

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN – HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÁRIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFEECTO DE CUATRO FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE PYRICULARIA
(*Pyricularia oryzae* Cav.) Y EL RENDIMIENTO EN ARROZ (*Oriza sativa* L),
VARIEDAD CAPIRONA. AUCAYACU – HUÁNUCO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

RUPAY MATOS, JHENRY EMERSON

HUÁNUCO – PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN – HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÁRIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE CUATRO FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE PYRICULARIA
(*Pyricularia oryzae* Cav.) Y EL RENDIMIENTO EN ARROZ (*Oriza sativa* L),
VARIEDAD CAPIRONA. AUCAYACU – HUÁNUCO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

RUPAY MATOS, JHENRY EMERSON

HUÁNUCO – PERÚ

2016

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de la <i>Pyricularia oryzae</i> Cav.	28
Figura 2. Rendimiento estimado de arroz 2002 – 2011 en el Perú	35
Figura 3. Croquis del campo experimental.....	63
Figura 4. Croquis del detalle de la unidad experimental	64
Figura 5. Escala de evaluación para grado de ataque de <i>Pyricularia oryzae</i> Cav. en hojas de arroz según Ricardo M. Mont (2002).....	65
Figura 6. Evaluación de la incidencia antes de la primera aplicación	79
Figura 7. Evaluación de la incidencia después de la primera aplicación.....	81
Figura 8. Evaluación de la incidencia antes de la segunda aplicación	83
Figura 9. Evaluación de la incidencia después de la segunda aplicación	85
Figura 10. Evaluación de la incidencia antes de la tercera aplicación	87
Figura 11. Evaluación de la incidencia después de la tercera aplicación.....	89
Figura 12. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto de la incidencia de la enfermedad	90
Figura 13. Evaluación del número de macollos afectados antes de la primera aplicación.....	92
Figura 14. Evaluación del número de macollos afectados después de la primera aplicación.....	94
Figura 15. Evaluación del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación.....	96
Figura 16. Evaluación del número de macollos afectados después de la segunda aplicación	98

Figura 17. Evaluación del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación.....	100
Figura 18. Evaluación del número de macollos afectados después de la tercera aplicación.....	102
Figura 19. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto número de macollos afectados	103
Figura 20. Evaluación del cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC).....	105
Figura 21. Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC).....	105
Figura 22. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación.....	107
Figura 23. Evaluación del número de hojas afectadas después de la primera aplicación.....	109
Figura 24. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación.....	111
Figura 25. Evaluación del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación.....	113
Figura 26. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación.....	115
Figura 27. Evaluación del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación.....	117
Figura 28. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto al número de hojas afectadas.....	118
Figura 29. Evaluación del peso de 1 000 granos de arroz	120
Figura 30. Evaluación del rendimiento en cáscara / ANE	122

Figura 31. Evaluación del rendimiento en pilado / ANE	124
Figura 32. Análisis de suelo	150
Figura 33. Rango del Ph óptimo para el cultivo de arroz	151
Figura 34. Posas de arroz para la instalación del trabajo de tesis	155
Figura 35. Muestreo del suelo donde se instaló la investigación	155
Figura 36. Bloque de suelo para el análisis en el laboratorio de la UNAS	156
Figura 37. Trabajo de nivelación con la mula mecánica en la posa de almácigo	156
Figura 38. Semilla de la variedad Capirona pre – germinada para la siembra	157
Figura 39. Siembra al voleo en el almácigo	157
Figura 40. Semilla distribuida homogéneamente al momento de la siembra	158
Figura 41. Germinación de la semilla en almacigo en un 90 %	158
Figura 42. Plantas de buena consistencia y vigorosidad con 20 días de la siembra	159
Figura 43. Trabajo de nivelación y acondicionamiento de los bordos en la posa donde se instaló la investigación	159
Figura 44. Posa listo para la instalación de la tesis.....	160
Figura 45. Extracción garbas de la cama de almácigo para su posterior trasplante a campo definitivo	160
Figura 46. Trabajo de diseño del campo experimental de acuerdo al croquis establecido en el proyecto	161
Figura 47. Diseño del campo definitivo	161
Figura 48. Trasplante al campo definitivo	162

Figura 49. Unidad experimental establecida en el campo definitivo.....	162
Figura 50. Garbas para el trasplante.....	163
Figura 51. Trasplante adecuado de acuerdo a los distanciamientos establecidos.....	163
Figura 52. Trabajo de trasplante en los bordos de la tesis.....	164
Figura 53. Trabajo de trasplante finalizado	164
Figura 54. Culminación en el trasplante en la investigación	165
Figura 55. Verificación a 5 días después del trasplante	165
Figura 56. Primera evaluación en el control de la enfermedad	166
Figura 57. Productos y tratamientos establecidos en el trabajo de tesis....	166
Figura 58. Mescla de los fungicidas para la primera aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación	167
Figura 59. Primera aplicación de los fungicidas a 45 días después de la siembra.....	167
Figura 60. Verificación del campo experimental después de la primera aplicación de los fungicidas	168
Figura 61. Mescla de los fertilizantes para la primera fertilización	168
Figura 62. Fertilización con fuentes de sulfato de amonio, fosfato diamónico, cloruro de potasio y magno soil	169
Figura 63. Campo experimental con respectivos tableros de acuerdo a los tratamientos en estudio.....	169
Figura 64. Unidad experimental de tratamiento cero establecido como Testigo	170
Figura 65. Unidad experimental de tratamiento uno establecido como Amistar top.....	170

Figura 66. Unidad experimental de tratamiento dos establecido como Benprox ®.....	171
Figura 67. Unidad experimental de tratamiento tres establecido como Juwel ®.....	171
Figura 68. Unidad experimental de tratamiento cuatro establecido como Nativo ® 75 WG.....	172
Figura 69. Evaluación del tratamiento cero – Testigo	172
Figura 70. Evaluación del tratamiento uno – Amistar top.....	173
Figura 71. Evaluación del tratamiento dos – Benprox ®	173
Figura 72. Evaluación del tratamiento tres – Juwel ®.....	174
Figura 73. Evaluación del tratamiento cuatro – Nativo ® 75 WG.....	174
Figura 74. Síntomas característico de la Pyricularia (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.) evaluados en el trabajo de tesis.....	175
Figura 75. Síntomas característico de la Pyricularia (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.) evaluados en el trabajo de tesis.....	175
Figura 76. Síntomas característico de la Pyricularia (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.) evaluados en el trabajo de tesis.....	176
Figura 77. Síntomas característico de la Pyricularia (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.) evaluados en el trabajo de tesis.....	176
Figura 78. Síntomas característico de la Pyricularia (<i>Pyricularia oryzae</i> Cav.) evaluados en el trabajo de tesis.....	177
Figura 79. Mezcla de los fungicidas para la segunda aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación	177
Figura 80. Segunda aplicación de los fungicidas a 65 días después de la siembra.....	178

Figura 81. Verificación del campo experimental Antes de la tercera aplicación de los fungicidas	178
Figura 82. Mezcla de los fungicidas para la tercera aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación	179
Figura 83. Indumentaria adecuada para la aplicación de los fungicidas en la tercera aplicación de fungicidas.....	179
Figura 84. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento tres – Juwel ® ..	180
Figura 85. Aplicación de foliar y insecticidas al tratamiento cero – Testigo (No se aplicó ningún fungicidas).....	180
Figura 86. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento uno – Amistar top.....	181
Figura 87. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento cuatro – Nativo ® 75 WG.....	181
Figura 88. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento dos – Benprox®.....	182
Figura 89. Visita de los jurados Ing. Antonio Cornejo y Maldonado	182
Figura 90. Visita de los jurados Ing. Antonio Cornejo y Maldonado	183
Figura 91. Verificación de la investigación con el Co – Asesor Ing. Matos Pio Charles Denny y el Jurado Ing. Antonio Cornejo y Maldonado.....	183
Figura 92. Verificación del trabajo de tesis con el Co - Asesor	184
Figura 93. Verificación in situ con el Co – Asesor y el jurado	184
Figura 94. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento cero – Testigo	185
Figura 95. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento uno – Amistar top.....	185

Figura 96. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento dos – Benprox ®	186
Figura 97. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento tres – Jewel ®	186
Figura 98. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento cuatro – Nativo ® 75 WG	187
Figura 99. Cosecha del área neta experimentales constituidos por nueve plantas	187
Figura 100. Culminación del trabajo experimental con el apoyo del Co - Asesor.....	188
Figura 101. Culminación del trabajo experimental con el apoyo del Sr. Santos Flores Claudio.....	188

I. INTRODUCCIÓN

Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz (*Oryza sativa* L), debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, tanto en tierras bajas así como en tierras altas; probablemente haya habido varias rutas por las cuales se introdujo el arroz de Asia a otras partes del mundo. Los últimos hallazgos arqueológicos en yacimientos de China han puesto al descubierto glumas de arroz que podrían datarse entre los años 2750 y 3280 antes de Cristo y hasta 3500 años antes de Cristo en Tailandia. De este modo, la extendida creencia de que el *Oryza sativa* era de origen Indú, 2500 años antes de Cristo ha quedado desplazada. En realidad, las últimas investigaciones apuntan que este cereal parece tener un origen mucho más anterior a lo que se creía (Caicedo 2008)

El arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19 por ciento y el maíz, el 5 por ciento. Contiene una relativa pequeña cantidad de proteínas (en comparación con otros cereales), pues el contenido de gluten ronda el 7 por ciento del peso, comparado con el 12 por ciento de los trigos de bajo contenido de proteína. No obstante, el arroz posee más lisina que el trigo, el maíz y el sorgo. También contiene grandes cantidades de almidón en forma de amilosa (que cohesionan a los granos). El otro contenido de almidón en el arroz, tras la amilosa, es la amilopectina. El arroz limpio, ya desprovisto de su salvado, suele tener menos fibra dietética que otros cereales y por lo tanto es más digestivo. Puede ser un alimento de sustento a pesar de su bajo contenido en riboflavina y tiamina, proporciona mayor contenido calórico y

más proteínas por hectárea que el trigo y el maíz. Es por esta razón por la que algunos investigadores han encontrado correlaciones entre el crecimiento de la población y la expansión de su cultivo. Muchos países tienen recetas con base en arroz que los identifican, como el sushi, el arroz frito, el curry, la paella, el risotto, el pancit y los frijoles con arroz. También hay muchos dulces y caramelos que se preparan con base en arroz (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación - FAO 2004: 3)

Ministerio de Agricultura (2010) reporta para el periodo 2009 / 2010, un consumo mundial de 442 millones de toneladas, conservando su tendencia creciente en el transcurso de los últimos 8 años. Según cifras de la FAO para el año 2007, a nivel internacional los principales países consumidores de arroz fueron: Brunei (245 kilogramos/persona/año), Vietnam (166 kilogramos/persona/año), Laos (163 kilogramos/persona/año) y Bangladesh (160 kilogramos/persona/año). En el continente americano los más importantes consumidores de arroz son Cuba (64 kilogramos/persona/año), Panamá (60 kilogramos/persona/año) y Costa Rica (52 kilogramos /persona/año), seguidos por el Perú (48 kilogramos/persona/año).

(Trama 2003: 2) indica que el cultivo de arroz fue introducido en Perú por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país. Actualmente ocupa importantes extensiones de los valles del Norte, Andes costeros al sur y de la Ceja de Selva y Selva. Desde el punto de vista social se invierten 28 millones de jornales desde la siembra hasta la cosecha del arroz, lo que constituye el 10 por ciento del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria. Las principales zonas arroceras del país son Lambayeque, La Libertad y San Martín representando el 52 por ciento de la producción nacional, aunque este cultivo se produce en 17 departamentos del país. El 90 por ciento de la producción se concentra en 8 departamentos

(Piura, Lambayeque, La Libertad, Arequipa, Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto).

En la Costa Norte, la región cuenta con las mejores tierras del Perú y se encuentra sembrada con arroz. En total en el país para la campaña 2006 y 2007 se han sembrado aproximadamente 330 000 ha. Por otro lado, el arroz es un cultivo adaptado a las regiones de la Costa y de la Selva (tanto alta como baja). En el país, se siembra y se cosecha durante todo el año, aunque existen épocas marcadas en los principales valles. Mayormente la siembra se concentra entre los meses de agosto a abril, mientras que la cosecha entre febrero y agosto

En el año 2011 el consumo nacional de arroz fue de alrededor de 145 000 toneladas mensuales en promedio, siendo el consumo per cápita anual de 63,5 kilogramos

En la región Huánuco, en la campaña 2006 – 2007 se cultivó aproximadamente 7 468 ha con un rendimiento promedio de 3 087 t/ha, el cual es bajo en comparación con el promedio nacional

Las variedades de arroz sembradas inicialmente en la selva peruana, cuando entonces no había una agricultura intensiva, no presentaban enfermedades importantes para la producción; con la intensificación de este cultivo y la introducción de nuevas variedades en las localidades de Tingo Maria, Tarapoto y Yurimaguas, se han presentado síntomas considerables del “quemado” causado por el hongo *Pyricularia oryzae* Cav.

Muchos son los factores que determinan los bajos rendimientos del arroz, al igual que de otros cultivos, entre éstos tenemos problemas fitosanitarios, siendo las enfermedades más importantes del arroz; el quemado o pyricularia del arroz (*Pyricularia oryzae* Cav), mancha lineal (*Cercospora oryzae*), mancha carmelita (*Helminthosporium oryzae*), pudrición de la vaina (*Rhizoctonia solani*), etc. De todas estas, la pyricularia constituye una de las más severas que afecta a este cereal por ser el agente etiológico un parásito muy común en la mayoría de los suelos y porque pueden atacar a la planta durante todo su ciclo vegetativo, desde el momento del transplante hasta la cosecha, ocasionando que los agricultores cada vez obtengan bajos rendimientos

Cuando otros componentes del Manejo Integrado de Enfermedades, no ofrecen medidas satisfactorias para el tratamiento del patógeno, la otra alternativa que queda es el control químico mediante la aplicación de fungicidas, que pueden reducir los daños ocasionados por la enfermedad, haciendo posible obtener mayores rendimientos y mayor rentabilidad, que cuando no se aplican, lo cual acarrea una mejoría en la economía de los agricultores. El problema planteado fue: ¿Cuál será el efecto de cuatro fungicidas en el control de *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) y cuál será el rendimiento en arroz (*Oriza sativa* L), variedad Capirona. Aucayacu – Huánuco 2015?

El presente trabajo de investigación permitió alcanzar el siguiente objetivo general:

Evaluar el efecto de cuatro fungicidas en el control de *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) y determinar el rendimiento del arroz (*Oriza sativa* L), variedad Capirona en Aucayacu – Huánuco

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de Amistar top (SYNGENTA) a razón de 0,5 L/ha, en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
2. Determinar el efecto de Benprox (INTEROC CUSTER) a razón de 1 L/ha, en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
3. Determinar el efecto de Juwel® (BASF) a razón de 0,8 L/ha en la Incidencia de la enfermedad y Grado de severidad
4. Determinar el efecto de Nativo ® 75 WG (BAYER CROPSCIENCE) a razón de 0,25 kg/ha en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
5. Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los tipos de fungicidas en la incidencia y grado de severidad
6. Determinar el rendimiento del arroz, variedad Capirona en Aucayacu – Huánuco.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1. El “Quemado del arroz”

Fue reportado por primera vez en Japón en el año 1704. En general, se distinguen dos períodos críticos en los cuales las plantas de arroz son más susceptibles: 35 a 40 días de edad del cultivo (infección foliar) y en floración (infección panicular) (González 2005: 6)

(González 2005: 3) indica que aunque se ha informado la existencia de aproximadamente 74 enfermedades asociadas con el cultivo del arroz, se considera que cerca de una docena de estas enfermedades limitan su producción en América. La mayoría de estas enfermedades son causadas por hongos. Entre ellas se mencionan: El “Quemado”, (*Pyricularia oryzae*), helmintosporiosis (estado conidial de *Helminthosporium oryzae*) y el escaldado de la hoja (estado conidial de *Rhynchosporium oryzae*), son las enfermedades más ampliamente diseminadas. Existen algunas enfermedades causadas por bacterias, virus y nemátodos, pero no han sido de mayor importancia.

De estas 74 enfermedades conocidas del arroz en el mundo hay siete de consideración económica en nuestro país, de ellas 6 ocasionadas por hongos y 1 por virus; *Pyricularia oryzae* (Cav), *Rhizoctonia solani* (KUHN), *Sarocladium oryzae* (Sawada), *Helminthosporium oryzae* Bredade (HAA), *Rhynchosporium oryzae* (HAS), Complejo de hongos y el no menos importante Virus de la hoja blanca del arroz.

El quemado es considerado una enfermedad mayor del arroz por su amplia distribución y destructividad bajo condiciones favorables. Aunque es

capaz de causar pérdidas muy severas de hasta el 100 por ciento, poca información existe sobre la extensión e intensidad de las pérdidas reales en los campos de agricultores. Pérdidas de 5 a 10 por ciento, 8 por ciento, y 14 por ciento fueron registradas en India (1960 a 1961), Corea (mediados de los 1970), y en China (1980 a 1981), respectivamente. En las Filipinas, han sido reportadas pérdidas de rendimiento entre el 50 al 85 por ciento (Bruzzone y Heros 2011)

2.1.2. Características generales del patógeno

(González 2005: 4) menciona que el hongo *P. grisea* (= *P. oryzae*) causa el añublo o quemazón del arroz (denominado regionalmente "Pyricularia"), en Cuba se conoce también como añublo de la vaina.

Pyricularia oryzae Cav añublo o quemazón, se encuentra entre las principales limitaciones fitopatológicas en la explotación del arroz (*Oryza sativa* L.), dado que el agente causal posee amplia distribución y destructividad, además suele ejercer una acción determinante en la desestabilización de las estrategias de control químico y varietal, frecuentemente empleadas para su combate.

Las características morfológicas de *Pyricularia oryzae*, son las siguientes: conidioforos generalmente epífitos, con el extremo redondeado, algo estrecho en la base, septados hacia su parte inferior y muy poco o no septados hacia arriba, con 60 a 120 μm de largo y 40,5 μm de ancho, y coloración grisácea; conidios obclavados o piriformes, aguzados en el extremo y con base truncada o presentando un pequeño apéndice casi siempre con 2 septos, ligeramente oscuros, translúcidos, con dimensiones de 20 a 22 por 10 a 12 μm . Según (Nisikago citado por Gonzales 2005) indica que más de un conidio puede formarse sobre el conidioforo; el número de

conidio oscila entre 1 y 20. El tamaño de los conidios varía según los diferentes organismos aislados y según las condiciones ambientales.

El conidio de *Pyricularia oryzae* forma apresorios en el extremo del tubo germinativo, los cuales varían en forma y tamaño, y tienen generalmente paredes delgadas con un diámetro entre 5 y 15 μm , globosos, ovoides u oblongos (González 2005: 5)

La temperatura óptima para el crecimiento del micelio es de 28 °C aproximadamente, aunque este puede crecer a temperaturas de 8 hasta 37 °C, con un óptimo de 28 °C.

El punto térmico letal de los conidios es de 50 °C durante 13 a 15 minutos en agua, ya que bajo condiciones secas estos pueden variar durante 30 horas a 60 °C.

(González 2005: 5) indica que la temperatura óptima para la germinación del conidio oscila entre 25 y 28 °C. Los conidios se forman sobre las lesiones en la planta de arroz sólo cuando la humedad relativa del aire oscila entre 92 y 96 por ciento. El micelio crece mejor cuando hay un 93 por ciento de humedad del aire. La luminosidad influye de forma variable sobre la actividad fisiológica del hongo. La esporulación es estimulada por periodos alternos de luz y oscuridad y la diseminación de los conidios ocurre mayormente durante la noche. El crecimiento del micelio aumenta con la disminución de la luz, la luz solar suprime la germinación del conidio.

2.1.3. Sistemática

(Caicedo 2008: 11) manifiesta que *Pyricularia oryzae* pertenece a la Clase Deuteromicetos, Orden Moniliales, Familia Mucedinaceae y Género *Pyricularia*. Se reproduce asexualmente

Garcés *et al* (2012) mencionan que el hongo que causa el añublo del arroz se llama *Magnaporthe oryzae* (anteriormente *Magnaporthe grisea*). Es un ascomiceto porque produce esporas sexuales (ascosporas) en estructuras llamadas ascas, y se clasifica en la familia Magnaporthaceae de nueva construcción. El asci se encuentra dentro de estructuras especializadas llamadas peritecios. El micelio de *M. oryzae* es septado y las esporas de este hongo son haploides.

La ubicación sistemática de la forma sexual está establecida de la siguiente manera:

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Magnaporthales

Familia: Magnaporthaceae

Género: *Magnaporthe*

Especie: *M. grisea*

Nombre binomial: *Magnaporthe grisea* (T. T. Hebert) M. E. Barr

La etapa sexual, o teleomórfica, del patógeno se puede reproducir en el laboratorio, pero no se ha encontrado en campo como ascomiceto, produce

hialinas, fusiformes (forma de huso con forma cónica extremos) ascosporas con tres septos. Las ascas son unitunicadas. Este hongo es considerado como heterotálico con un sistema de apareamiento bipolar (apareamiento controlado por dos diferentes alelos en un locus único) con genes adicionales que controlan el ciclo sexual.

Sinónimos

Ceratosphaeria grisea T. T. Hebert, (1971)

Dactylaria grisea (Cooke) Shirai, (1910)

Dactylaria oryzae (Cavara) Sawada, (1917)

Phragmoportha grisea (TT Hebert) M. Monod, (1983)

Pyricularia grisea Sacc., (1880) (anamorfo)

Pyricularia grisea (Cooke) Sacc., (1880)

Pyricularia oryzae Cavara, (1891)

Trichothecium griseum Cooke,

Trichothecium griseum Speg., (1882) *Magnaporthe grisea*

2.1.4. Ciclo biológico

El ciclo de la piriculariosis en la naturaleza se inicia con la penetración del tubo infectivo a través de la cutícula y la epidermis. Hifas infectivas pueden penetrar también a través de las estomas.

El tiempo requerido para que el conidio invada la célula del huésped varía según la temperatura. Se ha determinado que se requiere un mínimo de 10 horas a 32 °C, de 8 horas a 28 °C o de 6 horas a 24 °C para que ocurra este proceso.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Operación de variables	44
Cuadro 2: Recomendación de usos del fungicida Amistar top SC.....	50
Cuadro 3: Dosis de aplicación del Benprox ® SC.....	53
Cuadro 4: Recomendación de usos del Juwel ® SC	55
Cuadro 5: Recomendación de usos del fungicida Nativo ® 75 WG	58
Cuadro 6: Tratamientos en estudio.....	60
Cuadro 7: Esquema del Análisis de Varianza	61
Cuadro 8: Aplicaciones de los fungicidas	75
Cuadro 9: Evaluación de la enfermedad.....	75
Cuadro 10: Análisis de varianza de la incidencia antes de la primera aplicación de fungicidas.....	78
Cuadro 11: Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la primera aplicación de fungicidas.....	79
Cuadro 12: Análisis de varianza de la incidencia después de la primera aplicación de fungicidas.....	80
Cuadro 13: Prueba de Dunnett de la incidencia después de la primera aplicación de fungicidas.....	81
Cuadro 14: Análisis de varianza de la incidencia antes de la segunda aplicación de fungicidas.....	82
Cuadro 15: Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la segunda aplicación de fungicidas.....	83
Cuadro 16: Análisis de varianza de la incidencia después de la segunda aplicación de fungicidas.....	84

Cuadro 17: Prueba de Dunnett de la incidencia después de la segunda aplicación de fungicidas	85
Cuadro 18: Análisis de varianza de la incidencia antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	86
Cuadro 19: Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	87
Cuadro 20: Análisis de varianza de la incidencia después de la tercera aplicación de fungicidas	88
Cuadro 21: Prueba de Dunnett de la incidencia después de la tercera aplicación de fungicidas	89
Cuadro 22: Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la primera aplicación de fungicidas	91
Cuadro 23: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la primera aplicación de fungicidas.....	91
Cuadro 24: Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la primera aplicación de fungicidas	93
Cuadro 25: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la primera aplicación de fungicidas	93
Cuadro 26: Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación de fungicidas	95
Cuadro 27: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación de fungicidas	96
Cuadro 28: Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la segunda aplicación de fungicidas	97
Cuadro 29: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la segunda aplicación de fungicidas	98

Cuadro 30: Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	99
Cuadro 31: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	100
Cuadro 32: Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la tercera aplicación de fungicidas.....	101
Cuadro 33: Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la tercera aplicación de fungicidas.....	102
Cuadro 34: Análisis de varianza del AUDPC.....	104
Cuadro 35: Prueba de Dunnett del AUDPC.....	104
Cuadro 36: Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación de fungicidas.....	106
Cuadro 37: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación de fungicidas.....	107
Cuadro 38: Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la primera aplicación de fungicidas.....	108
Cuadro 39: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la primera aplicación de fungicidas.....	109
Cuadro 40: Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación de fungicidas.....	110
Cuadro 41: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación de fungicidas.....	111
Cuadro 42: Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación de fungicidas.....	112
Cuadro 43: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación de fungicidas.....	113

Cuadro 44: Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	114
Cuadro 45: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación de fungicidas.....	115
Cuadro 46: Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas.....	116
Cuadro 47: Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas.....	117
Cuadro 48: Análisis de varianza del peso de 1 000 granos de arroz.....	119
Cuadro 49: Prueba de Dunnett del peso de 1 000 granos de arroz.....	119
Cuadro 50: Análisis de varianza en el rendimiento en cáscara.....	121
Cuadro 51: Prueba de Dunnett en el rendimiento en cáscara.....	121
Cuadro 52: Análisis de varianza del rendimiento en pilado.....	123
Cuadro 53: Prueba de Dunnett del rendimiento en pilado.....	123
Cuadro 54: Evaluación del porcentaje de infección antes de la primera aplicación.....	142
Cuadro 55: Evaluación del porcentaje de infección después de la primera aplicación.....	142
Cuadro 56: Evaluación del porcentaje de infección antes de la segunda aplicación.....	142
Cuadro 57: Evaluación del porcentaje de infección después de la segunda aplicación.....	143
Cuadro 58: Evaluación del porcentaje de infección antes de la tercera aplicación.....	143
Cuadro 59: Evaluación del porcentaje de infección después de la tercera aplicación.....	143

Cuadro 60: Evaluación del número de macollos afectados antes de la primera aplicación.....	144
Cuadro 61: Evaluación del número de macollos afectados después de la primera aplicación.....	144
Cuadro 62: Evaluación del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación	144
Cuadro 63: Evaluación del número de macollos afectados después de la segunda aplicación	145
Cuadro 64: Evaluación del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación.....	145
Cuadro 65: Evaluación del número de macollos afectados después de la tercera aplicación.....	145
Cuadro 66: Evaluación del AUDPC	146
Cuadro 67: Evaluación del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación.....	146
Cuadro 68: Evaluación del número de hojas afectadas después de la primera aplicación.....	146
Cuadro 69: Evaluación del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación.....	147
Cuadro 70: Evaluación del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación.....	147
Cuadro 71: Evaluación del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación.....	147
Cuadro 72: Evaluación del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación.....	148

Cuadro 73: Evaluación del peso de 1 000 granos de arroz en gramos / área neta experimental	148
Cuadro 74: Evaluación del rendimiento en cáscara en gramos / área neta experimental	148
Cuadro 75: Evaluación del rendimiento en pilado en gramos / área neta experimental	149
Cuadro 76: Recomendación para la fertilización.....	154

ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

I. INTRODUCCIÓN	18
II. MARCO TEÓRICO	23
1.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	23
1.1.1. El “Quemado del arroz”	23
1.1.2. Características generales del patógeno	24
1.1.3. Sistemática.....	26
2.1.4. Ciclo biológico	27
2.1.5. Sintomatología	29
2.1.6. Epidemiología	30
2.1.7. Control del patógeno.....	31
2.1.8. Fungicidas.....	33
2.1.9. Rendimiento	35
2.2. ANTECEDENTES.....	37
2.3. HIPÓTESIS.....	43
2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	44
III. MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN.....	46
Características de los fungicidas empleados	49
Amistar top SC (Azoxystrobin + Difenoconazole).....	49

Benprox ® SC (Carbendazim 125 g/l + Propiconazole 125 g/l).....	51
Juwel ® SC (Kresoxim- methyl + Epoxiconazole)	54
Nativo ® 75 WG (Tebuconazole 500 g/kg + Trifloxystrobin 250 g/kg)	56
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	59
3.4. TRATAMIENTO DE ESTUDIO	60
3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS	60
3.5.1. Diseño de la investigación.....	60
3.5.2. Datos registrados	64
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.....	68
3.6. MATERIALES Y EQUIPOS	69
3.6.1. Materiales.....	69
3.6.2. Equipos	70
3.6.3. Herramientas.....	70
3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO	70
IV. RESULTADOS	77
4.1. Incidencia (Porcentaje de infección)	78
4.1.1. Evaluación de la incidencia antes de la primera aplicación.....	78
4.1.2. Evaluación de la incidencia después de la primera aplicación ..	80
4.1.3. Evaluación de la incidencia antes de la segunda aplicación	82
4.1.4. Evaluación de la incidencia después de la segunda aplicación	84
4.1.5. Evaluación de la incidencia antes de la tercera aplicación.....	86
4.1.6. Evaluación de la incidencia después de la tercera aplicación...88	
4.2. Número de macollos afectados	90

4.2.1. Evaluación de número de macollos afectados antes de la primera aplicación	90
4.2.2. Evaluación de número de macollos afectados después de la primera aplicación	92
4.2.3. Evaluación de número de macollos afectados antes de la segunda aplicación.....	94
4.2.4. Evaluación de número de macollos afectados después de la segunda aplicación.....	97
4.2.5. Evaluación de número de macollos afectados antes de la tercera aplicación	99
4.2.6. Evaluación de número de macollos afectados después de la tercera aplicación	101
4.3. Severidad.....	103
4.3.1. Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC).	103
4.4. Número de hojas afectadas	106
4.4.1. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación	106
4.4.2. Evaluación del número de hojas afectadas después de la primera aplicación	108
4.4.3. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación	110
4.4.4. Evaluación del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación.....	112
4.4.5. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la tercera Aplicación	114

4.4.6. Evaluación del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación	116
4.5. Rendimiento.....	118
4.5.1. Evaluación de peso de 1 000 granos de arroz	118
4.5.2. Evaluación del rendimiento en cáscara.....	120
4.5.3. Evaluación del rendimiento en pilado.....	122
V. DISCUSIÓN	125
5.1. Incidencia (Porcentaje de infección)	125
5.2. Número de macollo afectados	126
5.3. Severidad de la enfermedad (AUDPC).....	127
5.4. Número de hojas afectadas	130
5.5. Rendimiento.....	131
5.5.1. Peso de 1 000 granos de arroz	131
5.5.2. Rendimiento en cáscara.....	132
5.5.3. Rendimiento en pilado.....	133
VI. CONCLUSIONES	134
VII. RECOMENDACIONES	135
VIII. LITERATURA CITADA.....	136
ANEXOS.....	141

I. INTRODUCCIÓN

Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz (*Oryza sativa* L), debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, tanto en tierras bajas así como en tierras altas; probablemente haya habido varias rutas por las cuales se introdujo el arroz de Asia a otras partes del mundo. Los últimos hallazgos arqueológicos en yacimientos de China han puesto al descubierto glumas de arroz que podrían datarse entre los años 2750 y 3280 antes de Cristo y hasta 3500 años antes de Cristo en Tailandia. De este modo, la extendida creencia de que el *Oryza sativa* era de origen Indú, 2500 años antes de Cristo ha quedado desplazada. En realidad, las últimas investigaciones apuntan que este cereal parece tener un origen mucho más anterior a lo que se creía (Caicedo 2008)

El arroz es el alimento básico predominante para 17 países de Asia y el Pacífico, nueve países de América del Norte y del Sur y ocho países de África. Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, en tanto que el trigo suministra el 19 por ciento y el maíz, el 5 por ciento. Contiene una relativa pequeña cantidad de proteínas (en comparación con otros cereales), pues el contenido de gluten ronda el 7 por ciento del peso, comparado con el 12 por ciento de los trigos de bajo contenido de proteína. No obstante, el arroz posee más lisina que el trigo, el maíz y el sorgo. También contiene grandes cantidades de almidón en forma de amilosa (que cohesionan a los granos). El otro contenido de almidón en el arroz, tras la amilosa, es la amilopectina. El arroz limpio, ya desprovisto de su salvado, suele tener menos fibra dietética que otros cereales y por lo tanto es más digestivo. Puede ser un alimento de sustento a pesar de su bajo contenido en riboflavina y tiamina, proporciona mayor contenido calórico y

más proteínas por hectárea que el trigo y el maíz. Es por esta razón por la que algunos investigadores han encontrado correlaciones entre el crecimiento de la población y la expansión de su cultivo. Muchos países tienen recetas con base en arroz que los identifican, como el sushi, el arroz frito, el curry, la paella, el risotto, el pancit y los frijoles con arroz. También hay muchos dulces y caramelos que se preparan con base en arroz (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación - FAO 2004: 3)

Ministerio de Agricultura (2010) reporta para el periodo 2009 / 2010, un consumo mundial de 442 millones de toneladas, conservando su tendencia creciente en el transcurso de los últimos 8 años. Según cifras de la FAO para el año 2007, a nivel internacional los principales países consumidores de arroz fueron: Brunei (245 kilogramos/persona/año), Vietnam (166 kilogramos/persona/año), Laos (163 kilogramos/persona/año) y Bangladesh (160 kilogramos/persona/año). En el continente americano los más importantes consumidores de arroz son Cuba (64 kilogramos/persona/año), Panamá (60 kilogramos/persona/año) y Costa Rica (52 kilogramos /persona/año), seguidos por el Perú (48 kilogramos/persona/año).

(Trama 2003: 2) indica que el cultivo de arroz fue introducido en Perú por los españoles en la segunda mitad del siglo XVI, localizándose en los valles costeros del sur del país. Actualmente ocupa importantes extensiones de los valles del Norte, Andes costeros al sur y de la Ceja de Selva y Selva. Desde el punto de vista social se invierten 28 millones de jornales desde la siembra hasta la cosecha del arroz, lo que constituye el 10 por ciento del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria. Las principales zonas arroceras del país son Lambayeque, La Libertad y San Martín representando el 52 por ciento de la producción nacional, aunque este cultivo se produce en 17 departamentos del país. El 90 por ciento de la producción se concentra en 8 departamentos

(Piura, Lambayeque, La Libertad, Arequipa, Cajamarca, Amazonas, San Martín y Loreto).

En la Costa Norte, la región cuenta con las mejores tierras del Perú y se encuentra sembrada con arroz. En total en el país para la campaña 2006 y 2007 se han sembrado aproximadamente 330 000 ha. Por otro lado, el arroz es un cultivo adaptado a las regiones de la Costa y de la Selva (tanto alta como baja). En el país, se siembra y se cosecha durante todo el año, aunque existen épocas marcadas en los principales valles. Mayormente la siembra se concentra entre los meses de agosto a abril, mientras que la cosecha entre febrero y agosto

En el año 2011 el consumo nacional de arroz fue de alrededor de 145 000 toneladas mensuales en promedio, siendo el consumo per cápita anual de 63,5 kilogramos

En la región Huánuco, en la campaña 2006 – 2007 se cultivó aproximadamente 7 468 ha con un rendimiento promedio de 3 087 t/ha, el cual es bajo en comparación con el promedio nacional

Las variedades de arroz sembradas inicialmente en la selva peruana, cuando entonces no había una agricultura intensiva, no presentaban enfermedades importantes para la producción; con la intensificación de este cultivo y la introducción de nuevas variedades en las localidades de Tingo Maria, Tarapoto y Yurimaguas, se han presentado síntomas considerables del “quemado” causado por el hongo *Pyricularia oryzae* Cav.

Muchos son los factores que determinan los bajos rendimientos del arroz, al igual que de otros cultivos, entre éstos tenemos problemas fitosanitarios, siendo las enfermedades más importantes del arroz; el quemado o pyricularia del arroz (*Pyricularia oryzae* Cav), mancha lineal (*Cercospora oryzae*), mancha carmelita (*Helminthosporium oryzae*), pudrición de la vaina (*Rhizoctonia solani*), etc. De todas estas, la pyricularia constituye una de las más severas que afecta a este cereal por ser el agente etiológico un parásito muy común en la mayoría de los suelos y porque pueden atacar a la planta durante todo su ciclo vegetativo, desde el momento del transplante hasta la cosecha, ocasionando que los agricultores cada vez obtengan bajos rendimientos

Cuando otros componentes del Manejo Integrado de Enfermedades, no ofrecen medidas satisfactorias para el tratamiento del patógeno, la otra alternativa que queda es el control químico mediante la aplicación de fungicidas, que pueden reducir los daños ocasionados por la enfermedad, haciendo posible obtener mayores rendimientos y mayor rentabilidad, que cuando no se aplican, lo cual acarrea una mejoría en la economía de los agricultores. El problema planteado fue: ¿Cuál será el efecto de cuatro fungicidas en el control de *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) y cuál será el rendimiento en arroz (*Oriza sativa* L), variedad Capirona. Aucayacu – Huánuco 2015?

El presente trabajo de investigación permitió alcanzar el siguiente objetivo general:

Evaluar el efecto de cuatro fungicidas en el control de *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) y determinar el rendimiento del arroz (*Oriza sativa* L), variedad Capirona en Aucayacu – Huánuco

Objetivos específicos

1. Determinar el efecto de Amistar top (SYNGENTA) a razón de 0,5 L/ha, en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
2. Determinar el efecto de Benprox (INTEROC CUSTER) a razón de 1 L/ha, en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
3. Determinar el efecto de Juwel® (BASF) a razón de 0,8 L/ha en la Incidencia de la enfermedad y Grado de severidad
4. Determinar el efecto de Nativo ® 75 WG (BAYER CROPSCIENCE) a razón de 0,25 kg/ha en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad
5. Comparar las diferencias estadísticas significativas entre los tipos de fungicidas en la incidencia y grado de severidad
6. Determinar el rendimiento del arroz, variedad Capirona en Aucayacu – Huánuco.

II. MARCO TEÓRICO

1.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1.1. El “Quemado del arroz”

Fue reportado por primera vez en Japón en el año 1704. En general, se distinguen dos períodos críticos en los cuales las plantas de arroz son más susceptibles: 35 a 40 días de edad del cultivo (infección foliar) y en floración (infección panicular) (González 2005: 6)

(González 2005: 3) indica que aunque se ha informado la existencia de aproximadamente 74 enfermedades asociadas con el cultivo del arroz, se considera que cerca de una docena de estas enfermedades limitan su producción en América. La mayoría de estas enfermedades son causadas por hongos. Entre ellas se mencionan: El “Quemado”, (*Pyricularia oryzae*), helmintosporiosis (estado conidial de *Helminthosporium oryzae*) y el escaldado de la hoja (estado conidial de *Rhynchosporium oryzae*), son las enfermedades más ampliamente diseminadas. Existen algunas enfermedades causadas por bacterias, virus y nemátodos, pero no han sido de mayor importancia.

De estas 74 enfermedades conocidas del arroz en el mundo hay siete de consideración económica en nuestro país, de ellas 6 ocasionadas por hongos y 1 por virus; *Pyricularia oryzae* (Cav), *Rhizoctonia solani* (KUHN), *Sarocladium oryzae* (Sawada), *Helminthosporium oryzae* Bredade (HAA), *Rhynchosporium oryzae* (HAS), Complejo de hongos y el no menos importante Virus de la hoja blanca del arroz.

El quemado es considerado una enfermedad mayor del arroz por su amplia distribución y destructividad bajo condiciones favorables. Aunque es

capaz de causar pérdidas muy severas de hasta el 100 por ciento, poca información existe sobre la extensión e intensidad de las pérdidas reales en los campos de agricultores. Pérdidas de 5 a 10 por ciento, 8 por ciento, y 14 por ciento fueron registradas en India (1960 a 1961), Corea (mediados de los 1970), y en China (1980 a 1981), respectivamente. En las Filipinas, han sido reportadas pérdidas de rendimiento entre el 50 al 85 por ciento (Bruzzzone y Heros 2011)

1.1.2. Características generales del patógeno

(González 2005: 4) menciona que el hongo *P. grisea* (= *P. oryzae*) causa el añublo o quemazón del arroz (denominado regionalmente "Pyricularia"), en Cuba se conoce también como añublo de la vaina.

Pyricularia oryzae Cav añublo o quemazón, se encuentra entre las principales limitaciones fitopatológicas en la explotación del arroz (*Oryza sativa* L.), dado que el agente causal posee amplia distribución y destructividad, además suele ejercer una acción determinante en la desestabilización de las estrategias de control químico y varietal, frecuentemente empleadas para su combate.

Las características morfológicas de *Pyricularia oryzae*, son las siguientes: conidioforos generalmente epífitos, con el extremo redondeado, algo estrecho en la base, septados hacia su parte inferior y muy poco o no septados hacia arriba, con 60 a 120 μm de largo y 40,5 μm de ancho, y coloración grisácea; conidios obclavados o piriformes, aguzados en el extremo y con base truncada o presentando un pequeño apéndice casi siempre con 2 septos, ligeramente oscuros, traslúcidos, con dimensiones de 20 a 22 por 10 a 12 μm . Según (Nisikago citado por Gonzales 2005) indica que más de un conidios puede formarse sobre el conidioforo; el número de

conidio oscila entre 1 y 20. El tamaño de los conidios varía según los diferentes organismos aislados y según las condiciones ambientales.

El conidio de *Pyricularia oryzae* forma apresorios en el extremo del tubo germinativo, los cuales varían en forma y tamaño, y tienen generalmente paredes delgadas con un diámetro entre 5 y 15 μm , globosos, ovoides u oblongos (González 2005: 5)

La temperatura óptima para el crecimiento del micelio es de 28 °C aproximadamente, aunque este puede crecer a temperaturas de 8 hasta 37 °C, con un óptimo de 28 °C.

El punto térmico letal de los conidios es de 50 °C durante 13 a 15 minutos en agua, ya que bajo condiciones secas estos pueden variar durante 30 horas a 60 °C.

(González 2005: 5) indica que la temperatura óptima para la germinación del conidio oscila entre 25 y 28 °C. Los conidios se forman sobre las lesiones en la planta de arroz sólo cuando la humedad relativa del aire oscila entre 92 y 96 por ciento. El micelio crece mejor cuando hay un 93 por ciento de humedad del aire. La luminosidad influye de forma variable sobre la actividad fisiológica del hongo. La esporulación es estimulada por periodos alternos de luz y oscuridad y la diseminación de los conidios ocurre mayormente durante la noche. El crecimiento del micelio aumenta con la disminución de la luz, la luz solar suprime la germinación del conidio.

1.1.3. Sistemática

(Caicedo 2008: 11) manifiesta que *Pyricularia oryzae* pertenece a la Clase Deuteromicetos, Orden Moniliales, Familia Mucedinaceae y Género *Pyricularia*. Se reproduce asexualmente

Garcés *et al* (2012) mencionan que el hongo que causa el añublo del arroz se llama *Magnaporthe oryzae* (anteriormente *Magnaporthe grisea*). Es un ascomiceto porque produce esporas sexuales (ascosporas) en estructuras llamadas ascas, y se clasifica en la familia Magnaporthaceae de nueva construcción. El asci se encuentra dentro de estructuras especializadas llamadas peritecios. El micelio de *M. oryzae* es septado y las esporas de este hongo son haploides.

La ubicación sistemática de la forma sexual está establecida de la siguiente manera:

Reino: Fungi

Filo: Ascomycota

Clase: Sordariomycetes

Orden: Magnaporthales

Familia: Magnaporthaceae

Género: *Magnaporthe*

Especie: *M. grisea*

Nombre binomial: *Magnaporthe grisea* (T. T. Hebert) M. E. Barr

La etapa sexual, o teleomórfica, del patógeno se puede reproducir en el laboratorio, pero no se ha encontrado en campo como ascomiceto, produce

hialinas, fusiformes (forma de huso con forma cónica extremos) ascosporas con tres septos. Las ascas son unitunicadas. Este hongo es considerado como heterotálico con un sistema de apareamiento bipolar (apareamiento controlado por dos diferentes alelos en un locus único) con genes adicionales que controlan el ciclo sexual.

Sinónimos

Ceratosphaeria grisea T. T. Hebert, (1971)

Dactylaria grisea (Cooke) Shirai, (1910)

Dactylaria oryzae (Cavara) Sawada, (1917)

Phragmoportha grisea (TT Hebert) M. Monod, (1983)

Pyricularia grisea Sacc., (1880) (anamorfo)

Pyricularia grisea (Cooke) Sacc., (1880)

Pyricularia oryzae Cavara, (1891)

Trichothecium griseum Cooke,

Trichothecium griseum Speg., (1882) *Magnaporthe grisea*

2.1.4. Ciclo biológico

El ciclo de la piriculariosis en la naturaleza se inicia con la penetración del tubo infectivo a través de la cutícula y la epidermis. Hifas infectivas pueden penetrar también a través de las estomas.

El tiempo requerido para que el conidio invada la célula del huésped varía según la temperatura. Se ha determinado que se requiere un mínimo de 10 horas a 32 °C, de 8 horas a 28 °C o de 6 horas a 24 °C para que ocurra este proceso.

La infección se presenta con más facilidad en la oscuridad. El micelio del hongo produce una sustancia tóxica conocida como pericularina, que inhibe el crecimiento de los tejidos y los desorganiza.

El período de incubación varía también según la temperatura, ya que se requiere entre 13 y 18 días a $9 - 10^{\circ}\text{C}$, 7 y 9 días a $17 - 18^{\circ}\text{C}$; 5 y 6 días a $24 - 25^{\circ}\text{C}$ y entre 4 y 5 días a $26 - 28^{\circ}\text{C}$.

La diseminación de los conidios ocurre principalmente durante la madrugada entre las 2 y las 6 de la mañana. Los conidios se forman después de 3 a 8 días de la aparición de las lesiones foliares y de las lesiones raquis. Una lesión típica de la enfermedad puede producir de 2 000 a 6 000 conidios.

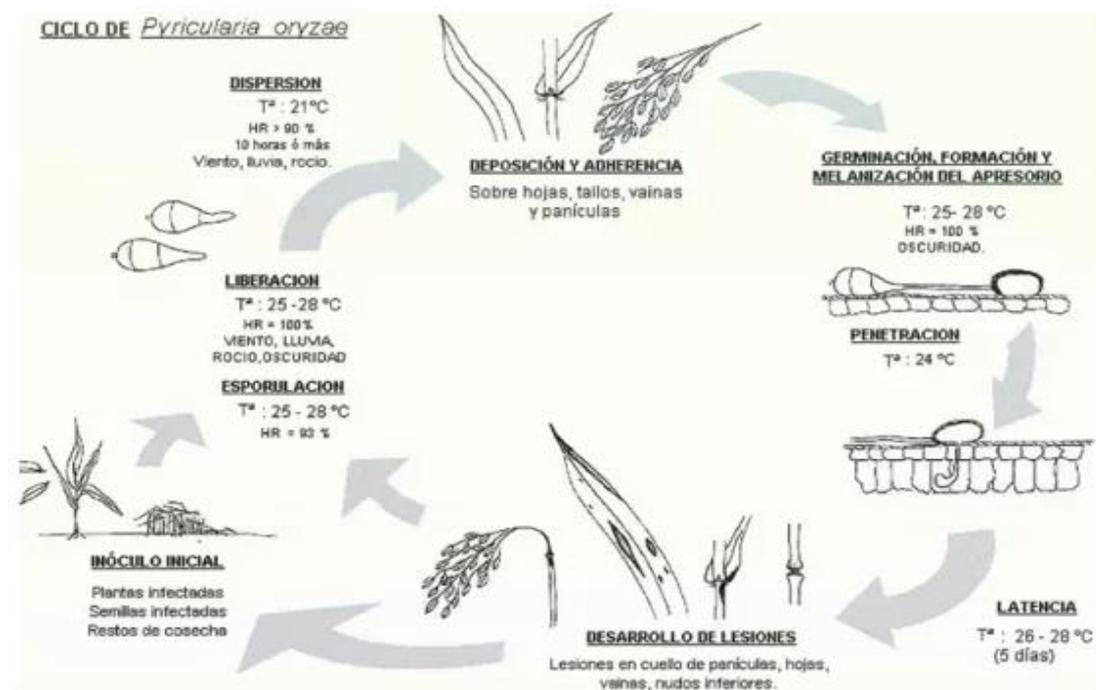


Figura 1. Ciclo biológico de la *Pyricularia oryzae*

Fuente: González 2005. Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo de arroz.

Cuando aumenta la velocidad del viento se incrementa el vuelo de los conidios. La diseminación de estos por el viento constituye la forma principal de la propagación de la enfermedad, aunque esta puede ser diseminada también por semillas infectadas, restos de plantas por conidios que caen en el área de riego. En condiciones húmedas, los conidios no sobreviven de una cosecha a la otra.

En el campo, la fuente más común de las infecciones primarias es la paja de arroz, el hongo puede hallarse además en el embrión, en el endospermo y en las glumas de la semilla de arroz. (González 2005: 6)

2.1.5. Sintomatología

(Moquete 2010: 103) indica que la Pyricularia es causada por el hongo *Pyricularia oryzae*. Produce lesiones en las hojas de forma romboide, anchas en el centro y punteadas en cualquiera de sus extremos. Las lesiones grandes (1 - 1,5 x 0,3 - 0,5 cm) desarrollan centros grises. Las plantas jóvenes infectadas se atrofian y en los casos extremos, la enfermedad puede causar la muerte de las variedades susceptibles. Cuando los daños ocurren en la panícula se torna negruzca y su cuello adquiere un color amarillento. El síntoma más visible es la espiga erecta por falta de llenado de los granos. Ya en esos momentos los daños son totalmente irreversibles y los mismos pueden llegar hasta el 100 por ciento. Si el ataque ocurre durante el llenado de los granos, el vaneamiento es parcial, pero los granos se rompen con facilidad durante su procesamiento en las factorías.

Ataca las hojas, nudos y el cuello de la panícula. Los ataques en la panícula son los más importantes puesto que la rentabilidad de la inversión requerida para la explotación de este cereal tiende a reducirse sustancialmente por la baja en la calidad y cantidad de la cosecha. No

obstante, las mermas por infecciones foliares pueden incidir en los rendimientos, debido a que los daños provocan reducciones tanto en el número de macollas como en la altura de las plantas, llegando inclusive hasta la muerte parcial o total de las mismas. Como consecuencia de esta reducción del área foliar, se crean condiciones propicias para la invasión violenta de malezas que compiten con el cultivo (González 2005: 4)

Guzmán (2006) indica que las lesiones varían desde pequeños puntos color café hasta la típica mancha en forma de rombo, con su parte color verde oliva, gris o blanco paperoso, limitada (no siempre) por un borde fino café oscuro, en algunos casos, la lesión se rodea por un halo amarillento. El hongo puede atacar diferentes partes de la planta tales como: hoja, collar foliar, nudo del tallo y la panícula.

2.1.6. Epidemiología

(Moquete 2010: 104) indica que el desarrollo de la enfermedad involucra dos ciclos, uno primario o de supervivencia en la que el hongo sobrevive en los restos de la cosecha previa y se producen las lesiones primarias. El tejido foliar del arroz es más susceptible entre los 15 a 45 días de la siembra, recibiendo este tejido los inóculos secundarios. El ciclo secundario se va repitiendo dependiendo del manejo de cultivo y las condiciones ambientales y reaparece al inicio de la floración. La diseminación del inóculo se realiza principalmente a través del aire, aunque semillas infectadas y equipos infectados pueden servir como agentes diseminadores. El hongo pasa por un período de incubación de 4 a 5 días, mientras que el infeccioso tiene una duración de 14 días.

Factores que favorecen la incidencia de la Pyricularia

Semilla infectada

Siembra de variedades susceptibles

Altas dosis de nitrógeno o aplicaciones tardías del mismo

Alta humedad relativa, principalmente en las mañanas (>90 por ciento) y el rocío sobre las hojas

Lluvias frecuentes

Condiciones de baja luminosidad

Alta densidad de siembra (> 150 kg/ha) (> 20 libras/ta)

Alta incidencia de malezas

El uso excesivo de nitrógeno causa gran demanda de carbono para la síntesis de proteínas dejando poco para la síntesis de metabolitos secundarios como los fenoles, que son claves para la defensa de la planta. Pero también los tejidos tienden a tener mayor contenido de agua y menor contenido de calcio, lo cual favorece el ataque de patógenos. Otra situación del exceso de nitrógeno es que se afecta la relación Silicio/nitrógeno, que debe ser 1:1. Una función del silicio es dar dureza a la pared celular, la cual, si está débil puede ser penetrada fácilmente por las hifas de los hongos patógenos (Moquete 2010)

2.1.7. Control del patógeno

(Amacifuén *et al* 2013) mencionan que se controla eliminando las plantas que presentan esos síntomas en campo, o aplicar Fuji one en hoja y panoja a razón de 1 a 1,5 L/ha

Moquete (2010) menciona que el mejor control de la Pyricularia es el uso de variedades resistentes. Otras medidas son no sembrar a altas densidades en siembra directa y quemar los restos de la cosecha previa. Asimismo se recomienda elevar la lámina de agua en la fase vegetativa para reducir la proporción de tejido vegetal expuesto al hongo. Sin embargo, esto puede favorecer la propagación de la Rhizoctonia. El control químico es una alternativa viable y de hecho es la más común. En la fase vegetativa se pueden utilizar fungicidas de acción preventiva si las condiciones ambientales son favorables para el ataque de la enfermedad. Durante la floración, la primera aplicación de fungicidas debe hacerse cuando haya un 5 por ciento de la misma y realizar una segunda aplicación 10 días después. Es aconsejable que en la segunda aplicación no se use el mismo fungicida que en la primera.

González (2005) menciona que el manejo de esta enfermedad incluye la combinación de diferentes medidas de prevención del tipo genético, químico y cultural. Con el desarrollo de fungicidas sistémicos, aparece la posibilidad de emplearlos en el tratamiento de semillas para proteger las plantas en las primeras etapas de crecimiento contra diversos patógenos de los cuales algunos han sido utilizados para controlar *P. oryzae*; Manejo fitotécnico caracterizado por densidad de siembra no superior a 150 plantas por metro cuadrado, dosificaciones de nitrógeno así como la aplicación de potasio dependiendo de los requerimientos del arroz y adecuado manejo del agua, basado en aumentar la lámina de agua cuando hay incidencia de la enfermedad. Incorporar los restos de vegetales al suelo en los campos infectados. Quema de los rastrojos cuando la infección fue intensa. Tratamiento químico con precisión, del momento tipo de productos y dosis.

Las pérdidas en rendimiento y calidad de grano que produce *Pyricularia*, obligan a aplicar diversas estrategias que minimicen el daño sobre el cultivo y el respectivo perjuicio económico, tales estrategias se conforman por una serie de prácticas conducidas a la reducción del nivel de enfermedad, las cuales deben ser manejadas con criterios biológicos, económicos y ambientales, incluida la salud del ser humano. El manejo de *Pyricularia* implica los combates por resistencia, cultural y químico (Guzmán 2006)

2.1.8. Fungicidas

Villanueva (2012) indica que el fungicida es un producto químico utilizado para eliminar o evitar el desarrollo de los hongos. Como todo producto químico, debe ser utilizado con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente. El uso de fungicidas siempre debe ser recomendado por un profesional o un técnico capacitado. Siempre debemos leer la etiqueta del producto, allí se encuentran las recomendaciones de uso, las dosis recomendadas y los momentos oportunos de aplicación. Muy importante es notar el color de la banda que tiene la etiqueta, esto nos indicará el peligro para la salud humana.

Son los productos que sirven para combatir los hongos, actuando mediante la alteración del metabolismo del hongo o su estructura celular. Los primeros incluyen el cobre, fenoles, orgánicos aromáticos, quinonas, oxativas y derivados fosfóricos, los segundos incluyen el azufre, thiuram, dodina, imidazoles, bencinidazoles, pirimidinas, triazoles, piperacinas y morfalinas y anilidas sustituidas. Otros pueden tener ambas acciones según el compuesto, como los ditiocarbamatos (zineb, maneb y mancozeb).

2.1.8.1. Fungicida de contacto

Los fungicidas de contacto, llamados también protectores, actúan solamente sobre la superficie de la planta donde el fungicida ha sido depositado y evitan que los esporangios germinen y penetren a las células. Por ello se recomienda cubrir la mayor parte de la planta con este tipo de productos (Villanueva 2012)

Bedoya (2006) indica que los fungicidas de contacto, denominados también como protectores o preventivos y los sistémicos como curativos, estas denominaciones son muy ambiguas y tienden a confundir a los usuarios en el tiempo óptimo de aplicación. Los fungicidas de contacto afectan las estructuras del patógeno en la superficie de la planta actuando en sus fases de germinación y penetración, cuando el patógeno penetra la planta, estos fungicidas no lo afectan. Un buen control con este tipo de fungicidas se logra con aplicaciones frecuentes a intervalos cortos, solo si las condiciones climáticas no son muy propicias para el desarrollo de la enfermedad (baja humedad relativa, pocos cambios de temperatura, etc.)

2.1.8.2. Fungicida sistémico

Los fungicidas sistémicos son absorbidos a través del follaje o de las raíces y se movilizan a toda la planta. Otros productos sistémicos, conocidos como fungicidas translaminares, tienen la capacidad de moverse del lado superior de la hoja al inferior, pero no de hoja a hoja. Los fungicidas sistémicos afectan varias etapas de la vida del hongo. (Villanueva 2012)

Los fungicidas sistémicos penetran en la planta y se movilizan traslaminarmente de la superficie abaxial a la adaxial o viceversa y luego del punto donde se ubicó la aplicación, hacia arriba en la planta, o sea movimiento

acropétalo. Luego de su aplicación el fungicida sistémico penetra en la planta y se moviliza hacia regiones donde no hubo depósito del producto. El intervalo de aplicaciones puede ser largo y si se presentan lluvias poco tiempo después no se afecta por el lavado con la consecuente pérdida del producto. Presenta un mayor costo y selección e incremento de resistencia en el patógeno cuando se utiliza inapropiadamente (Bedoya 2006)

2.1.9. Rendimiento

Ministerio de Agricultura (2013) reporta que la producción de arroz ha venido creciendo a una tasa promedio de 2,4 por ciento en los últimos diez años, el mismo que se viene sustentando por una mayor área cosechada en el año 2009, pero reduciéndose en los años 2010 y 2011.

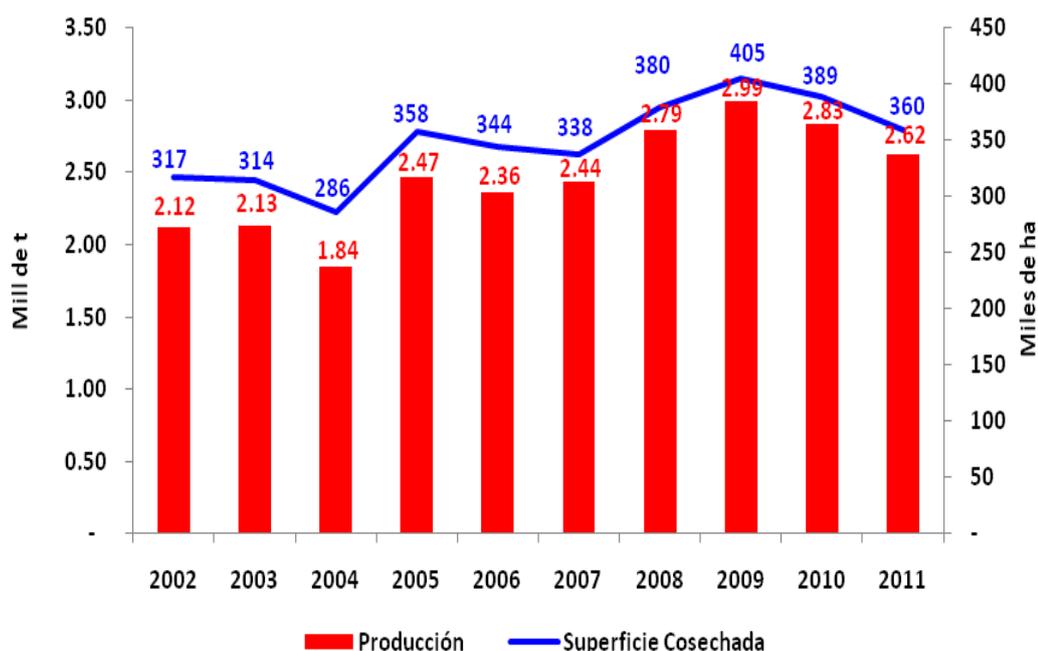


Figura 2: Rendimiento estimado de arroz 2002 – 2011 en el Perú

Fuente: Ministerio de agricultura. 2013. El arroz. Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Dirección general de competitividad agraria.

Para construir el calendario de producción, se ha tomado como referencia el año 2011, resultando que la mayor concentración en la producción de arroz se da entre los meses de marzo a julio, con un 63 por ciento y la menor producción se da entre los meses de agosto a febrero que es aproximadamente del 37 por ciento. Cabe mencionar que a un mayor nivel en la producción el efecto es directo en los precios en chacra.

Los precios en chacra en el año 2011 han tenido un crecimiento del 44 por ciento con respecto al año 2010, básicamente por la disminución en la superficie cosechada (7,5 por ciento) y producción (7,3 por ciento) respectivamente. En el año 2011, el mayor precio pagado al productor se dio en Puno con S/ 2,39 por kilogramo, seguido de Cusco con S/ 2,04 por kilogramo y La Libertad con S/ 1,27 por kilogramo. Es importante señalar que los precios en chacra se ven afectados de acuerdo al nivel de producción existente en el mercado es decir a mayor oferta existente los precios tienden a disminuir, por efecto de oferta y demanda.

En el año 2011 el consumo nacional de arroz fue de alrededor de 145 000 toneladas mensuales en promedio, siendo el consumo per cápita anual de 63,5 kg por persona

(González 2005: 3) indica que las variedades de arroz de alto rendimiento se siembran en monocultivo y requieren, además, fertilización con alto contenido de nitrógeno.

En definitiva, al afectar el normal desarrollo de la planta de arroz; al afectar la disponibilidad y eficiencia de los fertilizantes y la eficacia de los herbicidas, la principal ventaja del riego por inundación es que si se maneja

en forma adecuada permite aumentar el rendimiento del cultivo de arroz. (Kraemer *et al.* 2006)

2.1.9.1. Rendimiento en cáscara

Para el año 2013, la producción de arroz cáscara alcanzaría los 2,9 millones de toneladas, que representa un incremento del 0,2 por ciento, con respecto al volumen esperado en el 2012. Esto se sustenta de acuerdo a la Encuesta de Intenciones de Siembra para la campaña agrícola 2012 a 2013, la superficie cosechada proyectada y el rendimiento promedio de los últimos tres años. Se espera que en los meses de mayor producción, el volumen promedio se encuentre alrededor de las 446 mil toneladas. Por su parte, el precio de arroz cáscara en chacra estaría ubicándose en S/ 0,71 por kg en promedio durante el 2013, siendo mayor en los primeros meses del año. Esto implica que los precios en chacra en el 2013 se ubicarían ligeramente por debajo de sus precios en el 2012 (Ministerio de Agricultura 2013)

2.2. ANTECEDENTES

Becerra y Tosquy (2001) realizaron un trabajo de investigación titulada; Efectividad biológica del Azoxystrobin para el control de *Pyricularia oryzae* Cav. y *Cercospora oryzae* Miyake en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz, México. El estado de Veracruz, México, siembra anualmente 22 000 ha de arroz de temporal con un rendimiento medio de 3,5 t/ha, debido principalmente a problemas de sequía lo cual favorece la presencia de hongos como *Pyricularia oryzae* Cav. (Quema del arroz) y *Cercospora oryzae* Miyake. (Mancha angosta). Con el objeto de conocer el comportamiento de nuevos fungicidas se evaluó la eficacia del Azoxystrobin en el control de estos hongos.

El experimento se estableció en el municipio de Tres Valles, Veracruz, durante el temporal de 1999, con semilla de Milagro Filipino Depurado. El

diseño estadístico utilizado fue bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: Azoxystrobin a 0,2, 0,4 y 0,6 L/ha vs Tecto 60 a 0,5 kg/ha y un testigo sin aplicación. Estos fueron aplicados al presentarse los primeros síntomas de las enfermedades. Se evaluó la incidencia, número de lesiones en 20 plantas, índice de intensidad, el rendimiento de grano y fitotoxicidad. Se encontró que el Azoxystrobin obtuvo mejores resultados que el Tecto 60 y éste a su vez que el testigo no tratado. El mejor control para *P. oryzae* y *C. oryzae* y el mayor rendimiento de grano (4 432 kg/ha) se logró cuando se aplicó Azoxystrobin en dosis de 0,6 L/ha, aunque con 0,2 y 0,4 L/ha de este fungicida tuvo un buen control de estas enfermedades. Ninguno de los fungicidas causó toxicidad al arroz

Armenta (1991) manifiesta es su trabajo realizado en la Unidad de Investigación de las Planicies Costeras de Burma, Guyana, durante la Primavera de 1991, se evaluaron siete fungicidas con el fin de determinar su efectividad y economía en el control de las enfermedades piricularia. Los resultados indican que el rendimiento de la variedad susceptible Rustic, todavía puede ser estable retrasándose el desarrollo de la enfermedad. En base, a esto, se propone realizar un control químico parcial, el cual equivale a simular un desarrollo lento de la enfermedad. El nuevo fungicida Tricyclazole pareció ser más efectivo que el Iprobenfos, actualmente recomendado.

Se realizaron colecciones de poblaciones de *Pyricularia grisea* de diferentes campos de la Granja Caribe del CAI Los Palacios en Pinar del Río. Se obtuvieron aislados monospóricos de estas colecciones los que fueron utilizados en ensayos de sensibilidad a los fungicidas iprobenfos, edifenfos e isoprotilane. La sensibilidad de los aislados a los fungicidas iprobenfos, edifenfos e isoprotilane, fue determinada mediante la inhibición del desarrollo micelial de las colonias sembradas en agar de papa dextrosa

envenenado con los fungicidas a las concentraciones de 0, 0.5, 0.75, 1, 10, 15, 20, 30, 35, 40, 45 Ág/ml de ingrediente activo. Se sembró un disco de micelio de 5 mm en el centro de las placas y se incubaron a 27°C durante 8 días, momento en que se midió el diámetro de las colonias y fueron calculados los porcentajes de inhibición respecto al testigo no tratado. Se calcularon las DE 50 y DE 95 de cada aislado. Los resultados demuestran la existencia de poblaciones del hongo, con un factor de resistencia de 4 a los fungicidas iprobenphos e edifenphos. Los factores de resistencia al isoprothiolane fueron más bajos en correspondencia con los antecedentes existentes. Estos resultados de laboratorio se corresponden con las observaciones de baja eficacia obtenidas con tratamientos en campo en la empresa. Se recomienda extender el estudio con poblaciones de diferentes empresas del país.

Salive *et al.* (1984) realizaron su investigación con el objeto de un mejor manejo y control de piricularia en arroz, se llevaron a cabo investigaciones en la Granja experimental Santa Rosa permitiendo algunos resultados: el grado de infestación del follaje es independiente de la infección de la panícula, existe una correlación entre el porcentaje de infestación en la panícula y el nivel de rendimiento. El uso de fungicidas como Kasugamicina/Phosdiphen en el manejo de la enfermedad de la panícula permite disminuir riesgos en el cultivo

Wilson *et al.* (2001) su investigación fue conducido en la Escuela de Agronomía de la Universidad Federal de Goiás, en el año de cosecha 98/99. La eficacia de los principios activos se ensayaron para 100 Kg de arroz semillas. Fungicidas ensayados se carpopramid (90, 120, 150 e 180 g ingrediente activo) y piroquilon (ingrediente activo 400 g). La germinación, número de hojas y Se evaluó el nivel de infección. Los resultados mostraron que tantos productos en sus respectivas dosis fueron significativamente

superiores al control de las tres características evaluadas. No hubo estadística diferencia entre los tratamientos

Borges *et al.* (2007) trabajaron con una de las premisas del desarrollo de la producción de arroz en el país es contar con métodos de manejo de enfermedades fungosas, particularmente métodos de control químico. La nueva molécula krexoxim metil + epoxiconazol (JUWEL 25 SC) constituye una nueva herramienta para el control de hongos en el cultivo del arroz. En la Granja Caribe del CAI arrocero Los Palacios se realizaron estudios de la molécula fungicida Juwel 25 SC en parcelas experimentales de 4 x 4 metros (16 m²) durante la época seca de 2007. Las parcelas fueron replicadas 4 veces de manera aleatoria, con 3 réplicas por cada uno de los tratamientos utilizados. Se empleó la variedad de arroz J - 104, sembrada a 137 kg/ha en surcos de 0,15 metros de separación. La fertilización, manejo de agua y demás atenciones culturales se realizaron de acuerdo a las recomendaciones técnicas del cultivo (2006). Las aplicaciones se realizaron con Mochila MATABI, una solución final de 500 L/ha y boquilla de abanico uniforme 8 005 – E.

Los resultados obtenidos mostraron una alta eficiencia biológica en el control de enfermedades del arroz de Juwel 25 SC. Se pudo apreciar un eficiente control ante de *P. grisea* a dosis entre 0,125 – 0,250 kilogramos de Ingrediente activo por hectárea (0,5 – 1,00 L pc/ha). En Fase reproductiva Juwel 25 SC mostró una elevada eficiencia en el control de los principales patógenos a dosis de 0,125 – 0,187 kilogramos de Ingrediente activo por hectárea (0,5 – 0,75 L pc/ha). En los ensayos de validación el rendimiento agrícola los resultados fueron ligeramente superiores al testigo comercial en dosis de 0,187 kilogramos de Ingrediente activo por hectárea (0,75 l pc/ha). Las dosis más económicas de Juwel 25 SC en ambas etapas fenológicas

fueron de 0,125 – 0,187 kilogramos de Ingrediente activo por hectárea (0,5 – 0,75 L pc/ha).

En el Ecuador, el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.) es la principal fuente alimenticia, principalmente formando parte de la dieta básica de los habitantes de la costa ecuatoriana. Entre los factores bióticos adversos al cultivo, está la enfermedad denominada piricularia o quemado del arroz, producida por *Pyricularia oryzae* Cav., la misma que puede causar daños desde el 59,6 % hasta el 100 %. El objetivo de esta investigación, fue cuantificar la severidad (número de lesiones por hoja) en 39 materiales (líneas y variedades) de arroz de pequeño y mediano porte, divididos en dos experimentos establecidos en la zona central del litoral ecuatoriano. La severidad de piricularia se evaluó en hojas de los estratos inferior, medio y superior de las plantas de arroz, una vez por la semana totalizando ocho ocasiones. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones. Los valores obtenidos fueron integralizados en el área abajo la curva de progreso de la quemazón del arroz (AACPQA). Para la comparación entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de T al 5 % de probabilidad de error. Existió comportamiento sanitario diferenciado entre los genotipos evaluados en los dos experimentos. Los materiales sobresalientes fueron la variedad INIAP – 16 (9,9), y la línea INIAP – 14 -7 (11,2) en el primer experimento; mientras que en el segundo fueron la variedad Caluma (17,4) y la línea CC – 05 – 27 (18,8), por haber obtenido un menor AACPQA (Garcés *et al.* 2012)

Montilla *et al.* (2012) realizaron un trabajo en la Estación Experimental Agraria “El Porvenir” – INIA – Juan Guerra, con el objetivo de evaluar la eficiencia de 7 fungicidas comerciales para el control de *Pyricularia grisea* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). El experimento se adecuó a un diseño de bloques completamente al azar, con once tratamientos y cuatro repeticiones.

Las evaluaciones realizadas durante el período vegetativo del cultivo en cuanto a la producción, indicaron que los tratamientos VERTICAL + PROTEXIN, VYDAN + VERTICAL y VERTICAL + STRONSIL, son los que dieron mejores rendimientos en grano, del mismo modo el análisis económico indica que la mayor rentabilidad se obtuvo con los tratamientos en mención, teniendo el más alto rendimiento con el tratamiento VERTICAL + PROTEXIN y por ende mayor rentabilidad del cultivo.

En cuanto a la incidencia de *Pyricularia grisea* en la primera aplicación el tratamiento STRONSIL y VERTICAL + PHORTIFY obtuvieron el menor porcentaje de área foliar afectado, para la segunda aplicación el tratamiento STRONSIL y STRONSIL + PROTEXIN indicaron también el menor % de Área foliar afectada, y en la tercera aplicación el STRONSIL seguido del VERTICAL + PROTEXIN, VERTICAL + STRONSIL y PROTEXIN fueron los menos afectados por *Pyricularia grisea* Sacc.

Vásquez (2008) menciona en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la eficacia de fungicidas para el control de *Pyricularia grisea* y *Bipolaris oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el Bajo Mayo, San Martín Perú”; tiene como objetivos: Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades del arroz causado por los hongos *Pyricularia grisea* y *Bipolaris oryzae*, para determinar el efecto de control de la nueva mezcla fúngica en comparación con los fungicidas tradicionales y Evaluar el rendimiento y los costos de producción para determinar la utilidad por tratamiento. El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Fundo Cacatachi de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, Perú; situado a 8 kilómetros aproximadamente de la ciudad de Tarapoto, al margen izquierdo de la carretera “Fernando Belaunde Terry”, en un periodo de 5 meses. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos (fungicidas) y 4

repeticiones, los fungicidas utilizados fueron: Stratego 250 EC (Propiconazole & Trifloxystrobin a dosis de 0,50; 0,75 y 1 L/ha); Flint 50 WG (Trifloxystrobin a dosis de 0,10 y 0,20 L/ha); Protexin 500 SC (carbendazim); Fuji one 400 EC (Isoprothiolene) y Silvacur Combi 300 EC (Tebuconazole & Triadimenol). Los resultados obtenidos indican que el fungicida Trifloxystrobin a dosis de 0,20 L/ha, redujo significativamente los patógenos de *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* y *Rhizoctonia solani* incidiendo en el rendimiento y beneficio costo. Para el manejo de enfermedades foliares causadas por los hongos *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* y *Rhizoctonia solani* aplicar propiconazole & Trifloxystrobin a dosis de 0,75 L/ha.

2.3. HIPÓTESIS

Hipótesis de investigación

Si aplicamos fungicidas al arroz (*Oriza sativa* L), variedad Capirona entonces tendremos efecto significativo en el control de *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav.) y será óptimo el rendimiento, en Aucayacu – Huánuco.

Hipótesis específicas

1. Si aplicamos al arroz el Amistar top (SYNGENTA) a razón de 0,5 L/ha, en tres aplicaciones, entonces tendremos efecto significativo en la reducción de la incidencia de la enfermedad y grado de severidad.
2. Si aplicamos al arroz el Benprox (INTEROC CUSTER) a razón de 1 L/ha, en tres aplicaciones, entonces tendremos efecto significativo en la reducción de la incidencia de la enfermedad y grado de severidad.

3. Si aplicamos al arroz el Juwel ® (BASF) a razón de 0,8 L/ha, en tres aplicaciones, entonces tendremos efecto significativo en la reducción de la incidencia de la enfermedad y grado de severidad.
4. Si aplicamos al arroz el Nativo ® 75 WG (BAYER CROPSCIENCE) a razón de 0,25 kg/ha, en tres aplicaciones, entonces tendremos efecto significativo en la reducción de la incidencia de la enfermedad y grado de severidad.
5. El fungicida Amistar top (SYNGENTA) superará estadísticamente significativa a los demás fungicidas en la reducción de la incidencia y grado de severidad.
6. El rendimiento de arroz, variedad Capirona es alto, por efecto del control de Pyricularia en Aucayacu – Huánuco

2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 1: Operación de variables

Variables	Dimensión	Indicadores
1. Independiente: Fungicidas	a. Amistar top b. Benprox ® c. Juwel ® d. Nativo® 75 WG	Formulación Modo de acción Usos Toxicidad compatibilidad
2. Dependiente a) Control de Pyricularia	a. Incidencia de la enfermedad b. Grado de severidad	Porcentaje de infección Número de macollos afectadas Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC) Número de hojas afectadas

b) Rendimiento	a. Peso	Peso de 1 000 granos de arroz. Rendimiento en cáscara / área neta experimental. Rendimiento en pilado / área neta experimental.
3. Intervinientes Aucayacu - Huánuco	a. Clima b. Suelo	T°, HR, y PP. Características Físicas y Químicas

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Tipo de investigación

Aplicada porque se basó a los principios de la ciencia de los fungicidas, control de Pyricularia, rendimiento para generar tecnología expresada en el tipo de fungicidas óptimo para solucionar problemas del control de la enfermedad que afectan a los agricultores de Aucayacu – Huánuco dedicados al cultivo de arroz

Nivel de investigación

Experimental porque se manipuló la variable independiente (fungicidas) y se midió el efecto en la variable dependiente (control y rendimiento) que se comparó con un testigo (sin aplicación de fungicidas).

3.2. LUGAR DE EJECUCIÓN

Se realizó en el fundo “Espiga de Oro” en terrenos del Señor Santos Flores Claudio, localidad de Pucayacu, ubicado a 20 kilómetros de la ciudad de José Crespo y Castillo (Aucayacu), al margen derecho de la carretera Aucayacu - Ramal de Aspuzana, la misma se llevó a cabo en la campaña agrícola 2015.

Ubicación política

Región	:	Huánuco
Provincia	:	Leoncio Prado (Tingo María)
Distrito	:	José Crespo y Castillo (Aucayacu)
Fundo	:	Espiga de Oro

Posición geográfica

Longitud Oeste	:	76° 15' 08''
Latitud Sur	:	09° 59' 08''
Altitud	:	550 msnm
Zona de vida	:	bosque muy húmedo Pre-montano Tropical (bmh-PT)
Zona agrícola	:	Rupa Rupa o Selva alta.

Según la clasificación de zonas de vida realizado por Holdridge, el área donde se llevó a cabo el experimento pertenece a la zona de vida natural bosque muy húmedo Pre-Montano Tropical (bmh-PT), la biotemperatura fluctúa entre 18 °C, con un clima templado cálido, cuya precipitación pluvial es de 2 731 mm anuales. La temperatura anual máxima es de 28 °C, mínima de 15 a 18 °C y media de 18 a 22 °C. La humedad ambiental anual máxima es de 90 por ciento, mínima de 70 y medio de 80 por ciento.

Suelo

Muro (1950) clasifica a los suelos de este lugar como suelos colubiales café, provenientes de ladera, que son suelos profundos de reacción neutra; compuesta por elementos mecánicos arrastrados de las partes altas y depositados en el plano.

Los suelos de la zona de Aucayacu tienen una vegetación abundante (hierbas, arbustos y árboles), con rango de pH de 5,0 a 6,5, que corresponden a ácido y ligeramente ácido, con textura arcillosa, el contenido de materia orgánica es bajo por la precipitación constante (lavaje).

Análisis de suelo

Las características físicas y químicas del suelo se determinaron mediante los análisis respectivos; siendo la primera fase el muestreo de suelo, se tomaron 4 muestras en zig - zag de todo el campo experimental de 250 gramos en cada sub muestra a una profundidad de 25 centímetros, de las cuales se obtuvo un 1 kilogramo de muestra representativa, de acuerdo a las reglas establecidas. Esta muestra se llevó al laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), para su respectivo análisis, y los resultados se detallan en el capítulo de anexos.

Historia de campo

El terreno donde se realizó el experimento, se había identificado como suelo de textura franco arenoso, con topografía plana.

En 2008 a 2009, el terreno estuvo sembrado de maíz amarillo duro; luego en 2010 ha sido sembrado con arroz bajo sistema de riego, solo incorporando abono orgánico; en 2011, ha sido sembrado con maní para consumo familiar; en 2012 a 2013 se instaló el arroz variedad conquista bajo sistema de riego; en 2014 ha sido sembrado por arroz variedad la esperanza bajo sistema de riego.

Características de los fungicidas empleados

Amistar top SC (Azoxystrobin + Difenconazole)

Número de Registro: PQUA N° 327 – SENASA

Ingrediente activo; Azoxystrobin + Difenconazole

Características

Azoxystrobin es un fungicida perteneciente al grupo de los β -metoxiacrilatos (strobilurinas) efectivo contra un amplio rango de hongos pertenecientes a las familias de Ascomycetos, Basidiomycetos y Oomycetos

El difenconazol es un fungicida perteneciente al grupo de los triazoles, efectivo contra un amplio rango de enfermedades pertenecientes a las familias de Ascomycetos, Basidiomycetos y Deuteromycetos

Formulación

Suspensión concentrada (SC): Contiene 200 gramos de Azoxystrobin por litro de producto formulado y 125 gramos de Difenconazole por litro de producto formulado

Modo de acción

Azoxystrobin en relación a la planta; Azoxystrobin tiene propiedades sistémicas y translaminares (única strobilurina sistémica comercializada en Perú). Azoxystrobin es muy bien tomado y redistribuido dentro de la planta. Una gran cantidad del producto es tomada por la planta lo cual asegura que el ingrediente activo que permanece sobre la hoja prevenga la infección al afectar las esporas de los hongos. En relación al hongo: La

actividad fungicida de Azoxystrobin es la inhibición de la respiración mitocondrial en el hongo. Esto se logra al evitar la transferencia de electrones entre el citocromo b y el citocromo C.

Difenoconazole en relación a la planta; Difenoconazol tiene propiedades sistémicas locales y alta translaminaridad. En relación al hongo: Difenoconazol tiene acción protectante (preventiva), curativa y erradicante. Inhibe significativamente el desarrollo del crecimiento subcuticular del micelio del hongo y de esa manera previene el desarrollo de la enfermedad. Se ha observado también en algunos hongos excelente actividad antiesporulantes luego de tratamientos protectivos y curativos. El Difenoconazol interfiere en la síntesis del ergosterol en el hongo, por inhibición de demetilación de los esteroides del C^{14} , lo cual produce cambios morfológicos y funcionales en la membrana de la célula del hongo.

Cuadro 2: Recomendación de usos del fungicida Amistar top SC

CULTIVO	ENFERMAD		DOSIS
	Nombre común	Nombre científico	L/ ha
Arroz	Quemado	<i>Pyricularia oryzae</i>	0,5

Fuente: Villanueva 2012. Diccionario de especialidades agroquímicas.

Momento de aplicación

Aplicar en forma preventiva o a la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad

Utilizar la dosis recomendada que aparece en la etiqueta. Seguir una estrategia basada en la adopción de programadas de rotación, con aplicaciones intercaladas o en bloques, con fungicidas de diferente modo de acción. Siempre es recomendable no aplicarlo más de tres veces consecutivas

Categoría toxicológica

Moderadamente peligroso (categoría II de la OMS)

Fabricante; SYNGENTA

Distribuido; Tecnología Química y Comercio (TQC)

Benprox® SC (Carbendazim 125 g/l + Propiconazole 125 g/l)

Número de Registro; PQUA N° 544 – SENASA

Ingrediente activo

Nombre común: Carbendazim 125 g/l + Propiconazole 125 g/l

Nombre químico: Carbendazim: methyl benzimidazol-2-ylcarbamate

Propiconazole: (2RS,4RS; 2RS, 4SR)-1-[2-(2,4-Dichlorophenyl)-4-propyl-1,3-dioxolan-2-ylmethyl]-1H-1,2,4-triazole

N° cas

Carbendazim CAS: 10605-21-7

Propiconazole CAS: 60207-90-1

Propiedades físico – químico

Estado físico: Líquido

Color: Blanquecino

Olor: Sin olor

Densidad: 1,08 g/ml (20°C)

Estabilidad: Estable bajo condiciones normales de almacenamiento

Inflamabilidad: No inflamable

Explosividad: No explosivo

Modo de acción

BENPROX ® es un fungicida sistémico con acción protectante y curativa, es absorbido por de la raíz y sus tejidos verdes por translocación acropetala

Mecanismo de acción

BENPROX ® posee dos activos ingredientes sistémicos:

Carbendazim; que afecta la reproducción celular al inhibir la acción de la tubulina, proteína indispensable para la síntesis de microtúbulos cromosómicos, la formación de apresorios y crecimiento de los micelios

Propiconazole: que actúa inhibiendo la síntesis de ergosterol en las membranas celulares del hongo, lo cual impide la división nuclear y celular y por ende, su crecimiento dentro y fuera de la planta

Recomendaciones de uso

BENPROX ® se debe aplicar de manera que se logre una cobertura uniforme del área a tratar, puede ser aplicado con pulverizadores manuales

de palanca, estacionarias o accionadas por tractores. Los equipos de aplicación deben estar en buen estado y calibrados antes de ser usados

Cuadro 3: Dosis de aplicación del Benprox ® SC

CULTIVO	ENFERMEDAD		DOSIS L/ ha	LMR (ppm)
	Nombre común	Nombre científico		
Arroz	Quemado del arroz o Pyricularia	<i>Pyricularia oryzae</i>	1	2 (1) 7 (2)

LMR: Límite máximo de residuos
(1) Carbendazim (2) Propiconazole
Periodo de carencia: 21 días

Fuente: Villanueva 2012. Diccionario de especialidades agroquímicas.

Modo de aplicación

BENPROX ® se aplica en solución con agua de acuerdo al área a tratar, realizar una promezcla y seguidamente vaciar en el tanque de preparación, previamente llenarlo hasta la mitad con agua, luego completar el agua y mover hasta obtener una mezcla homogénea

Compatibilidad

Se recomienda hacer pruebas de campo. Es compatible con la mayoría de los plaguicidas de uso común, excepto con los de reacción alcalina

Precauciones

La persona encargada de manipular el producto en el equipo debe utilizar ropa de protección adecuada para ello. Manejar la calibración de equipos y volúmenes de agua adecuados para mantener un control eficiente del producto

Seguir las normas de seguridad para la aplicación de productos fitosanitarios para evitar perjuicios al aplicador

Presentación; Envase plástico de HOPE por 1 L

Categoría toxicológica; Ligeramente peligroso

Formulado por Sinochem Ningbo Chemical Co., Ltd.- China
Titular registro, importado y Distribuido por: INTEROC S.A.

Juwel ® SC (Kresoxim- methyl + Epoxiconazole)

Número de Registro; PQUA N° 474 – SENASA

Composición

Kresoxim- methyl (125,00 g/l)

Epoxiconazole (125,00 g/l)

Generalidades

Juwel ® es un fungicida de acción curativa y preventiva, compuesto de dos ingredientes activos; Kresoxim- methyl y Epoxiconazole, combina dos modos de acción diferentes y complementarios; sistémicos y mesostémicos.

Por ser Juwel® una suspensión concentrada, se recomienda agitar el envase antes de usar el producto.

Preparación de la mezcla

Llenar el tanque o cilindro hasta un tercio con agua (limpia), agregar las dosis recomendadas para la enfermedad y cultivo, completar con agua y agitar constantemente hasta lograr una mezcla homogénea, Agitar la mezcla antes de llenar el equipo de aplicación (Consulte con un ingeniero agrónomo)

Cuadro 4: Recomendación de usos del Juwel® SC

CULTIVO	ENFERMEDAD		DOSIS L/ha	PC* (días)	LMR** (ppm)
	Nombre común	Nombre científico			
Arroz	Quemado del arroz	<i>Pyricularia oryzae</i>	0,6 – 0,8***	35	0,05 (1) 0,10 (2)
(1) Kresoxim- methyl (2) Epoxiconazole *PC: Periodo de carencia **LMR: Límite máximo de residuos *** El volumen de agua recomendado es de 200 L/ha					

Fuente: Villanueva 2012. Diccionario de especialidades agroquímicas.

Frecuencia y momento de aplicación

Aplicar Juwel® cuando aparecen los primeros síntomas de la enfermedad, a la aparición del primordio de espiga y una segunda aplicación

a los 10 a 14 días después del 80 – 90 por ciento de emergencia de la inflorescencia

Periodo de reingreso

Se recomienda no ingresar al área tratada hasta 24 horas después de la aplicación

Compatibilidad

Se debe evitar aplicar Juwel ® con productos de reacción alcalina; sin embargo, se recomienda realizar mezclas preliminares para evaluar la compatibilidad física, química y biológica de los productos.

Fitotoxicidad

Bajo las condiciones de uso recomendadas, el producto nos es Fitotóxico para el cultivo de arroz.

Distribuido; BASF PERUANA S.A.

Nativo ® 75 WG (Tebuconazole 500 g/kg + Trifloxystrobin 250 g/kg)

Número de Registro; PQUA N° 193 – SENASA

Formulación; Gránulo dispersable (WG)

Modo de acción

Fungicida preventivo curativo con actividad mesostémica y sistémica sobre el cultivo

Mecanismo de acción

Inhibe la biosíntesis de ergosterol, procesos enzimáticos y la respiración celular de los hongos.

Toxicidad; Ligeramente peligroso

Grupo químico; Strobilurina – Azol

Características

Fungicida preventivo y curativo con actividad mesostémica y sistémica sobre el cultivo. Posee dos ingredientes activos en su formulación que actúan de manera complementaria, tebuconazole inhibe la biosíntesis de ergosterol y otros procesos enzimáticos de los hongos, mientras que trifloxystrobin inhibe la respiración celular de los hongos.

Indicadores de uso

Se aplica en pulverizaciones previa mezcla con agua

Es recomendable preparar previa mezcla en un volumen reducido de agua, agitando completamente y luego agregar el resto de agua al tanque de aspersión

Se recomienda 3 aplicaciones por campaña dentro de un manejo integrado

Primeros auxilios; En caso de intoxicación llame al médico inmediatamente o lleve al paciente al médico y muéstrela la etiqueta, quite la ropa contaminada inmediatamente, lave las partes contaminadas del cuerpo con agua y jabón. Lave los ojos contaminados con un chorro suave de agua pura por el lapso de 10 a 15 minutos, mantenga al paciente animado, caliente, al aire fresco y en posición de descanso, dé soporte respiratorio si es necesario, no induzca al vómito si el paciente está inconsciente. En caso de intoxicación o contaminación ocular o dermal, lavar con abundante agua y llevar al paciente al médico.

Indicaciones para el médico; tratamiento sintomático y de sostén, mantenga libres las vías respiratorias y si es necesario por médico de respiración controlada

Antídoto; tratamiento sintomático

Cuadro 5: Recomendación de usos del fungicida Nativo ® 75 WG

CULTIVO	ENFERMEDAD		DOSIS	LMR (ppm)	PC (días)
	Nombre común	Nombre científico	Kg/ha		
Arroz	Pyricularia	<i>Pyricularia oryzae</i>	0,2 – 0,25	2**	21

PC: Periodo de carencia (días)
 LMR: Límite máximo de residuos (ppm)
 * Considerar un gasto de agua de 1500 L/ha
 ** Para ambos ingredientes activos

Fuente: Villanueva 2012. Diccionario de especialidades agroquímicas.

Envases: Caja x 250 g y 1 kg - BAYER CROPSCIENCE

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

Población

La población fue homogénea con un total de 3 380 plantas del área experimental y por cada parcela experimental 169 plantas.

Muestra

La muestra se tomó de los surcos centrales de cada parcela experimental denominados plantas del área neta experimental que constaron de 9 plantas haciendo un total de 180 plantas de todas las áreas netas experimentales a evaluar.

Tipo de muestreo

Probabilística en su forma de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), porque cualquiera de las plantas de arroz, variedad Capirona al momento del transplante tuvo la misma probabilidad de formar parte del área neta experimental.

Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por la parcela experimental y las plantas de arroz.

3.4. TRATAMIENTO DE ESTUDIO

Los tratamientos estuvieron constituidos por 4 fungicidas, que fueron aplicados al cultivo de arroz variedad capirona, para controlar el quemado del arroz, con la dosis según administración del producto y un testigo que no recibió ninguna aplicación de fungicidas con fines de comparación.

Cuadro 6: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Clave	Concentración ml/20 L agua	Fase de aplicación
Testigo	T ₀ - T	----	➤ Primera aplicación a los 20 días del trasplante. ➤ Primera aplicación a los 40 días del trasplante. ➤ Primera aplicación a los 60 días del trasplante.
Amistar top	T ₁ - AT	50 ml/20 L	
Benprox ®	T ₂ - B	100 ml/20 L	
Juwel ®	T ₃ - J	80 ml/20 L	
Nativo ® 75 WG	T ₄ - N	25 g/20 L	

3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

3.5.1. Diseño de la investigación

Se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 4 bloques y 5 tratamientos, haciendo un total de 20 unidades experimentales.

El modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observación o variable de respuesta

U = Media poblacional

T_i = Efecto de i-ésimo tratamientos ($i = 1, 2, \dots, 4$ tratamientos)

B_j = Efecto de j-ésimo bloque ($j = 1, 2, \dots, 4$ bloques)

E_{ij} = Error experimental.

Análisis de Varianza

Para la prueba de hipótesis se utilizó ANDEVA o prueba de F, al nivel de significación de 5 % y 1 %, entre tratamientos y repeticiones. Para comparación de promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de DUNNETT, con el 5 % y 1 % de probabilidad para determinar el nivel de significación entre tratamientos.

Cuadro 7: Esquema del Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de Libertad
Tratamientos (t - 1)	4
Bloques (r - 1)	3
Error Experimental (r - 1)(t - 1)	12
Total (tr - 1)	19

Área del campo experimental

a) Característica del campo experimental

Largo	:	19 m
Ancho	:	15 m
Área total	:	285 m ²
Área experimental	:	180 m ²
Área total de caminos	:	105 m ²

b) Bloques

Numero de bloques	:	4
Largo de bloques	:	19 m
Ancho de bloques	:	3 m
Número de tratamiento/bloque	:	5
Área total de bloques	:	57 m ²
Área neta experimental/trat.	:	0,25 m ²
Área neta experimental/total de bloques:		5 m ²

c) Parcelas

Número de parcelas/bloque	:	5
Largo de parcela	:	3 m
Ancho de parcela	:	3 m
Área de parcela	:	9 m ²
Área neta experimental/parcela	:	0,25 m ²
Número de plantas/parcela	:	169

d) Surcos

Número de surcos/parcela	:	13
Número de plantas/surcos	:	13
Distancia entre surcos	:	0,25 m
Distancia entre plantas	:	0,25

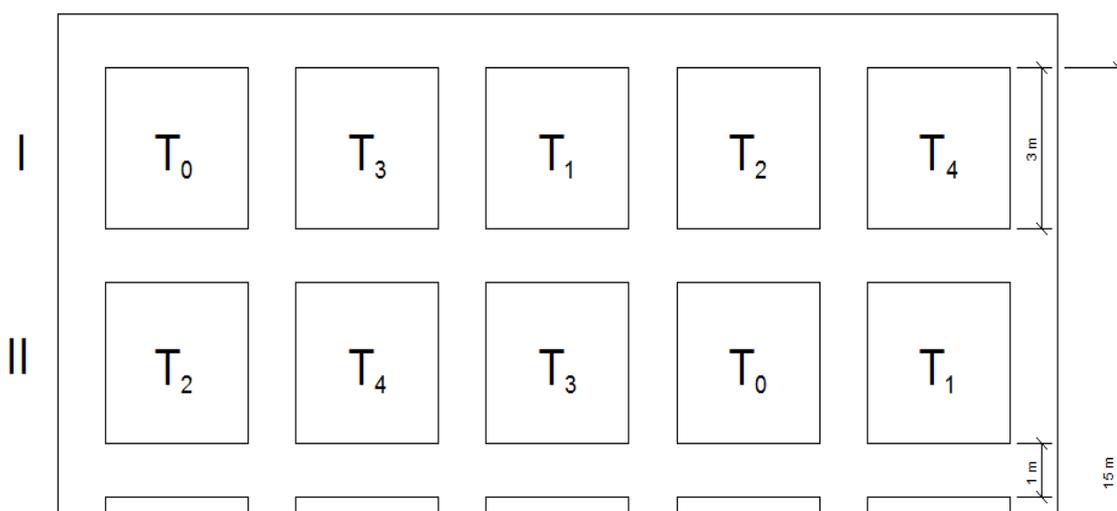


Figura 3: Croquis del campo experimental

Leyenda:

T₀ = Testigo

T₁ = Amistar top

T₂ = Benprox ®

T₃ = Juwel ®

T₄ = Nativo ® 75 WG

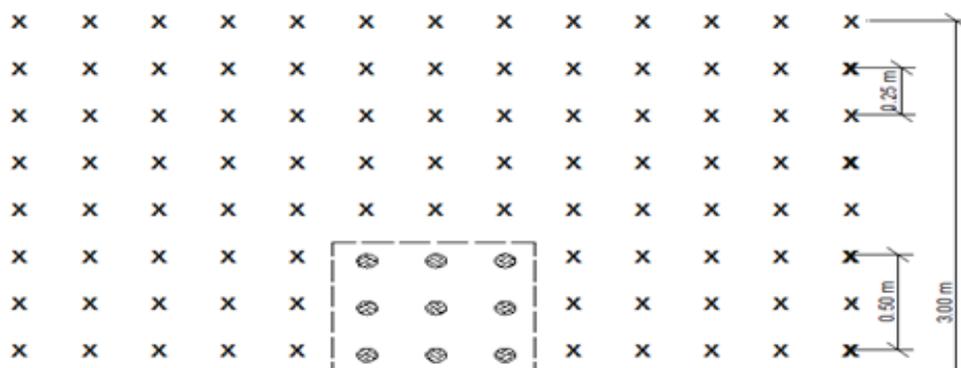


Figura 4: Croquis del detalle de la unidad experimental

3.5.2. Datos registrados

Incidencia (Porcentaje de infección)

Se contó la cantidad de plantas enfermas con el “quemado” del área neta experimental y se registraron los datos en el cuaderno de campo para procesar la información con la fórmula de porcentaje de infección sugerida por Fernández Valiela M. (1952), posteriormente se obtuvieron los promedios.

$$\text{Incidencia (I)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ plantas enfermas} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ plantas observadas}}$$

Número de macollos afectados

Se contaron la cantidad de macollos afectados del área neta experimental y luego fueron registrados en el cuaderno de campo para obtener promedios.

Severidad de la enfermedad (AUDPC)

Los síntomas causados por *Pyricularia* (*Pyricularia oryzae* Cav) en el campo son características y fuertes de reconocer. El hongo afecta a todas las partes aéreas de la planta: la hoja, los nudos del tallo, el cuello de la panoja y la panoja misma. Las lesiones en las hojas varían desde pequeños puntos de color café hasta lesiones típicas en forma de rombo, halo clorótico, borde oscuro y centro gris. Las lesiones bien desarrolladas en la superficie foliar pueden fusionarse y causar la muerte de las hojas. La evaluación de la severidad de la enfermedad o proporción de la planta afectada por la enfermedad se realizó observando la cantidad de lesiones presentes en las hojas. Para ellos se utilizó una escala diagramática propuesta por Ricardo M. Mont (2002)

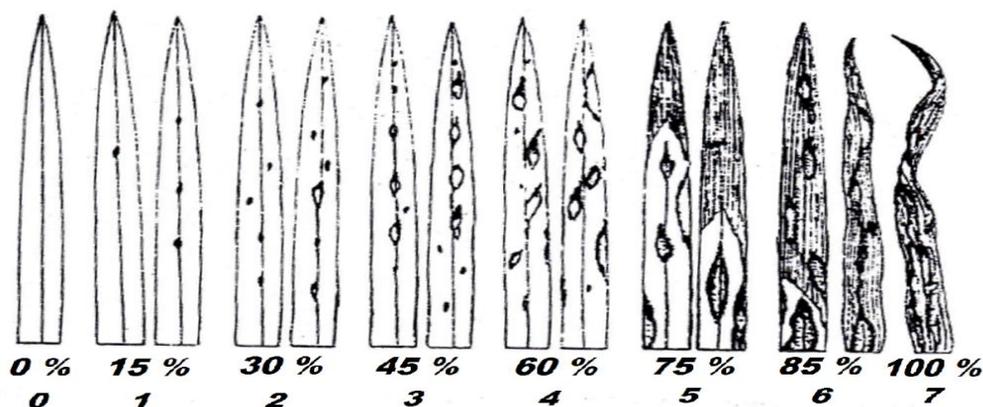


Figura 5. Escala de evaluación para grado de ataque de *Pyricularia oryzae* Caven hojas de arroz según Ricardo M. Mont (2002)

Tabla 1: Escala convencional para evaluar el porcentaje de área de hojas afectada.

Grado	% área hoja afectada	Descripción
0	0	No se observan lesiones.
1	15	Pequeños lunares marrones o manchas necróticas grisáceas redondeadas o ligeramente alargadas, de cerca de 1 a 2 mm en diámetro.
2	30	Lesiones susceptibles típicas de 3 o más mm, infectando menos del 4 % del área foliar.
3	45	Lesiones que llegan a infectar del 4 al 10 % del área foliar.
4	60	Lesiones que se observan afectando entre el 11 al 25 % del área foliar.
5	75	La infección alcanza hasta el 50 % del área foliar.
6	85	Las lesiones alcanzan hasta el 75 % del área foliar, muchas hojas están muertas.
7	100	Más del 75 % del área foliar afectada. La proporción de hojas muertas es mayor en relación al grado 6.

Los porcentajes del área foliar afectada por la enfermedad fueron convertidos al AUDPC (Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad). Para calcular el AUDPC se aplicó la siguiente fórmula propuesta por Campbell y Mandden. (1990)

$$AUDPC = \sum_{i=i}^n \left[\left(\frac{X_{t+1} + X_t}{2} \right) (D_{t+1} - D_t) \right]$$

Donde:

\sum = Sumatoria

n = Número total de observaciones

X_t = Porcentaje de follaje a t días después de la siembra

X_{t+1} = Porcentaje de follaje a $t + 1$ días después de la siembra

$(D_{t+1} - D_t)$ = Número de días de la primera a la segunda lectura

Número de hojas afectadas

La enfermedad produce amarillamiento, necrosis y muerte del tejido celular de las plantas. Se contaron la cantidad de hojas afectadas de las plantas establecidas en el área neta experimental que posteriormente se registró en el cuaderno de campo en unidades, en donde se obtuvieron los promedios.

Peso de 1 000 granos de arroz

Se pesaron 1 000 granos de las plantas tomados al azar del área neta experimental de cada tratamiento, se colocó en un papel para hacer secar y se pesó en una balanza de precisión que se expresó en kilogramos

Rendimiento en cáscara

Se realizó la trilla en mantada de c/u de los tratamientos tomados del área neta experimental, luego se pesó en una balanza de precisión establecida en gramos y posteriormente fueron registrados en el cuaderno de campo

Rendimiento en el pilado

Se pilo las plantas establecidas en el área neta experimental de los tratamientos, luego se pesó en una balanza de precisión expresada en gramos

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.

1. Técnicas bibliográficas

- a) **Fichaje;** Se usaron para construir la literatura citada y se redactó de acuerdo al modelo IICA – CATIE

Instrumentos

Fichas de localización

Hemerográfica; Se utilizó para recopilar información de Internet, revistas existentes sobre el cultivo de arroz.

Bibliográfica; Se utilizó para recopilar información de los libros, revistas y artículo.

- b) **Análisis de contenido;** Se usó para construir el sustento teórico, redactado de acuerdo al modelo de redacción IICA – CATIE.

Instrumentos

Fichas de investigación

Resúmenes; Se utilizó para la recopilación de información de manera resumida de los textos bibliográficos y hemerográficos.

Textuales; Se utilizó para la recopilación de información de manera textual de los textos bibliográficos y hemerográficos.

Comentario; Se utilizó para la recopilación de información a manera de comentario de los textos bibliográficos y hemerográficos.

2. Técnicas de campo

Observación; Permitió recolectar los datos directamente del campo experimental.

Evaluación; Permitió recolectar datos de acuerdo a la escala establecida.

Instrumentos

Libreta de campo; Se utilizó para tomar datos del campo.

Escala; Escala de severidad

Fórmula; Porcentaje de incidencia

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

3.6.1. Materiales

Material genético

Se emplearon semillas de arroz variedad capirona, con características de buena calidad y certificada.

Insumos agrícolas

Fungicidas, fertilizantes orgánicos e inorgánicos, pesticidas y otros.

3.6.2. Equipos

Maquinaria agrícola, mula mecánica, bomba de aspersión, balanza digital, equipos de laboratorio, equipos de informática, cámara fotográfica y otros.

3.6.3. Herramientas

Rastrillo, azadón, wincha, metro, picotas, baldes, pala, hoces, asadas, costales, rafias y otros.

3.7. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

1.1.4. Análisis de suelo

Se realizó antes de la preparación del terreno para obtener información de las características físicas y químicas del suelo en donde se instaló el experimento del cultivo de arroz. La interpretación del análisis de suelo se encuentra en el anexo.

1.1.5. Preparación del almácigo

a) Elección de la semilla

La semilla utilizada fue de la variedad Capirona, con características de buena calidad, fresca, una cantidad de 2 kg de arroz chala. La semilla fue adquirida de la localidad de San Martín, fundo el Potrero que vende semilla certificada.

b) Ubicación del almácigo

Se ubicó en el lugar adecuado en donde la fuente de agua fue accesible y cercana. Se realizó las labores culturales de arado, rastreado y nivelación, para una adecuada distribución de agua. El terreno fue de 2 m de ancho por 5 m de largo, siendo 10 m² para el almácigo.

c) Remojo y abrigo de la semilla

Las semillas se remojaron en un costal durante 24 horas en agua a “saco flojo”, y luego se abrigó con hojas de plátanos por 48 horas, obteniendo un pre-germinado, es decir, hasta que el coleóptilo o radícula mida 2mm de longitud.

d) Manejo del agua en el almácigo

Se llevó a la poza del almácigo con agua cristalina, esto se realizó un día antes de la siembra.

e) Siembra

La semilla pre-germinada se volcó en forma uniforme a la poza con una lámina de agua cristalino, luego se dejó agua por 48 horas y hacer repaces y secar el agua hasta que las plantas enraícen.

f) Deshierbo

No se realizó, debido a que el manejo del agua fue adecuado.

g) Fertilización en el almácigo

Se fertilizó al voleo, a los 15 días después de la siembra de la semilla, una dosis de 270 gramos de urea de 46 % para 10 m² de almácigo

h) Extracción de las plántulas (garbas)

Se llevó a cabo evitando romper las raíces. Al momento del transplante, con 25 a 30 cm de altura de plántulas, poniendo 4 a 5 plántulas / golpe para tener buen macollaje en promedio de 18 macollos por golpe.

1.1.6. Instalación en campo definitivo

a) Preparación de terreno

Se realizó a tracción mecánica con el arado de disco y rastra en forma cruzada, para darle condiciones físicas adecuadas al suelo, con el fin de que las plántulas logren el desarrollo y crecimiento óptimo. Luego se batió y se niveló el terreno con la ayuda de la mula mecánica para el buen manejo del agua, posteriormente se realizó las labores de gradeo de cuchillas y pasar la tabla con el campo.

b) Demarcación del terreno

Se procedió a la demarcación del área donde se instaló el experimento para el trasplante haciendo uso de wincha, rafia, cordeles y estacas, al mismo tiempo se construyó los bordos con espacios de entrada y salida de agua, esto de acuerdo al croquis planteado en el proyecto.

c) Trasplante

Se realizó en forma manual, cuando las plántulas tenían 30 días de edad, en una pequeña lámina de agua, utilizando distanciamiento de 0,25 m x 0,25 m entre plantas y entre líneas, por golpe de 4 a 5 plántulas para cada tratamiento en estudio.

d) Fertilización

Se utilizó la dosis recomendada 120 – 80 - 60 de NPK (recomendado por la APEAR), acompañado de un corrector de pH Magnesoil (40 % de Magnesio + 30 % de silicio + 3 % de Calcio), y se determinó de acuerdo al resultado del análisis de suelo. Utilizando como fuentes de nutrientes: Sulfato de amonio (21 % de Nitrógeno + 24 % de Azufre), Fosfato diamónico (18 % de Nitrógeno + 46 % de Fosforo), y cloruro de potasio (60 % de Potasio). Todo el fertilizante fosforado y la mitad de nitrógeno y potasio, se aplicó a los 10 días después del trasplante y la segunda aplicación restante de nitrógeno y potasio al inicio del punto de algodón.

e) Riegos

Luego del trasplante se retiró el agua por 3 días para facilitar el prendimiento de las plántulas, suministrando luego el riego por inundación para la eliminación de malezas.

f) Control de insectos

Por la presencia de insectos se controló con insecticidas específicos como el ENGEO SC (Lambdacihalotrina + Tiametoxam) para el control de mosquilla (*Hydrellia sp*), Gusano rojo del arroz (*Chironomus xanthus*), Chinche (*Oebalus spp*) y Sogata (*Tagosodes oryzicola*).

g) Aplicación de herbicidas

Contra la invasión de algas se aplicó sulfato de cobre, colocando en las piqueras. Con la aparición de malezas, se procedió a control con herbicida selectivo el HACHAZO 600 EC (Butachlor) para el control de malezas como; Artemisa (*Ambrosia sp*), Lechera (*Euphorbia sp*), Cadillo (*Cenchrus echinatus*), Verdolaga (*Portulata oleracea*), Mazorquilla (*Ischaemun rugosum*), Moco de pavo (*Echinochloa crusgalli*) y Rabo de zorro (*Setaria geniculata*), a 15 días del trasplante a dosis de 5 litro / hectárea en 2 aplicaciones, con una frecuencia cada 25 días.

h) Aplicación de los fungicidas

Se utilizó una bomba de aspersion común de 20 litros de capacidad. Se aplicó los 4 fungicidas descritos anteriormente, en 3 aplicaciones de cada producto. Antes de cada aplicación se realizó una evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad

Cuadro 8: Aplicaciones de los fungicidas

N° aplicaciones	Concentración del producto a 20 L H₂O		Frecuencia de aplicación
1ra aplicación	Amistar top Benprox ® Juwel ® Nativo® 75 WG	50 ml/20 L 100 ml/20 L 80 ml/20 L 25 g/20 L	A 20 días del trasplante
2da aplicación	Amistar top Benprox ® Juwel ® Nativo® 75 WG	50 ml/20 L 100 ml/20 L 80 ml/20 L 25 g/20 L	A 40 días del trasplante
3ra aplicación	Amistar top Benprox ® Juwel ® Nativo® 75 WG	50 ml/20 L 100 ml/20 L 80 ml/20 L 25 g/20 L	A 60 días del trasplante

Cuadro 9. Evaluación de la enfermedad

N° Evaluaciones	Frecuencia de evaluación
1ra evaluación	A 20 días del trasplante
2da evaluación	A 27 días del trasplante
3ra evaluación	A 40 días del trasplante
4ta evaluación	A 47 días del trasplante
5ta evaluación	A 60 días del trasplante
6ta evaluación	A 67 días del trasplante

i) **Agoste**

Se secó el agua cuando las panojas presentaron una coloración verde limón, es decir, cuando los granos estuvieron en estado se sazón.

j) Cosecha

Se realizó en forma manual con hoz, en forma separada por cada tratamiento, cuando los granos estuvieron de consistencia dura y firme y con una humedad de 19 – 23 % en granos, cuando se observa el 85 a 90 % de granos maduros y muestran color amarillo pajizo.

k) Trilla y secado

Se trilló en forma manual y se hizo secar en era, luego se venteó para luego ser llevado a la piladora.

IV. RESULTADOS

Los resultados se presentan en cuadros y gráficos interpretados estadísticamente con las técnicas estadísticas del Análisis de Varianza (ANDEVA) a fin de establecer las diferencias significativas entre bloques y tratamientos donde los tratamientos que son iguales se denota con (ns), quienes tienen significación (*) y altamente significativos (**).

Para la comparación de los promedios se aplicó la prueba de significación de Dunnett a los niveles de significación de 95 y 99 % de probabilidades de éxito.

4.1. Incidencia (Porcentaje de infección)

4.1.1. Evaluación de la incidencia antes de la primera aplicación

El análisis de varianza indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos respecto a la incidencia antes de la primera aplicación de los fungicidas.

Asimismo el coeficiente de variación 12,27 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo

Cuadro 10. Análisis de varianza de la incidencia antes de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	4,42	1,473	2,186	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	1,61	0,401	0,596	ns	3,26	5,41
Error Experimental	12	8,09	0,674				
Total	19	14,11					

CV = 12,27%

Sd = 0,58

Para determinar si hay significancia entre los promedios de los tratamientos a los cuales se aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo se procedió a realizar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde no hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios mencionados, tal como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 11. Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1,698				
T4 - N	1,562	T0 - TC vs T4 - N	0,136	1,763	ns
T1 - AT	1,401	T0 - TC vs T1 - AT	0,296	1,763	ns
T3 - J	1,086	T0 - TC vs T3 - J	0,611	1,763	ns
T2 - B	0,944	T0 - TC vs T2 - B	0,753	1,763	ns

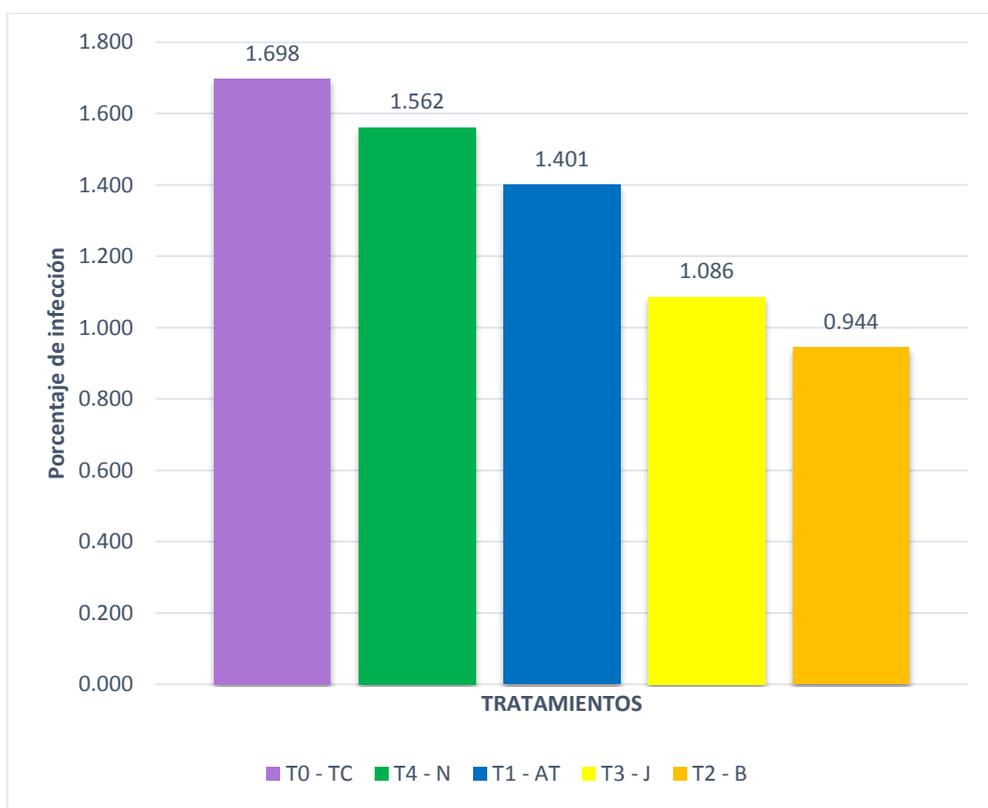


Figura 6. Evaluación de la incidencia antes de la primera aplicación

4.1.2. Evaluación de la incidencia después de la primera aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto a la incidencia luego de la primera aplicación de fungicidas.

No se encontró diferencias significativas para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 12,85 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 12. Análisis de varianza de la incidencia después de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	1,90	0,634	1,230	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	15,76	3,939	7,649	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	6,18	0,515				
Total	19	23,84					

CV = 12,85 %

Sd = 0,51

Para determinar la significación de los tratamientos frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se tuvo que realizar la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor porcentaje de infección en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto en el porcentaje de infección (2,778 %) por lo que resultaron significativos para el control de la *Pyricularia* del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T4 – N ya que presenta el menor porcentaje en el porcentaje de infección de un (0,318 %) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 13. Prueba de Dunnett de la incidencia después de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	2,778				
T3 - J	1,235	T0 - TC vs T3 - J	1,543	1,417	*
T2 - B	0,781	T0 - TC vs T2 - B	1,997	1,417	*
T1 - AT	0,472	T0 - TC vs T1 - AT	2,306	1,417	*
T4 - N	0,318	T0 - TC vs T4 - N	2,460	1,417	*

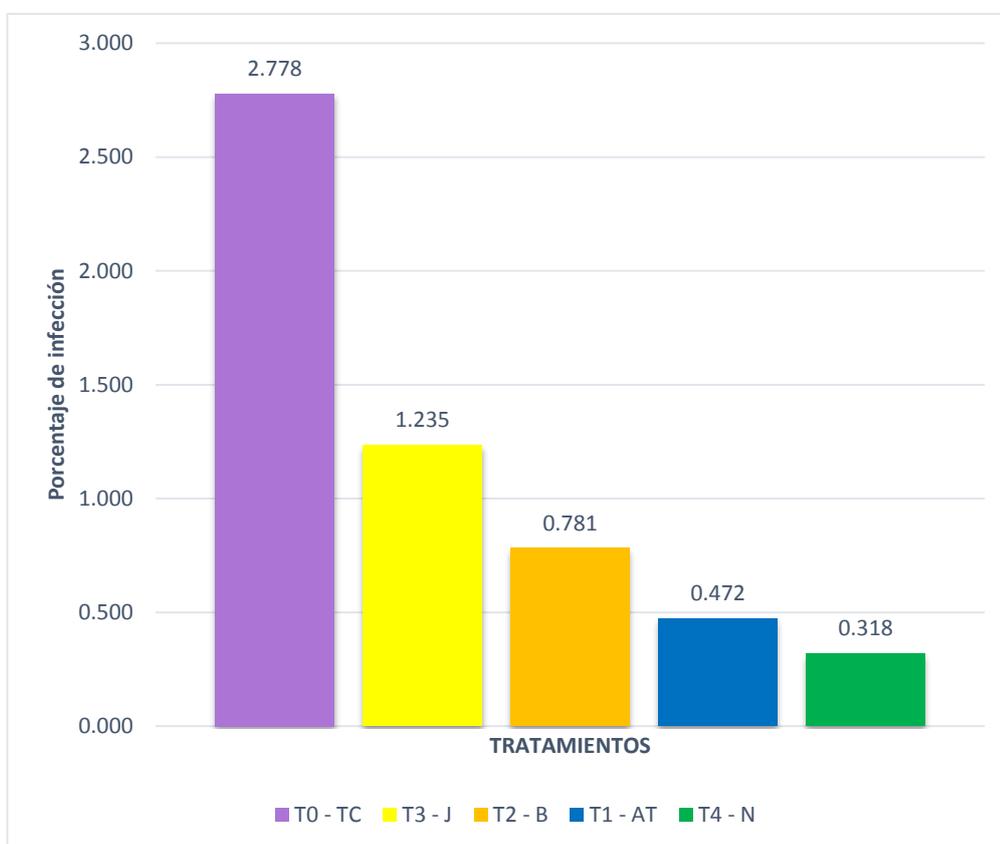


Figura 7. Evaluación de la incidencia después de la primera aplicación

4.1.3. Evaluación de la incidencia antes de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio respecto a la incidencia antes de la segunda aplicación de fungicidas

Cuadro 14. Análisis de varianza de la incidencia antes de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	30,17	10,056	16,077	*	3,49	5,95
Tratamiento	4	70,45	17,612	28,156	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	7,51	0,626				
Total	19	108,12					

CV = 4,23 %

Sd = 0,56

Asimismo el coeficiente de variación 4,23 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio de porcentaje de infección (7,407 %), mientras que los tratamientos a los cuales se les aplicó fungicidas resultaron con menor porcentaje, destacándose el tratamiento T4 – N que tan solo tuvo un 2,245 % en el porcentaje de infección; por lo que podemos afirmar que existen diferencias estadísticas significativas en el control de la *Pyricularia* del arroz de aquellos tratamientos que se les aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 15. Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	7,407				
T3 - J	3,497	T0 - TC vs T3 - J	3,910	3,059	*
T2 - B	2,863	T0 - TC vs T2 - B	4,545	3,059	*
T1 - AT	2,691	T0 - TC vs T1 - AT	4,716	3,059	*
T4 - N	2,245	T0 - TC vs T4 - N	5,162	3,059	*

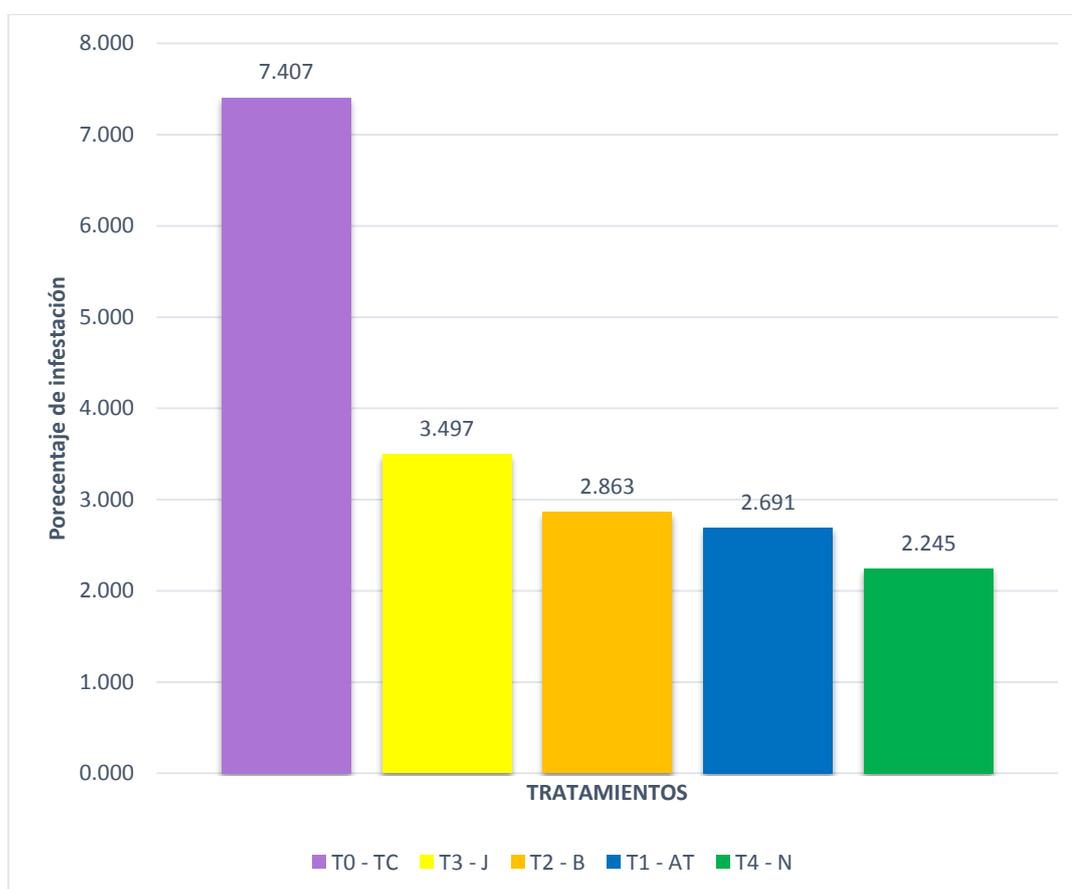


Figura 8. Evaluación de la incidencia antes de la segunda aplicación

4.1.4. Evaluación de la incidencia después de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existe una alta significancia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto a la incidencia después de la segunda aplicación de fungicidas; también podemos mencionar que si existen diferencias significativas para los promedios de los bloques.

El coeficiente de variación es de 3,84 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo. A continuación se muestra el análisis de varianza para el presente parámetro evaluado.

Cuadro 16. Análisis de varianza de la incidencia después de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	13,70	4,567	10,448	*	3,49	5,95
Tratamiento	4	194,26	48,566	111,105	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	5,25	0,437				
Total	19	213,21					

CV = 3,84 %

Sd = 0,47

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio en el porcentaje de infección (9,568 %) mientras que los tratamientos a los cuales se les aplicó fungicidas resultaron con menor porcentaje, destacándose el tratamiento T4 - N que tan solo tuvo un 1,258 % en el porcentaje de infección; por lo que podemos afirmar que existen diferencia significativa en el control

de la Pyricularia del arroz de aquellos tratamientos que se les aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 17. Prueba de Dunnett de la incidencia después de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	9,568				
T3 - J	2,716	T0 - TC vs T3 - J	6,852	2,170	*
T2 - B	2,407	T0 - TC vs T2 - B	7,160	2,170	*
T1 - AT	1,281	T0 - TC vs T1 - AT	8,287	2,170	*
T4 - N	1,258	T0 - TC vs T4 - N	8,310	2,170	*

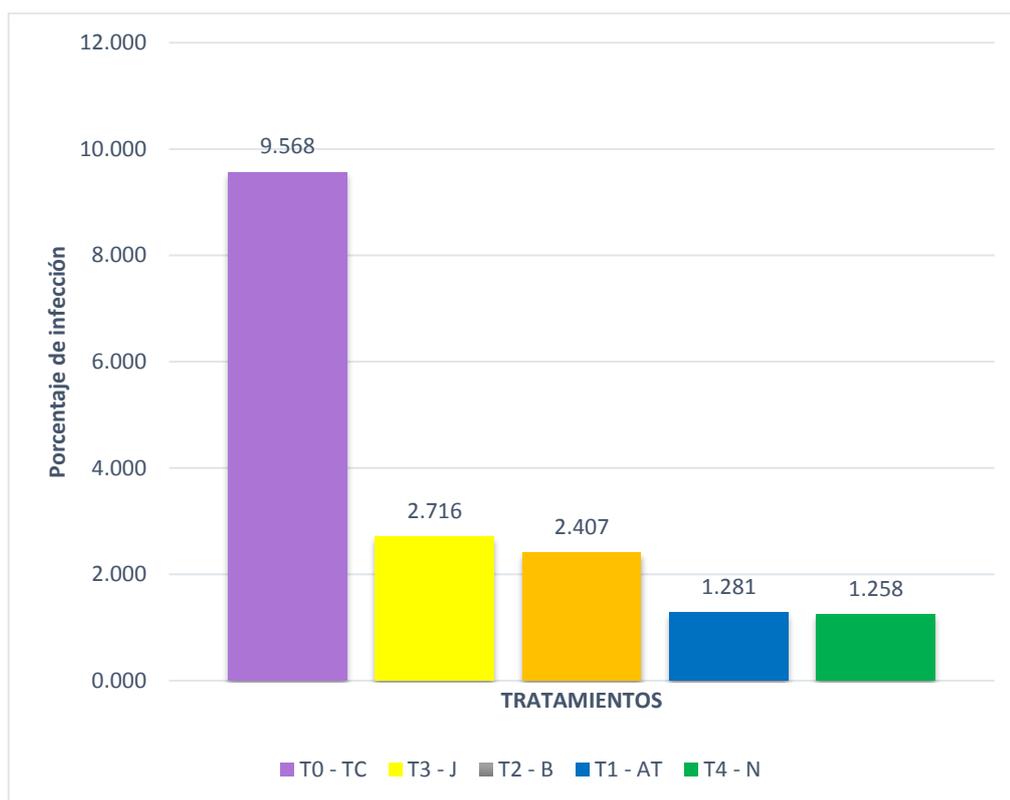


Figura 9. Evaluación de la incidencia después de la segunda aplicación

4.1.5. Evaluación de la incidencia antes de la tercera aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos respecto a la incidencia antes de la tercera aplicación de fungicidas

Asimismo se encontró diferencia estadística significativa para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 3,05 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 18. Análisis de varianza de la incidencia antes de la tercera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	60,57	20,189	22,169	*	3,49	5,95
Tratamiento	4	283,02	70,755	77,695	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	10,93	0,911				
Total	19	354,52					

CV = 3,05 %

Sd = 0,67

Para determinar la significancia de los tratamientos frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor porcentaje de infección en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto (13,580 %) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T1 – AT ya que presentó el menor porcentaje en cuanto al porcentaje de infección que fue de 3,302 % respectivamente, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 19. Prueba de Dunnett de la incidencia antes de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	13,580				
T3 - J	5,617	T0 - TC vs T3 - J	7,963	4,214	*
T2 - B	5,185	T0 - TC vs T2 - B	8,395	4,214	*
T4 - N	3,642	T0 - TC vs T4 - N	9,938	4,214	*
T1 - AT	3,302	T0 - TC vs T1 - AT	10,278	4,214	*

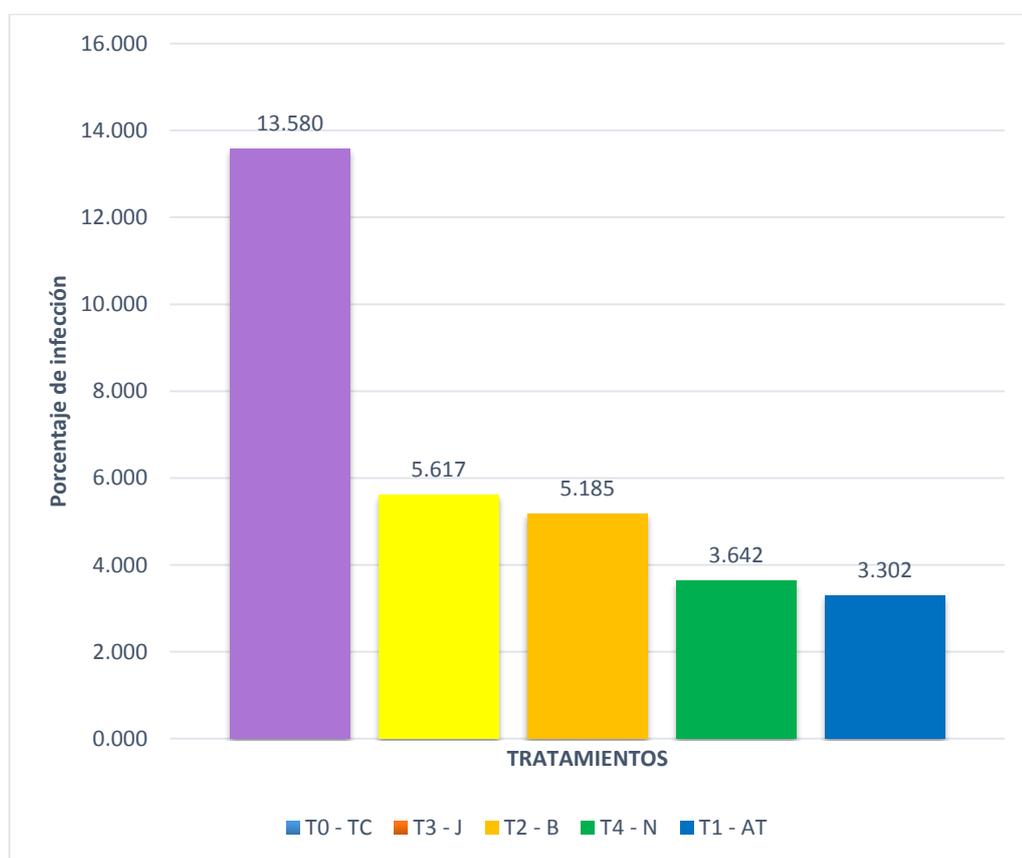


Figura 10. Evaluación de la incidencia antes de la tercera aplicación

4.1.6. Evaluación de la incidencia después de la tercera aplicación

El análisis de varianza muestra que existen altas diferencias estadísticas significativas para los promedios de los tratamientos en estudio y significancia para el promedio de bloques. Se encontraron diferencias estadísticas significativas para los promedios de los bloques.

El coeficiente de variación es de 3,18 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual está dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 20. Análisis de varianza de la incidencia después de la tercera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	20,72	6,907	6,872	*	3,49	5,95
Tratamiento	4	845,76	211,439	210,346	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	12,06	1,005				
Total	19	878,54					

CV = 3.18 %

Sd = 0,71

La prueba de Dunnett indica que los 4 tratamientos que se le aplicó fungicidas presentan menor porcentaje de infección después de la tercera aplicación de fungicidas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo un promedio de 19,290 %; por lo que podemos afirmar que existen diferencias altamente significativas entre dichos promedios, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 21. Prueba de Dunnett de la incidencia después de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	19,290				
T3 - J	3,373	T0 - TC vs T3 - J	15,917	2,854	**
T2 - B	3,682	T0 - TC vs T2 - B	15,608	2,854	**
T4 - N	2,660	T0 - TC vs T4 - N	16,630	2,854	**
T1 - AT	2,554	T0 - TC vs T1 - AT	16,736	2,854	**

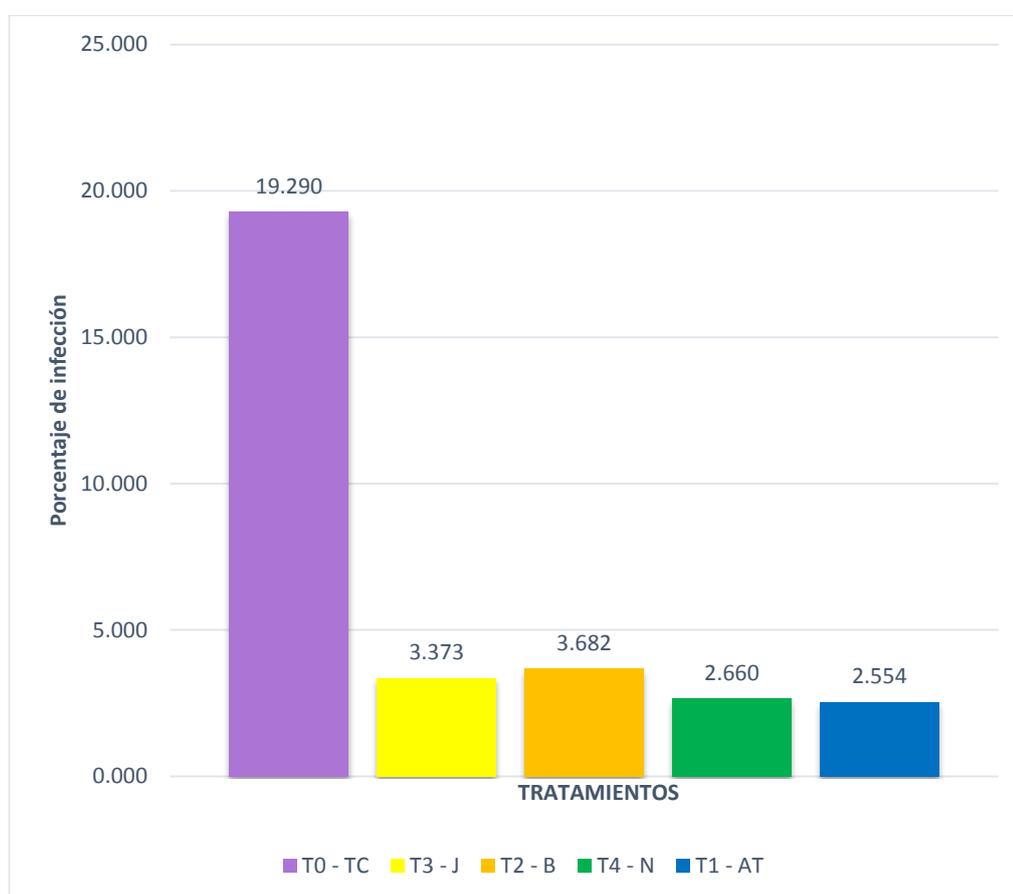


Figura 11. Evaluación de la incidencia después de la tercera aplicación

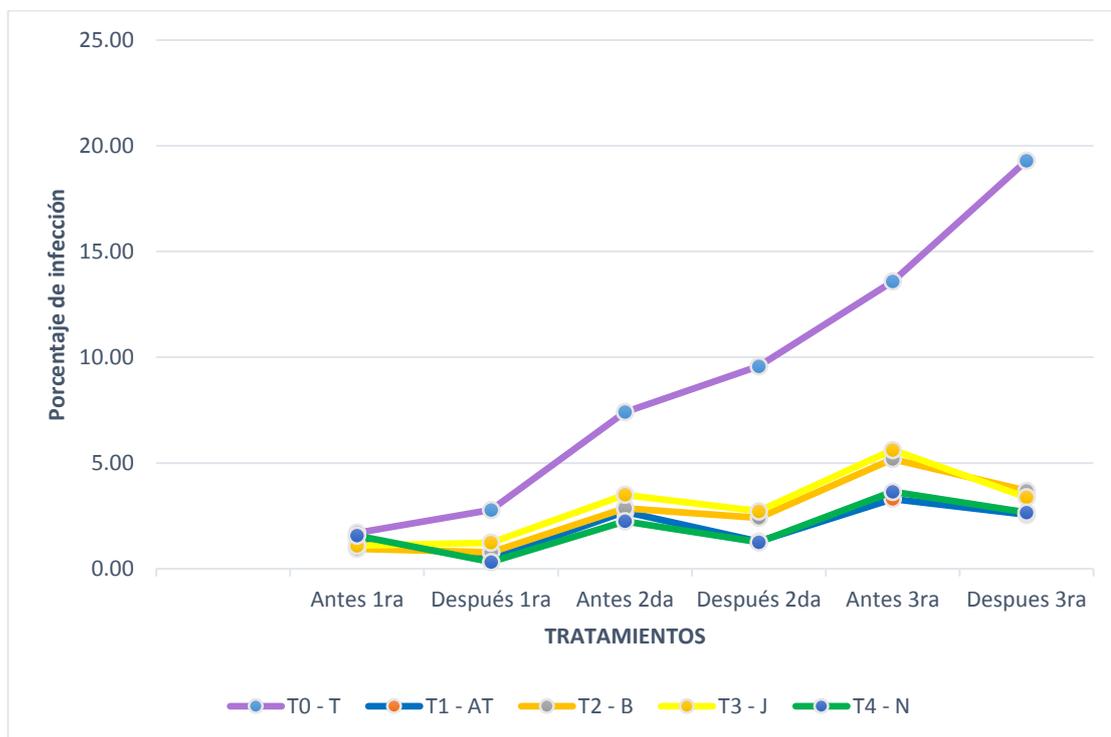


Figura 12. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto de la incidencia de la enfermedad

4.2. Número de macollos afectados

4.2.1. Evaluación de número de macollos afectados antes de la primera aplicación

El análisis de varianza indica que no existen diferencias estadística significativas entre los promedios de los tratamientos respecto al número de macollos afectados antes de la primera aplicación de los fungicidas.

Asimismo el coeficiente de variación 10,02 %, da confiabilidad a los datos obtenidos se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo

Cuadro 22. Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,00	0,001	0,043	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	0,02	0,006	0,319	ns	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,23	0,019				
Total	19	0,26					

CV = 10,02 %

Sd = 0,09

Para determinar si hay significancia entre los promedios de los tratamientos frente al tratamiento testigo se procedió a realizar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde observamos que no hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios mencionados, tal como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 23. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	0,306				
T1 - AT	0,306	T0 - TC vs T1 - AT	0,000	0,241	ns
T4 - N	0,306	T0 - TC vs T4 - N	0,000	0,241	ns
T2 - B	0,250	T0 - TC vs T2 - B	0,056	0,241	ns
T3 - J	0,222	T0 - TC vs T3 - J	0,083	0,241	ns

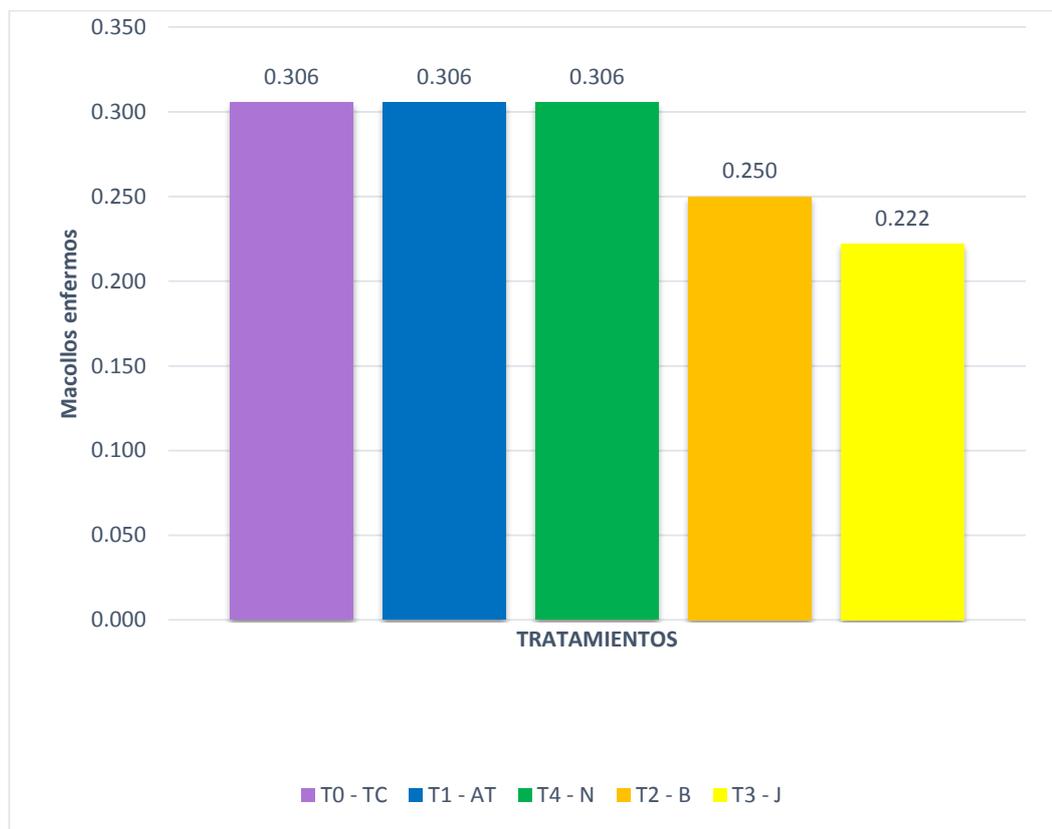


Figura 13. Evaluación del número de macollos afectados antes de la primera aplicación

4.2.2. Evaluación de número de macollos afectados después de la primera aplicación

El análisis de indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio respecto al número de macollos afectados luego de la primera aplicación de fungicidas.

Asimismo no se encontró diferencias estadísticas significativas para los promedios y bloques. El coeficiente de variación es de 12,59 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 24. Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,02	0,007	0,416	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	0,40	0,099	6,273	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,19	0,016				
Total	19	0,61					

CV = 12,59 %

Sd = 0,08

Para determinar la significación de los tratamientos frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor número de macollos afectados en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto en el número de macollos afectados (0,472 macollos) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T4 – N ya que presento el menor número de macollos afectadas de unos (0,083 macollos) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 25. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	0,472				
T3 - J	0,194	T0 - TC vs T3 - J	0,278	0,228	*
T2 - B	0,139	T0 - TC vs T2 - B	0,333	0,228	*
T1 - AT	0,111	T0 - TC vs T1 - AT	0,361	0,228	*
T4 - N	0,083	T0 - TC vs T4 - N	0,389	0,228	*

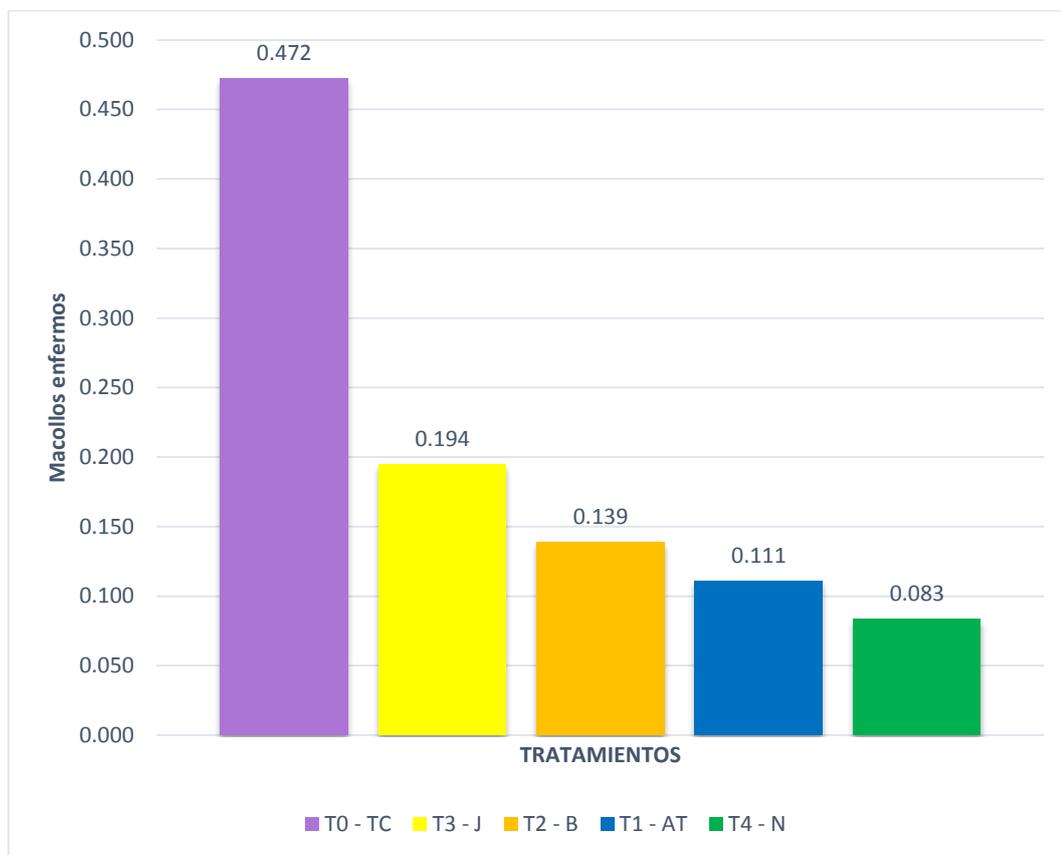


Figura 14. Evaluación del número de macollos afectados después de la primera aplicación

4.2.3. Evaluación de número de macollos afectados antes de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al número de macollos afectados antes de la segunda aplicación de fungicidas

Cuadro 26. Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,06	0,020	2,129	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	1,71	0,428	44,742	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,11	0,010				
Total	19	1,89					

CV = 2,53 %

Sd = 0.06

Asimismo el coeficiente de variación 2.53 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio de número de macollos afectadas (1,333 macollos), mientras que los tratamientos a los cuales se les aplicó fungicidas resultaron con menor número de macollos enfermos, destacándose el tratamiento T4 – N que solo tuvo un 0,528 macollos enfermos; por lo que podemos afirmar que existen diferencias estadísticas significativas en el control de la *Pyricularia* del arroz de aquellos tratamientos que se les aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 27. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1,333				
T3 - J	0,778	T0 - TC vs T3 - J	0,556	0,209	*
T2 - B	0,639	T0 - TC vs T2 - B	0,694	0,209	*
T1 - AT	0,583	T0 - TC vs T1 - AT	0,750	0,209	*
T4 - N	0,528	T0 - TC vs T4 - N	0,806	0,209	*

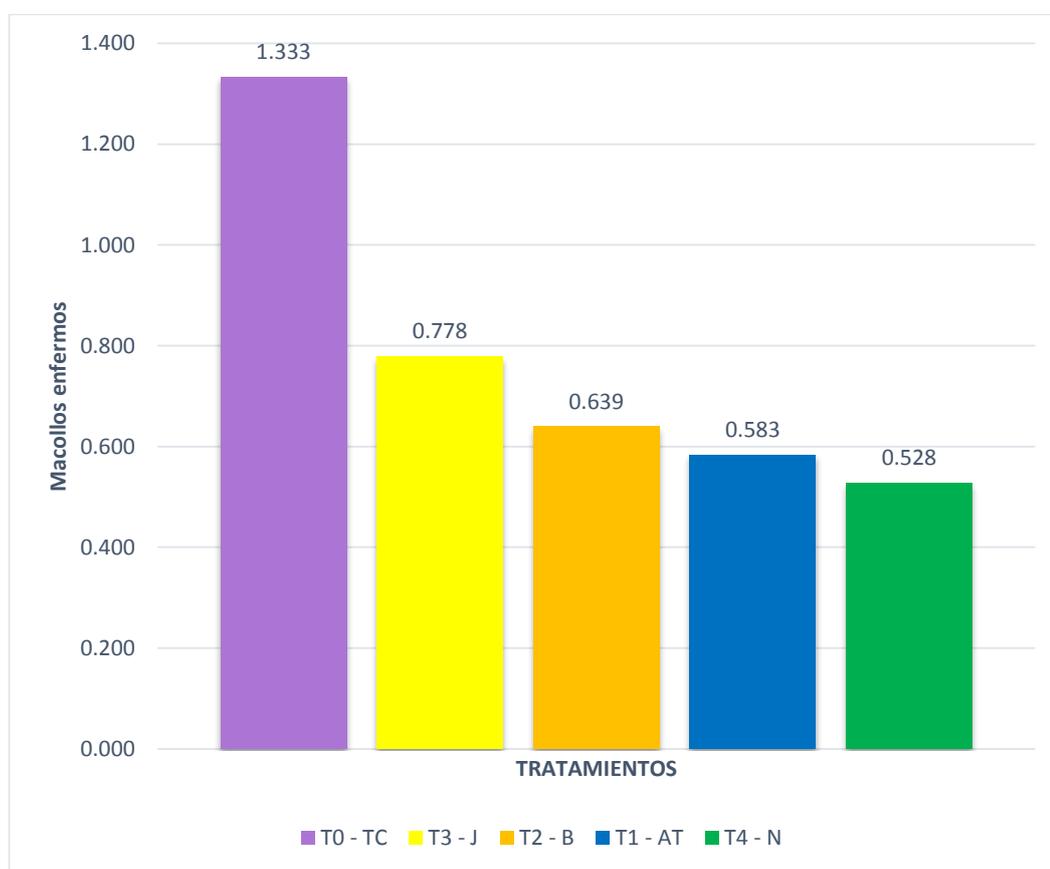


Figura 15. Evaluación del número de macollos afectados antes de la segunda aplicación

4.2.4. Evaluación de número de macollos afectados después de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existe una alta significancia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto al número de macollos afectados después de la segunda aplicación de fungicidas; también podemos mencionar que no existen diferencias significativas para los promedios de los bloques para 1 % y existe diferencia significativa para 5 %.

El coeficiente de variación es de 2,19 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo. A continuación se muestra el análisis de varianza para el presente parámetro evaluado.

Cuadro 28. Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,09	0,029	5,245	* ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	5,86	1,465	268,698	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,07	0,005				
Total	19	6,01					

CV = 2,19 %

Sd = 0,05

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio en el número de macollos afectados (1,722 macollos) mientras que los tratamientos que se aplicó fungicidas resultaron con menor porcentaje, destacándose el tratamiento T4 - N que solo tuvo 0,250 macollos enfermos; por lo que podemos afirmar que existen diferencia significativa en el control

de la Pyricularia del arroz de aquellos tratamientos que se les aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 29. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1,722				
T3 - J	0,583	T0 - TC vs T3 - J	1,139	0,194	*
T2 - B	0,528	T0 - TC vs T2 - B	1,194	0,194	*
T1 - AT	0,278	T0 - TC vs T1 - AT	1,444	0,194	*
T4 - N	0,250	T0 - TC vs T4 - N	1,472	0,194	*

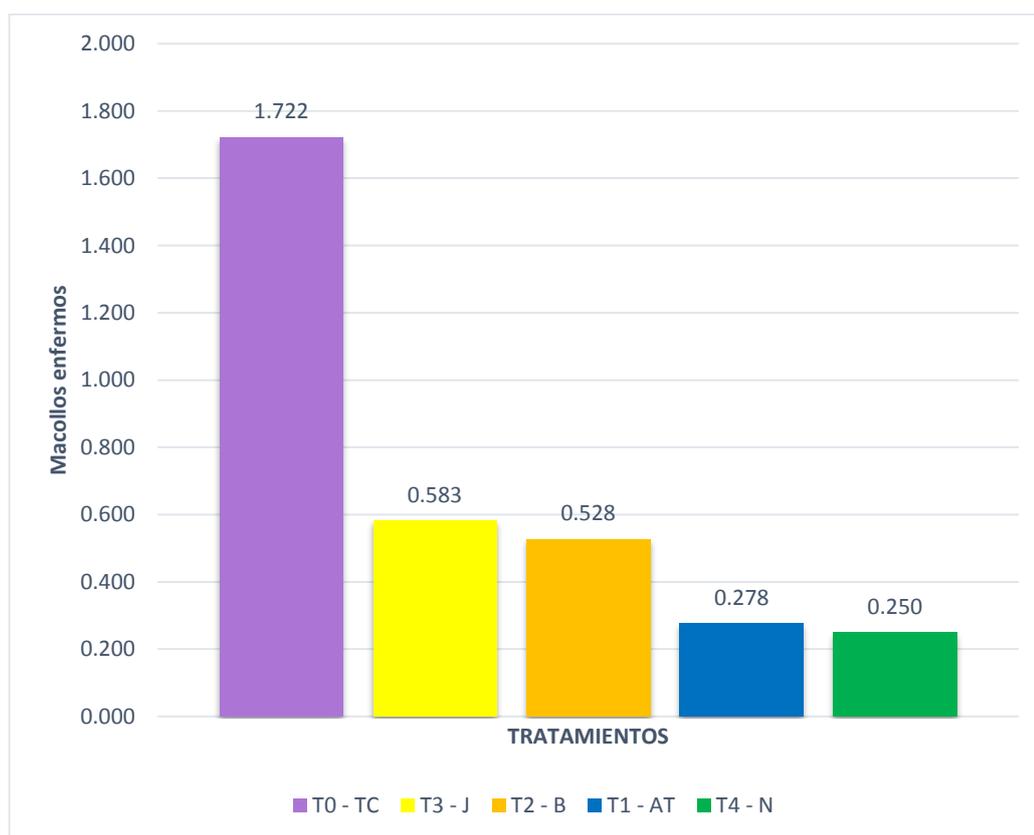


Figura 16. Evaluación del número de macollos afectados después de la segunda aplicación

4.2.5. Evaluación de número de macollos afectados antes de la tercera aplicación

El análisis de varianza indica que existen unas diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos al respecto en el número de macollos afectados antes de la tercera aplicación de fungicidas.

Asimismo no existe diferencia estadística significativa para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 2,01 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 30. Análisis de varianza del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación de fungicidas.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,13	0,043	2,605	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	7,46	1,865	111,889	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,20	0,017				
Total	19	7,79					

CV = 2,01 %

Sd = 0,09

Para determinar la significancia de los tratamientos frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad donde los tratamientos a los que se aplicó fungicidas presentaron menor número de macollos afectadas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto (2,444 macollos) por lo que resultaron significativos para el control de la *Pyricularia* del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T1 – AT que presento el menor número de macollos afectados que fue de 0,750 respectivamente, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 31. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	2,444				
T3 - J	1,278	T0 - TC vs T3 - J	1,167	0,286	*
T2 - B	1,111	T0 - TC vs T2 - B	1,333	0,286	*
T4 - N	0,833	T0 - TC vs T4 - N	1,611	0,286	*
T1 - AT	0,750	T0 - TC vs T1 - AT	1,694	0,286	*

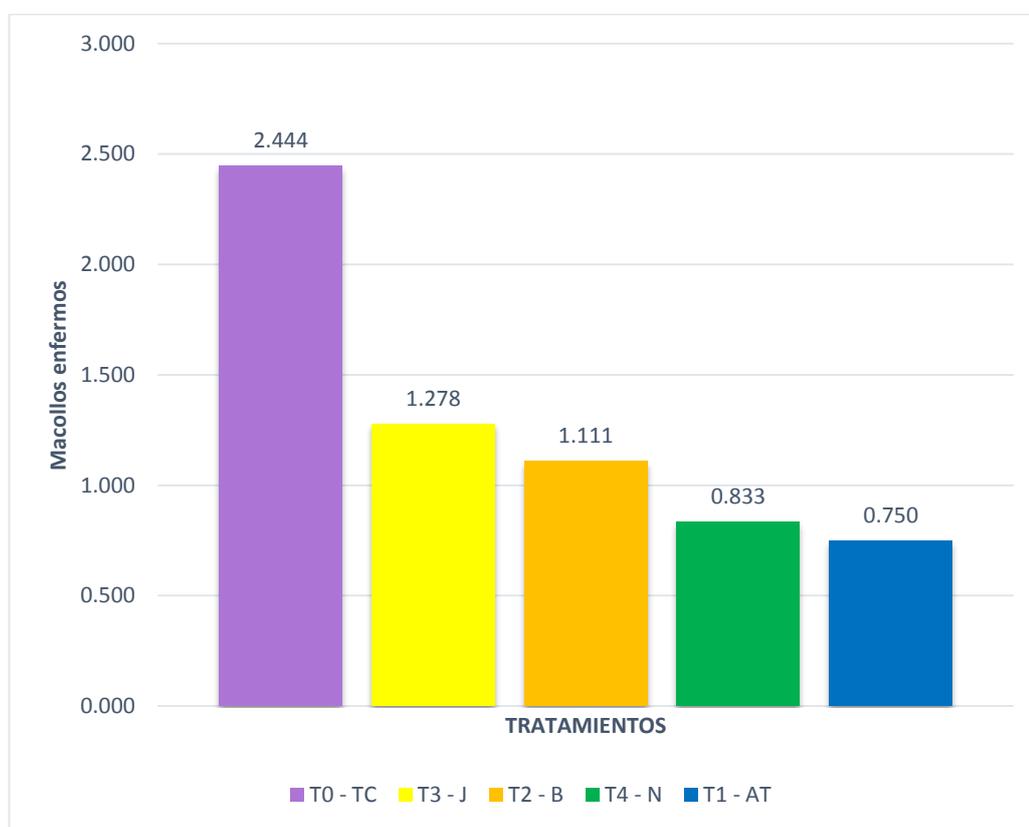


Figura 17. Evaluación del número de macollos afectados antes de la tercera aplicación

4.2.6. Evaluación de número de macollos afectados después de la tercera aplicación

El análisis de varianza muestra que existen altas diferencias estadísticas significativas para los promedios de los tratamientos en estudio. No se encontraron diferencias significativas para los promedios de los bloques.

El coeficiente de variación es de 2,41 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual está dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 32. Análisis de varianza del número de macollos afectados después de la tercera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,09	0,029	1,337	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	25,60	6,399	299,019	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,26	0,021				
Total	19	25,94					

CV = 2,41 %

Sd = 0,10

La prueba de Dunnett nos indica que los 4 tratamientos que se le aplicó fungicidas presentan menor número de plantas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo un promedio de 3,472 macollos enfermos; por lo que podemos afirmar que existen diferencias altamente significativas entre dichos promedios, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 33. Prueba de Dunnett del número de macollos afectados después de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	3,472				
T2 - B	0,778	T0 - TC vs T2 - B	2,694	0,292	**
T3 - J	0,722	T0 - TC vs T3 - J	2,750	0,292	**
T1 - AT	0,556	T0 - TC vs T1 - AT	2,917	0,292	**
T4 - N	0,556	T0 - TC vs T4 - N	2,917	0,292	**

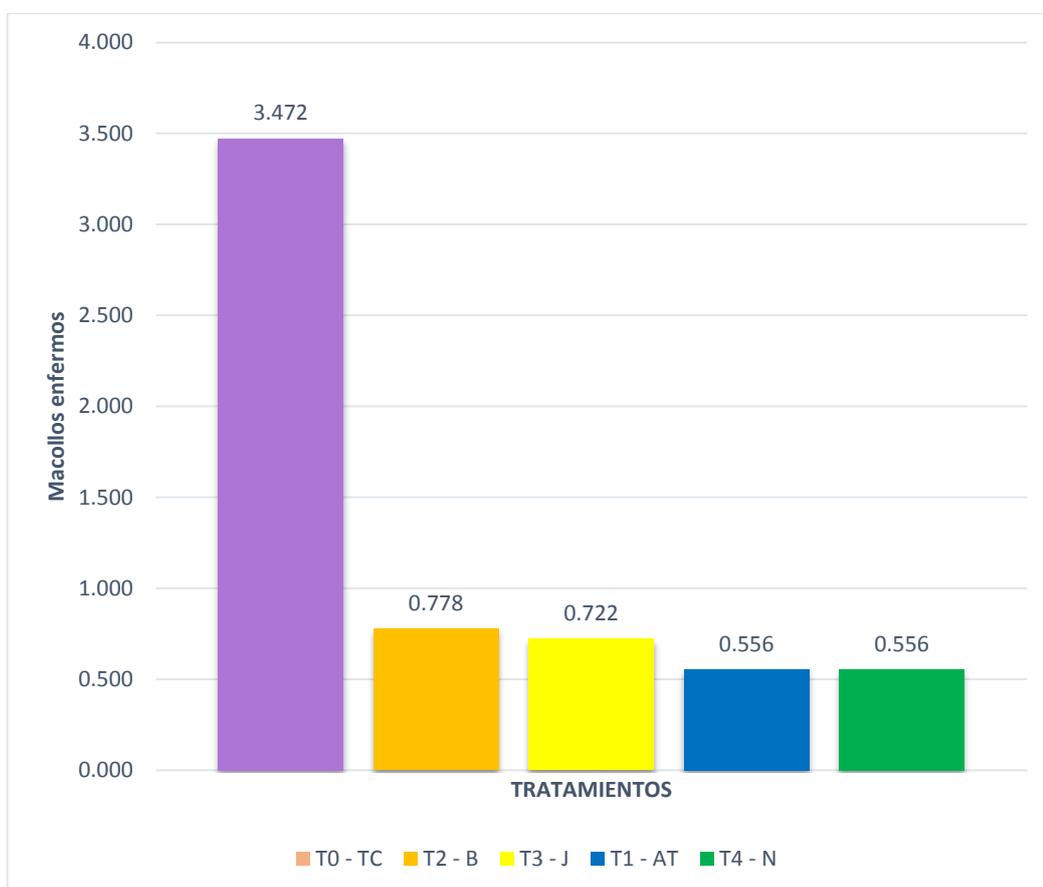


Figura 18. Evaluación del número de macollos afectados después de la tercera aplicación

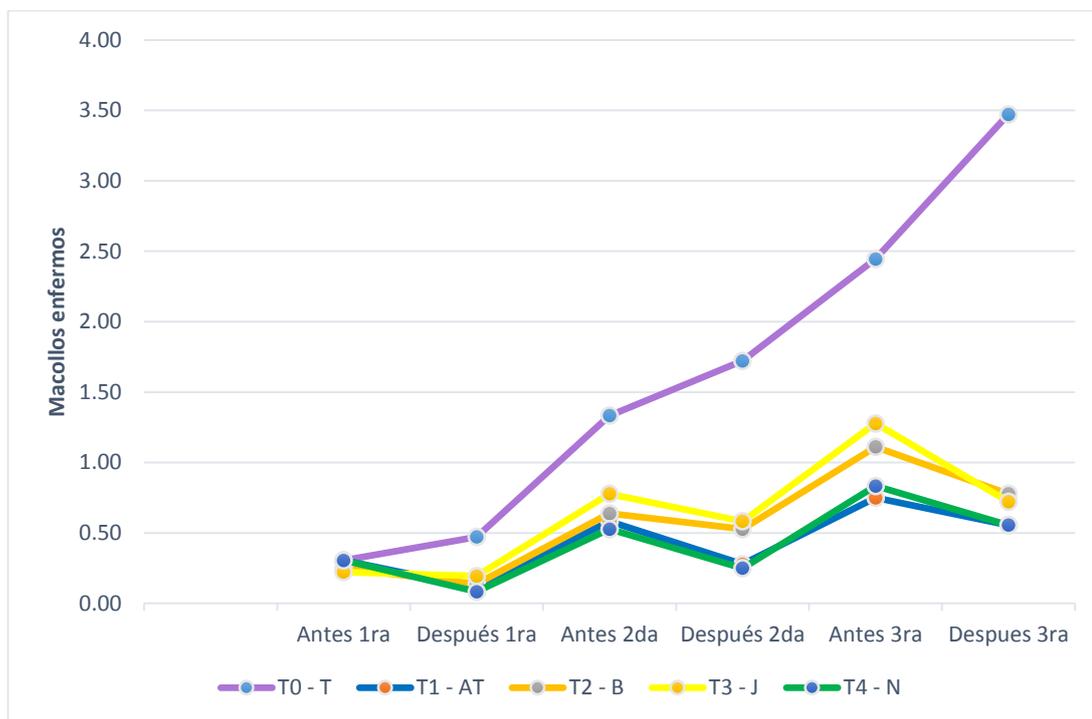


Figura 19. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto número de macollos afectados

4.3. Severidad

4.3.1. Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC)

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio respecto al cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC) en todas las evaluaciones

Asimismo se encontró diferencias significativas para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 1,04 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 34. Análisis de varianza del AUDPC

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	13704,55	4568,183	6,610	*	3,49	5,95
Tratamiento	4	1525115,97	381278,993	551,699	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	8293,19	691,100				
Total	19	1547113,72					

CV = 1,04 %

Sd = 18,59

Para determinar la significación de los tratamientos, frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC) en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más (1043,333 AUDPC) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar a los tratamientos T4 – N y T1 - AT que presentaron el menor porcentaje en el cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC) de un (302,083) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 35. Prueba de Dunnett del AUDPC

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1043,333				
T3 - J	459,792	T0 - TC vs T1 - AT	583,542	73,925	**
T2 - B	420,833	T0 - TC vs T2 - N	622,500	73,925	**
T1 - AT	302,083	T0 - TC vs T3 - J	741,250	73,925	**
T4 - N	302,083	T0 - TC vs T4 - B	741,250	73,925	**

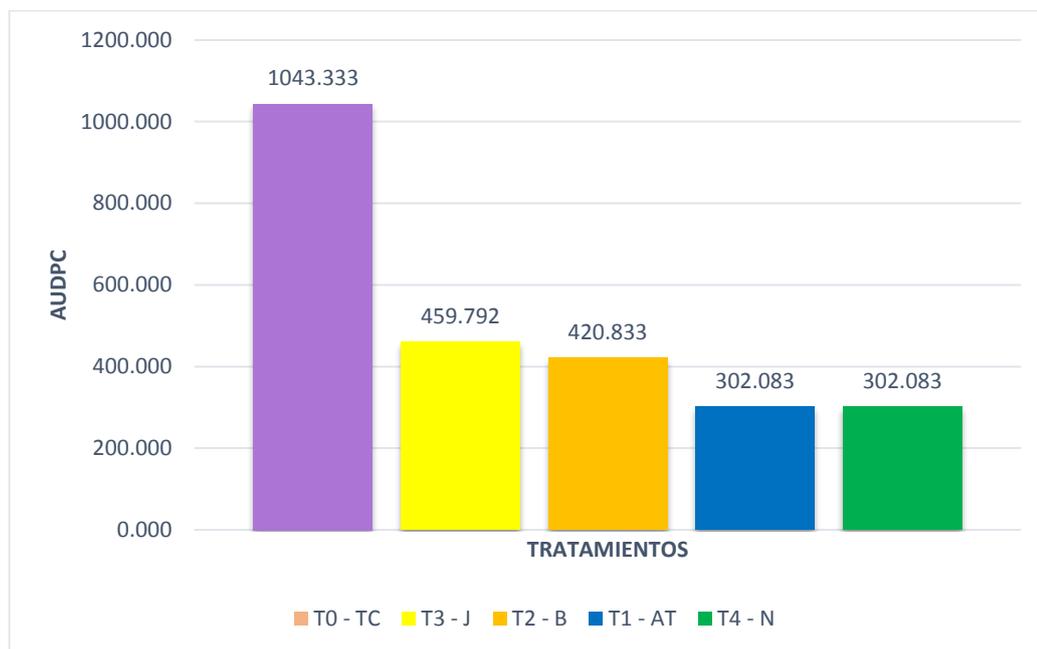


Figura 20. Evaluación del cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC)

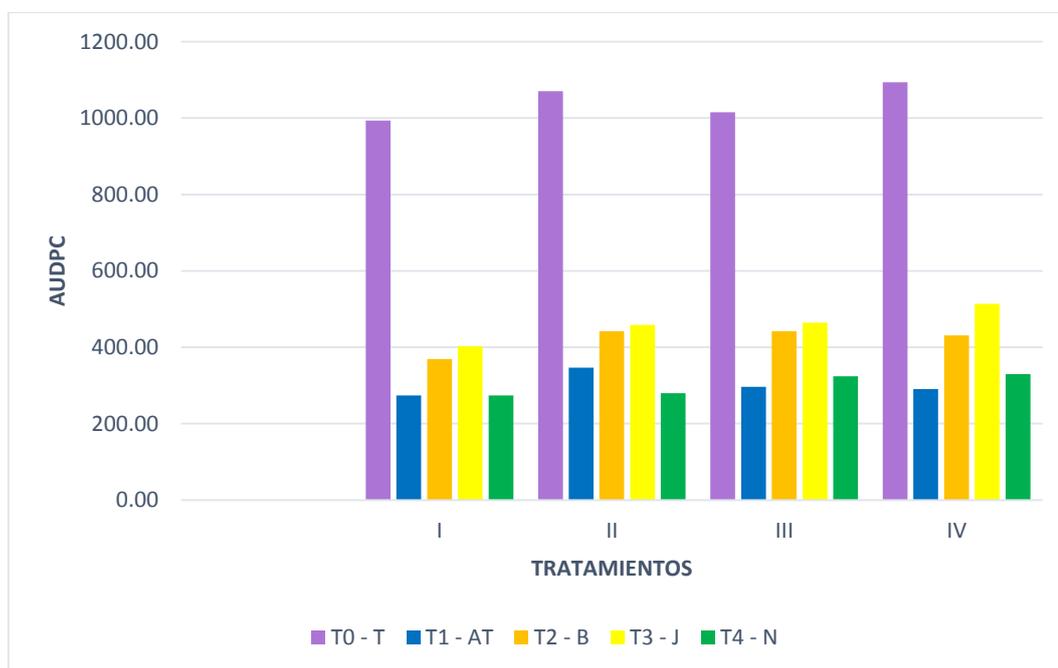


Figura 21. Cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC)

4.4. Número de hojas afectadas

4.4.1. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación

El análisis de varianza observamos que no existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos respecto al número de hojas afectadas antes de la primera aplicación de los fungicidas.

Asimismo el coeficiente de variación 8,89 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 36. Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,09	0,031	0,174	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	0,03	0,007	0,039	ns	3,26	5,41
Error Experimental	12	2,16	0,180				
Total	19	2,28					

CV = 8,89 %

Sd = 0,30

Para determinar si hay significancia entre los promedios de los tratamientos a los cuales se aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo se procedió a realizar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde no hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios mencionados, tal como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro 37. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1,000				
T1 - AT	0,972	T0 - TC vs T1 - AT	0,0278	0,748	ns
T4 - N	0,972	T0 - TC vs T4 - N	0,0278	0,748	ns
T2 - B	0,944	T0 - TC vs T2 - B	0,0556	0,748	ns
T3 - J	0,889	T0 - TC vs T3 - J	0,1111	0,748	ns

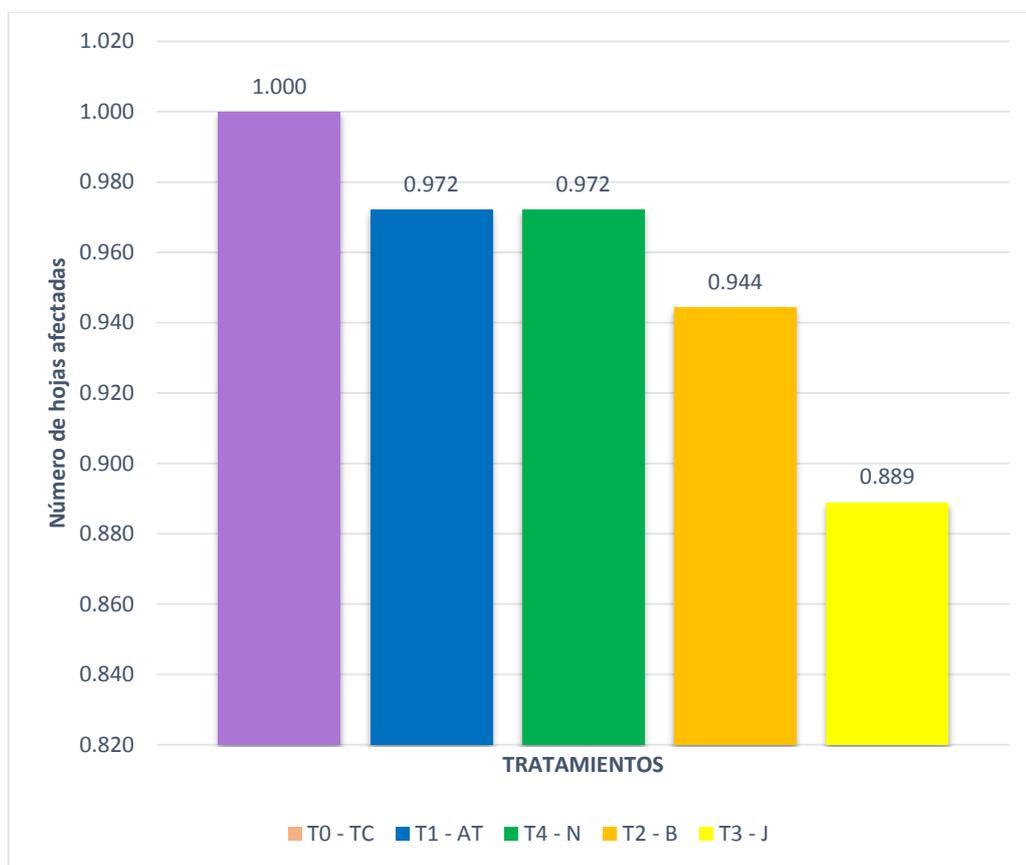


Figura 22. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la primera aplicación

4.4.2. Evaluación del número de hojas afectadas después de la primera aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al número de hojas afectadas luego de la primera aplicación de fungicidas.

Asimismo no se encontró diferencias significativas para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 10,66 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 38. Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la primera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,66	0,220	1,960	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	3,39	0,847	7,556	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	1,34	0,112				
Total	19	5,39					

CV = 10,66 %

Sd = 0,24

Para determinar la significación de los tratamientos, frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor número de hojas afectadas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto en el número de hojas afectadas (1,389 hojas) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T4 – N ya que presenta el menor número de hojas afectadas de unas (0,250 hojas) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 39. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la primera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	1,389				
T3 - J	0,639	T0 - TC vs T3 - J	0,750	0,705	*
T2 - B	0,583	T0 - TC vs T2 - B	0,806	0,705	*
T1 - AT	0,278	T0 - TC vs T1 - AT	1,111	0,705	*
T4 - N	0,250	T0 - TC vs T4 - N	1,139	0,705	*

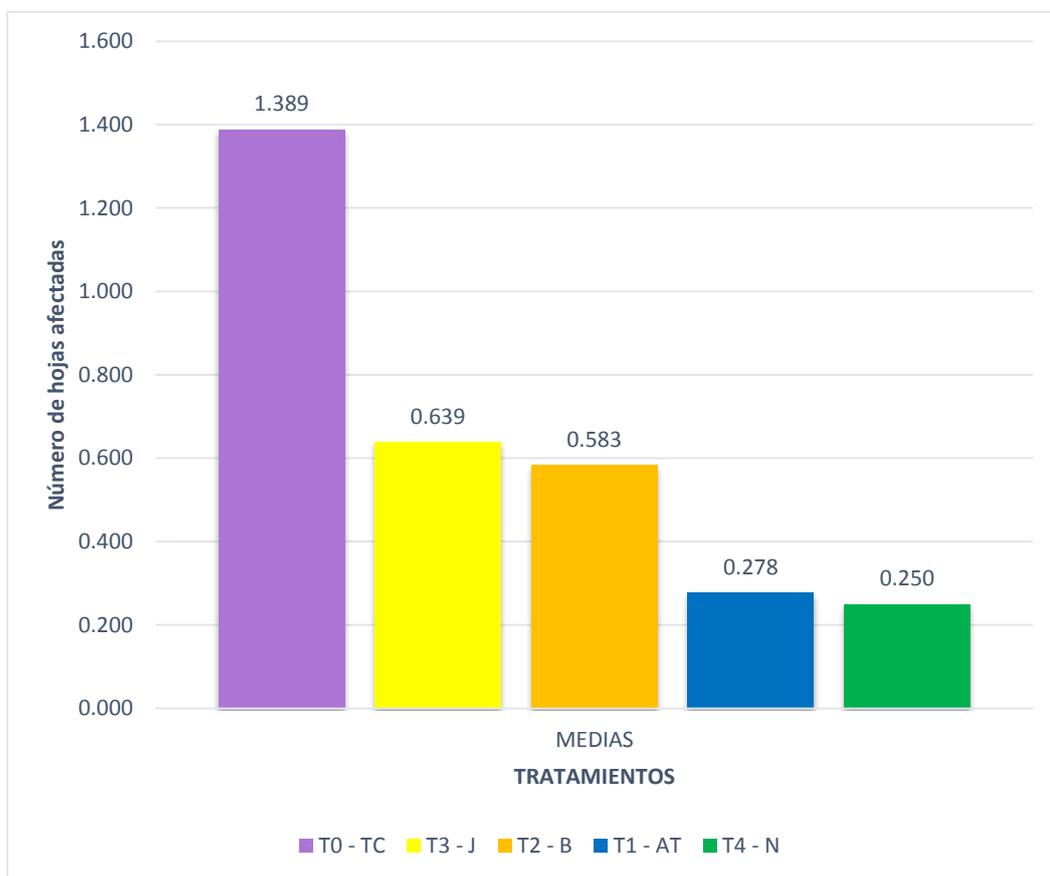


Figura 23. Evaluación del número de hojas afectadas después de la primera aplicación

4.4.3. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio respecto al número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación de fungicidas

Cuadro 40. Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,21	0,070	1,389	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	8,84	2,210	44,016	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,60	0,050				
Total	19	9,65					

CV = 2,21 %

Sd = 1,16

Asimismo el coeficiente de variación 2,21 %, da confiabilidad a los datos obtenidos y se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio de número de hojas afectadas (13,306 hojas), mientras que los tratamientos a los cuales se aplicó fungicidas resultaron con menor porcentaje, destacándose el tratamiento T1 – AT que solo tuvo un 1,528 hojas en el número de hojas afectadas; por lo que podemos afirmar que existen diferencias estadísticas significativas en el control de la Pyricularia del arroz de aquellos tratamientos que se aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 41. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	3,306				
T3 - J	2,028	T0 - TC vs T3 - J	1,278	0,449	*
T2 - B	1,750	T0 - TC vs T2 - B	1,556	0,449	*
T4 - N	1,528	T0 - TC vs T4 - N	1,778	0,449	*
T1 - AT	1,528	T0 - TC vs T1 - AT	1,778	0,449	*

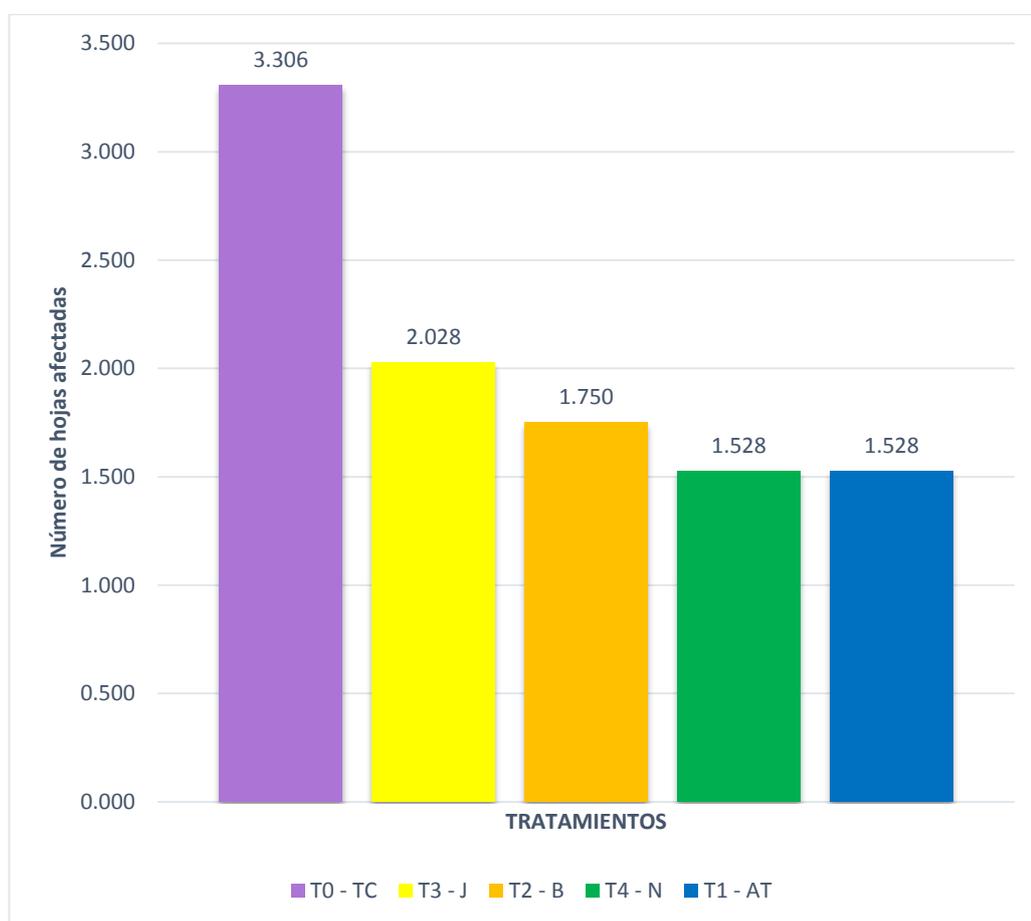


Figura 24. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la segunda aplicación

4.4.4. Evaluación del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación

El análisis de varianza indica que existe una alta significancia estadística entre los promedios de los tratamientos respecto al número de hojas afectadas después de la segunda aplicación de fungicidas; también podemos mencionar que no existen diferencias significativas para los promedios de los bloques.

El coeficiente de variación es de 2,6 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo. A continuación se muestra el análisis de varianza para el presente parámetro evaluado.

Cuadro 42. Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,29	0,097	1,735	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	27,44	6,860	122,581	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	0,67	0,056				
Total	19	28,40					

CV = 2,76 %

Sd = 0,17

Al efectuar la prueba estadística de Dunnett al 5 % de probabilidad, encontramos que el tratamiento testigo es el que presentó mayor promedio en el número de hojas afectadas (3,972 hojas) mientras que los tratamientos a los cuales se les aplicó fungicidas resultaron con menor porcentaje, destacándose el tratamiento T4 - N que solo tuvo un 0,722 hojas en el número de hojas afectadas; por lo que podemos afirmar que existen alta diferencia estadísticas significativa en el control de la Pyricularia del arroz de aquellos

tratamientos que se les aplicó fungicidas frente al tratamiento testigo, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 43. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	3,972				
T3 - J	1,583	T0 - TC vs T3 - J	2,389	0,489	*
T2 - B	1,361	T0 - TC vs T2 - B	2,611	0,489	*
T1 - AT	0,917	T0 - TC vs T1 - AT	3,056	0,489	**
T4 - N	0,722	T0 - TC vs T4 - N	3,250	0,489	**

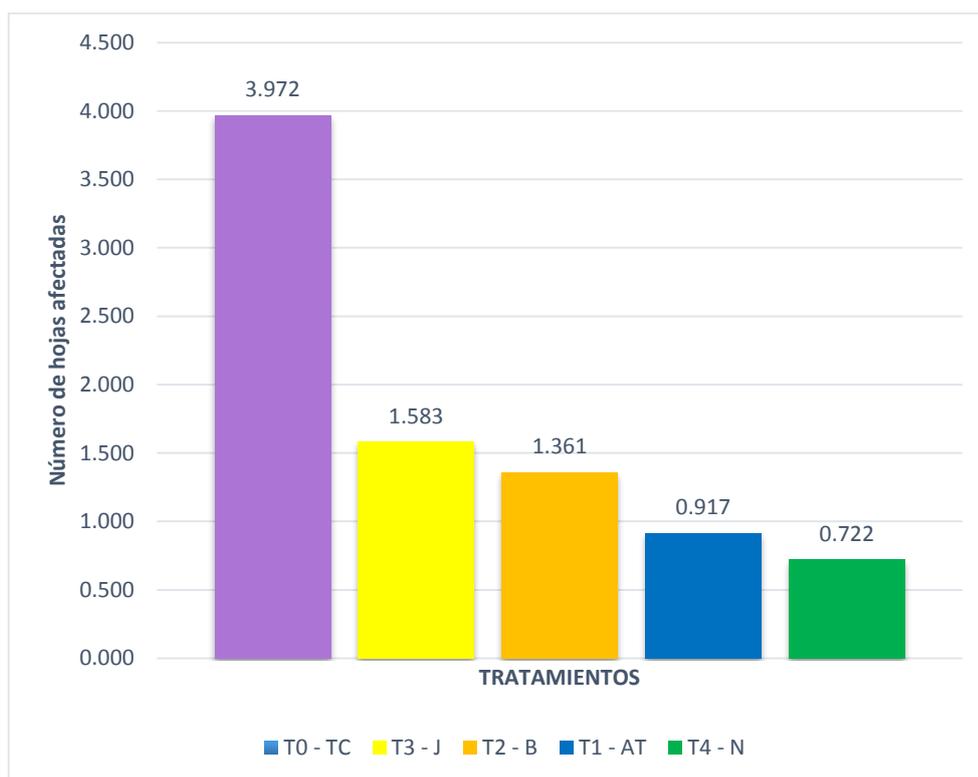


Figura 25. Evaluación del número de hojas afectadas después de la segunda aplicación

4.4.5. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la tercera Aplicación

El análisis de varianza indica que existen unas diferencias estadísticas altamente significativas entre los promedios de los tratamientos respecto al número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación de fungicidas

Asimismo no existe diferencia estadística significativa para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 1,96 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 44. Análisis de varianza del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,49	0,162	1,781	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	21,48	5,370	59,050	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	1,09	0,091				
Total	19	23,06					

CV = 1,96 %

Sd = 0,21

Para determinar la significancia de los tratamientos frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se tuvo que realizar la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron menor número de hojas afectadas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más alto (5,056 hojas) por lo que resultaron significativos para el control de la *Pyricularia* del arroz. Aquí podemos destacar al T1 – AT ya que presento el menor número de hojas

afectadas que fue de 2, 222 hojas respectivamente, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 45. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	5,056				
T3 - J	3,000	T0 - TC vs T3 - J	2,056	0,626	*
T2 - B	2,889	T0 - TC vs T2 - B	2,167	0,626	*
T4 - N	2,250	T0 - TC vs T4 - N	2,806	0,626	**
T1 - AT	2,222	T0 - TC vs T1 - AT	2,833	0,626	**

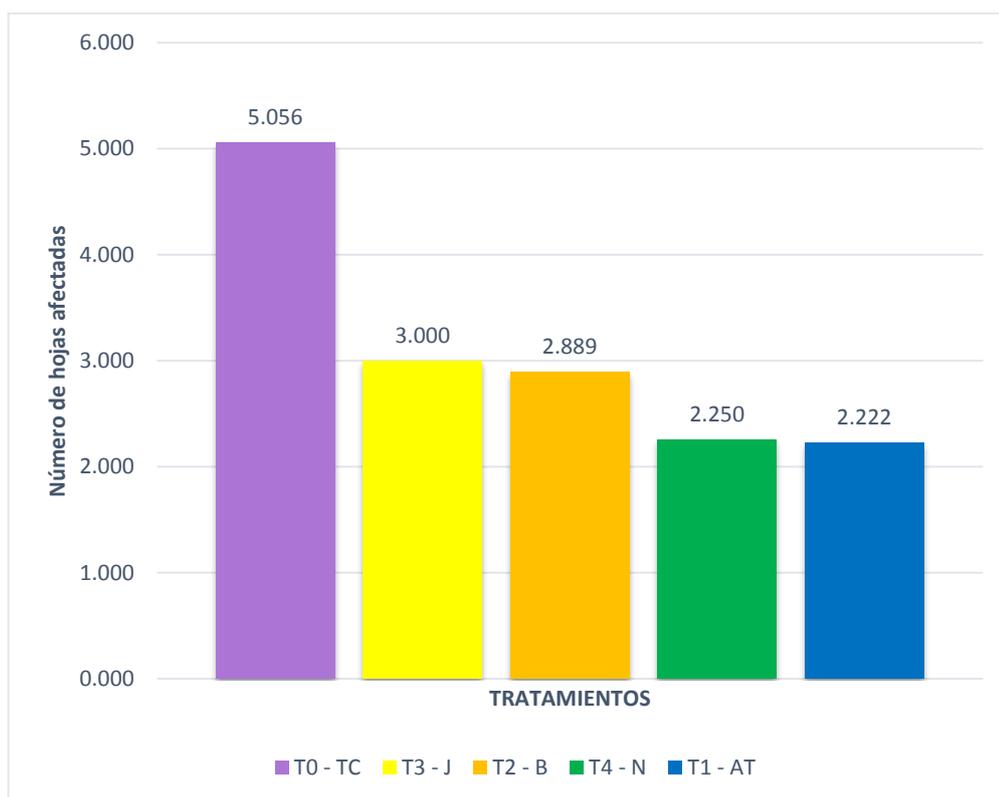


Figura 26. Evaluación del número de hojas afectadas antes de la tercera aplicación

4.4.6. Evaluación del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación

El análisis de varianza muestra que existen alta diferencias estadísticas significativas para los promedios de los tratamientos en estudio. No se encontraron diferencias significativas para los promedios de los bloques.

El coeficiente de variación es de 2,00 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual está dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo.

Cuadro 46. Análisis de varianza del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	0,27	0,089	1,018	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	85,44	21,359	244,534	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	1,05	0,087				
Total	19	86,75					

CV = 2,00 %

Sd = 0,21

La prueba de Dunnett indica que los 4 tratamientos que se le aplicó fungicidas presentan menor número de hojas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas en comparación con el tratamiento testigo que tuvo un promedio de 7,056 hojas; por lo que podemos afirmar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre dichos promedios, tal como se muestra a continuación.

Cuadro 47. Prueba de Dunnett del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación de fungicidas

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	7,056				
T3 - J	2,222	T0 - TC vs T3 - J	4,833	0,572	**
T2 - B	2,222	T0 - TC vs T2 - B	4,833	0,572	**
T1 - AT	1,694	T0 - TC vs T1 - AT	5,361	0,572	**
T4 - N	1,583	T0 - TC vs T4 - N	5,472	0,572	**

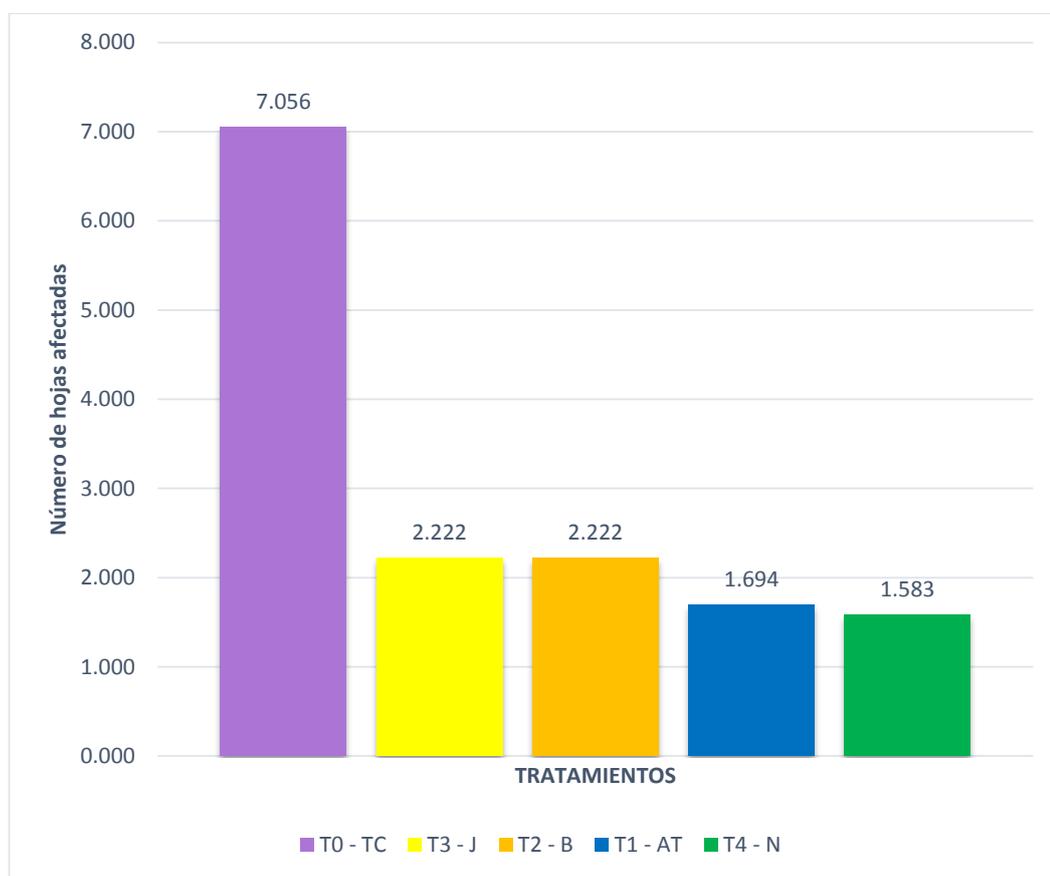


Figura 27. Evaluación del número de hojas afectadas después de la tercera aplicación

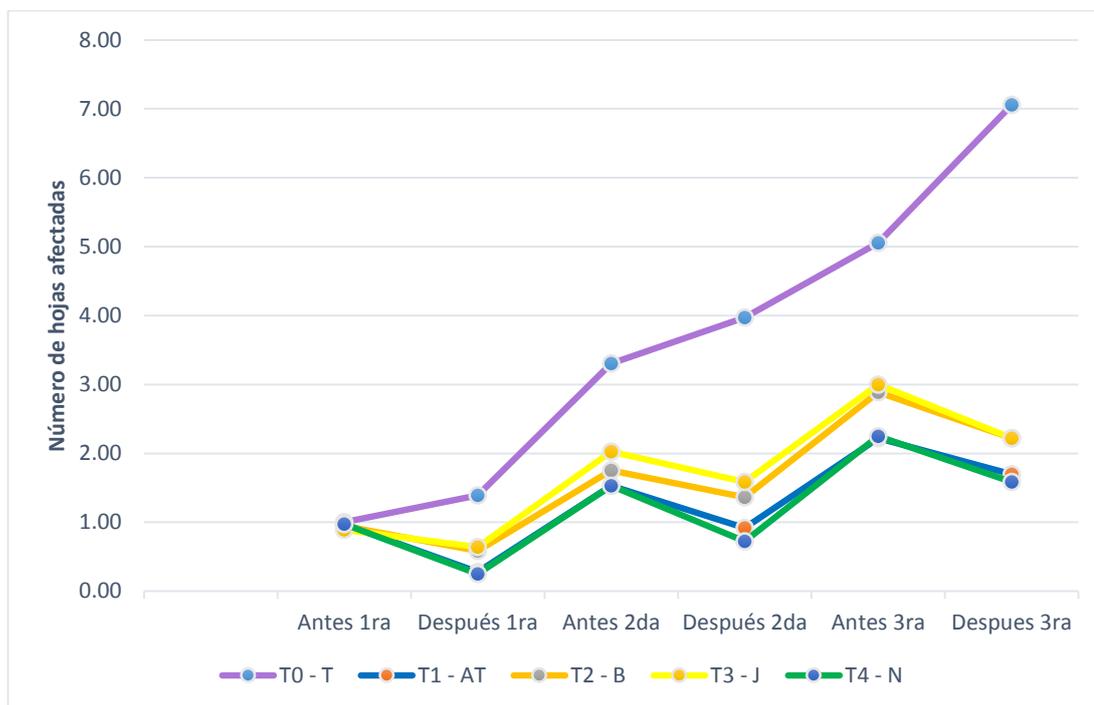


Figura 28. Curva de la evolución de la enfermedad con respecto al número de hojas afectadas

4.5. Rendimiento

4.5.1. Evaluación de peso de 1 000 granos de arroz

El análisis de varianza indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al peso de 1 000 granos de arroz / Área neta experimental.

Asimismo no se encontró diferencias significativas para los promedios de los bloques. El coeficiente de variación es de 0,61 %, da confiabilidad a los datos obtenidos el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos para experimentos conducidos a nivel de campo

Cuadro 48. Análisis de varianza del peso de 1 000 granos de arroz

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	2,20	0,733	0,946	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	20,30	5,075	6,548	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	9,30	0,775				
Total	19	31,80					

CV = 0,61 % **Sd = 0,66**

Para determinar la significación de los tratamientos, frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron mayor peso de los granos en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más bajo en el peso de 1 000 granos de arroz / ANE de (27,50 gramos) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T1 – AT que presentó el mayor peso de 1 000 granos de arroz / ANE de (30,25 gramos) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 49. Prueba de Dunnett del peso de 1 000 granos de arroz

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACIÓN	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	27,500				
T1 - AT	30,250	T0 - TC vs T1 - AT	2,750	1,690	*
T4 - N	30,000	T0 - TC vs T2 - N	2,500	1,690	*
T2 - B	29,250	T0 - TC vs T3 - B	1,750	1,690	*
T3 - J	28,500	T0 - TC vs T4 - J	1,000	1,690	ns

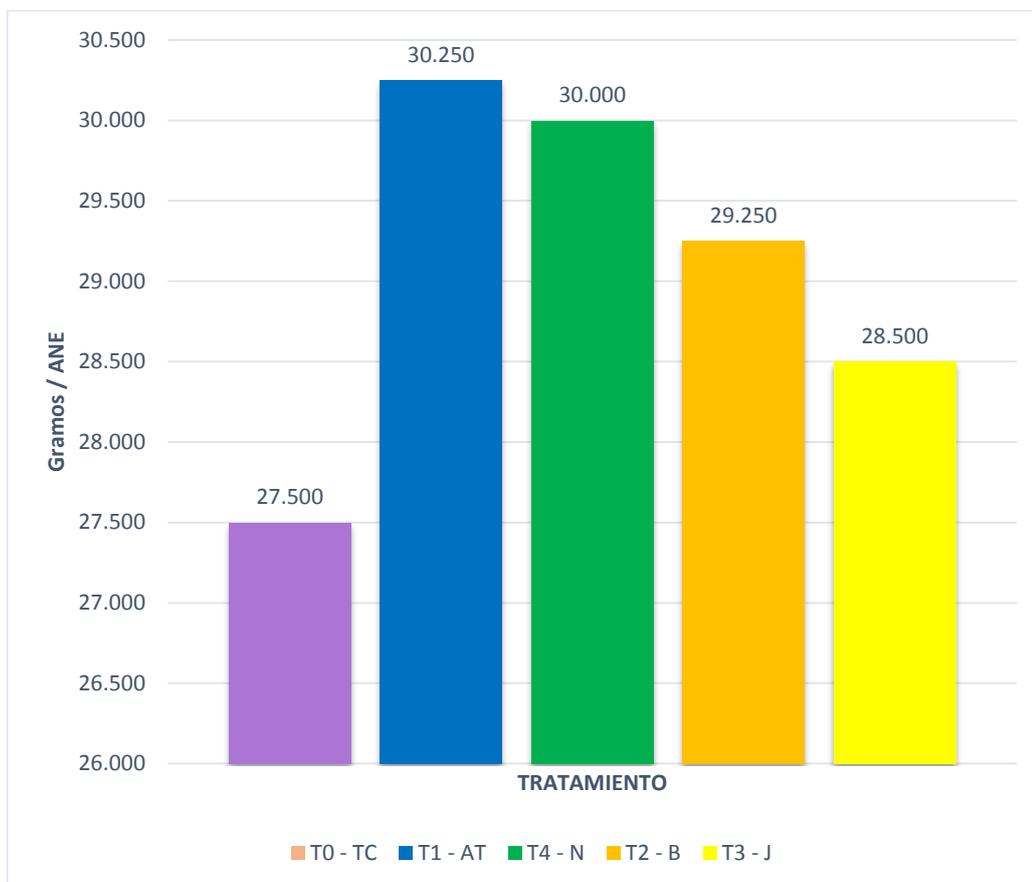


Figura 29. Evaluación del peso de 1 000 granos de arroz

4.5.2. Evaluación del rendimiento en cáscara

El análisis de varianza indica que no hubo diferencias estadísticas significativas, entre los promedios de los bloques y pero si existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al rendimiento en cáscara

El coeficiente de los rangos de variabilidad es de 1,17 %, da confiabilidad a los datos obtenidos, el cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para experimentos a nivel de campo

Cuadro 50. Análisis de varianza en el rendimiento en cáscara

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	928,80	309,600	0,432	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	15976,70	3994,175	5,579	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	8591,70	715,975				
Total	19	25497,20					

CV = 1,77%

Sd = 18,92

Para determinar la significación de los tratamientos, frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron mayor peso en cáscara en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más bajo en el peso en cáscara de arroz / ANE de (273,250 gramos) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T1 – AT que presentó el mayor peso en cáscara de arroz / ANE de (343,250 gramos) tal como se muestra a continuación.

Cuadro 51. Prueba de Dunnett en el rendimiento en cáscara

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	273,250				
T1 - AT	343,250	T0 - TC vs T1 - AT	70,000	48,633	*
T4 - N	328,000	T0 - TC vs T4 - N	54,750	48,633	*
T3 - J	284,500	T0 - TC vs T3 - J	11,250	48,633	ns
T2 - B	280,000	T0 - TC vs T2 - B	6,750	48,633	ns

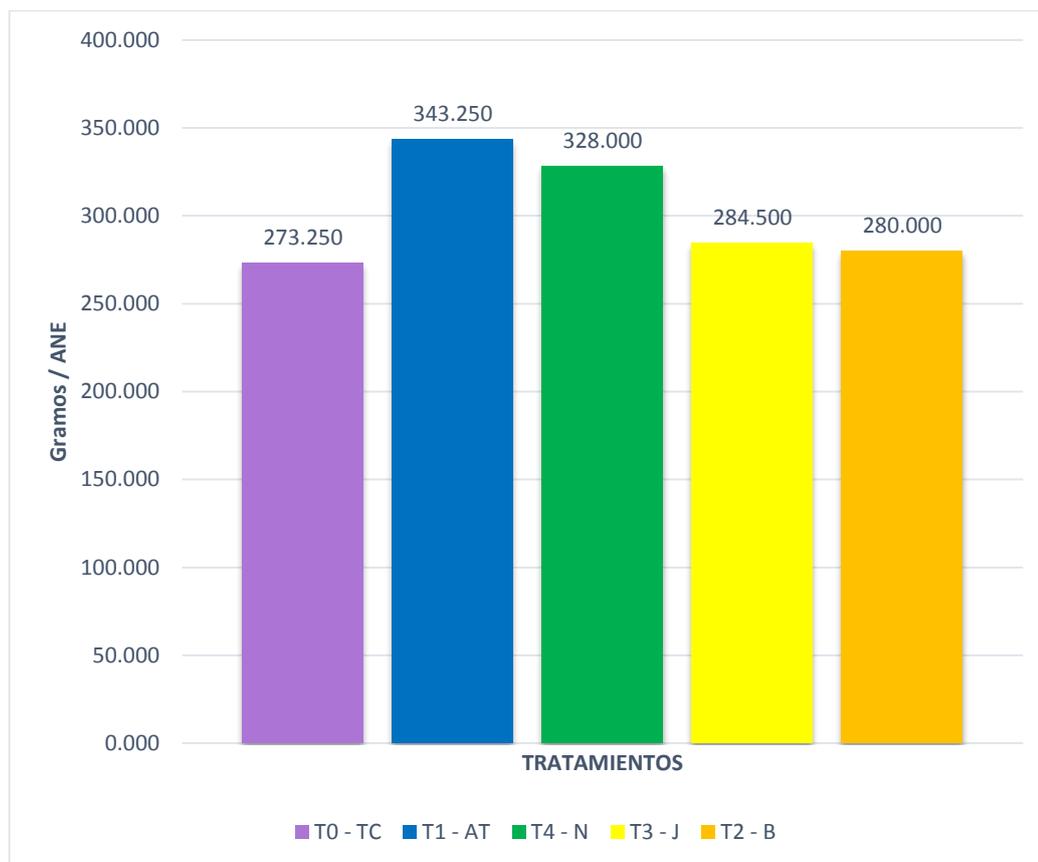


Figura 30. Evaluación del rendimiento en cáscara / ANE

4.5.3. Evaluación del rendimiento en pilado

El análisis de varianza indica que no hubo diferencias estadísticas significativas, entre los promedios de los bloques y pero si existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al rendimiento en pilado

El coeficiente de los rangos de variabilidad es de 1,67 %, da confiabilidad a los datos obtenidos, el cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para experimentos a nivel de campo

Cuadro 52. Análisis de varianza del rendimiento en pilado

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.	Ft	
						5 %	1 %
Bloques	3	248,23	82,745	0,273	ns	3,49	5,95
Tratamiento	4	10267,31	2566,828	8,477	**	3,26	5,41
Error Experimental	12	3633,79	302,816				
Total	19	14149,34					

CV = 1,67 % **Sd = 12,31**

Para determinar la significación de los tratamientos, frente al tratamiento testigo y el orden de mérito de los mismos se realizó la prueba de Dunnett al 5 % de probabilidad, donde los tratamientos que se aplicó fungicidas presentaron mayor peso en cáscara en comparación con el tratamiento testigo que tuvo el promedio más bajo en el peso en pilado de arroz / ANE de (179,025 gramos) por lo que resultaron significativos para el control de la Pyricularia del arroz. Aquí podemos destacar al tratamiento T1 – AT que presentó el mayor peso en pilado de arroz / ANE de (240,275 gramos) tal como se muestra a continuación

Cuadro 53. Prueba de Dunnett del rendimiento en pilado

TRATAMIENTOS	MEDIAS	COMPARACION	DIFERENCIA	ALS (Dn)	Sig.
T0 - TC	179,025				
T1 - AT	240,275	T0 - TC vs T1 - AT	61,250	31,055	*
T4 - N	229,600	T0 - TC vs T4 - N	50,575	31,055	*
T3 - J	199,150	T0 - TC vs T3 - J	20,125	31,055	ns
T2 - B	196,000	T0 - TC vs T2 - B	16,975	31,055	ns



Figura 31. Evaluación del rendimiento en pilado / ANE

V. DISCUSIÓN

5.1. Incidencia (Porcentaje de infección)

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que no existen diferencias estadísticas significativas en la primera evaluación realizada (antes de la primera aplicación de fungicidas), respecto a la incidencia de la enfermedad donde el valor de Fc es menor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 12,27 % respectivamente, una diferencia estadística significativa para la segunda evaluación realizada (después de la primera aplicación de fungicidas), donde el valor de Fc es mayor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 12,85 % respectivamente y una alta significancia estadística en las cuatro evaluaciones realizadas posteriormente donde los valores de Fc son considerablemente mayores a los valores de Ft con los coeficientes de variabilidad de (CV) 4,23 %; 3,84 %; 3,05 % y 3,18 % respectivamente para la tercera (antes de la segunda aplicación de fungicidas), cuarta (después de la segunda aplicación de fungicidas), quinta (antes de la tercera aplicación de fungicidas) y sexta (después de la tercera aplicación de fungicidas) evaluaciones realizadas.

La prueba de Dunnett confirma los resultado de la primera evaluación, que en los cinco tratamientos no hubo diferencia estadística significativa por el objeto de no haberse hecho la aplicación de fungicidas, que a diferencia de las cinco evaluaciones posteriores realizadas, los tratamientos (T₄ - N) Nativo ® 75 WG y (T₁ - AT) Amistar top superaron estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control, y el que menos controló fue el tratamiento (T₃- J) Jewel ® con respecto al percentage de infección.

Resultados que coinciden con Montilla *et al* (2012) que en su en su trabajo de investigación se realizó en la Estación Experimental Agraria “El

Porvenir” – INIA – Juan Guerra, con el objetivo de evaluar la eficiencia de 7 fungicidas comerciales para el control de *Pyricularia grisea* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). En cuanto a la incidencia de *Pyricularia grisea* en la primera aplicación el tratamiento STRONSIL (Azoxystrobin) y VERTICAL (Tebuconazole) + PHORTIFY (fertilizante foliar) obtuvieron el menor porcentaje de área foliar afectado, para la segunda aplicación el tratamiento STRONSIL (Azoxystrobin) y STRONSIL (Azoxystrobin) + PROTEXIN (Carbendazim) Indicaron también el menor % de Área foliar Afectada, y en la tercera aplicación el STRONSILseguido del VERTICAL (Tebuconazole) + PROTEXIN (Carbendazim), VERTICAL (Tebuconazole) + STRONSIL (Azoxystrobin) y PROTEXIN (Carbendazim) fueron los menos afectados por *Pyricularia grisea* Sacc.

5.2. Número de macollo afectados

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que no existen diferencias estadísticas significativas en la primera evaluación realizada (antes de la primera aplicación de fungicidas), con respecto al número de macollos afectados donde el valor de Fc es menor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 10,02 % respectivamente, una diferencia estadística significativa para la segunda evaluación realizada (después de la primera aplicación de fungicidas), donde el valor de Fc es mayor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 12,59 % respectivamente y una alta significancia estadística en las cuatro evaluaciones realizadas posteriormente donde los valores de Fc son considerablemente mayores a los valores de Ft con los coeficientes de variabilidad de (CV) 2,53 %; 2,19 %; 2,01 % y 2,41 % respectivamente para la tercera (antes de la segunda aplicación de fungicidas), cuarta (después de la segunda aplicación de fungicidas), quinta (antes de la tercera aplicación de fungicidas) y sexta (después de la tercera aplicación de fungicidas) evaluaciones realizadas.

La prueba de Dunnett confirma los resultado de la primera evaluación, que en los cinco tratamientos no hubo diferencia estadística significativa por el objeto de no haberse hecho la aplicación de fungicidas, que a diferencia de las cinco evaluaciones posteriores realizadas, el tratamiento (T₄ - N) Nativo ® 75 WG supero estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control en la segunda, tercera, cuarto y sexta evaluación y solo en la quinta evaluación (T₁ - AT) Amistar top supero estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control. El que menos controló fue el tratamiento (T₃- J) Jewel ® con respecto al número de macollos afectados. Que en opinion de Becerra y Tosquy (2001) que realizaron un trabajo de investigación titulada; Efectividad biológica del Azoxystrobin para el control de *Pyricularia oryzae* Cav. y *Cercospora oryzae* Miyake en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz, México. Con el objeto de conocer el comportamiento de nuevos fungicidas se evaluó la eficacia del Azoxystrobin en el control de estos hongos. Se evaluó la incidencia, número de lesiones en 20 plantas, índice de intensidad, el rendimiento de grano y fitotoxicidad. Se encontró que el Azoxystrobin obtuvo mejores resultados que el Tecto 60 y éste a su vez que el testigo no tratado

5.3. Severidad de la enfermedad (AUDPC)

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que existen alta significancia estadística en las evaluaciones realizadas respecto al cálculo área bajo la curva progreso de la enfermedad (AUDPC) donde el valor de Fc es considerablemente mayor al valor de Ft con el coeficiente de variabilidad de (CV) 1,04 % respectivamente.

La prueba de Dunnett confirma, los resultado donde en las seis evaluaciones el tratamiento (T₄ - N) Nativo ® 75 WG superó estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control. El que menos controló fue el tratamiento (T₃- J) Jewel ® con respecto al cálculo área bajo la curva progreso

de la enfermedad (AUDPC). Que en opinión de Borges *et al.* (2007) quienes trabajaron con una de las premisas del desarrollo de la producción de arroz en el país es contar con métodos de manejo de enfermedades fungosas, particularmente métodos de control químico. La nueva molécula krexoxim metil + epoxiconazol (JUWEL 25 SC) constituye una nueva herramienta para el control de hongos en el cultivo del arroz. Los resultados obtenidos mostraron una alta eficiencia biológica en el control de enfermedades del arroz de Juwel 25 SC. Se pudo apreciar un eficiente control ante de *P. grisea* a dosis entre 0,125 – 0,250 kilogramos de ingrediente activo por hectárea (0,5 – 1,00 L pc/ha). En Fase reproductiva Juwel 25 SC mostró una elevada eficiencia en el control de los principales patógenos a dosis de 0,125 – 0,187 kilogramos de ingrediente activo por hectárea (0,5 – 0,75 L pc/ha). En los ensayos de validación el rendimiento agrícola los resultados fueron ligeramente superiores al testigo comercial en dosis de 0,187 kilogramos de ingrediente activo por hectárea (0,75 L pc/ha). Las dosis más económicas de Juwel 25 SC en ambas etapas fenológicas fueron de 0,125 – 0,187 kilogramos de ingrediente activo por hectárea (0,5 – 0,75 L pc/ha).

Vásquez (2008) menciona en su trabajo de investigación titulado “Evaluación de la eficacia de fungicidas para el control de *Pyricularia grisea* y *Bipolaris oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) en el Bajo Mayo, San Martín Perú”; tiene como objetivos: Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades del arroz causado por los hongos *Pyricularia grisea* y *Bipolaris oryzae*, para determinar el efecto de control de la nueva mezcla fúngica en comparación con los fungicidas tradicionales y Evaluar el rendimiento y los costos de producción para determinar la utilidad por tratamiento. Los resultados obtenidos indican que el fungicida Trifloxystrobin a dosis de 0,20 L/ha, redujo significativamente los patógenos de *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* y *Rhizoctonia solani* incidiendo en el rendimiento y beneficio costo.

Para el manejo de enfermedades foliares causadas por los hongos *Pyricularia grisea*, *Bipolaris oryzae* y *Rhizoctonia solani* aplicar propiconazole & Tricloxystrobin a dosis de 0,75 L/ha.

Garcés *et al.* (2012) realizaron un trabajo de investigación con el objetivo de cuantificar la severidad (número de lesiones por hoja) en 39 materiales (líneas y variedades) de arroz de pequeño y mediano porte. La severidad de piricularia se evaluó en hojas de los estratos inferior, medio y superior de las plantas de arroz. Los valores obtenidos fueron integralizados en el área abajo la curva de progreso de la quemazón del arroz (AACPQA), existió comportamiento sanitario diferenciado entre los genotipos evaluados en los dos experimentos. Los materiales sobresalientes fueron la variedad INIAP – 16 (9,9), y la línea INIAP – 14 -7 (11,2) en el primer experimento; mientras que en el segundo fueron la variedad Caluma (17,4) y la línea CC – 05 – 27 (18,8), por haber obtenido un menor AACPQA

Armenta (1991) manifiesta es su trabajo realizado en la Unidad de Investigación de las Planicies Costeras de Burma, Guyana, durante la Primavera de 1991, se evaluaron siete fungicidas con el fin de determinar su efectividad y economía en el control de las enfermedades piricularia. Los resultados indican que el rendimiento de la variedad susceptible Rustic, todavía puede ser estable retrasándose el desarrollo de la enfermedad. En base, a esto, se propone realizar un control químico parcial, el cual equivale a simular un desarrollo lento de la enfermedad. El nuevo fungicida Tricyclazole (familia de los triazoles) pareció ser más efectivo que el Iprobenfos, actualmente recomendado.

5.4. Número de hojas afectadas

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que no existen diferencias estadísticas significativas en la primera evaluación realizada (antes de la primera aplicación de fungicidas), con respecto al número de hojas afectadas donde el valor de Fc es menor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 8,88 % respectivamente, una diferencia estadística significativa para la segunda evaluación realizada (después de la primera aplicación de fungicidas), donde el valor de Fc es mayor al valor de Ft con el coeficientes de variabilidad de (CV) 10,66 % respectivamente y una alta significancia estadística en las cuatro evaluaciones realizadas posteriormente donde los valores de Fc son considerablemente mayores a los valores de Ft con los coeficientes de variabilidad de (CV) 2,21 %; 2,77 %; 1,96 % y 2,00 % respectivamente para la tercera (antes de la segunda aplicación de fungicidas), cuarta (después de la segunda aplicación de fungicidas), quinta (antes de la tercera aplicación de fungicidas) y sexta (después de la tercera aplicación de fungicidas) evaluaciones realizadas.

La prueba de Dunnett confirma los resultado de la primera evaluación, que en los cinco tratamientos no hubo diferencia estadística significativa por el objeto de no haberse hecho la aplicación de fungicidas, que a diferencia de las cinco evaluaciones posteriores realizadas, el tratamiento (T₄ - N) Nativo ® 75 WG superó estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control en la segunda, cuarto y sexta evaluación y solo en la tercera y quinta evaluación (T₁ - AT) Amistar top superó estadísticamente al tratamiento (T₀ - T) testigo o control. El que menos controló fue el tratamiento (T₃- J) Juwel ® con respecto al número de hojas afectadas. Que en opinion de Amacifuén *et al* (2013) que la aplicación de todo fungicida que comprende a la familia de los triazoles controlan eficazmente el patógeno de la pyricularia en arroz.

Salive *et al.* (1984) realizaron su investigación con el objeto de un mejor manejo y control de piricularia en arroz, se llevaron a cabo investigaciones en la Granja experimental Santa Rosa permitiendo algunos resultados: el grado de infestación del follaje es independiente de la infección de la panícula, existe una correlación entre el porcentaje de infección en la panícula y el nivel de rendimiento. El uso de fungicidas como Kasugamicina (Hexapiranosil) /Phosdiphen en el manejo de la enfermedad de la panícula permite disminuir riesgos en el cultivo

Moquete (2010) trabajó en su investigación con el objeto de control químico es una alternativa viable y de hecho es la más común. En la fase vegetativa se pueden utilizar fungicidas de acción preventiva si las condiciones ambientales son favorables para el ataque de la enfermedad. Durante la floración, la primera aplicación de fungicidas debe hacerse cuando haya un 5 por ciento de la misma y realizar una segunda aplicación 10 días después. Es aconsejable que en la segunda aplicación no se use el mismo fungicida que en la primera.

5.5. Rendimiento

5.5.1. Peso de 1 000 granos de arroz

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que existen diferencias estadísticas significativas en la evaluación realizada respecto al peso de 1 000 granos de arroz donde el valor de F_c es mayor al valor de F_t con el coeficiente de variabilidad de (CV) 0,61 % respectivamente

La prueba de Dunnett confirma, los resultados donde las evaluaciones realizadas el tratamiento (T_1 - AT) Amistar top superó estadísticamente significativa al tratamiento (T_0 - T) testigo o control. El que menos peso tuvo

fue el tratamiento (T₃- J) Juwel ® con respecto al peso de 1 000 granos de arroz.

5.5.2. Rendimiento en cáscara

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que existen diferencias estadísticas significativas en la evaluación realizada con respecto al rendimiento en cáscara donde el valor de Fc es mayor al valor de Ft con el coeficiente de variabilidad de (CV) 1,17 % respectivamente

La prueba de Dunnett confirma, los resultado donde las evaluaciones realizadas el tratamiento (T₁ - AT) Amistar top superó estadísticamente significativa al tratamiento (T₀ - T) testigo o control. El que menos peso tuvo fue el tratamiento (T₂- B) Benprox ® con respecto al rendimiento en cascara. Que coinciden con Castejón *et al* (2007) quien menciona que el arroz es fuente de alimento para una gran parte de la población mundial, con alto promedio de consumo anual. En este cultivo las enfermedades de origen microbiano constituyen uno de los factores que inciden en la obtención de bajos rendimientos y calidad de los granos. La piriculariosis o añublo del arroz, causada por *Pyricularia grisea*, es la enfermedad más importante en este cultivo en América Latina, ya que puede provocar hasta el 100 por ciento de reducción de los rendimientos

5.5.3. Rendimiento en pilado

Los resultados del Análisis de Varianza (ANDEVA) indican que existen diferencias estadísticas significativas en la evaluación realizada con respecto al rendimiento en pilado donde el valor de F_c es mayor al valor de F_t con el coeficientes de variabilidad de (CV) 1, 67 % respectivamente

La prueba de Dunnett confirma, los resultado donde las evaluaciones realizadas el tratamiento (T_1 - AT) Amistar top superó estadísticamente significativa al tratamiento (T_0 - T) testigo o control. El que menos peso tuvo fue el tratamiento (T_2 - B) Benprox ® con respecto al rendimiento en pilado. Que en opinion de Becerra y Tosquy (2001) que realizaron un trabajo de investigación titulada; Efectividad biológica del Azoxystrobin para el control de *Pyricularia oryzae* Cav. y *Cercospora oryzae* Miyake en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz, México. Con el objeto de conocer el comportamiento de nuevos fungicidas se evaluó la eficacia del Azoxystrobin en el control de estos hongos. El mejor control para *P. oryzae* y *C. oryzae* y el mayor rendimiento de grano (4 432 kg/ha) se logró cuando se aplicó Azoxystrobin en dosis de 0,6 L/ha, aunque con 0,2 y 0,4 L/ha de este fungicida tuvo un buen control de estas enfermedades. Ninguno de los fungicidas causó toxicidad al arroz

VI. CONCLUSIONES

1. Existe efecto significativo y alta significancia estadística en los tratamientos que corresponde en la segunda tercera, cuarta, quinta y sexta evaluación con los fungicidas en la incidencia de la enfermedad y grado de severidad respecto al testigo.
2. Los tratamientos que controlaron mejor a la enfermedad fueron; T₄ - N (Nativo ® 75 WG) y T₁ - AT (Amistar top) quienes reportaron el menor en la incidencia y severidad difiriendo estadísticamente con el tratamiento T₀ - T (testigo o control), quien reportó el mayor incidencia y severidad de la enfermedad
3. Existe efecto significativo de los tratamientos en el rendimiento en cáscara, rendimiento en pilado y en el peso de 1 000 granos de arroz en la calidad del grano donde el tratamiento T₁ - AT (Amistar top) reportó el mayor peso / área neta experimental y la uniformidad del grano difiriendo estadísticamente con el tratamiento T₀ - T (testigo o control).
4. Los factores climáticos fueron favorables para el desarrollo de la enfermedad en forma intensa durante la época en que se realizó el trabajo de investigación

VII. RECOMENDACIONES

1. Repetir la investigación en las mismas condiciones para corroborar los resultados obtenidos.
2. Realizar investigaciones comparativas con otros fungicidas en diferentes épocas de siembra para el control de la pyricularia en arroz.
3. Para el control de la pyricularia en arroz utilizar los fungicidas Nativo ® 75 WG y el Amistar top por su mayor eficiencia en el control de la enfermedad.
4. Sembrar arroz variedad Capirona por tener mayores rendimiento en cáscara y pilado, alto precio en el mercado pero muy susceptible a la pyricularia.
5. Dar a conocer los resultados a los agricultores arroceros de la zona de Aucayacu para un buen control de la pyricularia en arroz.
6. Implementar programas de un buen manejo de control en las enfermedades promoviendo el uso de fungicidas específicos con el objetivo de no realizar aplicaciones excesivas con agroquímicos no adecuados.
7. Realizar campañas del uso adecuado de los agroquímicos en toda la zona de Alto Huallaga.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acebo G, Y *et al.* 2011. Perspectivas del uso de bacterias rizosférica en el control de *Pyricularia oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) Rev. Colomb. Biotecnol. Vol XIII N° 1 16 – 22. La Habana – Cuba. 7 p.
- Amacifuén S, CJ *et al.* 2013. Cultivo de arroz en barrizal. Lima – Perú. 20 p.
- Armenta S, J. L. 1991. Evaluation of new fungicides for rice blast disease (*Pyricularia grisea*) control in Guyana. 621 - E3, T3. CIAT. Cali - Colombia. Fitosanidad. (Mar 2001). v. 5(1) 25-28. Colombia. 5 p.
- Bedoya M, J. 2006. Guia de entrenamiento técnico para el conocimiento y uso del fungicida forum® 500 WP para el control de *Phytophthora infestans* en el cultivo de la papa. [Tesis para optar el título de especialista en Ingeniera Ambiental]. Universidad de la Sabana. Facultad de ingeniería Ambiental. Bogotá. 74 p
- Becerra, E y Tosquy, O. 2001. Efectividad biológica del Azoxystrobin para el control de *Pyricularia oryzae* Cav. y *Cercospora oryzae* Miyake en el cultivo de arroz de temporal en Veracruz, México. Cotaxtla [Tesis para optar el título de agrónomo]. INIFAP – Agronomía Mesoamericana. 12 (1): 105 – 109. Veracruz – México. 4 p.
- Borges, E. *et al.* 2007. Eficacia del fungicida krexoxim metil 125 g i,a/L + epoxiconazol 125 g i,a/l (juwel 25 SC), en el control de enfermedades fungosas del cultivo del arroz. Granja Caribe del CAI. Pinar del rio. Habana – Cuba. 8 p.

- Bruzzone C, C y Heros A, E. 2011. Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Guia técnica. Curso taller. Jornada de capacitación UNALM – AGROBANCO. 2 ed. Sechura – Piura – Perú. 40 p.
- Bullon, O. 1971. Perspectivas de la tecnología de protección de cultivos. Boletín N° 12. Ministerio de Agricultura, Perú 13 p
- Caicedo O, YJ. 2008. Evaluación de características agronómicas de cuatro líneas interespecíficas de arroz (*Oryza sativa/ Oryza latifolia*) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el corregimiento # 8 de Zacarias municipio de Buenaventura. [Tesis para optar el título de agrónomo del Tropicó Húmedo]. Departamento del Cauca (Colombia). Universidad del Pacífico. Facultad de ciencias naturales y exactas. Programa de agronomía del trópico húmedo Buenaventura.
- Castejón M, M *et al.* 2007. Resistance of rice to *Pyricularia oryzae* in southern Spain. Ed. INIA 5 (1), 59 - 66. España. 8 p.
- De Datta, E. 1981. Producción de arroz. Principales prácticas. D.F. Mexico. 618 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación, IT). 2004. El arroz es vida. El arroz y la Nutrición humana. 4 ed. Fiat Paris. Rome Rice 00100. Roma – Italia. 15 p.
- Garcés F, RF *et al.* 2012. Severidad del quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) en germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano. Artículo científico en ciencias y tecnología 5 (2): 1 – 6. Ecuador. 6 p.

- González F, B. 2005. Espectro patológico de las principales enfermedades del cultivo de arroz. Ing. Agrónomo. Departamento de agricultura. Lambayeque – Perú. 29 p.
- Guzmán B, D. 2006. Manejo agronómico del cultivo de arroz (*Oryza sativo L.*) sembrado bajo riego en finca ranchos horizonte; Cañas, Guancaste, Costa Rica. [Tesis para optar el título de ingeniería en Agronomía]. Instituto tecnológico de Cosca Rica. Sede regional San Carlos.
- Hernández, A *et al.* 2014. Diversidad de linajes y virulencia de una población venezolana del hongo *Pyricularia oryzae*, causante de la piricularia en arroz. Edit Bioagro (1) 29 - 37. Venezuela. 9 p.
- Hernandez, T.1976. Control de *Pyricularia oryzae* y *Deeschslera orizae*, en la relación: condiciones climatológicas – potasio – calcio en Tingo Maria. [Tesis para optar el título de ingeniero en Agrónomo]. Tingo Maria (UNAS). Perú.
- Kraemer, A *et al.* 2006. Manual de aguador arrocero. Principios básicos para el manejo del riego en el cultivo de arroz. 3 ed. Instituto Nacional de tecnología agropecuaria. Proyecto arroz. Chile. 24 p.
- Ministerio de agricultura. 2010. Arroz en el Perú. Q Y P impresores. 500 ejm. 8 ed. Lima – Perú. 12 p.
- Ministerio de agricultura. 2013. El arroz. Principales aspectos de la cadena agroproductiva. Direccion general de competitividad agraria. 13 ed. Q Y P impresores. Lima – Perú. 37 p.

- Moquete, C. 2010. Guía técnica. El cultivo de arroz. N° 37. Santo domingo. Edit. Centenario S.A. Republicana dominicana. 164 p.
- Montilla P, L *et al.* 2012. Control químico de *Pyricularia grisea* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) desarrollado en la Estación Experimental Agraria – El porvenir INIA. San Martín. Vol. IX. N° 3 45 – 50. San Martín – Perú. 4 p.
- Muro J, C. 1950. Estudio de los suelos en Tingo María. Ed. UNALM. Lima – Perú. 124 p.
- Trama A, F; *et al.* 2003. El cultivo de arroz bajo riego y las aves playeras migratorias en Perú y Costa Rica. Primer taller para la conservación de aves playeras migratorias en arroceras del cono sur. Lima – Perú. 13 p
- Vásquez L, L. 2008. Evaluación de la eficacia de fungicidas para el control de *Pyricularia grisea* y *Bipolaris oryzae* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*), variedad Capirona en el Bajo Mayo, San Martín. . [Tesis para optar el título de agrónomo]. UNSM 168 – 200. Tarapoto - Perú. 32 p.
- Vásquez V, V. 2011. Dólar barato. Castigo al productor nacional: El caso del Arroz. Asociación Peruana de productores de Arroz – APEAR. San Martín – Perú. 12 p.
- Villanueva M, C M. 2012. Diccionario de especialidades agroquímicas. 6 ed. Edit. DEAQ – PLM FINISHING S.A.C. Lima – Perú. 1 160 p.

Salive R, A. *et al.* 1984. Control químico de la piricularia (*Pyricularia oryzae* cav). Cachipay – Cundinamarca. FEDEARROZ. Nov-Dic 1984. Vol. 33 (333) 16-20. Bogota – Colombia. 15 p.

Wilson F, O. *et al.* 2001. Efeito de produtos fitossanitários no tratamento de sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) visando ao controle de *Pyricularia grisea*. Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. C. P. 131, CEP 74001-970 – Goiânia, GO. Jatai – Brasil. 2 p.

ANEXOS

CUADRO 54. EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN ANTES DE LA PRIMERA APLICACIÓN

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0 - T	T1 - AT	T2 - B	T3 - J	T4 - N
I	2,47	0,05	0,07	0,02	0,07
II	1,23	1,85	1,85	0,62	1,85
III	0,62	1,85	1,23	1,85	2,47
IV	2,47	1,85	0,62	1,85	1,85

CUADRO 55. EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN DESPUÉS DE LA PRIMERA APLICACIÓN

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0 - T	T1 - AT	T2 - B	T3 - J	T4 - N
I	3,70	0,04	0,04	0,00	0,04
II	2,47	0,62	1,23	1,85	0,62
III	1,85	1,23	1,23	2,47	0,62
IV	3,09	0,00	0,62	0,62	0,00

CUADRO 56. EVALUACIÓN DEL PORCENTAJE DE INFECCIÓN ANTES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN

BLOQUES	TRATAMIENTOS				
	T0 - T	T1 - AT	T2 - B	T3 - J	T4 - N
I	6,79	0,27	0,34	0,41	0,34
II	8,02	3,09	3,70	4,32	2,47
III	6,79	3,09	3,70	4,32	3,70
IV	8,02	4,32	3,70	4,94	2,47



Figura 34. Posas de arroz para la instalación del trabajo de tesis



Figura 35. Muestreo del suelo donde se instaló la investigación



Figura 36. Bloque de suelo para el análisis en el laboratorio de la UNAS



Figura 37. Trabajo de nivelación con la mula mecánica en la posa de almácigo



Figura 38. Semilla de la variedad Capirona pre – germinada para la siembra



Figura 39. Siembra al voleo en el almácigo



Figura 40. Semilla distribuida homogéneamente al momento de la siembra



Figura 41. Germinación de la semilla en almacigo en un 90 %



Figura 42. Plantas de buena consistencia y vigorosidad con 20 días de la siembra



Figura 43. Trabajo de nivelación y acondicionamiento de los bordos en la posa donde se instaló la investigación



Figura 44. Posa listo para la instalación de la tesis



Figura 45. Extracción garbas de la cama de almacigo para su posterior trasplante a campo definitivo



Figura 46. Trabajo de diseño del campo experimental de acuerdo al croquis establecido en el proyecto



Figura 47. Diseño del campo definitivo



Figura 48. Trasplante al campo definitivo



Figura 49. Unidad experimental establecida en el campo definitivo



Figura 50. Garbas para el trasplante



Figura 51. Trasplante adecuado de acuerdo a los distanciamientos establecidos



Figura 52. Trabajo de trasplante en los bordos de la tesis



Figura 53. Trabajo de trasplante finalizado



Figura 54. Culminación en el trasplante en la investigación



Figura 55. Verificación a 5 días después del trasplante



Figura 56. Primera evaluación en el control de la enfermedad



Figura 57. Productos y tratamientos establecidos en el trabajo de tesis



Figura 58. Mezcla de los fungicidas para la primera aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación



Figura 59. Primera aplicación de los fungicidas a 45 días después de la siembra.



Figura 60. Verificación del campo experimental después de la primera aplicación de los fungicidas



Figura 61. Mescla de los fertilizantes para la primera fertilización



Figura 62. Fertilización con fuentes de sulfato de amonio, fosfato diamónico, cloruro de potasio y magnosoil



Figura 63. Campo experimental con respectivos tableros de acuerdo a los tratamientos en estudio



Figura 64. Unidad experimental de tratamiento cero establecido como Testigo



Figura 65. Unidad experimental de tratamiento uno establecido como Amistar top



Figura 66. Unidad experimental de tratamiento dos establecido como Benprox ®



Figura 67. Unidad experimental de tratamiento tres establecido como Juwel ®



Figura 68. Unidad experimental de tratamiento cuatro establecido como Nativo ® 75 WG



Figura 69. Evaluación del tratamiento cero - Testigo



Figura 70. Evaluación del tratamiento uno – Amistar top



Figura 71. Evaluación del tratamiento dos – Benprox ®



Figura 72. Evaluación del tratamiento tres – Juwel ®



Figura 73. Evaluación del tratamiento cuatro – Nativo ® 75 WG



Figura 74. Síntomas característico de la Pyricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) evaluados en el trabajo de tesis



Figura 75. Síntomas característico de la Pyricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) evaluados en el trabajo de tesis



Figura 76. Síntomas característico de la Pyricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) evaluados en el trabajo de tesis



Figura 77. Síntomas característico de la Pyricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) evaluados en el trabajo de tesis



Figura 78. Síntomas característico de la Pyricularia (*Pyricularia oryzae* Cav.) evaluados en el trabajo de tesis



Figura 79. Mezcla de los fungicidas para la segunda aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación



Figura 80. Segunda aplicación de los fungicidas a 65 días después de la siembra.



Figura 81. Verificación del campo experimental Antes de la tercera aplicación de los fungicidas



Figura 82. Mescla de los fungicidas para la tercera aplicación de fungicidas en el trabajo de investigación



Figura 83. Indumentaria adecuada para la aplicación de los fungicidas en la tercera aplicación de fungicidas

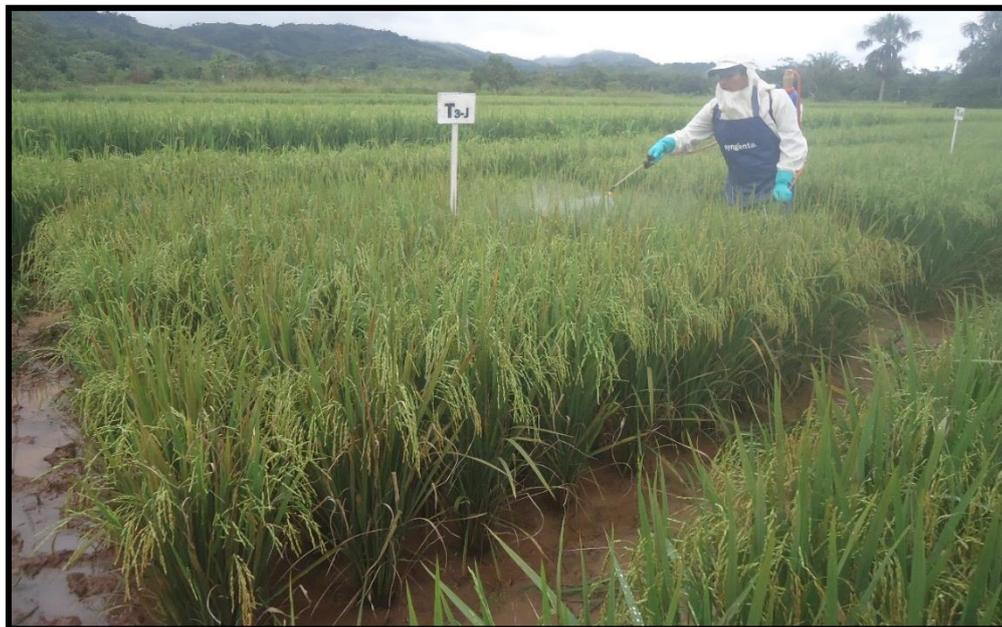


Figura 84. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento tres – Juwel ®



**Figura 85. Aplicación de foliar e insecticidas al tratamiento cero – Testigo
(No se aplicó ningún fungicidas)**



Figura 86. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento uno – Amistar top



**Figura 87. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento cuatro – Nativo
® 75 WG**

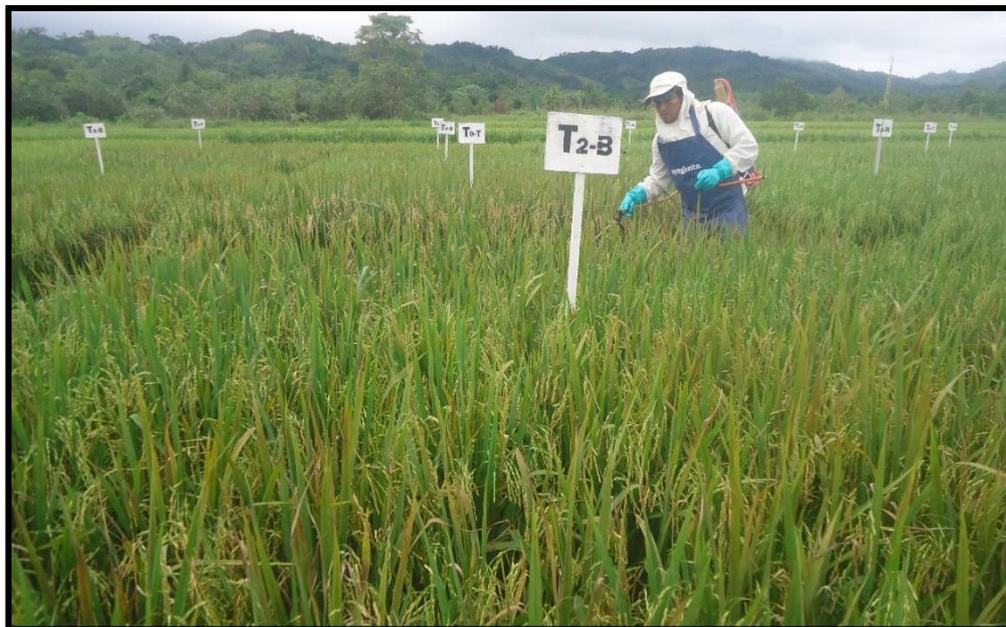


Figura 88. Tercera aplicación de fungicida al tratamiento dos – Benprox®



Figura 89. Visita de los jurados Ing. Antonio Cornejo y Maldonado



Figura 90. Visita de los jurados Ing. Antonio Cornejo y Maldonado



Figura 91. Verificación de la investigación con el Co – Asesor Ing. Matos Pio Charles Denny y el Jurado Ing. Antonio Cornejo y Maldonado



Figura 92. Verificación del trabajo de tesis con el Co - Asesor



Figura 93. Verificación in situ con el Co – Asesor y el jurado



Figura 94. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento cero – Testigo



Figura 95. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento uno – Amistar top



Figura 96. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento dos – Benprox ®



Figura 97. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento tres – Juwel ®



Figura 98. Cosecha del área neta experimental del Tratamiento cuatro – Nativo ® 75 WG



Figura 99. Cosecha del área neta experimentales constituidos por nueve plantas



Figura 100. Culminación del trabajo experimental con el apoyo del Co - Asesor



Figura 101. Culminación del trabajo experimental con el apoyo del Sr. Santos Flores Claudio