino = \$ 98,0 (50 kg)

Defend = \$ 12,30 (L)

Cuadro 15. Consolidación de la respuesta a la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Incidencia	Severidad	Eficacia	Altura de planta	Número de macollos	Número de panículas	Granos llenos	Granos Vanos	Peso de 1000 granos	Rendimiento del cultivo
SFL-09	Defend	0,5	25,0 ab	13,7 bc	73,7 bc	93,8 a	235 bcd	189 bc	91,7 a	8,4 b	26,9 ab	3926,4 bc
	Defend	1,0	22,3 ab	11,4 bc	77,8 bc	95,3 a	266 b	195 bc	91,7 a	8,3 b	26,5 ab	4028,9 abc
	Defend	1,5	6,0 c	1,4 c	96,0 a	100,5 a	310 a	282 a	94,1 a	5,9 b	30,6 a	5101,0 a
	Defend	2,0	14,7 bc	1,8 c	88,7 ab	97,3 a	305 a	203 b	93,2 a	6,8 b	29,4 ab	4559,3 ab
	Testigo absoluto	0	28,0 a	17,8 ab	---	92,1 ab	205 d	145 d	91,2 a	8,8 b	24,4 b	3589,5 bc
INIAP 1480	Defend	0,5	25,3 ab	15,8 ab	71,5 c	92,8 a	232 cd	175 c	91,5 a	8,5 b	24,9 b	3880,7 bc
Cristalino	Defend	1,0	24,7 ab	11,5 bc	75,8 bc	94,7 a	238 bc	193 bc	91,7 a	8,3 b	26,9 ab	3945,2 bc
	Defend	1,5	18,7 abc	7,9 bc	87,7 abc	95,8 a	302 a	198 b	92,1 a	7,9 b	28,1 ab	4492,0 ab
	Defend	2,0	22,0 ab	8,8 bc	84,7 abc	95,4 a	299 a	198 b	92,0 a	8,0 b	26,2 ab	4143,7 abc
	Testigo absoluto	0	31,3 a	27,7 a	---	82,1 b	171 e	111 e	85,4 b	14,6 a	24,3 b	3384,1 c

 : Alto
 : Medio
 : Bajo

V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- Aplicando Azufre 800 disminuyó la incidencia y severidad de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz.
- La mayor eficacia del producto se registró utilizando Defend en dosis de 1,5 L/ha.
- Las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², porcentaje de granos llenos y vanos y peso de 1000 granos se registró aplicando Defend en diferentes dosis en comparación al tratamiento testigo que no se aplicó el producto.
- El mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se registró con Defend en dosis de 1,5 L/ha con 5101,0 kg/ha y \$ 300,24 de ganancia neta.

VI. RECOMENDACIONES

Por las conclusiones obtenidas, se recomienda:

- Aplicar Defend en dosis de 1,5 L/ha para el control de enfermedades asociadas al cultivo de arroz.
- Promover investigaciones para el control de enfermedades con Azufre 800 en otras variedades del cultivo de arroz.
- Realizar el mismo ensayo bajo otras condiciones agroedafoclimáticas de las principales zonas arroceras del país.

VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en el Recinto “Sabaneta”, ubicados en la vía Clementina – Montalvo, perteneciente al Sr. Salomón Quintana Ruíz. Las coordenadas geográficas 277438.26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; con una altura de 8 m.s.n.m. La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C; una precipitación anual 1730,2 mm y humedad relativa 82 %. El suelo es de topografía plana, textura franco - arcillosa y drenaje regular. Como material de siembra se utilizaron semillas de arroz, variedades SFL-11 e INIAP 1480 Cristalino. Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, en arreglo factorial A x B, con 10 tratamientos y 3 repeticiones. El Factor A fueron las variedades de arroz y el Factor B el producto Defend en dosis de 0,5; 1,0; 1,5 y 2,0 L/ha más un testigo absoluto. Cada parcela experimental estuvo constituida por dimensiones de 5,0 m de ancho por 6,0 m de longitud. La separación entre repeticiones o bloques fue de 1,0 m; no existiendo separación entre las parcelas experimentales. El área total del ensayo fue de 1000 m². Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95% de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos. Por los resultados obtenidos se determinó que aplicando Azufre 800 disminuyó la incidencia y severidad de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz; la mayor eficacia del producto se registró utilizando Defend en dosis de 1,5 L/ha; las características agronómicas como altura de planta, macollos y panículas/m², porcentaje de granos llenos y vanos y peso de 1000 granos se registró aplicando Defend en diferentes dosis en comparación al tratamiento testigo que no se aplicó el producto y el mayor rendimiento del cultivo y beneficio neto se registró con Defend en dosis de 1,5 L/ha con 5101,0 kg/ha y \$ 300,24 de ganancia neta.

Palabras claves: arroz, azufre, rendimiento, enfermedades.

VIII. SUMMARY

The present experimental work was established in the "Sabaneta" Campus, located on the Clementina - Montalvo road, belonging to Mr. Salomón Quintana Ruíz. The geographic coordinates 277438.26 UTM of longitude West and 110597.97 UTM of South latitude; with a height of 8 m.s.n.m. The zone presents a humid tropical climate, with an average annual temperature of 25.60 ° C; an annual rainfall of 1730.2 mm and relative humidity 82%. The soil has a flat topography, a loamy clay texture and regular drainage. Seeds of rice, varieties SFL-11 and INIAP 1480 Cristalino were used as seed material. The experimental design of Complete Blocks at Random was used, in factorial arrangement A x B, with 10 treatments and 3 repetitions. Factor A were the rice varieties and Factor B the Defend product in doses of 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 L / ha plus an absolute control. Each experimental plot consisted of dimensions of 5.0 m wide by 6.0 m long. The separation between repetitions or blocks was 1.0 m; there is no separation between the experimental plots. The total test area was 1000 m². The evaluated variables were subjected to the analysis of variance, using the Tukey test of significance at 95% probability for comparisons of treatment means. Based on the results obtained, it was determined that applying Sulfur 800 decreased the incidence and severity of diseases associated with two rice cultivars; the highest efficacy of the product was registered using Defend at a dose of 1.5 L / ha; the agronomic characteristics such as plant height, tillers and panicles / m², percentage of full and empty grains and weight of 1000 grains was registered applying Defend in different doses in comparison to the control treatment that did not apply the product and the highest yield of the crop and Net benefit was registered with Defend at a dose of 1.5 L / ha with 5101.0 kg / ha and \$ 300.24 of net gain.

Keywords: rice, sulfur, yield, diseases.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Acebo, Y., Hernández-Rodríguez, A., Rives, N., Velázquez, M., Hernández-Lauzardo, A., 2017. Perspectivas del uso de bacterias rizosféricas en el control de *Pyricularia grisea* (Cooke Sacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XIII, núm. 1, pp. 16-22
- Álvarez, E., Zamora, N., Jiménez, C. 2017. Comportamiento de variedades de arroz frente a *Pyricularia grisea* (Sacc.) en la provincia Granma. Disponible en [http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20\(Vol%203%20No%202\)/Trabajo4.pdf](http://www.actaf.co.cu/revistas/revista-grano/Revista%20en%20PDF%20(Vol%203%20No%202)/Trabajo4.pdf)
- Arboleda, M. 2016. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo.
- Cárdenas, J., Regla, M., Cristo, E., Pérez, N. 2015. Variedades cubanas de arroz (*Oryza sativa* lin.) promisorias para la provincia DE PINAR DE RÍO tolerantes al tizón de la hoja (*Pyricularia grisea*). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 23, núm. 1, pp. 53-56
- Cardona, R., González, M. 2016. Caracterización y patogenicidad de hongos del complejo *Helminthosporium* asociados al cultivo del arroz en Venezuela. Bioagro. Versión impresa ISSN 1316-3361. Bioagro v.20 n.2 Barquisimeto.
- Castaño, J. 2017. Microorganismos asociados con el Manchado de Grano del Arroz en Colombia. Ceiba, Vol. 26, Núm. 2
- Castaño, J. 2008. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n3/v26n3a08.pdf>
- Chaves-Bedoya, G., Ortiz-Moreno, M., Ortiz-Rojas, L.: 2015. Efecto de la aplicación de agroquímicos en un cultivo de arroz sobre los microorganismos del suelo.

Acta Agron., Volumen 62, Número 1, p. 66-72, 2015. ISSN electrónico 2323-0118. ISSN impreso 0120-2812.

FAO. 2017. El arroz es la vida. Disponible en <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/36887/index.html>

González, M., Cárdenas, R. 2015. Influencia de factores bióticos en el comportamiento del vaneado del grano en variedades y líneas de arroz (*Oryza sativa* L.). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 24, núm. 2, pp. 41-44

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

Instituto Nacional de Innovación Agraria. INIA. 2017. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR10766.pdf>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2017. Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

Mauricio, L.; Leal, J. 2017. Efecto de la aplicación de azufre para el control de oidiosis “*leveillula taurica*” en el cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus* L.) var. imperial star Scientia Agropecuaria. Universidad Nacional de Trujillo Trujillo, Perú. Vol. 2, núm. 3, pp. 169-176

Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2017. I Parte El sector agropecuario ecuatoriano: análisis histórico y prospectiva a 2025. Disponible en <http://servicios.agricultura.gob.ec/politicas/La%20Pol%C3%ADticas%20Agropecuarias%20al%20%202025%20I%20parte.pdf>

Núñez, L., Pavone, D. 2014. Tratamiento biológico del cultivo de arroz en condiciones de vivero empleando el hongo *Trichoderma* spp. Asociación

Interciencia Caracas, Venezuela. Interciencia, vol. 39, núm. 3, pp. 185-190

Pérez, C., Cristo, M., Saavedra, E. 2015. Avances en el manejo integrado de la bacteria *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz en el caribe Colombiano. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 3(1).

Pincioli, M., Sisterna, M. Bezus, R., Vidal, A. 2015. Manchado del grano de arroz: efecto de la fertilización nitrogenada. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 105. ISSN 0041-8676, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina.

Rebull, J., Saltor, J. 2016. Utilidad de la carboxina en el control de enfermedades fúngicas en la semilla de arroz. *Phytoma España: La revista profesional de sanidad vegetal*, ISSN 1131-8988, N° 212 (Ejemplar dedicado a: 31as Jornadas de productos fitosanitarios), págs. 40-42

Regla, M., Cárdenas, C., Polón, R., Pérez, N., Cristo, E. 2015. Relación entre la incidencia de la Piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el Complejo Agroindustrial Arrocero Los Palacios. *Cultivos Tropicales*. Versión impresa ISSN 0258-5936. *cultrop* v.31 n.1.

Rivero, D., Cruz, A., Martínez, B., Ramírez, M., Rodríguez, A. 2016. Actividad antifúngica *in vitro* de la quitosana Sigma frente a hongos fitopatógenos causantes del manchado del grano en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). *Fitosanidad, versión On-line* ISSN 1818-1686. *Fitosanidad* v.13 n.2.

Rivero, D., Cruz, A., Rodríguez, A., Echevarría, A., Martínez, B. 2018. Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*. Versión impresa ISSN 1315-2556. *Rev. Soc. Ven. Microbiol.* vol.32 no.2

Rodríguez, A., Ramírez, M., Falcón, A., Guridi, F., Cristo, E. 2017. Estimulación de

algunas enzimas relacionadas con la defensa en plantas de arroz (*Oryza sativa*, L.) obtenidas de semillas tratadas con Quitosana. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba. Cultivos Tropicales, vol. 25, núm. 3, pp. 111-115

Rodríguez, A., Suárez, S., Palacio, D. 2018. Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Versión On-line ISSN 1561-3003. Ciudad de la Habana. Rev Cubana Hig Epidemiol vol.52 no.3

Rodríguez, H., Cardona, R., Arteaga de R., L., Alemán, L. 2017. Control químico del Añublo de la vaina causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en arroz Bioagro, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela. Vol. 13, núm. 1, pp. 32-38

Sameens. 2017. Fórmula de severidad de enfermedades. Disponible en http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero%20Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm

Vivas, L. e Intriago, D. 2014. Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador. Yaguachi, Ec. Instituto Nacional Autónomo de investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Litoral Sur "Dr. Enrique Ampuero Pareja". 12 p. Boletín Divulgativo No. 426.

Vivas, L., Astudillo, J., Poleo, J. 2018. Monitoreo de *Tagosodes Orizicolus* M. e incidencia del virus de la hoja blanca "VHB" en el cultivo de arroz en calabozo, estado guárico, Venezuela. Agronomía Tropical. Versión impresa ISSN 0002-192X. Agronomía Trop. v.59 n.4 Maracay dic. 2009

Vivas, L., Intriago, D. 2014. Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador. Departamento Nacional de

Protección Vegetal. Sección Fitopatología Boletín Divulgativo No. 426,
Guayas, Ec.

APÉNDICE

Cuadros de resultados y andevas

Cuadro 16. Incidencia de la enfermedad, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	22,0	26,0	27,0	25,0
	Defend	1,0	21,0	22,0	24,0	22,3
	Defend	1,5	7,0	6,0	5,0	6,0
	Defend	2,0	14,0	17,0	13,0	14,7
	Testigo absoluto	0	26,0	27,0	31,0	28,0
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	22,0	26,0	28,0	25,3
	Defend	1,0	28,0	17,0	29,0	24,7
	Defend	1,5	21,0	27,0	8,0	18,7
	Defend	2,0	19,0	23,0	24,0	22,0
	Testigo absoluto	0	29,0	29,0	36,0	31,3

Variable N R² R² Aj CV

Incidencia 30 0,79 0,67 20,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1426,20	11	129,65	6,26	0,0003
Rep	13,40	2	6,70	0,32	0,7276
Factor A	202,80	1	202,80	9,80	0,0058
Factor B	1066,47	4	266,62	12,88	<0,0001
Factor A*Factor B	143,53	4	35,88	1,73	0,1865

Error	372,60	18	20,70
<u>Total</u>	<u>1798,80</u>	<u>29</u>	

Cuadro 17. Severidad de la enfermedad, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	12,5	11,8	16,9	13,7
	Defend	1,0	17,8	8,8	7,5	11,4
	Defend	1,5	1,2	1,5	1,5	1,4
	Defend	2,0	1,2	1,5	2,8	1,8
	Testigo absoluto	0	16,8	18,9	17,8	17,8
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	27,7	7,9	11,8	15,8
	Defend	1,0	13,7	1,8	18,9	11,5
	Defend	1,5	7,4	7,5	8,9	7,9
	Defend	2,0	7,3	8,5	10,5	8,8
	Testigo absoluto	0	26,9	28,4	27,9	27,7

Variable N R² R² Aj CV

Severidad 30 0,81 0,70 39,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1697,48	11	154,32	7,08	0,0002
Rep	71,18	2	35,59	1,63	0,2232
Factor A	196,20	1	196,20	9,00	0,0077
Factor B	1336,61	4	334,15	15,32	<0,0001
Factor A*Factor B	93,50	4	23,38	1,07	0,3993
Error	392,59	18	21,81		
<u>Total</u>	<u>2090,08</u>	<u>29</u>			

Cuadro 18. Eficacia del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	72,5	71,8	76,9	73,7
	Defend	1,0	76,8	78,9	77,8	77,8
	Defend	1,5	97,0	96,0	95,0	96,0
	Defend	2,0	81,0	87,0	98,0	88,7
	Testigo absoluto	0				
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	73,7	61,8	78,9	71,5
	Defend	1,0	87,7	67,9	71,8	75,8
	Defend	1,5	86,9	88,4	87,9	87,7
	Defend	2,0	88,0	77,0	89,0	84,7
	Testigo absoluto	0				

Variable N R² R² Aj CV

Eficacia 24 0,78 0,63 7,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	1692,80	9	188,09	5,42	0,0026
Rep	146,26	2	73,13	2,11	0,1583
Factor A	102,92	1	102,92	2,97	0,1069
Factor B	1406,13	3	468,71	13,52	0,0002
Factor A*Factor B	37,49	3	12,50	0,36	0,7825
Error	485,44	14	34,67		
<u>Total</u>	<u>2178,25</u>	<u>23</u>			

Cuadro 19. Altura de planta, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	96,6	95,6	89,2	93,8
	Defend	1,0	95,6	95,6	94,8	95,3
	Defend	1,5	104,2	98,2	99,0	100,5
	Defend	2,0	104,6	97,0	90,2	97,3
	Testigo absoluto	0	91,4	92,8	92,2	92,1
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	91,0	93,4	94,0	92,8
	Defend	1,0	96,4	94,0	93,8	94,7
	Defend	1,5	95,8	96,4	95,2	95,8
	Defend	2,0	97,0	95,6	93,6	95,4
	Testigo absoluto	0	77,4	80,8	88,0	82,1

Variable N R² R² Aj CV

Al pl 30 0,75 0,60 3,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	642,13	11	58,38	4,93	0,0014
Rep	20,02	2	10,01	0,85	0,4455
Factor A	99,37	1	99,37	8,40	0,0096
Factor B	430,17	4	107,54	9,09	0,0003
Factor A*Factor B	92,57	4	23,14	1,96	0,1448
Error	213,02	18	11,83		
<u>Total</u>	<u>855,15</u>	<u>29</u>			

Cuadro 20. Número de macollos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	219	237	250	235
	Defend	1,0	260	280	257	266
	Defend	1,5	316	312	303	310
	Defend	2,0	309	303	302	305
	Testigo absoluto	0	209	193	214	205
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	232	230	234	232
	Defend	1,0	237	229	249	238
	Defend	1,5	302	308	296	302
	Defend	2,0	302	301	293	299
	Testigo absoluto	0	183	177	152	171

Variable N R² R² Aj CV
macoll 30 0,97 0,95 4,11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	61566,37	11	5596,94	50,32	<0,0001
Rep	25,40	2	12,70	0,11	0,8927
Factor A	1904,03	1	1904,03	17,12	0,0006
Factor B	58442,80	4	14610,70	131,37	<0,0001
Factor A*Factor B	1194,13	4	298,53	2,68	0,0648
Error	2001,93	18	111,22		
<u>Total</u>	<u>63568,30</u>	<u>29</u>			

Cuadro 21. Número de panículas, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	189	188	190	189
	Defend	1,0	201	199	185	195
	Defend	1,5	279	288	278	282
	Defend	2,0	210	205	194	203
	Testigo absoluto	0	150	144	140	145
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	163	181	182	175
	Defend	1,0	193	196	191	193
	Defend	1,5	198	197	200	198
	Defend	2,0	199	193	201	198
	Testigo absoluto	0	111	103	120	111

Variable N R² R² Aj CV

Pan 30 0,98 0,97 3,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	51563,67	11	4687,61	103,63	<0,0001
Rep	10,47	2	5,23	0,12	0,8914
Factor A	5658,13	1	5658,13	125,09	<0,0001
Factor B	39142,87	4	9785,72	216,34	<0,0001
Factor A*Factor B	6752,20	4	1688,05	37,32	<0,0001
Error	814,20	18	45,23		
<u>Total</u>	<u>52377,87</u>	<u>29</u>			

Cuadro 22. Porcentaje de granos llenos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	91,7	91,6	91,7	91,7
	Defend	1,0	91,8	91,3	91,9	91,7
	Defend	1,5	93,9	94,2	94,3	94,1
	Defend	2,0	92,7	94,8	92,1	93,2
	Testigo absoluto	0	90,4	91,6	91,5	91,2
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	91,4	89,5	93,7	91,5
	Defend	1,0	88,7	92,0	94,2	91,7
	Defend	1,5	91,8	92,4	92,1	92,1
	Defend	2,0	91,2	92,1	92,8	92,0
	Testigo absoluto	0	86,1	86,3	83,8	85,4

Variable N R² R² Aj CV
Granos llenos 30 0,83 0,72 1,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	148,64	11	13,51	7,89	0,0001
Rep	3,83	2	1,92	1,12	0,3480
Factor A	25,23	1	25,23	14,74	0,0012
Factor B	85,93	4	21,48	12,55	<0,0001
Factor A*Factor B	33,65	4	8,41	4,91	0,0074
Error	30,81	18	1,71		
<u>Total</u>	<u>179,45</u>	<u>29</u>			

Cuadro 23. Porcentaje de granos vanos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	8,3	8,5	8,3	8,4
	Defend	1,0	8,2	8,7	8,1	8,3
	Defend	1,5	6,1	5,8	5,7	5,9
	Defend	2,0	7,3	5,2	7,9	6,8
	Testigo absoluto	0	9,6	8,4	8,5	8,8
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	8,6	10,5	6,3	8,5
	Defend	1,0	11,3	8,0	5,8	8,3
	Defend	1,5	8,2	7,6	7,9	7,9
	Defend	2,0	8,8	7,9	7,2	8,0
	Testigo absoluto	0	13,9	13,7	16,2	14,6

Variable N R² R² Aj CV
Granos vanos 30 0,83 0,72 15,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	148,56	11	13,51	7,88	0,0001
Rep	3,79	2	1,90	1,11	0,3524
Factor A	25,08	1	25,08	14,63	0,0012
Factor B	85,91	4	21,48	12,53	<0,0001
Factor A*Factor B	33,78	4	8,45	4,93	0,0073
Error	30,85	18	1,71		
<u>Total</u>	<u>179,42</u>	<u>29</u>			

Cuadro 24. Peso de 1000 granos, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	26,8	27,4	26,6	26,9
	Defend	1,0	23,2	29,6	26,7	26,5
	Defend	1,5	33,7	29,0	29,0	30,6
	Defend	2,0	29,6	29,4	29,1	29,4
	Testigo absoluto	0	24,9	25,2	23,2	24,4
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	26,9	23,3	24,5	24,9
	Defend	1,0	28,9	25,0	26,9	26,9
	Defend	1,5	26,9	27,6	29,8	28,1
	Defend	2,0	26,9	25,7	25,9	26,2
	Testigo absoluto	0	21,9	25,7	25,4	24,3

Variable N R² R² Aj CV
peso 1000 granos 30 0,63 0,41 7,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	115,20	11	10,47	2,84	0,0240
Rep	0,35	2	0,18	0,05	0,9532
Factor A	16,28	1	16,28	4,42	0,0500
Factor B	83,86	4	20,97	5,69	0,0039
Factor A*Factor B	14,70	4	3,68	1,00	0,4346
Error	66,37	18	3,69		
<u>Total</u>	<u>181,57</u>	<u>29</u>			

Cuadro 25. Rendimiento del cultivo, en la aplicación del Azufre 800 para el control de enfermedades asociadas a dos cultivares de arroz. UTB, 2018.

Variedades de arroz	Producto	Dosis L/ha	Bloques			X
			I	II	III	
SFL-09	Defend	0,5	4067,6	3998,6	3713,0	3926,4
	Defend	1,0	3940,5	4089,5	4056,8	4028,9
	Defend	1,5	4348,6	5775,5	5178,8	5101,0
	Defend	2,0	4467,1	5169,9	4041,0	4559,3
	Testigo absoluto	0	3655,9	3698,6	3414,0	3589,5
INIAP 1480 Cristalino	Defend	0,5	4192,0	3662,0	3788,0	3880,7
	Defend	1,0	4225,1	3670,1	3940,5	3945,2
	Defend	1,5	4365,1	5108,4	4002,6	4492,0
	Defend	2,0	4319,0	4109,5	4002,6	4143,7
	Testigo absoluto	0	3125,9	3347,9	3678,4	3384,1

Variable N R² R² Aj CV
rend 30 0,74 0,58 9,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	7159958,65	11	650905,33	4,61	0,0021
Rep	413778,92	2	206889,46	1,46	0,2574
Factor A	554395,95	1	554395,95	3,92	0,0631
Factor B	5853923,39	4	1463480,85	10,36	0,0002
Factor A*Factor B	337860,40	4	84465,10	0,60	0,6688
Error	2542696,14	18	141260,90		
<u>Total</u>	<u>9702654,79</u>	<u>29</u>			

Anexos



Fig. 1. Preparacion y delimitacion del terreno



Fig. 2. Siembra por método de trasplante



Fig. 3. Desarrollo del cultivo



Fig. 4. Preparación y calibración de equipo para aplicación de Azufre 800



Fig. 5. Desarrollo del cultivo



Fig. 6. Cultivo listo para la toma de datos



Fig. 7. Cultivo óptimo para su cosecha



Fig. 8. Visita del coordinador de titulación, Ing. Agr. Msc. Marlon López Izurieta

