



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

"Eficacia de bactericidas biológicos y químicos sobre el control preventivo del añublo bacterial de la panícula de arroz y el complejo fungoso del manchado del grano en el Valle Alto Mayo, Distrito de Nueva Cajamarca, Región San Martín".

TESIS

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

AUTORES:

Bach. JOSÉ LUÍS TRIGOSO GUEVARA

Bach. WILIAM DÍAZ GIL

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

"Eficacia de bactericidas biológicos y químicos sobre el control preventivo del añublo bacterial de la panícula de arroz y el complejo fungoso del manchado del grano en el Valle Alto Mayo, Distrito de Nueva Cajamarca, Región San Martín".

PRESENTADO POR:

Bach. José Luis Trigos Guevara
Autor

Bach. Wiliam Díaz Gil
Autor

Dr. Jorge Alberto Llontop Llaque
Patrocinador



**UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**

"Eficacia de bactericidas biológicos y químicos sobre el control preventivo del añublo bacterial de la panícula de arroz y el complejo fungoso del manchado del grano en el Valle Alto Mayo, Distrito de Nueva Cajamarca, Región San Martín".

APROBADO POR:

Ing. M. Sc. Carlos Castañeda Chavarry
Presidente

Ing. Lorenzo Ecurra Puicón
Secretario

Ing. María Julia Jaramillo Carrión
Vocal

DEDICATORIA

A Dios, por el infinito amor que nos da, y las bendiciones que derrama, haciendo posible que día a día aprendamos cosas y experiencias nuevas.

A nuestros padres, por ser las personas y el pilar más importante de nuestras vidas, por manifestarnos siempre su amor y apoyo incondicional, sin ellos no hubiese sido posible lograr esta meta.

A nuestros hermanos, por siempre habernos motivado a salir adelante para alcanzar nuestras metas y ser el orgullo de nuestros padres.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, por apoyarme en cada decisión y proyecto. Gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser; gracias a mi familia por permitirme cumplir con excelencia en el desarrollo de esta tesis, gracias a la empresa silvestre por apoyarnos económicamente para llevar a cabo el desarrollo de este proyecto. Gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

No ha sido sencillo el camino hasta ahora, pero gracias a sus aportes, su amor, a su inmensa bondad y apoyo, lo complicado de lograr esta meta se ha notado menos. Les agradezco, y hago presente mi gran afecto hacia ustedes mi familia.

Agradecer también a todas aquellas personas que son parte de su culminación. Nuestros sinceros agradecimientos a nuestro asesor el Dr Jorge Alberto Llontop Llaque por su ayuda desinteresada para sacar adelante y dar culminación este proyecto, a nuestro jurado de tesis en especial a la Ing. María Julia Jaramillo Carrión por su apoyo incondicional durante la redacción de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	20
2	JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	22
3	REVISIÓN DE LITERATURA.....	23
3.1	Cultivo de arroz variedad Esperanza.....	23
3.1.1	Respuesta a plagas y enfermedades.....	23
3.2	Añublo bacterial de la panícula del arroz (<i>Burkholderia glumae</i>).....	24
3.2.1	Características del género y la especie.....	25
3.2.2	Penetración de <i>Burkholderia glumae</i>	26
3.2.3	Diseminación de <i>Burkholderia glumae</i>	26
3.2.4	Periodo crítico.....	26
3.2.5	Hospedantes	26
3.2.6	Magnitud de daño.....	27
3.2.7	Condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad.....	27
3.2.8	Prácticas agrícolas que favorecen el desarrollo de la enfermedad.....	27
3.2.9	Síntomas de la enfermedad.....	27
3.2.10	Control de la enfermedad.....	28
3.3	Bacteria (<i>Burkholderia glumae</i>).....	29
3.3.1	Taxonomía y Morfología de <i>Burkholderia glumae</i>	29
3.3.2	Toxoflavina producida por <i>Burkholderia glumae</i>	30
3.4	Hongos asociados al manchado de grano de arroz.....	31
3.5	Descripción de los productos en estudio.....	32
3.5.1	Tricox (<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma koningii</i>).....	32
3.5.2	Bio-splent 70 WP (<i>Bacillus subtilis</i>).....	32
3.5.3	Kopper plus (Fosfito de cobre + yodo).....	33
3.5.4	BC-1000 (Extracto de semilla y pulpa de cítricos).....	33
3.5.5	Starner 20 WP (Ácido oxolínico).....	33

4	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
4.1	Área experimental.....	35
4.1.1	Ubicación.....	35
4.1.2	Temperatura.....	35
4.1.3	Humedad relativa.....	36
4.1.4	Precipitación pluvial.....	36
4.1.5	Muestras de plantas de arroz para análisis de <i>Burkholderia glumae</i>	37
4.2	Procedimiento experimental.....	37
4.2.1	Productos utilizados en la investigación.....	37
4.2.2	Tratamientos en estudio.....	38
4.2.3	Diseño experimental.....	39
4.2.4	Croquis experimental.....	39
4.2.5	Distribución de los tratamientos de estudio en el área experimental.....	40
4.3	Aplicación de los productos en estudio.....	41
4.3.1	Tricox (<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>Trichoderma koningii</i>).....	42
4.3.2	Bio-splent 70 WP (<i>Bacillus subtilis</i>).....	42
4.3.3	Kopper plus (Fosfito de cobre + yodo).....	42
4.3.4	BC-1000 (Extracto de semilla y pulpa de cítricos).....	42
4.3.5	Starner 20 WP (Ácido oxolínico).....	43
4.3.6	Testigo sin aplicación.....	43
4.4	Establecimiento y conducción del experimento.....	43
4.4.1	Preparación del almácigo.....	43
4.4.2	Preparación del terreno.....	44
4.4.3	Trasplante.....	44
4.4.4	Fertilización.....	44
4.4.5	Riego.....	45
4.4.6	Control de malezas.....	45

4.4.7	Control fitosanitario.....	45
4.4.8	Cosecha.....	45
4.5	Datos registrados en la semilla: porcentaje de semillas germinadas.....	46
4.6	Datos registrados en la planta: síntomas e incidencia de la bacteriosis.....	47
4.6.1	Porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano de arroz.....	47
4.6.2	Porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	48
4.6.3	Porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	49
4.6.4	Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	49
4.6.5	Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	50
4.6.6	Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por <i>Burkholderia</i> y otras causas desconocidas.....	50
4.6.7	Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	51
4.6.8	Porcentaje de granos llenos por panoja.....	51
4.6.9	Rendimiento en kg/ha de grano cáscara de arroz.....	52
4.7	Eficacia de control de los bactericidas.....	52
4.8	Viabilidad económica.....	53
4.9	Identificación de <i>Burkholderia glumae</i> y hongos en muestras de plantas de arroz bajo condiciones de laboratorio.....	53
4.10	Eficacia de bactericidas sobre el control de <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano de arroz bajo condiciones de laboratorio.....	54
4.10.1	Ubicación del campo experimental.....	54
4.10.2	Productos utilizados.....	55
4.10.3	Tratamientos.....	55
4.10.4	Metodología para determinar la eficacia de control de los bactericidas en hongos del manchado de grano de arroz.....	55

4.10.5 Metodología para determinar la eficacia de control de los bactericidas sobre <i>Burkholderia glumae</i>	56
4.11 Análisis estadístico	58
5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
5.1 Porcentaje de semillas germinadas.....	60
5.2 Porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia</i> y hongos del manchado de grano de arroz.....	60
5.3 Porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	62
5.4 Porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	64
5.5 Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	65
5.6 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	67
5.7 Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	68
5.8 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i> ..	70
5.9 Porcentaje de granos llenos por panoja.....	72
5.10 Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz	73
5.11 Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.....	74
5.12 Eficacia de los bactericidas en relación porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	76
5.13 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	77
5.14 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	79
5.15 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	80

5.16	Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	82
5.17	Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	83
5.18	Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	85
5.19	Correlaciones y regresiones de Pearson para las variables evaluadas.....	86
5.20	Regresiones del rendimiento de grano de arroz vs las variables influyentes..	88
5.20.1	Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas manchadas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	88
5.20.2	Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	89
5.20.3	Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	90
5.20.4	Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	91
5.20.5	Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	92
5.21	Identificación de <i>Burkholderia glumae</i> y hongos en muestras de plantas de arroz bajo condiciones de laboratorio.	93
5.22	Eficacia de control de los bactericidas para <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de la panícula de arroz bajo condiciones de laboratorio.....	93
5.22.1	Diámetro de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	93
5.22.2	Diámetro de crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> (10 días después de la siembra).....	95
5.22.3	Diámetro de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	97

5.22.4	Intensidad de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).	98
5.22.5	Intensidad de crecimiento de <i>Alternaría alternata</i> (10 días después de la siembra).	100
5.22.6	Intensidad de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra).	101
5.22.7	Número de colonias de <i>Burkholderia glumae</i> (2 días después de la siembra).	102
5.23	Rentabilidad	104
6	CONCLUSIONES	108
6.1	En campo	108
6.2	En laboratorio	108
7	RESUMEN	110
8	LITERATURA CITADA	111
9	ANEXOS.	116

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Añublo bacterial de la panícula del arroz. a: Trasmisión por plántulas; b: Trasmisión por maquinaria agrícola.....	26
Figura 2. Panícula afectada por <i>Burkholderia glumae</i>	28
Figura 3. Colonias de <i>Burkholderia glumae</i>	30
Figura 4. Estructura química de la toxoflavina producida por <i>Burkholderia glumae</i> ...	31
Figura 5. Temperaturas registradas durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015)	35
Figura 6. Humedad relativa registradas durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015)	36
Figura 7. Registro de la precipitación pluvial durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015)	37
Figura 8. Dimensión del área utilizada para la conducción del experimento.....	40
Figura 9. Orden al azar de los tratamientos en estudio.....	41
Figura 10. Campo de arroz trasplantado.....	44
Figura 11. Campo de arroz listo para la cosecha.....	46
Figura 12. Germinación de semillas de arroz: a. Semillas desinfectadas con Bio-splent 70 WP; b. Semillas sin tratamiento.....	47
Figura 13. Macollo enfermo con síntomas de manchado de vaina afectado por hongos del manchado de grano.....	48
Figura 14. Panoja con granos manchados por <i>Burkholderia glumae</i> (círculo rojo)...48	
Figura 15. Panoja con granos vanos por <i>Burkholderia glumae</i> (círculo rojo).....	49
Figura 16. Vista al estereoscopio de granos manchados por <i>Burkholderia glumae</i> : a. Granos vanos; b. Granos llenos.....	50
Figura 17. Vista al estereoscopio de granos parcialmente llenos: a. Granos con síntomas de <i>Burkholderia glumae</i> ; b. Granos afectados por causas desconocidas	50
Figura 18. Panoja vana afectada por <i>Sarocladium orizae</i>	51
Figura 19. Vista al estereoscopio de: a. Granos llenos y sanos; b. Granos llenos con síntomas de <i>Burkholderia glumae</i>	52
Figura 20. Síntomas a. Manchado de la vaina; b. Panoja con granos manchado y vanos.....	54

Figura 21. Porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano de arroz.....	62
Figura 22. Porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	63
Figura 23. Porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	65
Figura 24. Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	66
Figura 25. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	68
Figura 26. Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	70
Figura 27. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	71
Figura 28. Porcentaje de granos llenos por panoja.....	72
Figura 29. Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz.....	74
Figura 30. Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.....	75
Figura 31. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje del área de macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	77
Figura 32. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	78
Figura 33. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	80
Figura 34. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	81
Figura 35. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	83
Figura 36. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	84
Figura 37. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	86
Figura 38. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas manchadas afectada por <i>Burkholderia glumae</i>	87

Figura 39. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	89
Figura 40. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos manchados por panoja.....	90
Figura 41. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	91
Figura 42. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	92
Figura 43. Diámetro de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	94
Figura 44. Evidencias fotográficas de la expresión de <i>Bipolaris oryzae</i> frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra).....	95
Figura 45. Diámetro crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> a los diez días después de la siembra.....	96
Figura 46. Evidencias fotográficas de la expresión de <i>Alternaria alternata</i> frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra).....	97
Figura 47. Diámetro de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra)	98
Figura 48. Evidencias fotográficas de la expresión de <i>Sarocladium oryzae</i> frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra)	99
Figura 49. Intensidad de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra)	100
Figura 50. Intensidad de crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> (10 días después de la siembra)	101
Figura 51. Intensidad de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra)	102
Figura 52. Número de colonias de <i>Burkholderia glumae</i> (2 días después de la siembra)	103
Figura 53. Evidencias fotográficas de la inhibición del crecimiento de <i>Burkholderia glumae</i> (2 días después de la siembra): a. Starner 20 WP (ácido oxolínico); b. Kopper plus (fosfito de cobre + yodo); c. Bio-splent 70 WP	

(<i>Bacillus Subtilis</i>), expresión de <i>Bacillus subtilis</i> ; d. BC 1000 (extracto de semilla y pulpa de cítricos); e. expresión de <i>B. glumae</i> (testigo sin aplicación); f. Expresión de <i>B. subtilis</i> (testigo sin aplicación).....	104
Figura 54. Evidencias fotográficas a los 8 días después de la siembra: a. Expresión del <i>Trichoderma</i> colonizando toda el área de la placa; b. <i>Trichoderma</i> invadiendo toda el área de la placa excepto la que estaba colonizada por la bacteria (círculo rojo).....	104
Figura 1A. Identificación de <i>Burkholderia glumae</i> en plantas de arroz previo a la instalación del experimento.....	116
Figura 2A. Desinfección de semilla con Bio-splent 70 WP	117
Figura 3A. Almacigo de arroz (círculo rojo: semilla tratada con Bio-splent, círculo azul: semilla sin tratamiento).....	117
Figura 4A. Desarrollo de cultivo (embuchamiento).....	118
Figura 6A. Maduración del cultivo de arroz.....	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características cuantitativas del cultivo de arroz variedad Esperanza.....	23
Tabla 2. Nivel de severidad de la enfermedad añublo bacterial de la panícula del arroz bajo condiciones de campo en el Departamento de Tumbes	25
Tabla 3. Clasificación taxonómica de <i>Burkholderia glumae</i>	30
Tabla 4. Nombre comercial, ingrediente activo y costo en soles de los productos utilizados en la investigación.....	38
Tabla 5. Tratamientos en estudio, dosis y momento de aplicación.....	38
Tabla 6. Productos utilizados para el control de malezas.....	45
Tabla 7. Tratamientos y dosis de los productos comerciales para el control de <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de la panícula de arroz.....	55
Tabla 8. Escala convencional usada para medir la intensidad de crecimiento de la biomasa fungosa (Llontop, 2000).....	56
Tabla 9. Escala convencional para determinar la precisión del coeficiente de variación.....	59
Tabla 10. Escala convencional para determinar el grado de variabilidad de la información suministrada por los diseños experimentales.....	59
Tabla 11. Porcentaje de germinación de semillas de arroz.....	60
Tabla 12. Porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano del arroz.....	61
Tabla 13. Porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	63
Tabla 14. Porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	64
Tabla 15. Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	66
Tabla 16. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	67
Tabla 17. Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	69
Tabla 18. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	81
Tabla 19. Porcentaje de granos llenos por panoja.....	72
Tabla 20. Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz.....	73

Tabla 21. Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.....	76
Tabla 22. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje del área de macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	76
Tabla 23. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	78
Tabla 24. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	79
Tabla 25. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	81
Tabla 26. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	82
Tabla 27. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	84
Tabla 28. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	85
Tabla 29. Correlaciones y regresiones de Pearson para las variables evaluadas.....	87
Tabla 30. Frecuencia (%) de hongos y bacterias aislados de las diferentes muestras de semilla y macollos de arroz analizado en el laboratorio.....	93
Tabla 31. Diámetro de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	93
Tabla 32. Diámetro crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> (10 diez días después de la siembra).....	96
Tabla 33. Diámetro de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	97
Tabla 34. Intensidad de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	100
Tabla 35. Intensidad de crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> (10 días después de la siembra).....	101
Tabla 36. Intensidad de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	102
Tabla 37. Número de colonias de <i>Burkholderia glumae</i> (2 días después de la siembra).....	103

Tabla 38. Rentabilidad económica (en soles) de granos de arroz, después de aplicaciones con bactericidas en el Valle Alto Mayo, distrito Nueva Cajamarca, Región San Martín.....	106
Tabla 1A. Porcentaje de germinación de semillas.....	119
Tabla 2A. Análisis de varianza para el porcentaje del área del macollo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	119
Tabla 3A. Análisis de varianza para el porcentaje del área del macollo enfermo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	119
Tabla 4A. Porcentaje de panojas manchadas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	119
Tabla 5A. Análisis de varianza para el porcentaje de panojas manchadas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	120
Tabla 6A. Porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	120
Tabla 7A. Análisis de varianza para el porcentaje de panojas vanas afectas por <i>Burkholderia glumae</i>	120
Tabla 8A. Porcentaje de granos manchados por panoja afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	121
Tabla 9A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos manchados por panoja afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	121
Tabla 10A. Porcentaje de granos vanos por panoja afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	121
Tabla 11A. Análisis de varianza para el Porcentaje de granos vanos por panoja afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	122
Tabla 12A. Porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	122
Tabla 13A. Análisis de varianza para porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	122
Tabla 14A. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	123
Tabla 15A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	123
Tabla 16A. Porcentaje de granos llenos por panoja.....	123
Tabla 17A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos llenos por panoja....	124
Tabla 18A. Rendimiento (Kg/ha) de grano cascara de arroz.....	124

Tabla 19A. Análisis de varianza para el rendimiento (Kg/ha) de grano cáscara de arroz.....	123
Tabla 20A. Análisis de varianza para el incremento del rendimiento por hectárea (porcentaje), respecto a testigo sin aplicación.....	125
Tabla 21A. Análisis de Varianza para la eficacia de control de los bactericidas en relación al porcentaje del área del macollo enfermo afectado por <i>Burkholderia glumae</i> y hongos del manchado de grano.....	125
Tabla 22A. Análisis de Varianza para la eficacia de control en relación al porcentaje de panojas manchadas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	125
Tabla 23A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de panojas vanas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i>	126
Tabla 24A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	126
Tabla 25A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Burkholderia glumae</i>	126
Tabla 26A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> y otras causas desconocidas.....	127
Tabla 27A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por <i>Sarocladium oryzae</i>	127
Tabla 28A. Análisis de la Varianza para el diámetro de crecimiento de <i>Bipolaris oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	127
Tabla 29A. Análisis de la Varianza para el diámetro de crecimiento de <i>Alternaria alternata</i> (10 días después de la siembra).....	128
Tabla 30A. Análisis de la Varianza para diámetro de crecimiento de <i>Sarocladium oryzae</i> (10 días después de la siembra).....	128
Tabla 31A. Análisis de la Varianza para número de colonias de <i>Burkholderia glumae</i> (2 días después de la siembra).....	128

1 INTRODUCCIÓN

El arroz, es el segundo cereal de mayor producción en el planeta, y supera los 500 millones de toneladas anuales, siendo los países asiáticos quienes producen el 90 % de estas toneladas. Cerca del 75 % de la población mundial lo incluye en su dieta alimenticia diaria (19).

Esta especie, es afectada por problemas fitopatológicos que a menudo limitan su producción. Se ha considerado, que el añublo bacterial de la panícula de arroz (*Burkholderia glumae*), es la próxima enfermedad con mayor importancia en este cultivo, siendo un problema cada vez más importante en la producción mundial de arroz (19).

B. glumae, se reportó por primera vez en Japón en la década de los años 50, luego es diseminada entre los años 1995 y 1996 a China, Taiwan, Corea, India, Filipinas y Tailandia. En el año 1996 se reportó en los arrozales de Lousiana en Estados Unidos, en el 2006 en Panamá y en Colombia se identificó en el año 1987 con bajos niveles de incidencia. En campos de arroz severamente afectados por *B. glumae*, se han reportado pérdidas del 75 % de la producción, debido a que la bacteria causa varios tipos de daño como: inhibición de la germinación de la semilla, añublo de la panícula, pudrición de vainas, esterilidad de flores y aborto del grano (10).

Ospina, Beltrán y Fedearroz (2009), muestran los primeros resultados del análisis al control de la bacteria (*B. glumae*), indican que las plantas con stress (sequias), altas temperaturas, son más susceptibles al ataque de este patógeno, por lo que recomiendan un control integrado (18).

La presencia de *Burkholderia glumae* en el Perú, fue diagnosticada en el Departamento de Tumbes a fines de abril, en siembras adelantadas, bajo condiciones de lloviznas, alta nubosidad y baja radiación solar; inicialmente fue confundida con el ataque de hongos en la panoja (11). Actualmente, es conocida como “añublo bacterial de la panícula de arroz”, una bacteria Fitopatógena, que en los últimos años se ha constituido en una enfermedad de importancia económica para nuestro País.

Cabe resaltar, que los agricultores y técnicos de campo, especialistas en el manejo de este cultivo, aún no disponen de medidas de control que les permita hacer frente a los daños ocasionados por este patógeno. Por ello, es de vital importancia realizar este trabajo en campo, que permita disponer de alternativas y de un mejor manejo para su control. Por tal motivo, fue realizado el presente trabajo de investigación, con los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Determinar cuáles son los bactericidas que tienen un mejor efecto sobre el control preventivo del a ñublo bacterial de la panícula de arroz y el complejo fungoso del manchado del grano en el valle Alto Mayo, Distrito Nueva Cajamarca, Región San Martín.

Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de control de los bactericidas biológicos y químicos sobre *Burkholderia glumae* y hongos del manchado del grano de arroz bajo condiciones de campo y laboratorio.
- Determinar la viabilidad económica para el uso de los bactericidas más eficaces en el control de *Burkholderia glumae* y hongos del manchado del grano.

2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El arroz, alimento básico de la canasta familiar, se ha visto afectada por la enfermedad llamada añublo bacterial de la panícula, causada por la bacteria *Burkholderia glumae*, la cual se registró en el año 2013 en el departamento de Tumbes, causando severas pérdidas a los productores de arroz.

Con el presente trabajo de investigación, se pretende encontrar algún producto biológico o químico, que nos permita usarlo como herramienta para el control de este patógeno, aunque según investigaciones, se ha reportado al ácido oxolínico como el ingrediente activo más eficaz para inhibir el crecimiento y reducir la población de *B. glumae* en el cultivo de arroz; por ello, también se ha incluido a este ingrediente activo en la investigación, para seguir afirmando su efectividad.

Debido a la importancia que tiene *B. glumae* en Perú, y debido también al escaso conocimiento sobre su control, en el presente trabajo de investigación fueron evaluadas medias de control biológico y químico, en condiciones de campo en la variedad Esperanza que mostró ser susceptible a este patógeno.

Formulación del problema

¿Cuáles son los bactericidas más eficaces, sobre el control preventivo del añublo bacterial de la panícula de arroz en el valle Alto Mayo, Distrito Nueva Cajamarca, Región San Martín?

Hipótesis

Ho: Ninguno de los bactericidas biológicos y químicos aplicados en el cultivo de arroz, es eficaz, sobre el control del añublo bacterial de la panícula del arroz (*Burkholderia glumae*).

Ha: Al menos uno de los bactericidas biológicos y químicos aplicados en el cultivo de arroz, es eficaz, sobre el control del añublo bacterial de la panícula del arroz, (*Burkholderia glumae*).

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cultivo de arroz variedad Esperanza

Se originó a partir del cruce triple (CT 7948-AM-14-3-1/CT 9038-5-5C-8C-3C-1C-M// Selva alta), en la estación experimental agraria “El Porvenir”; sede del PNI Arroz, entre los años 2001 a 2003 (15).

Tabla 1. Características cuantitativas del cultivo de arroz variedad Esperanza

Periodo vegetativo	135 días
Altura de planta	100 cm
Rendimiento potencial	11 500 kg/ha
Peso de 1000 granos	27 g
Largo de granos en cáscara	7 mm
Ancho de grano sin cáscara	2 mm
Traslucencia de grano	95 %
Rendimiento total de pila	72 %
Grano entero	62 %
Grano quebrado	10 %
Temperatura de gelatinización	Intermedia
Amilosa	24 %
Periodo de dormancia	40 días

3.1.1 Respuesta a plagas y enfermedades

El arroz INIA 509 – La Esperanza, supera a la variedad Capiróna en resistencia a un mayor número de razas de *Pyricularia grisea*, y responde al ataque de plagas y enfermedades de manera similar; es decir, es moderadamente resistente al ataque de mosca minadora (*Hidrellia spp*) y al añublo de la vaina (*Rhizoctonia spp*). De manera semejante, es también moderadamente resistente al Virus de la Hoja Blanca, por los que se recomienda consultar con los especialistas en control químico, para los programas de manejo integrado del cultivo (14).

3.2 Añublo bacterial de la panícula del arroz (*Burkholderia glumae*)

Burkholderia glumae, es una bacteria que se transmite principalmente mediante semilla infectada, y es por medio de esta que se disemina a diferentes regiones, debido a la exportación e importación de semilla. Invade las semillas germinadas, inhabilita las raíces y las vainas inferiores, y de esta manera, empieza a crecer sobre la planta como un organismo epífita. Los síntomas se presentan durante la floración, cuando la bacteria se multiplica activamente al invadir las espigas de la planta a través de los estomas o de pequeñas heridas en la epidermis de las glumas (21).

Se reportan varios factores de virulencia en *B. glumae*, entre ellos la catalasa, la biogénesis flagelar, un sistema de secreción tipo III y una fitotoxina llamada toxoflavina; sin embargo, el principal mediador de daño es la toxoflavina una toxina con propiedades físicas y químicas similares a la riboflavina, que se evidencia en las cepas productoras de la toxina por la pigmentación amarilla que produce en los medios de cultivo (21).

La biosíntesis de la toxoflavina en *B. glumae* depende de la temperatura, y ocurre entre 30 a 37 °C. A temperaturas inferiores a ese rango puede suceder la multiplicación bacteriana, pero sin darse la síntesis de la toxina. Por otro lado, la síntesis de la toxoflavina depende de la densidad de la población bacteriana y es regulada mediante un mecanismo conocido como quorum sensing (21).

B. glumae, es un hospedero del suelo y tiene varios tipos de interacción no patogénica con las plantas. Puede vivir en diferentes cultivos, en muchas de malezas comunes en los campos de arroz y en la soca del cultivo (4).

La expresión más notable es el vaneamiento de la panícula, la cual presenta espiguillas de color pajizo, decoloración del grano y raquis de color verde; permanece erecta y en la hoja bandera permanece su color verde. Dependiendo de la severidad, puede afectar a todas o algunas espiguillas, puede estar asociada a hongos que manchan el grano (4).

La presencia de *B. glumae* en Tumbes, fue diagnosticada a fines de abril en siembras adelantadas, bajo condiciones de lloviznas, alta nubosidad y baja radiación solar; inicialmente fue confundida con el ataque de hongos en la panoja (11).

Garrido (2013), indica que todos los sectores sembrados en Tumbes mostraron daños a nivel de panojas con un alto nivel de severidad, y los muestreos a la producción de los sectores cosechados fueron confirmados por la presencia de granos manchados (Tabla 2). La enfermedad afectó a todas las variedades sembradas en la zona, las variaciones de severidad se debieron a factores de manejo o condiciones de medio ambiente presentes al momento del desarrollo de la enfermedad (11).

Tabla 2. Nivel de severidad de la enfermedad añublo bacterial de la panícula del arroz bajo condiciones de campo en el Departamento de Tumbes

Sector	Variedad	Severidad (%)	Severidad (%) promedio por sector
Brujas Bajas	Esperanza	32.90	35.53
	Fortaleza	38.13	
La Canela	Esperanza	48.70	43.62
	IR43	39.35	
	Fortaleza	38.13	
Cabeza de Vaca	IR43	54.88	49.61
	Pitio	42.83	
	Fortaleza	26.25	
La Cabanilla	Fortaleza	45.30	44.44

3.2.1 Características del género y la especie

La bacteria *Burkholderia glumae*, produce una “Toxoflavina” a temperaturas de 30 a 37 °C, toxina responsable de las manchas cloróticas y reducción del tamaño de las hojas y raíces de las plántulas; produce el taponamiento de los haces vasculares, originando el vaneo y decoloración del grano. La toxina puede sintetizarse a temperaturas de 25 a 28 °C pero en pequeñas cantidades (19).

3.2.2 Penetración de *Burkholderia glumae*

La bacteria puede ingresar por heridas producidas por la emergencia de las primeras hojas o raíces secundarias, por lesiones causadas por diferentes insectos; también puede hacerlo a través de las estomas, en el coleoptilo y por los hidatodos. Puede vivir en la filosfera de las raíces a partir de las semillas o plántulas infectadas (19).

3.2.3 Diseminación de *Burkholderia glumae*

La bacteria es diseminada a través de semilla, plántulas sembradas con semillas infectadas y por medio de partes de las plantas como son las flores, las hojas, residuos de cosecha y el hombre que interactúa con los cultivos. La bacteria se puede dispersar por el viento, agua de riego y maquinaria agrícola (Figura 01) (19).



Figura 1. Añublo bacterial de la panícula del arroz. **a:** Trasmisión por plántulas; **b:** Trasmisión por maquinaria agrícola

3.2.4 Periodo crítico

El período crítico se presenta durante la emergencia de la panícula y la floración. Se multiplica rápido en las panículas e infecta las espiguillas, incrementando su incidencia y severidad hasta la etapa de grano lechoso a pastoso (19).

3.2.5 Hospedantes

Puede vivir en diferentes cultivos como tomate, ají, berenjena, ajonjolí y en muchas malezas de los géneros *Andropogon*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Lolium*, *Panicum*, *Paspalum*, *Pennisetum* y *Setaria* (19).

3.2.6 Magnitud de daño

Se reportan pérdidas que oscilan entre 15 y 75 % de la producción, debido a los diferentes tipos de daño que causa, como: inhibición de la germinación de la semilla, añublo de la panícula, pudrición de vainas, esterilidad de flores y aborto del grano (16).

3.2.7 Condiciones climáticas que favorecen el desarrollo de la enfermedad

La enfermedad es favorecida por temperaturas nocturnas altas (28 °C) y humedad relativa alta, en la etapa de floración; temperaturas altas durante cinco días en el estado de embuchamiento y precipitaciones frecuentes antes de este periodo, aumenta la incidencia de la enfermedad. La temperatura de 30 a 37 °C, especialmente la nocturna durante el estado crítico favorece su desarrollo (16).

3.2.8 Prácticas agrícolas que favorecen el desarrollo de la enfermedad

Muchas prácticas desarrolladas por los agricultores pueden favorecer su desarrollo, dentro de ellas tenemos: el monocultivo, el traslado de semilla vegetativa de una zona a otra, uso de semilla infectada, mal uso de agroquímicos, alta densidad de siembra y siembra en épocas inoportunas (19).

3.2.9 Síntomas de la enfermedad

Las plantas afectadas muestran inicialmente una decoloración en la parte basal de la vaina, la cual rápidamente avanza hasta afectar la totalidad de la misma, causando una pudrición; el patógeno forma lesiones largas y verticales de color grisáceo rodeadas por un margen de color marrón rojizo oscuro en la vaina de la hoja bandera, que se extiende hacia abajo desde el cuello de la lámina foliar. La lesión tiene un borde de color marrón rojizo a gris en el centro de la lesión (11).

El vaneamiento de la panícula sobreviene con la presencia de espiguillas de color pajizo y con decoloración del grano; esta decoloración, puede estar asociada a hongos que manchan el grano. Las panículas permanecen erectas y la hoja bandera

mantiene su color verde. Dependiendo de la severidad, puede afectar a todas o a algunas espiguillas (15).

Las flores y los granos infectados muestran en la base, una banda de color café o gris oscuro que atraviesa sobre el endospermo. Sin embargo, pese a que las panículas son severamente afectadas, el raquis de la panícula siempre permanece verde y erecta debido a la pérdida de peso del grano (Figura 2) (11).



Figura 2. Panícula afectada por *Burkholderia glumae*

3.2.10 Control de la enfermedad

Hasta la fecha se ha investigado muy poco sobre la manera de controlar esta enfermedad en el Perú. La información bibliográfica concluye que las diferentes pruebas hechas en laboratorio con químicos, son poco efectivas contra esta bacteria. Sin embargo, el uso de estos productos en campos comerciales debe ser reforzado con las siguientes recomendaciones (11).

- Aplicar dosis correcta del producto químico como bactericida.
- Aplicación preventiva de los productos (50 y 60 días de edad de cultivo).
- Utilización de semilla certificada.
- Tratamiento químico a la semilla, más la aplicación foliar preventiva.
- Incorporación de residuos de cosecha, más el uso de un incentivador de la flora nativa y degradador de la materia orgánica.
- Aplicación de control biológico al momento del fangueo.

- Rotación de cultivos.
- Selección adecuada de fechas de siembra.
- La rotación de cultivos, la incorporación de materia orgánica al suelo, junto con el uso de *Trichoderma spp*, han mostrado alta efectividad para suprimir a *Burkholderia glumae*, así como hongos causantes de la pudrición de tallos y vainas del arroz en Tumbes.

3.3 Bacteria (*Burkholderia glumae*)

3.3.1 Taxonomía y Morfología de *Burkholderia glumae*

Burkholderia glumae es una bacteria Gram negativa y aerobia, causante de la enfermedad conocida como añublo bacterial de la panícula de arroz. Entre sus propiedades microbiológicas se encuentra que es multiflagelada (de 2 o más pares de flagelos) y encapsulada. Metabólicamente es capaz de reducir el nitrato, hidrolizar la gelatina, degradar el almidón y degradar la pectina. Es capaz de producir ácido a partir de diferentes carbohidratos como arabinosa, glucosa, fructosa, galactosa, manosa, xilosa, glicerol, manitol e inositol; es ácido negativo para ramnosa, sacarosa, maltosa, lactosa, rafinosa, dextrina, almidón y salicina (19).

Una característica importante de la bacteria es que produce pigmentos difusibles en agar King B, esto es importante para el reconocimiento de la bacteria ya que inicialmente se creía que la producción de este pigmento estaba relacionada con la fluoresceína, una sustancia fluorescente producida por el género *Pseudomonas* sp, aunque posteriormente se demostró que está relacionado con la presencia de la toxina producida por *B. glumae*, la toxoflavina (19).



Figura 3. Colonias de *Burkholderia glumae*

La temperatura de crecimiento óptimo de la bacteria está entre 30 a 35 °C, aunque tiene un rango límite de crecimiento entre 11 y 40 °C. La toxoflavina se sintetiza entre temperaturas de 30 y 37 °C, por lo que se considera que a estas temperaturas la bacteria es más patógena (19).

Tabla 3. Clasificación taxonómica de *Burkholderia glumae*

Reino	Bacteria
Filo	Proteobacteria
Clase	Beta Proteobacteria
Orden	Burkholderiales
Familia	Burkholderiaceae
Genero	<i>Burkholderia</i>
Especie	<i>Burkholderia glumae</i>

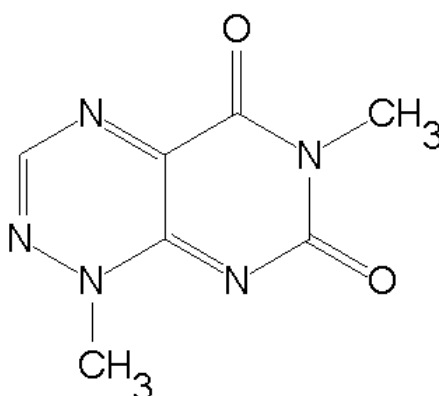
3.3.2 Toxoflavina producida por *Burkholderia glumae*

La toxoflavina, también conocida como Xanthothricin o Xanthotricin, es una toxina producida por una gran variedad de bacterias Gram negativas. Es especialmente conocida por el papel que desempeña en la virulencia de *Burkholderia gladioli* y *Burkholderia glumae* (20).

a) Propiedades Químicas

Su fórmula molecular es $C_7H_7N_5O_2$, tiene un peso atómico de 193.1 g/mol, su punto de ebullición está entre los 172 a 173 °C, es sintetizada por *Burkholderia glumae* a temperaturas entre 30 a 37 °C y es conocida como indicador de pH virando de amarillo a incoloro a un pH de 10.5 (19).

Figura 4. Estructura química de la toxoflavina producida por *Burkholderia glumae*.



3.4 Hongos asociados al manchado de grano de arroz

El manchado del grano es una de las enfermedades de importancia creciente en los cultivos de arroz, actualmente se presenta en la mayor parte de las regiones productoras de este cereal, en el mundo. En condiciones de campo, el manchado del grano es un problema complejo, ocasionado por la interacción hospedante patógeno ambiente, que se manifiesta en el periodo que comprende desde la floración hasta la maduración del arroz (1).

Los hongos causan el mayor número de enfermedades de plantas y ocurren con mayor frecuencia en semillas que las bacterias o nematodos. El daño causado por los microorganismos asociados con el manchado de grano del arroz puede presentarse externamente sobre las glumas, internamente sobre el endospermo, o en ambos (5).

Según las regiones ecológicas del cultivo, entre los factores predisponentes se mencionan temperaturas bajas, precipitaciones continuas y humedad relativa elevada

en el momento de la floración y durante la maduración del grano; suelos de baja fertilidad; deficiencias de potasio, calcio y magnesio; exceso de nitrógeno; producción de heridas por ataques de insectos o daños mecánicos (5)

Mazzanti y Gutiérrez (1999), identificaron varias especies y géneros de hongos asociados a granos manchados de arroz, como son: *Alternaria spp.*, *Aspergillus spp.*, *Bipolaris australiensis*, *B. oryzae*, *Curvularia spp.*, *Epicoccum sp.*, *Fusarium spp.*, *Microdochium oryzae*, *Nigrospora sp.*, *Penicillium spp.*, *Periconia sp.*, *Phoma spp.*, *Rhizopus sp.* Además, comprobaron experimentalmente que *Alternaria padwickii* y *Sarocladium oryzae*, son agentes causales del manchado de granos (5).

Sarocladium oryzae también produce manchas castaño oscuras, irregulares, que desarrollan sobre la vaina de la hoja bandera y que afectan la emergencia de la panoja y llenado de los granos. En ataques severos, se produce el ahogamiento de la panoja y no emerge, o cuando lo hace, la emergencia es incompleta. Panojas que no llegan emerger, se pudren y los granos vanos adquieren una coloración rojo vinoso (12).

3.5 Descripción de los productos en estudio

3.5.1 Tricox (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma koningi*)

Los microorganismos presentes en Tricox se encuentran en la forma de esporas, las cuales están protegidas de las condiciones adversas y germinan tan pronto como el medio ambiente se vuelve favorable. Tienen la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces. Como estos organismos específicos se multiplican, producen factores de crecimiento los cuales estimularán la germinación de las semillas y el crecimiento vegetal. Al mismo tiempo, la actividad de los ingredientes activos de Tricox en el suelo, mejoran el vigor y la salud de las plantas (25).

3.5.2 Bio-splent 70 WP (*Bacillus subtilis*)

Bio-splent 70 WP, es un fungicida microbiano conteniendo esporas de cepas naturales de *Bacillus subtilis* AP-01 a la concentración de 1×10^9 ufc/g en formulación polvo mojable. Es antagónica de diversos patógenos de plantas. Este antagonismo

se puede manifestar de diversas maneras incluyendo la competencia por nutrientes, exclusión de sitio, colonización y unión de la bacteria al patógeno. Además, se ha demostrado que induce la resistencia sistémica natural de plantas o resistencia sistémica adquirida contra patógenos (23).

3.5.3 Kopper plus (Fosfito de cobre + yodo)

Kopper plus, es un inductor de formación de fitoalexinas o compuestos que le permiten defenderse a la planta de agentes extraños, inhibiendo el crecimiento de hongos, bacterias u otro tipo de microorganismos. Así como también tiene un efecto directo sobre el microorganismo, sus unidades reproductivas y estimula en la planta la producción de un gran espectro de metabolitos biológicamente activos. Además, cuenta en su composición con elementos que aportan nutricionalmente a la planta como el nitrógeno, así como también un efecto bactericida debido a la presencia del ion cobre y el yodo (24).

3.5.4 BC-1000 (Extracto de semilla y pulpa de cítricos)

BC-1000 es un bactericida y fungicida natural, con muy baja toxicidad para hombres y animales. Especialmente indicado para el control de *Botrytis cinerea* y pudrición ácida en uva de mesa, pisquera y vinífera. Por su característica de producto orgánico natural puede ser usado en la cosecha sin problemas de residuos (0 días de carencia) (6).

3.5.5 Starner 20 WP (Ácido oxolínico)

Es un Bactericida y Fungicida de contacto derivado de la quinolina, tiene un amplio espectro de acción contra bacterias Gram negativas de los géneros *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Erwinia* y *Xanthomonas*. Actúa como inhibidor de la reproducción del ADN polimerasa, disminuyendo la capacidad de multiplicación de las bacterias. Su modo de acción es preventivo y protectante (3).

El ácido oxolínico ha demostrado ser hasta el momento, el producto más efectivo para inhibir el crecimiento y reducir la población de la bacteria *Burkholderia glumae* en el

cultivo de arroz, este ingrediente activo aplicado en la etapa de máximo embuchamiento, disminuye la cantidad de unidades formadoras de colonias de *B. glumae* por la inhibición de la enzima DNA girasa bacteriana topoisomerasa II, la cual actúa sobre la subunidad alfa evitando el enrollamiento excesivo de las dos bandas, cuando se separan antes de su replicación. Una condición importante para que el tratamiento sea efectivo es la homogeneidad de las plantas de arroz presentes en el lote (10).

4 MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Área experimental

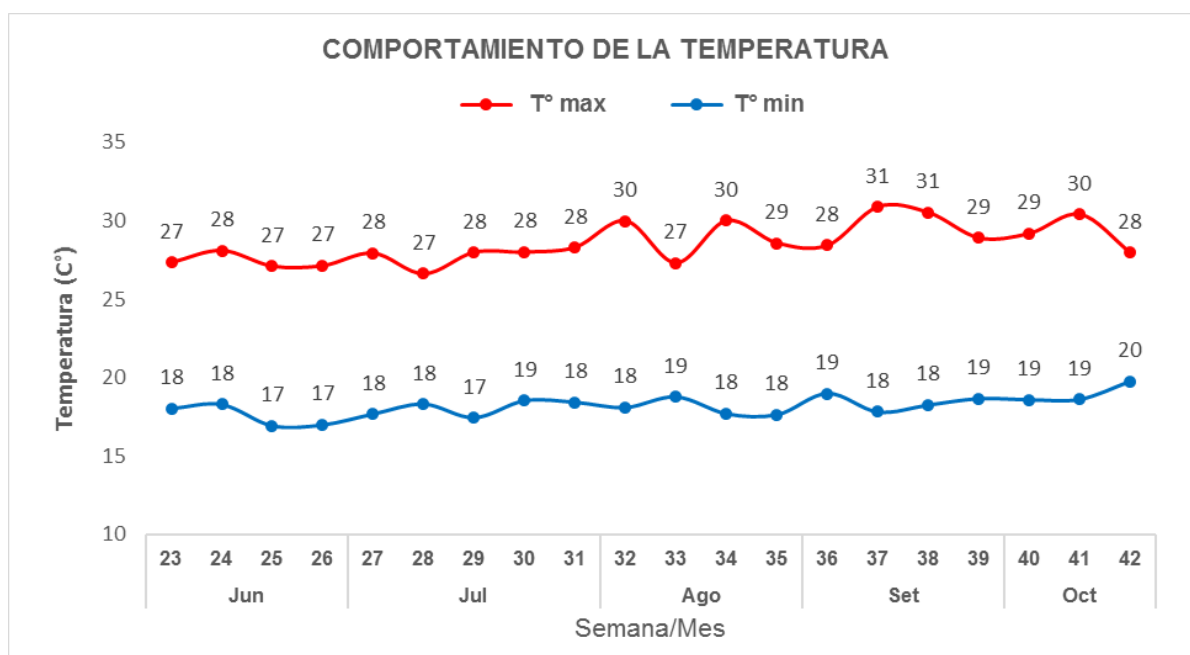
4.1.1 Ubicación

El presente trabajo, se llevó a cabo en el sector santa clara, Valle del Alto Mayo, Distrito Nueva Cajamarca, Región San Martín. Ubicado geográficamente, a 5° 38' 35" latitud sur, 77° 42' 00" Longitud Oeste y a una altitud de 850 msnm.

4.1.2 Temperatura

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) en el año 2015, la temperatura máxima durante la conducción del experimento fue de 31 C° en el mes de Setiembre, temperatura óptima para el desarrollo y crecimiento de *Burkholderia glumae*, mientras que la temperatura mínima fue de 17 C° en los meses de junio y julio (Figura 5) (22).

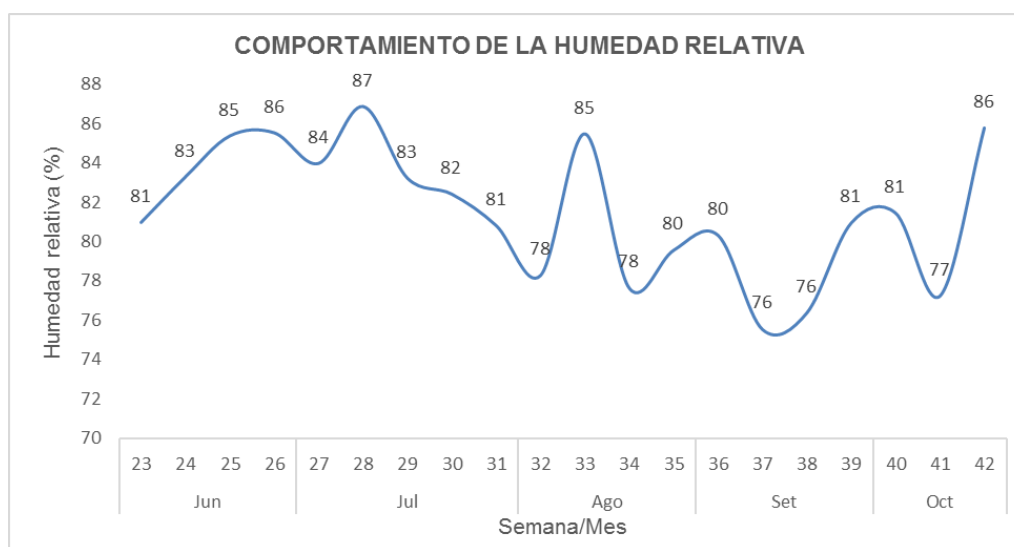
Figura 5. Temperaturas registradas durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015).



4.1.3 Humedad relativa

Según SENAMHI en el año 2015, la humedad relativa durante la conducción del experimento osciló entre 76 a 86 % por semana (Figura 6) (22).

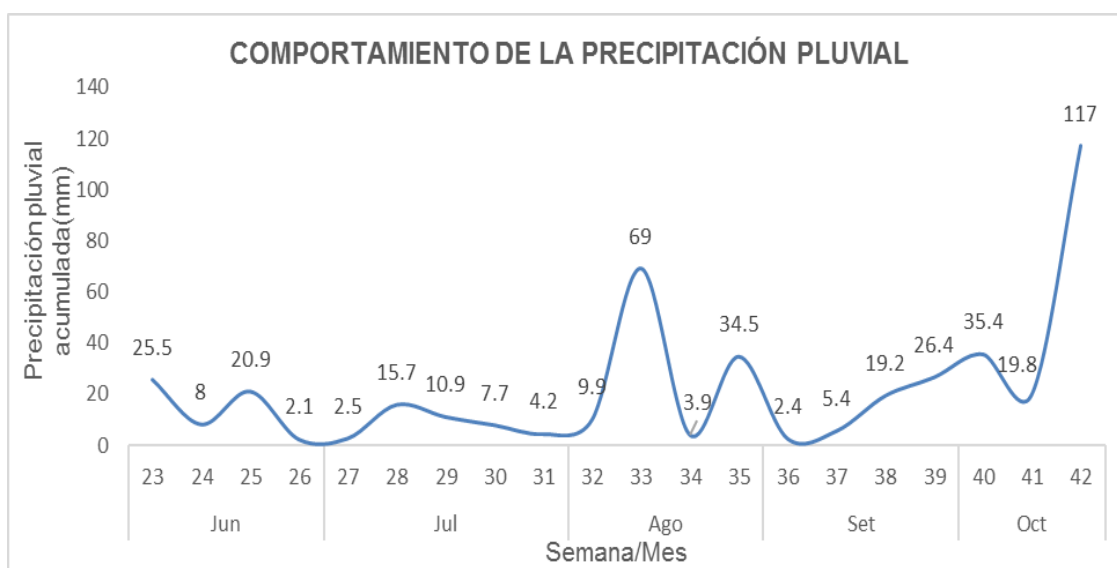
Figura 6. Humedad relativa registradas durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015).



4.1.4 Precipitación pluvial

Según SENAMHI en el año 2015, la precipitación pluvial registrada durante la conducción del experimento osciló entre 76 a 86 % por semana (Figura 7) (22).

Figura 7. Registro de la precipitación pluvial durante la conducción del experimento (junio a octubre del 2015).



4.1.5 Muestras de plantas de arroz para análisis de *Burkholderia glumae*.

Previo al desarrollo de la investigación y con la finalidad de asegurar la presencia del *Burkholderia glumae* en campo, se enviaron al Senasa muestras de plantas de arroz (cultivar La Esperanza) donde el resultado a la presencia de *B. glumae* fue positivo (Figura 1A).

4.2 Procedimiento experimental

4.2.1 Productos utilizados en la investigación

Los productos utilizados durante la conducción del experimento, fueron los siguientes:

Tabla 4. Nombre comercial, ingrediente activo y costo en soles de los productos utilizados en la investigación.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Costo (S/.)
Kopper plus	Fosfito de cobre + yodo	85/L
Bio-splent 70 WP	<i>Bacillus subtilis</i>	120/kg
Tricox	<i>Trichoderma harzianum</i> + <i>T. koningii</i>	120/kg
Starner 20 WP	Ácido oxolinico	400/kg
BC-1000	Extracto de semilla y pulpa de cítricos	140/L

4.2.2 Tratamientos en estudio

Los tratamientos planteados, así como las dosis y momentos de aplicación de los productos durante la investigación se detallan a continuación:

Tabla 5. Tratamientos en estudio, dosis y momento de aplicación

Tratamientos	Productos	Dosis	Momento de aplicación (Estados fenológicos)
1	Kopper plus	1 L/200 Litros	“Punto de algodón” y emergencia de panícula.
2	Bio-splent 70 WP	1 kg/200 Litros	Almácigo y macollamiento
	Tricox	1 kg/ha	“Punto de algodón” y emergencia de panícula.
3	Starner 20 wp	250 g/ha.	“Punto de algodón” y emergencia de la panícula.
4	Starner 20 WP	250 g/ha.	“Punto de algodón”, emergencia de la panícula y floración.

5	BC-1000	0,8 L/200 Litros	Se realizarán tres aplicaciones en intervalo de 10 días desde el “punto de algodón”.
6	BC-1000	0,8 L/200 Litros	Se realizarán cinco aplicaciones en intervalo de 10 días desde el “punto de algodón”.
7	Bio-splent 70WP	1 kg/ha	Desinfección de semilla
	Bio-splent 70 WP	1 kg/200 Litros	Almácigo y macollamiento
	Kopper plus	1 L/200 Litros	Punto de algodón
8	Testigo	Sin aplicación	Sin aplicación

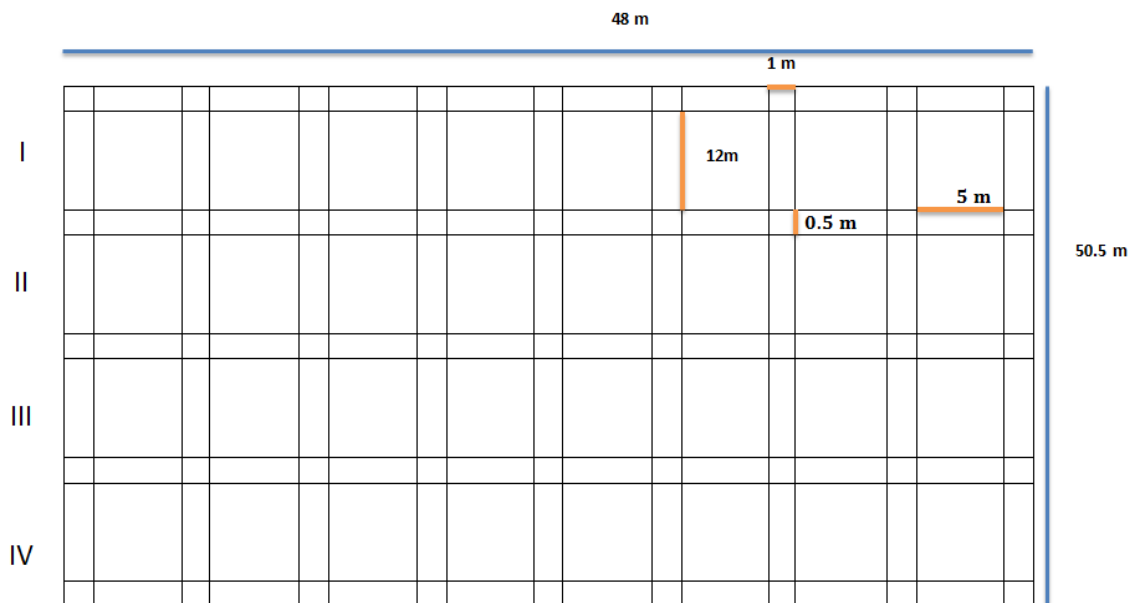
4.2.3 Diseño experimental

Se realizó un diseño experimental estadístico de bloques completos al azar (BCA), con 8 tratamientos y 4 repeticiones.

4.2.4 Croquis experimental

La dimensión del área utilizada para la conducción del experimento, se detalla en la figura 8.

Figura 8. Dimensión del área utilizada para la conducción del experimento



4.2.5 Distribución de los tratamientos de estudio en el área experimental

El orden de los tratamientos fue completamente al azar (Figura 05).

a) Bloques

- Número de bloques 4
- Largo 49 m
- Ancho 12,5 m
- Área del block 612.5 m²
- Parcelas del block 8

b) Parcelas

- Largo 12 m
- Ancho 5 m
- Número de golpes/m² 16
- Área de la parcela 60 m²
- Número total de golpes/parcela 960

c) Resumen del área experimental

- | | |
|--------------|-----------------------|
| ➤ Largo | 49 m |
| ➤ Ancho | 50,5 m |
| ➤ Área total | 2474,5 m ² |

Figura 9. Orden al azar de los tratamientos en estudio

I	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
	T7	T3	T5	T8	T6	T1	T2	T4
II	T6	T1	T7	T2	T4	T8	T5	T3
	T4	T5	T8	T1	T3	T7	T6	T2
III								
IV								

4.3 Aplicación de los productos en estudio

Las aplicaciones se realizaron por impregnación (desinfección de semilla con Biosplent 70 WP) y foliar (Tricox, Starner 20 WP, BC-1000, Kopper plus y Biosplent 70 WP).

En las aplicaciones foliares, la calibración se determinó mediante un ensayo de gasto de agua en una pequeña área de cultivo, en la que se aseguró que el área foliar quede adecuadamente humedecida; luego, el volumen de agua gastado se multiplicó por el área total de una hectárea y se dividió entre el área en la cual se realizó la prueba de gasto de agua, obteniéndose el volumen total de agua utilizada por hectárea.

4.3.1 Tricox (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma koningii*)

- Vía foliar en punto de algodón.
- Vía foliar en emergencia de la panícula

4.3.2 Bio-splent 70 WP (*Bacillus subtilis*)

a) Tratamiento 2:

- Vía foliar en almácigo.
- Vía foliar en macollamiento.

b) Tratamiento 7:

- Desinfección de semilla por impregnación.
- Vía foliar en almacigo
- Vía foliar en macollamiento

4.3.3 Kopper plus (fosfito de cobre + yodo)

- Vía foliar en “punto de algodón”.
- Vía foliar en emergencia de panícula.

4.3.4 BC-1000 (Extracto de semilla y pulpa de cítricos)

a) Tratamiento 5

Se realizaron tres aplicaciones vía foliar en intervalos de 10 días a partir de punto “punto de algodón”.

b) Tratamiento 6

Se realizaron cinco aplicaciones vía foliar en intervalos de 10 días a partir de “punto de algodón”.

4.3.5 Starner 20 WP (Ácido oxolínico)

a) Tratamiento 3

- Vía foliar en “punto de algodón”.
- Vía foliar en emergencia de la panícula.

b) Tratamiento 4

- Vía foliar en “punto de algodón”.
- Vía foliar en emergencia de la panícula.
- Vía foliar en floración.

4.3.6 Testigo sin aplicación

No se realizó ninguna aplicación bactericida.

4.4 Establecimiento y conducción del experimento

4.4.1 Preparación del almácigo

Se inició con la preparación del suelo para el almácigo, el cual consistió en roturar, mullir y batir el suelo mediante el uso del motocultor.

Una vez que se preparó la poza para el almácigo, se remojó la semilla (variedad la esperanza) durante 24 horas, luego se desinfectó con Bios-Splent 70 WP a la dosis de 1 kg/ha la cantidad de semilla requerida.

Se abrigó por separado la semilla tratada y sin tratar durante 12 horas y, posteriormente se realizó la distribución uniforme de la semilla en el área de la poza que le corresponde.

A los 15 días de edad del almácigo, fue fertilizado con una dosis de 60 N y 80 K por hectárea.

4.4.2 Preparación del terreno

- Quema del rastrojo.
- Aradura del suelo con tractor.
- Formación de bordos.
- Riego de remojo (se realizó por gravedad).
- Batido y nivelación del suelo con motocultor.

4.4.3 Trasplante

- Se trasplantó cuando el almácigo tenía 25 días de edad.
- La distancia entre golpe y golpe fue de 25 x 25 cm. Para ello, se utilizaron cordeles de 120 metros marcados cada 25 cm.
- Cada golpe tuvo de 2 a 3 plántulas.
- Cada parcela tuvo 960 golpes.



Figura 10. Campo de arroz trasplantado.

4.4.4 Fertilización

Después del trasplante la dosis de fertilización se fraccionó en 3 partes, de las cuales la primera se realizó a los 20 días, aplicando 40 N + 46 P + 30 K, la segunda aplicación se realizó a los 30 días con 23 N + 60 K y la última aplicación a los 60 días con 10 N y 50 K, siendo un total de 64 N + 46 P y 140 K por hectárea.

4.4.5 Riego

Se aplicó según la necesidad del cultivo.

4.4.6 Control de malezas

Dos días después del trasplante, se llenaron las pozas con agua y se aplicó Machete más Ally; después de tres días de haber hecho la aplicación se procedió a desaguar las pozas. Posteriormente se realizaron deshierbos manuales cada vez que se observaba la presencia de malezas.

Tabla 6. Productos utilizados para el control de malezas

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis
Machete	Glifosato	3.5 L/ha
Ally 60 WG	Metsulfurón metil	10 g/ha

4.4.7 Control fitosanitario

Fue realizado por manejo propio del agricultor excepto para *Burkholderia glumae*.

4.4.8 Cosecha

Se realizó manualmente cuando el cultivo alcanzó su madurez fisiológica.



Figura 11. Campo de arroz listo para la cosecha

4.5 Datos registrados en la semilla: porcentaje de semillas germinadas

En envases de 30 x 15 cm de largo y ancho respectivamente, se llenó suelo batido del mismo campo experimental, luego, en cada uno de ellos se colocaron 100 semillas pre-germinadas, desinfectadas (tratamiento con Bio-splent 70 WP) y sin desinfectar (testigo), siendo un total de 8 envases, 4 repeticiones por cada tratamiento (Figura 12).

Se contaron el número de semillas germinadas por cada repetición y se obtuvo el porcentaje de germinación en base a 100 semillas.

Se sumaron los porcentajes de germinación de cada tratamiento (4 repeticiones), y se dividió entre las cuatro repeticiones obteniéndose así el porcentaje promedio de germinación.



Figura 12. Germinación de semillas de arroz: **a.** Semillas desinfectadas con Biosplend 70 WP; **b.** Semillas sin tratamiento.

4.6 Datos registrados en la planta: síntomas e incidencia de la bacteriosis

4.6.1 Porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano de arroz.

Dentro de 1 m², se tomaron 20 macollos al azar teniendo un total de 100 macollos por parcela experimental (una repetición), en el cual mediante una estimación visual se determinó el porcentaje del área de la vaina del macollo afectado (Figura 13).

En este tipo de tejido dañado, se identificaron en laboratorio a *Burkholderia*, *Sarocladium*, *Fusarium*, *Alternaria* y *Curvularia* por lo que no podemos atribuir este tipo de daño solo a *Burkholderia glumae* sino también al complejo de hongos ya mencionados.



Figura 13. Macollo enfermo con síntomas de manchado de vaina afectado por hongos del manchado de grano.

4.6.2 Porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*

Dentro de 1 m², se tomaron 10 panículas al azar teniendo un total de 50 panículas por parcela experimental (una repetición), en el cual se contaron el número de panículas manchadas para luego expresarlos en porcentaje de panojas manchadas. En este caso se consideró como panícula manchada aquella que por lo menos tenía 1 grano con manchas de color café como síntoma característico de la bacteriosis (Figura 14).



Figura 14. Panoja con granos manchados por *Burkholderia glumae* (círculo rojo).

4.6.3 Porcentaje de panojas vanas por *Burkholderia glumae*

Dentro de 1 m², se tomaron 10 panículas al azar teniendo un total de 50 panículas por parcela experimental (una repetición), en el cual se contaron el número de panículas vanas (panículas que por lómenos tiene un grano vano con manchas de color café o pajizo como síntoma característico de la bacteriosis) para luego expresarlos en porcentaje de panojas vanas. (Figura 15).



Figura 15. Panoja con granos vanos por *Burkholderia glumae* (círculo rojo).

4.6.4 Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

Dentro de 1 m², se tomaron 5 panículas al azar teniendo un total de 25 panículas por parcela experimental (una repetición), en el cual se contaron el número de granos manchados por panoja (granos con manchas de color café), para luego expresarlos en porcentaje de granos manchados por panoja. (Figura 16).

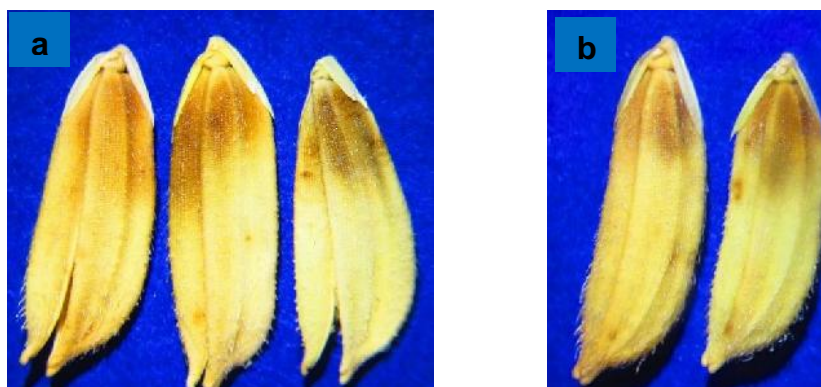


Figura 16. Vista al estereoscopio de granos manchados por *Burkholderia glumae*:
a. Granos vanos; **b.** Granos llenos.

4.6.5 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

En las panículas donde se evaluó el número de granos manchados, también se contó el número de granos vanos (granos vanos de color pajizo y/o con manchas de color café), para luego expresarlos en porcentaje de granos vanos por panoja (Figura 15 y Figura 16).

4.6.6 Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por *Burkholderia* y otras causas desconocidas.

En las panículas donde se evaluó el número de granos manchados y vanos, se contó el número de granos parcialmente llenos (granos deformes), los cuales presentaban síntomas característicos de *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas (Figura 17).



Figura 17. Vista al estereoscopio de granos parcialmente llenos: **a.** Granos con síntomas de *Burkholderia glumae*; **b.** Granos afectados por causas desconocidas

4.6.7 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*

En las panículas donde fueron evaluados el número de granos manchados, vanos por *Burkholderia glumae* y parcialmente llenos, se contó el número de granos vanos que no presentaban síntomas característicos de *B. glumae* (Figura 18), más sí estaban afectados por *Sarocladium oryzae*, hongo causante del vaneamiento de la panícula de arroz, el cual fue identificado en laboratorio, en este tipo de muestras.



Figura 18. Panoja vana afectada por *Sarocladium oryzae*.

4.6.8 Porcentaje de granos llenos por panoja.

En las panículas donde se evaluó el número de granos manchados, vanos y parcialmente llenos, se contó el número de granos llenos y fueron expresados en porcentaje de granos llenos por panoja (Figura 19).

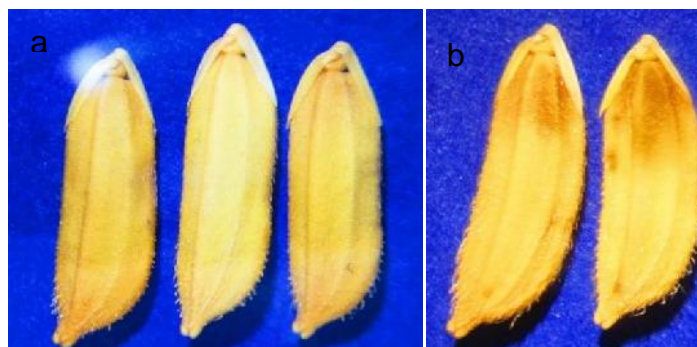


Figura 19. Vista al estereoscopio de: **a.** Granos llenos y sanos; **b.** Granos llenos con síntomas de *Burkholderia glumae*.

4.6.9 Rendimiento en kg/ha de grano cáscara de arroz

La cosecha se realizó cuando la planta alcanzó la madurez fisiológica; es decir, granos con un porcentaje de humedad entre 16 a 18 %.

Se cosecharon 5 muestras al azar por parcela experimental (una repetición), cada muestra fue constituida por 16 “golpes” que equivale a 1 m²; en total se cosecharon 5 m² por parcela experimental, equivalente a 20 m² por tratamiento (4 repeticiones); para ello, se trasplantó a 25 cm entre “golpes” y “golpes”.

Con la suma del peso de los granos por tratamiento, se calculó el rendimiento por m²; luego fue multiplicado por 10 000 m², obteniendo así el rendimiento por hectárea.

4.7 Eficacia de control de los bactericidas

La eficacia de control de los productos bactericidas, se estimó con el parámetro de incidencia, teniendo en cuenta el número de macollos enfermos, panojas manchadas, panojas vanas y número de granos llenos y vanos; para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula (1).

$$EC = \frac{To - Ta}{To} \times 100$$

Dónde:

EC = Eficacia control; Ta = tratamiento aplicado y To = testigo sin aplicación

4.8 Viabilidad económica

Para determinar la viabilidad económica, se tuvo en cuenta el costo total de aplicación de los productos (costo del aplicador + costo de los productos bactericidas), el ingreso total (rendimiento por precio de venta), el beneficio en relación al costo de aplicación (ingreso total menos el costo de aplicación) y el beneficio o ganancia neta en relación al testigo (beneficio en relación al costo de aplicación menos el ingreso total del testigo sin aplicación).

4.9 Identificación de *Burkholderia glumae* y hongos en muestras de plantas de arroz bajo condiciones de laboratorio.

Teniendo referencias que *Burkholderia glumae* afecta granos y vainas de arroz, se procedió a identificar otros organismos que también estarían en los órganos donde comúnmente se le encuentra a la bacteria. Para ello, se colectó una muestra por cada tratamiento compuesta por plantas de arroz y posteriormente se enviaron analizar al laboratorio de Fitosanidad Perú EIRL.

a) Análisis micológico en laboratorio

- Cultivo de tejidos de vaina y granos con síntomas en medio Agar – Papa Dextrosa (PDA), para el aislamiento del hongo causante de la formación de manchas necróticas en la vaina y granos de arroz.
- Identificación del hongo patógeno.

b) Análisis bacteriológico

- Desinfección y cultivo de tejido de vaina y granos con síntomas en medio Agar King B.

- Identificación de las bacterias aisladas por medio de pruebas bioquímicas como: tinción Gram , oxidasa, TSI, LIA, citrato, fluorescencia en Agar King B, prueba pectinolítica y resistencia a Poliomixina B*.



Figura 20. Síntomas **a.** Manchado de la vaina; **b.** Panoja con granos manchado y vanos

4.10 Eficacia de bactericidas sobre el control de *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano de arroz bajo condiciones de laboratorio.

Con la finalidad de demostrar que los productos en campo quizá no expresaron su eficacia de control por las condiciones desfavorables que se presentan en campo, y también para demostrar si estos tienen un efecto fungicida; se realizó bajo condiciones de laboratorio, la prueba de eficacia de bactericidas sobre *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano (*Sarocladium*, *Bipolaris* y *Alternaria*), los cuales fueron identificados en muestras de plantas de arroz en el laboratorio de Fitosanidad Perú EIRL.

4.10.1 Ubicación del campo experimental

Laboratorio de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque - Perú.

4.10.2 Productos utilizados

- Tricox (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma koningii*).
- Bio-splent 70 WP (*Bacillus subtilis*).
- Kopper plus (fosfito de cobre + yodo).
- BC-1000 (extracto de semilla y pulpa de cítricos).
- Starner 20 WP (ácido oxolínico).

4.10.3 Tratamientos

En la tabla 7 se detallan los tratamiento y dosis de los productos.

Tabla 7. Tratamientos y dosis de los productos comerciales para el control de *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de la panícula de arroz.

Código	Productos	Dosis	Hongos	Bacteria
1	Tricox	5 g/L	1. <i>Bipolaris oryzae</i> 2. <i>Sarocladium oryzae</i> 3. <i>Alternaria alternata</i>	<i>Burkholderia glumae</i>
2	Bios-splent 70 WP	5 g/L		
3	Kopper plus	5 ml/L		
4	BC-1000	4 ml/L		
5	Starner 20 WP	1 g/L		
6	Testigo			

4.10.4 Metodología para determinar la eficacia de control de los bactericidas en hongos del manchado de grano de arroz.

a) Aplicación de los productos

- El producto fue colocado en el medio de cultivo Papa – Dextrosa – Agar: PDA (medio contenido en el matraz Erlenmeyer) momento antes de servir las placas.
- Luego sobre este medio fue cultivado el hongo poniéndolo en el centro de la placa de Petri.

- Las placas de Petri fueron incubadas a temperatura ambiente entre 25 a 28 °C durante 7 y 10 días.
- Cada Tratamiento tuvo tres repeticiones (tres placas de Petri por repetición), totalizando 54 placas de Petri por todo el ensayo.

b) Método de evaluación

Se realizaron las siguientes evaluaciones:

- Diámetro de crecimiento del hongo (cm).
- Intensidad de crecimiento de la biomasa fungosa en la placa de Petri. Para este caso se utilizó la siguiente escala convencional (Tabla 08).

Tabla 8. Escala convencional usada para medir la intensidad de crecimiento de la biomasa fungosa (Llontop, 2000).

Grado	Intensidad de crecimiento del hongo en la placa de Petri
0	No crece
1	Leve (apenas distinguible el crecimiento)
2	Ralo
3	Moderado (menos denso de lo normal)
4	Normal

c) Frecuencia de evaluación

- Primera evaluación: 7 días después de la siembra.
- Segunda evaluación: 10 días después de la siembra.

4.10.5 Metodología para determinar la eficacia de control de los bactericidas sobre *Burkholderia glumae*.

Aplicación del producto y cultivo de la bacteria

a) Productos químicos (Starner 20 WP, Kopper plus) y orgánico (BC-1000).

- El producto fue colocado en el medio de cultivo Agar King B (medio contenido en el matraz Erlenmeyer) para después servir en las placas de Petri.
- Luego sobre este medio fue cultivada la bacteria por estriado en la superficie de la placa de Petri.
- Las placas de Petri fueron incubadas a temperatura ambiente entre 25 a 28 °C), durante 2 días (48 horas).
- Cada Tratamiento tuvo tres repeticiones (tres Placas de Petri por repetición), totalizando 12 placas de Petri para los productos químicos, el orgánico y el testigo sin aplicación.

b) Productos biológicos (Tricox y Bio-splent 70 WP)

- Se aisló a *Trichoderma* y *Bacillus subtilis* contenidos en los productos Tricox y Bio-splent 70 WP respectivamente.
- Se sirvió el medio de cultivo Agar King B (medio contenido en el matraz Erlenmeyer) en las placas de Petri.
- Luego sobre este medio fue cultivada la bacteria *Burkholderia glumae* + *Bacillus subtilis*, por estriado en la superficie de la placa de Petri.
- De la misma manera, en otra placa de Petri fue cultivada la bacteria *Burkholderia glumae* por estriado en la superficie de la placa; pero en este caso, la bacteria solo se estrió hasta la mitad de la placa y en el centro de la otra mitad se colocó en forma invertida 1 cm² del medio que contenía el hongo *Trichoderma* que anteriormente fue aislado.
- Las placas de Petri fueron incubadas a temperatura ambiente entre 25 a 28 °C durante 2 días (48 horas), excepto las placas que contenían *Trichoderma* y *Trichoderma* + *B. glumae*, las cuales fueron incubadas durante 8 días con la finalidad de observar si *Trichoderma* lograba invadir las colonias de la bacteria.
- Cada Tratamiento tuvo tres repeticiones (tres Placas Petri por repetición), totalizando 12 placas de Petri para los productos biológicos (incluido el testigo *Trichoderma* y *Bacillus*).

c) Método y frecuencia de evaluación

Se hicieron las mediciones siguientes:

- Para *Trichoderma*, con ayuda de una regla graduada se hicieron mediciones del diámetro (cm) de crecimiento a los 2 y 8 días después de la siembra.
- Para *Burkholderia*, a las 48 horas de edad de cultivo fueron contadas el número de colonias en 3 cm por cada placa de Petri, siendo un total de 9 cm² por tratamiento.

4.11 Análisis estadístico

Los resultados de los tratamientos serán procesados mediante el análisis de varianza (ANAVA), las comparaciones entre cada una de ellas se realizarán con la prueba de significación Duncan al 0,05 %.

a) Coeficiente de Variabilidad

El cociente de σ/μ se denomina coeficiente de variación. Cuando se expresa en porcentaje $100 \sigma/\mu$ se llama a veces porcentaje de error. Un coeficiente de variación de 3 % implica que σ es el 3 % de la media μ . (Box y Hunter 2008) (9).

MARTÍNEZ (1995), con el fin de determinar la precisión o la información suministrada por los diseños bajo estudio mediante el valor del coeficiente de variación, adopta la siguiente escala convencional que considera aceptable para cultivos transitorios (Tabla 9) (9).

Tabla 9. Escala convencional para determinar la precisión del coeficiente de variación.

Coeficientes de variación	Precisión
5 -10	Muy buena
10 -15	Buena
15 – 20	Regular
20 – 25	Mala
> 25	Muy mala

Toma y Rubio (2008), indican que es una medida de dispersión relativa que se define como el cociente entre la desviación estándar y la media aritmética de un conjunto de observaciones. Si se desea expresar en porcentaje el coeficiente mencionado se multiplica por 100 (Tabla 10) (8).

Tabla 10. Escala convencional para determinar el grado de variabilidad de la información suministrada por los diseños experimentales.

Coeficiente de Variabilidad	Grado de Variabilidad
$0 \leq cv < 10$	Datos muy homogéneos
$10 \leq cv < 15$	Datos regularmente homogéneos
$15 \leq cv < 20$	Datos regularmente variables
$20 \leq cv < 25$	Datos variables
$cv \geq 25$	Datos muy variables

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Porcentaje de semillas germinadas

En los resultados de la prueba de germinación, se encontró que el 100 % de las semillas de arroz en ambos tratamientos (semilla con aplicación y sin aplicación), germinaron (Tabla 11). Lo que indica, que con el uso de semilla certificada no es necesario hacer la desinfección, siendo esto un ahorro en el costo de producción para los agricultores.

El tratamiento químico de la semilla no representa una técnica útil para el control de la enfermedad en el cultivo, representa una opción para disminuir la presión de inóculo, evitando de esta manera una mayor contaminación de los lotes de producción (2). El uso de semilla certificada que haya sido tratada y esté libre de potenciales patógenos como *Burkholderia glumae* puede ser una herramienta para disminuir el daño y evitar su diseminación (13).

Otros estudios indican que, el tratamiento térmico a 65 °C durante 6 días, puede erradicar a *Burkholderia glumae* sin tener efectos considerables en la germinación. (21).

Tabla 11. Porcentaje de germinación de semillas de arroz

Tratamientos	Germinación de semillas (%)
1. Bio-splent (1 kg/ha), desinfección de semilla	100
2. Testigo sin aplicación	100

5.2 Porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia* y hongos del manchado de grano de arroz

En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los tratamientos: Kopper Plus (1 L/200 Litros) y Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), presentaron los menores porcentajes del área del macollo enfermo, ambos

con el 20 %, mientras que el tratamiento Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones en los estados fenológicos de “punto de algodón” y emergencia de panícula, y el testigo sin aplicación, se encontraron en los últimos lugares con 24.3 y 23.3 %, respectivamente (Tabla 12, Figura 21).

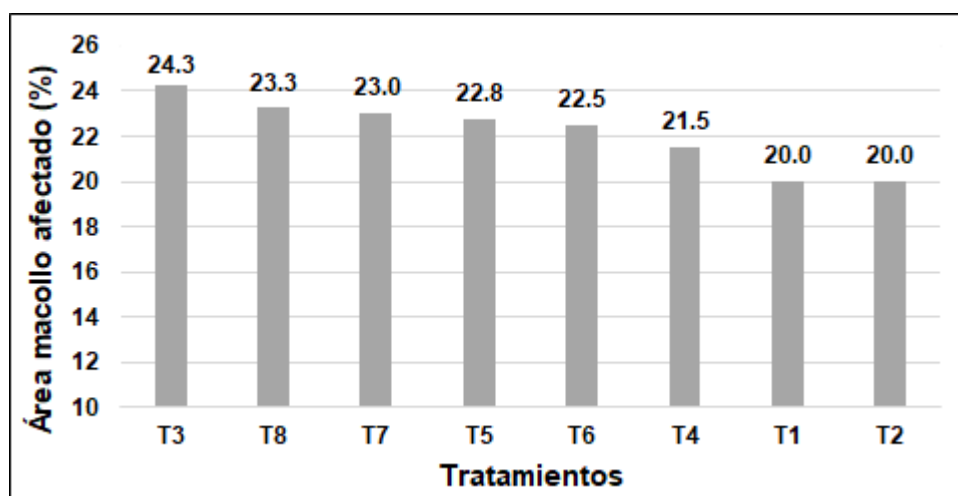
En los análisis realizados para identificar la presencia de *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de granos de arroz, se encontró una frecuencia de aislamiento en vainas del 50 % para *B. Glumae*, 25 % para *Curvularia lunata*, 75 % para *Sarocladium oryzae* y un 100 % para *alternaria alternata*, *Fusarium solani* y *Fusarium spp.* Lo que indica, que el manchado de vaina en macollos de arroz no solamente es atribuido a *B. Glumae* sino también, al complejo fungoso ya mencionado.

Tabla 12. Porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano del arroz.

O.M	Tratamientos	Severidad (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones.	24.3	a
2	Testigo sin aplicación	23.3	a
3	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) – Kopper Plus (1 L/200 Litros)	23.0	a
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones.	22.8	a
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones.	22.5	a
6	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones.	21.5	a
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	20.0	a
8	Bio-splent 70 WP (1 Kg/200 Litros) – Tricox (1 kg/ha)	20.0	a
Promedio		22.2	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 21. Porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano de arroz.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.3 Porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*.

En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los mejores tratamientos fueron: Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración; Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula; y Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), por presentar los menores porcentajes de panojas manchadas del grupo, con 83, 83 y 85 %, respectivamente.

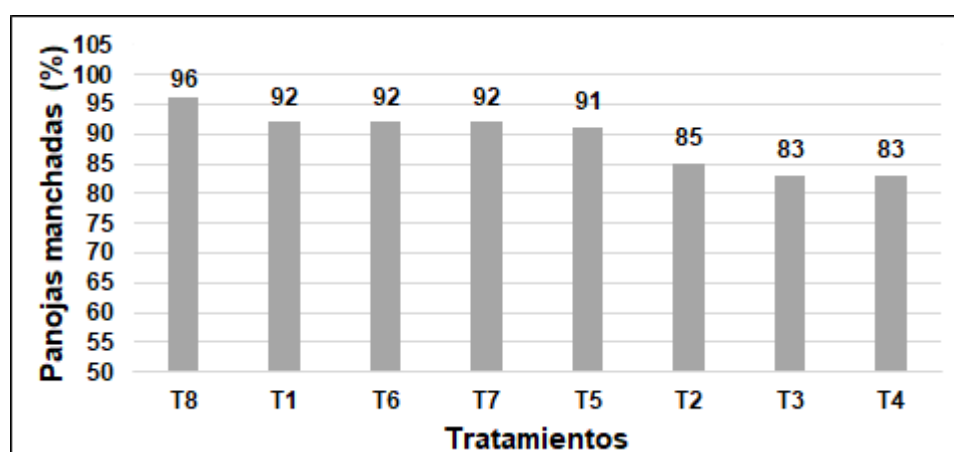
Este resultado confirma la acción bactericida del Starner 20 WP (ácido oxolínico), el cual concuerda con otras investigaciones realizadas para este producto. El ácido oxolínico inhibe el crecimiento bacterial en las plúmulas y las espiguillas, controla la pudrición bacteriana en plántulas y del grano de arroz con alta eficacia (10). El testigo sin aplicación presentó el mayor valor con 96 % de panojas manchadas. (Tabla 13, Figura 22).

Tabla 15. Porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*.

OM	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	96	a
2	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	92	ab
3	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones.	92	ab
4	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) – Kopper Plus (1 L/200 Litros)	92	ab
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones.	91	b
6	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) – Tricox (1 kg/ha)	85	c
7	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones.	83	c
8	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones.	83	c
Promedio		89	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 22. Porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.4 Porcentaje de panojas vanas por *Burkholderia glumae*

En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los mejores tratamientos fueron: Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración; Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula; y Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), por presentar los menores porcentajes de panojas vanas del grupo con 82, 82 y 84 %, respectivamente.

Este resultado confirma la acción bactericida del Starner 20 WP (Ac. oxolínico), resultados que concuerdan con diversas investigaciones y con el análisis de la eficacia de los productos sobre *Burkholderia glumae*, realizado en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, donde se encontró que el Starner 20 WP (1 g/L) resultó ser muy efectivo, inhibiendo por completo el crecimiento de la bacteria.

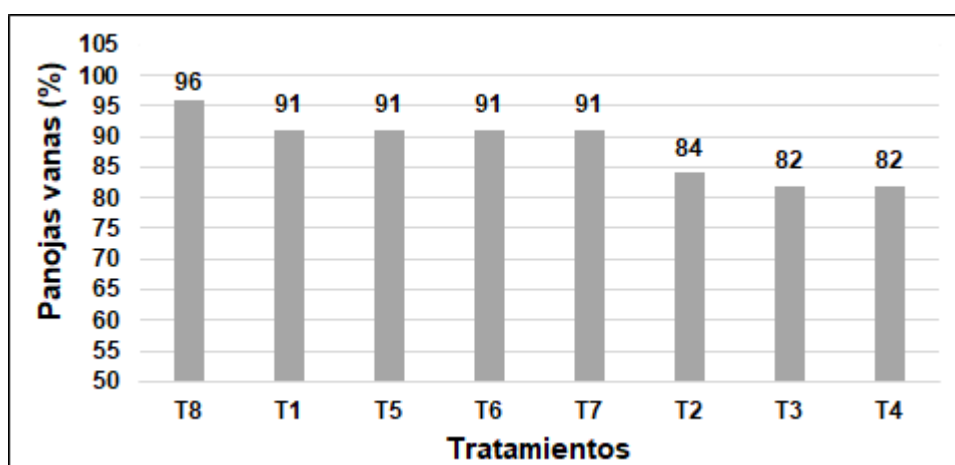
El testigo sin aplicación presentó el mayor valor con 96 % de panojas vanas, debido a que no tuvo ningún producto bactericida protector (Tabla 14, Figura 23).

Tabla 14. Porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	96	a
2	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	91	b
3	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	91	b
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), dos aplicaciones	91	b
5	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	91	b
6	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) – Tricox (1 kg/ha)	84	c
7	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	82	c
8	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	82	c
Promedio		88.5	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 23. Porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.5 Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

En la prueba discriminadora de promedios Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los tratamientos Starner 20 WP (250 g/ha), con dos y tres aplicaciones, mostraron el mejor control para *Burkholderia glumae* con 3.6 y 3.5 % respectivamente.

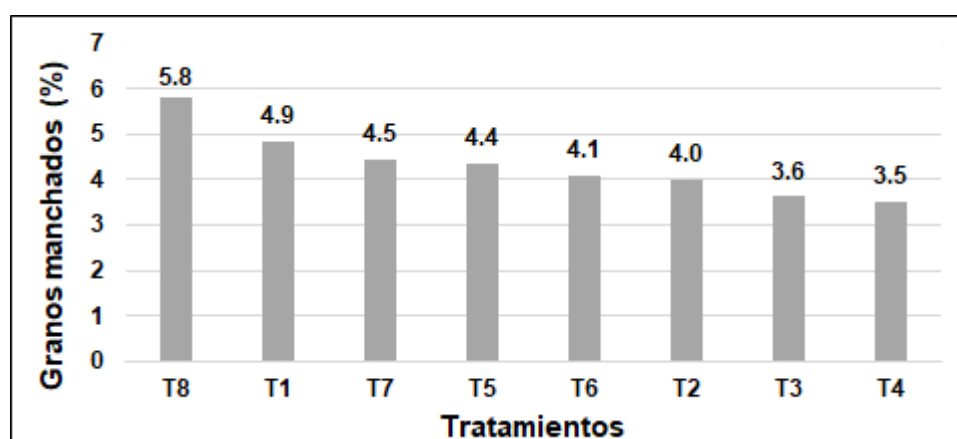
Este resultado confirma la acción bactericida del Starner 20 WP (Ac. oxolínico), el cual concuerdan con la investigación realizada por Fedearroz-Universidad Distrital, en donde se evaluó el comportamiento in vitro de 12 ingredientes activos (dosis comerciales) de amplio uso en la zona de Saldaña para el control de la *B. glumae*, en donde los resultados encontrados presentaron al ácido oxolínico inhibiendo significativamente el crecimiento de la bacteria (19). El testigo sin aplicación presentó el 5.8 % de granos manchados, debido a que no tuvo ningún producto bactericida protector (Tabla 15, Figura 24),

Tabla 15. Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	5.8	a
2	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	4.9	b
3	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	4.5	c
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	4.4	cd
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	4.1	de
6	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	4.0	e
7	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	3.6	f
8	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	3.5	f
Promedio		4.3	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 24. Porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.6 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los mejores tratamientos fueron: Starner 20 WP (250 g/ha), con dos y tres aplicaciones, por presentar los menores porcentajes de granos vanos por panoja del grupo, con 2.4 y 2.4 %, respectivamente, lo que indica la acción bactericida del Starner 20 WP (Ac. Oxolínico). El testigo sin aplicación presentó el 4.6 % de granos vanos afectados por *Burkholderia glumae* (Tabla 16, Figura 25).

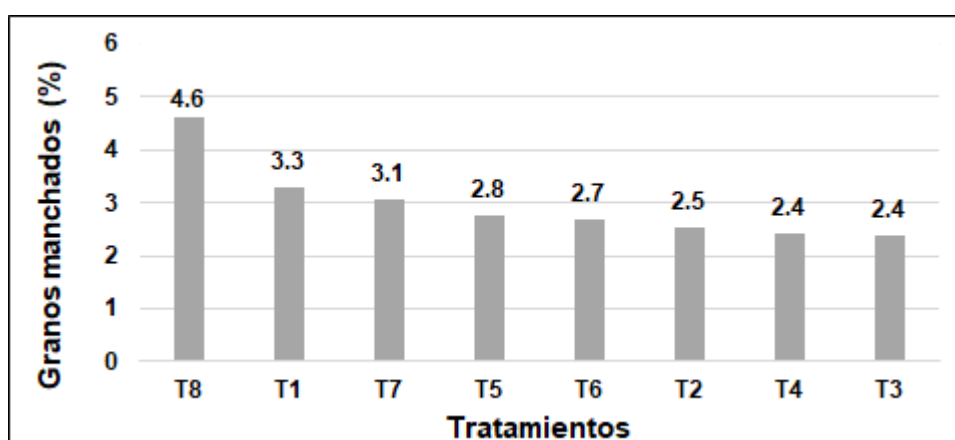
Teniendo en cuenta que *B. glumae* necesita temperaturas entre 30 a 37 °C y humedad relativa por encima de 95 % para sintetizar la toxoflavina, toxina responsable del daño (10); dichas condiciones ambientales registradas durante la conducción del experimento, especialmente en el estado de floración, no fueron favorables para su máxima expresión de la bacteria. Por ello, es que su baja incidencia posiblemente se deba a estos factores ya mencionados (Figura 5 y 6)

Tabla 16. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	8. Testigo sin aplicación	4.6	a
2	1. Kopper Plus (1 L/200 Litros)	3.3	b
3	7. Bio-Splent (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	3.1	bc
4	5. BC-1000 (0.8 L/20 Litros), 3 Aplicaciones	2.8	cd
5	6. BC-1000 (0.8 L/200 Litros), 5 Aplicaciones	2.7	cd
6	2. Bio-splent (1kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	2.5	cd
7	4. Starner 20 WP (250 g/ha), 3 Aplicaciones	2.4	d
8	3. Starner 20 WP (250 g/ha), 2 Aplicaciones	2.4	d
Promedio		3.0	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 25. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.7 Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los tratamientos con Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha) y BC-1000 (0.8 L/200 Litros), con cinco aplicaciones en intervalos de 10 días desde “punto de algodón”, mostraron los menores porcentajes de granos parcialmente llenos con 13.8 y 13.9 %, respectivamente.

En distintas investigaciones revisadas, no se menciona la presencia de granos parcialmente llenos; sin embargo, en este tipo de granos, fueron observados síntomas característicos de *Burkholderia glumae* (granos con manchas de color café) y otras causas desconocidas como: un desbalance nutricional, cambio brusco de temperatura, granizo, sequia, sales, hongos, etc. que posiblemente estarían provocando este tipo de daño.

Los síntomas comunes en arroz son pudrición de color café en la vaina de la panícula, pudrición, decoloración, clorosis y vaneamiento del grano a causa de la esterilidad de las espiguillas que muestran rallas de color café en la lema y la palea (10).

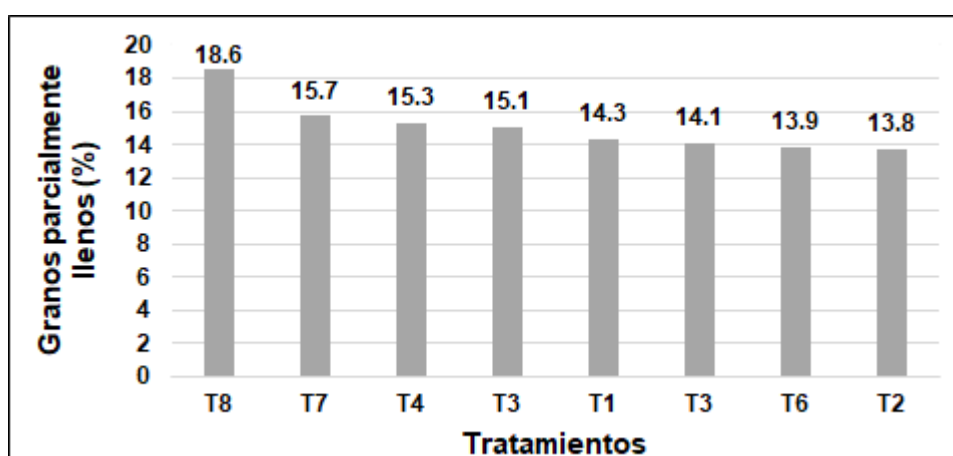
El testigo sin aplicación presentó el mayor porcentaje de granos parcialmente llenos con 18.58 %, debido a que no tuvo ningún producto bactericida protector (Tabla 17, Figura 26).

Tabla 17. Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

O.M.	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig
1	Testigo sin aplicación	18.9	a
2	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	15.7	b
3	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	15.3	b
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	15.1	b
5	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	14.3	b
6	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	14.1	b
7	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	13.9	b
8	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	13.8	b
Promedio		15.1	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 26. Porcentaje de granos parcialmente llenos por panoja afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.8 Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*

En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que los mejores tratamientos fueron: Starner 20 WP (250 g/ha), con tres y dos aplicaciones, por presentar los menores porcentajes de granos vanos del grupo, con 13.8 y 15.9 %, respectivamente. El testigo sin aplicación presentó el 23.7 % de granos vanos, debido a que no tuvo ningún producto bactericida protector (Tabla 18, Figura 27).

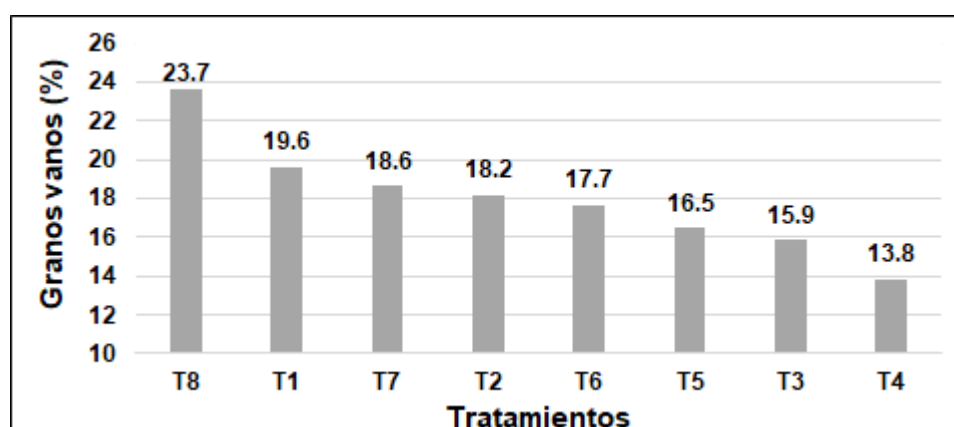
En la eficacia de los bactericidas para el control de hongos del manchado de grano de arroz, bajo condiciones de laboratorio, Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L), mostraron el mejor control sobre este complejo fungoso. Sin embargo, en campo no expresaron el mismo resultado debido posiblemente a los factores ambientales adversos que disminuyeron su efectividad.

Tabla 18. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	8. Testigo sin aplicación	23.7	a
2	1. Kopper Plus (1 L/200 Litros)	19.6	b
3	7. Bio-Splent (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	18.6	bc
4	2. Bio-splent (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	18.2	bcd
5	6. BC-1000 (0.8 L/200 Litros), 5 Aplicaciones	17.7	bcd
6	5. BC-1000 (0.8 L/200 Litros), 3 Aplicaciones	16.5	cd
7	3. Starner 20 WP (250 g/ha), 2 Aplicaciones)	15.9	de
8	4. Starner 20 WP (250 g/ha), 3 Aplicaciones)	13.8	e
Promedio		18.0	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 27. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.9 Porcentaje de granos llenos por panoja.

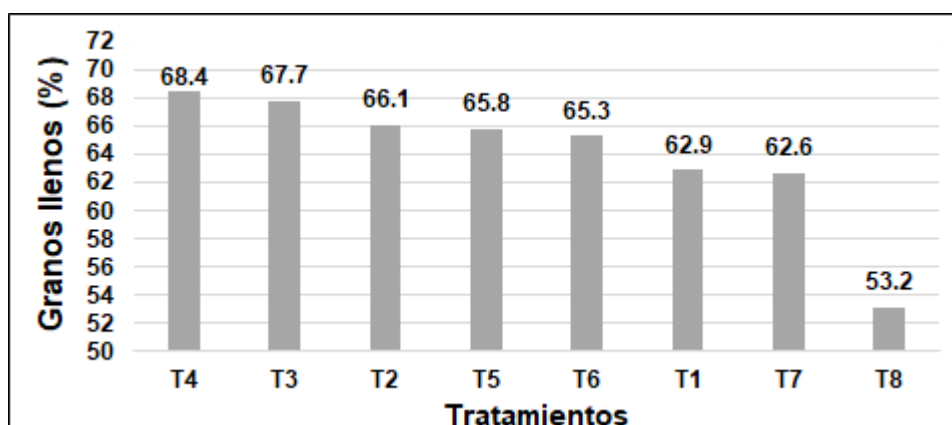
En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el tratamiento Starner 20 WP (250 g/ha), con tres y dos aplicaciones, mostraron el mayor porcentaje de granos llenos por panoja, con 68.4 y 67.7 %, respectivamente. El testigo sin aplicación presento el 53.2 % de granos llenos por panoja (Tabla 19, Figura 28).

Tabla 19. Porcentaje de granos llenos por panoja.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	68.4	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	67.7	a
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	66.1	ab
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	65.8	ab
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), dos aplicaciones	65.3	ab
6	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	62.9	b
7	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	62.6	b
8	Testigo sin aplicación	53.2	c
	Promedio	64.0	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 28. Porcentaje de granos llenos por panoja



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.10 Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz

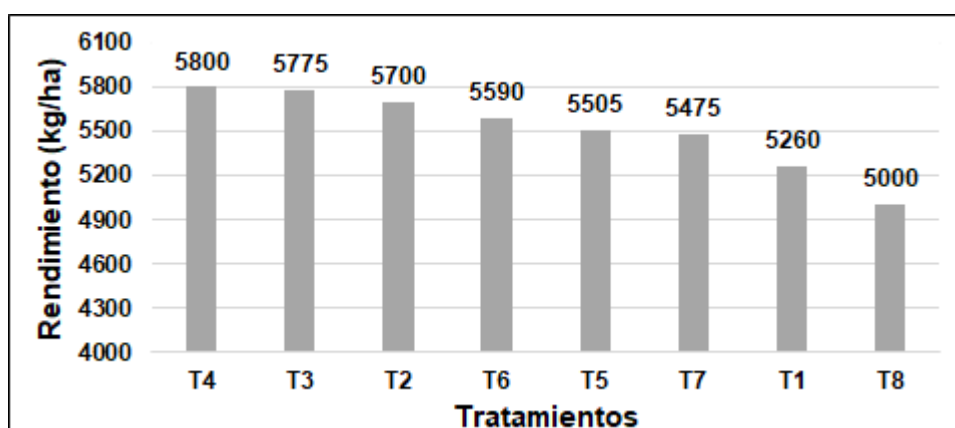
El promedio experimental fue de 5513.13 kg/ha de grano cáscara de arroz. En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que el tratamiento Starner 20 WP (250 g/ha), con tres aplicaciones obtuvo el mayor rendimiento con 5800 kg/ha, superando en 16 % al testigo, lo que indica la acción bactericida del Starner 20 WP (Ac. oxolínico). El testigo sin aplicación se quedó en último lugar con 5000 kg/ha. (Tabla 20, Figura 29).

Tabla 20. Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz.

O.M	Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	5800	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	5775	a
3	Bio-splent 70 WP (1 Kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	5700	a
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	5590	ab
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	5505	ab
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	5475	ab
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	5260	bc
8	Testigo sin aplicación	5000	c
Promedio		5513	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 29. Rendimiento (kg/ha) de grano cáscara de arroz



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.11 Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.

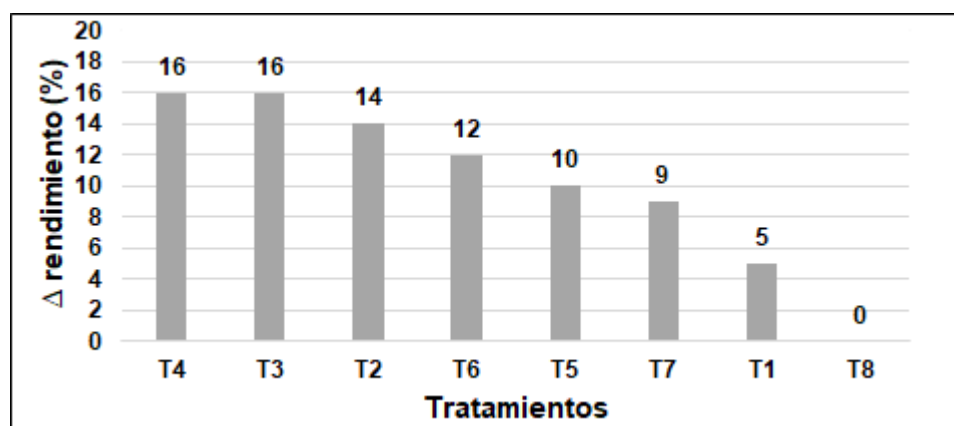
En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), Starner 20 WP (250 g/ha), con tres y dos aplicaciones mostraron los mejores resultados, ambos con 16 %, le siguen Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), con 14 %. (Tabla 21, Figura 30).

Tabla 21. Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.

O.M	Tratamientos	Incidencia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	16	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	16	a
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	14	a
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	12	ab
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	10	ab
6	Bio-Splent (1 Kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	9	ab
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	5	bc
8	Testigo sin aplicación	0	c
Promedio		11	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 30. Porcentaje del incremento del rendimiento respecto al testigo sin aplicación.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.12 Eficacia de los bactericidas en relación porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

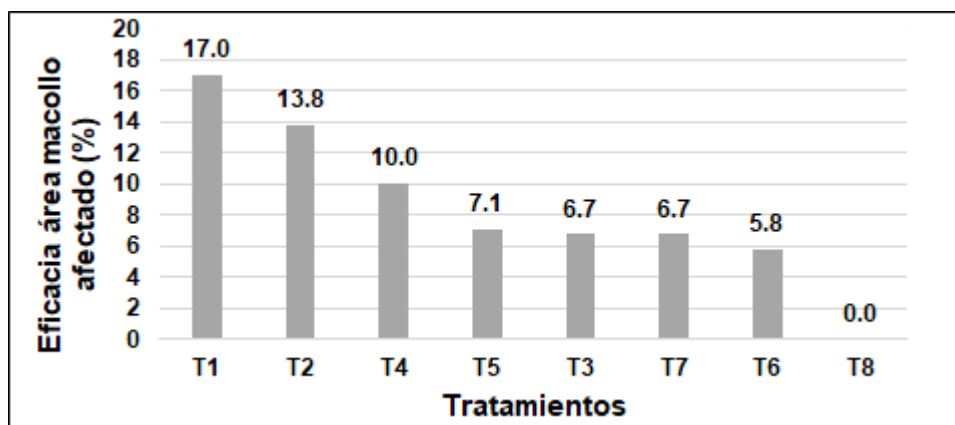
Al efectuar la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el tratamiento Kopper Plus (1 L/200 Litros), mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje del área del macollo afectado, con 17 %, le sigue Bio-splent (1 kg/200 litros) - Tricox (1 kg/ha), con 13.8 %, sin existir diferencias significativas entre ambos (Tabla 22, Figura 31).

Tabla 22. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje del área de macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Kopper Plus (1 l/200 Litros)	17.0	a
2	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	13.8	ab
3	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	10.0	ab
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	7.1	ab
5	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	6.7	ab
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	6.7	ab
7	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), 5 aplicaciones	5.8	ab
8	Testigo sin aplicación	0	b
	Promedio	8.4	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 32. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje del área de macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.13 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*.

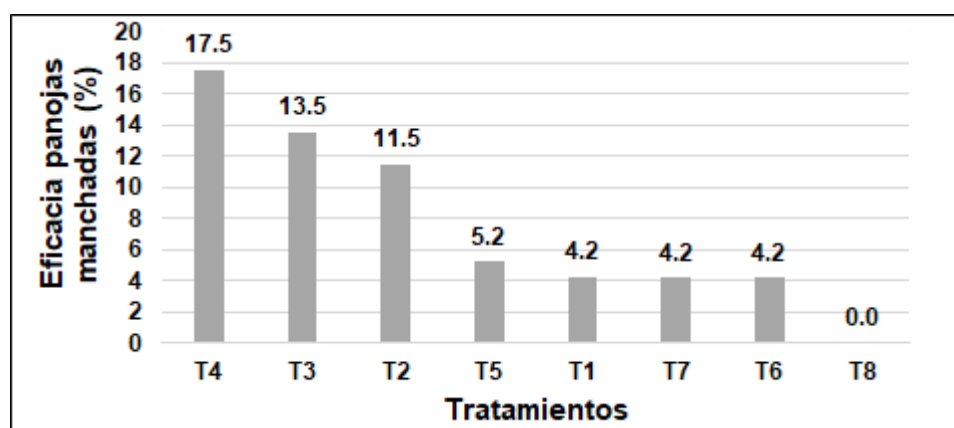
En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el tratamiento Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración, mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje de panojas manchadas, con 17.5 %, superando estadísticamente al resto de tratamientos (Tabla 23, Figura 32).

Tabla 23. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	17.5	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	13.5	b
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	11.5	b
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	5.2	b
5	1. Kopper Plus 1L/200 Litros	4.2	b
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	4.2	c
7	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	4.2	c
8	Testigo sin aplicación	0	c
Promedio		7	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 32. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas manchadas por *Burkholderia glumae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.14 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por *Burkholderia glumae*

Al efectuar la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración; Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula y Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), mostraron la mejor eficacia de control para el porcentaje de panojas manchadas, con 14.6, 14.6 y 12.5 %, respectivamente, sin existir diferencias significativas entre ellos. (Tabla 24, Figura 33).

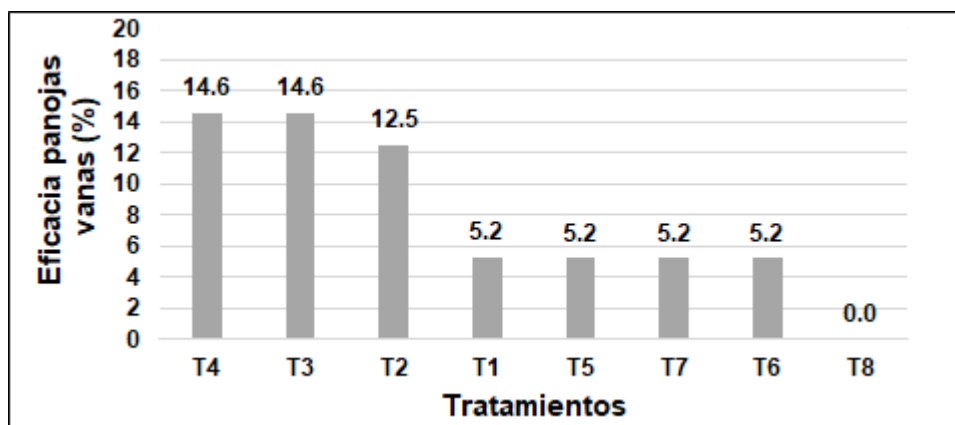
Aunque estos resultados no son muy atractivos, diferentes estudios realizados consideran al ácido oxolínico como la mejor herramienta para disminuir el daño que causa *Burkholderia glumae* (2, 19).

Tabla 24. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por *Burkholderia glumae*.

O.M.	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	14.6	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	14.6	a
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	12.5	a
4	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	5.2	b
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	5.2	b
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	5.2	b
7	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	5.2	b
8	Testigo sin aplicación	0	c
Promedio		7.8	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 33. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de panojas vanas por *Burkholderia glumae*



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.15 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*

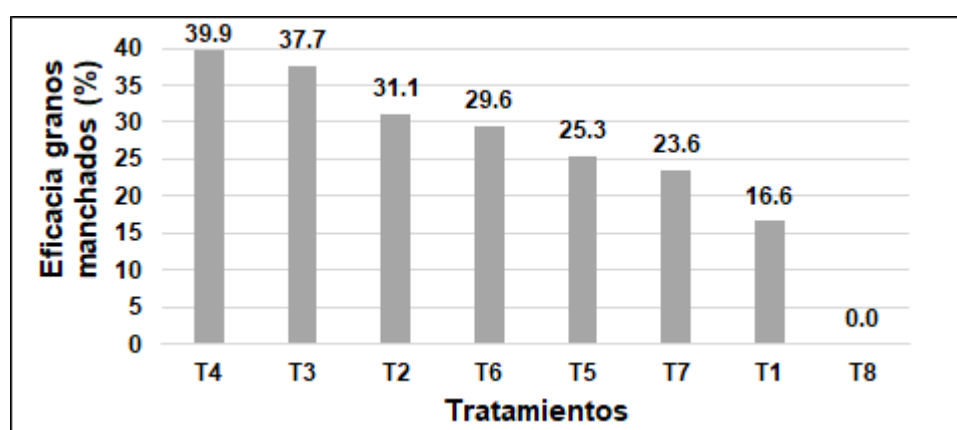
En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el Starner 20 WP (250 g/ha), con tres y dos aplicaciones, mostraron la mejor eficacia de control para el porcentaje de granos manchados, con 39.9 y 37.7 %, respectivamente, sin existir diferencias significativas entre ambos (Tabla 25, Figura 34).

Tabla 25. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	39.9	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	37.7	a
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	31.1	b
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	29.6	bc
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	25.3	cd
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	23.6	d
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	16.6	e
8	Testigo sin aplicación	0	f
Promedio		25.5	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 34. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.16 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*

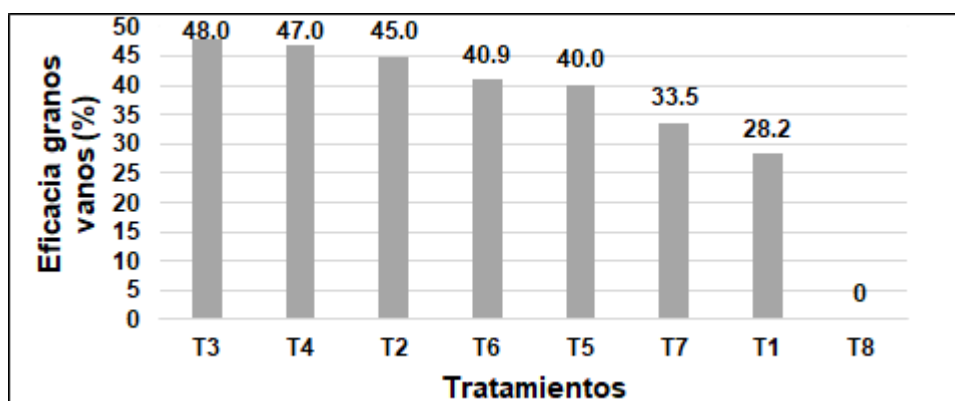
Al efectuar la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró que el tratamiento con Starner 20 WP (250 g/ha), con dos y tres aplicaciones, mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje de granos vanos, con 48 y 47 %, respectivamente, sin existir diferencias significativas entre ambos (Tabla 26, Figura 35).

Tabla 26. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	48.0	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	47.0	a
3	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	45.0	a
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	41.0	ab
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	40.9	ab
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	33.5	bc
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	28.2	c
8	Testigo sin aplicación	0	d
	Promedio	35.3	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 35. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.17 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

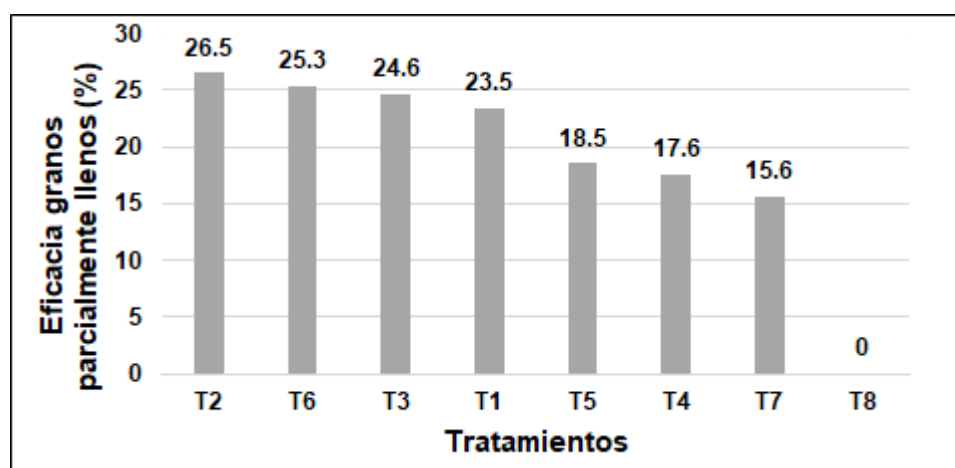
Al efectuar la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), se encontró, que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que recibieron la aplicación de bactericidas; sin embargo, el tratamiento con Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha), mostró la mayor eficacia de control de granos parcialmente llenos, con 26.5 % (Tabla 27, Figura 36).

Tabla 27. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	26.5	a
2	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones	25.3	a
3	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	24.6	a
4	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	23.5	a
5	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	18.5	a
6	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	17.6	a
7	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros)	15.6	a
8	Testigo sin aplicación	0	b
	Promedio	19.0	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Figura 36. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.18 Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

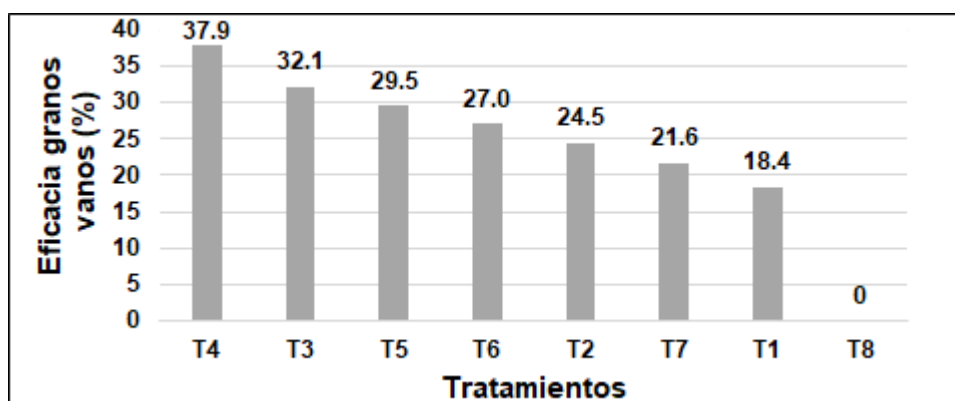
En la prueba discriminatoria de promedios de Duncan ($p = 0.05$), el tratamiento Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración, mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje de granos vanos afectados por hongos del manchado de la panícula de arroz, con 37.9 % (Tabla 28, Figura 37).

Tabla 28. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

O.M	Tratamientos	Eficacia (%)	Sig.
1	Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones	37.9	a
2	Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones	32.1	ab
3	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones	29.5	ab
4	BC-1000 (0.8 L/200 Litros), dos aplicaciones	27.0	bc
5	Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha)	24.5	bcd
6	Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) + Kopper Plus (1 L/200 Litros)	21.6	cd
7	Kopper Plus (1 L/200 Litros)	18.4	d
8	Testigo sin aplicación	0	e
	Promedio	23.9	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 37. Eficacia de los bactericidas en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.



T1. Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T2.** Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Tricox (1 kg/ha); **T3.** Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones; **T4.** Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones; **T5.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones; **T6.** BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones; **T7.** Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros) - Kopper Plus (1 L/200 Litros); **T8.** Testigo sin aplicación.

5.19 Correlaciones y regresiones de Pearson para las variables evaluadas.

En el Tabla 29, se muestra la matriz de correlaciones y regresiones de Pearson para cada par de variables, observándose una asociación negativa y altamente significativa del rendimiento de arroz, con el porcentaje de panojas manchadas, porcentaje de panojas vanas, porcentaje de granos manchados, porcentaje de granos vanos por *Burkholderia glumae* y porcentaje de granos vanos por panoja afectado por *Sarocladium oryzae*.

Tabla 29. Correlaciones y regresiones de Pearson para las variables evaluadas.

Características relacionadas	Coeficiente correlación		Coeficiente determinación	Coeficiente regresión	Ecuación línea regresión
	(r)	P valor	(r ² x 100)	(b)	
Rendimiento vs porcentaje de panojas manchadas por <i>Burkholderia glumae</i>	-0.399	0.024*	15.92	-49.5	Y = 9931 - 49.50X
Rendimiento vs porcentaje de panojas vanas por <i>Burkholderia glumae</i>	-0.476	0.006**	22.66	-47.38	Y = 9706 - 47.38X
Rendimiento vs porcentaje de granos manchados por <i>Burkholderia glumae</i>	-0.79	0.000**	62.41	-363.4	Y = 7089 - 363.4X
Rendimiento vs porcentaje de granos vanos por <i>Burkholderia glumae</i>	-0.827	0.000**	68.39	-357.1	Y = 6573 - 357.1X
Rendimiento vs porcentaje de granos vanos por <i>Sarocladium oryzae</i>	-0.583	0.000**	33.99	-357.1	Y = 6573 - 357.1X

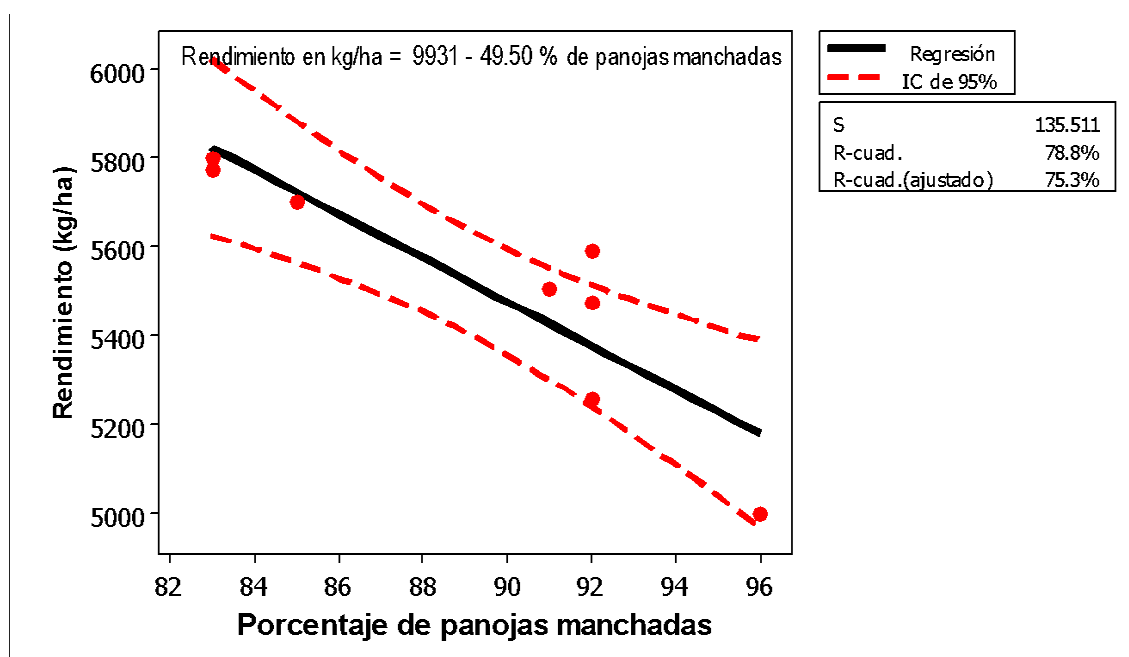
5.20 Regresiones del rendimiento de grano de arroz vs las variables influyentes

5.20.1 Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas manchadas afectadas por *Burkholderia glumae*.

La regresión entre estas dos características, mostró resultados significativos para la asociación, con un coeficiente de correlación $r = -0.399^*$, indicando que estos atributos están asociados en forma indirecta y débil.

El coeficiente de determinación $R^2 = 15.92\%$, indica que del 100 % en las variaciones en el rendimiento, el 15.92 % es atribuible al número de panojas manchadas. El coeficiente de regresión $b = -49.50^*$, negativo y significativo, indica que, por cada panoja manchada de cada 100 panojas totales, el rendimiento en grano disminuye en 49.50 kg/ha (Tabla 29, Figura 38).

Figura 38. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas manchadas afectada por *Burkholderia glumae*

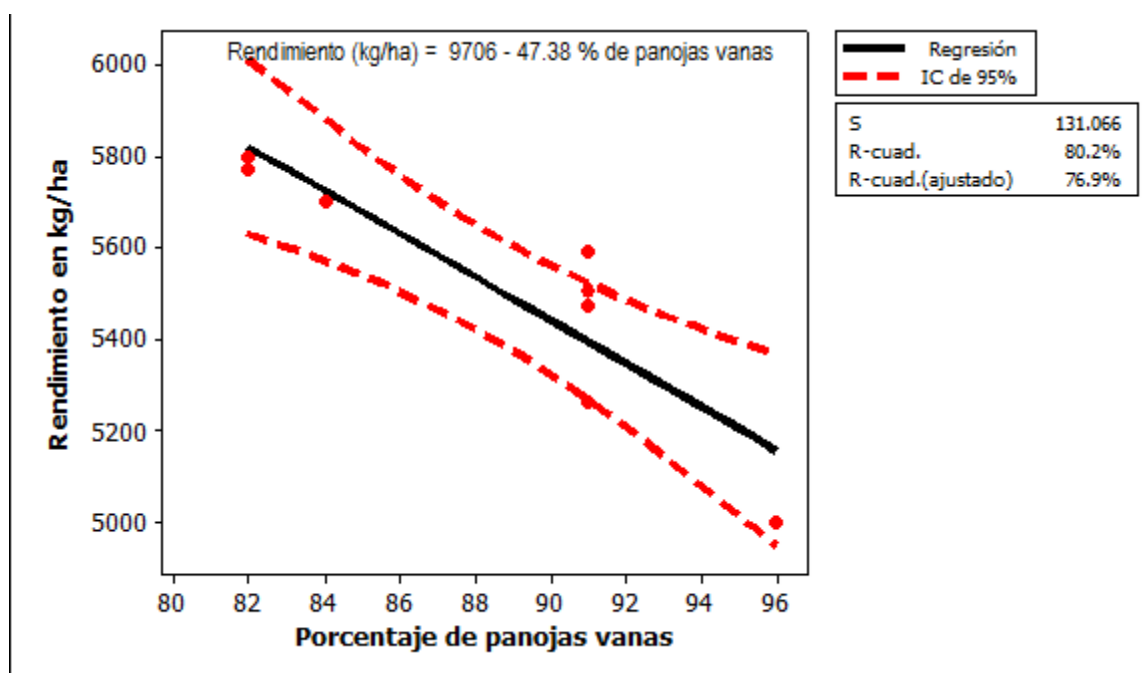


5.20.2 Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*.

La regresión entre estas dos características, arrojó resultados altamente significativos para la asociación, con un coeficiente de correlación $r = -0.476^{**}$, indicando que estos atributos están asociados en forma indirecta y débil.

El coeficiente de determinación de $R^2 = 22.66 \%$, indica que del 100 % de las variaciones en el rendimiento, el 22.66 % es atribuible al número de panojas vanas. El coeficiente de regresión $b = -47.38^{**}$, negativo y altamente significativo, indicando que, por cada panoja vana de cada 100 panojas totales, el rendimiento disminuirá en 47.38 kg/ha. (Tabla 29, Figura 39).

Figura 39. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*

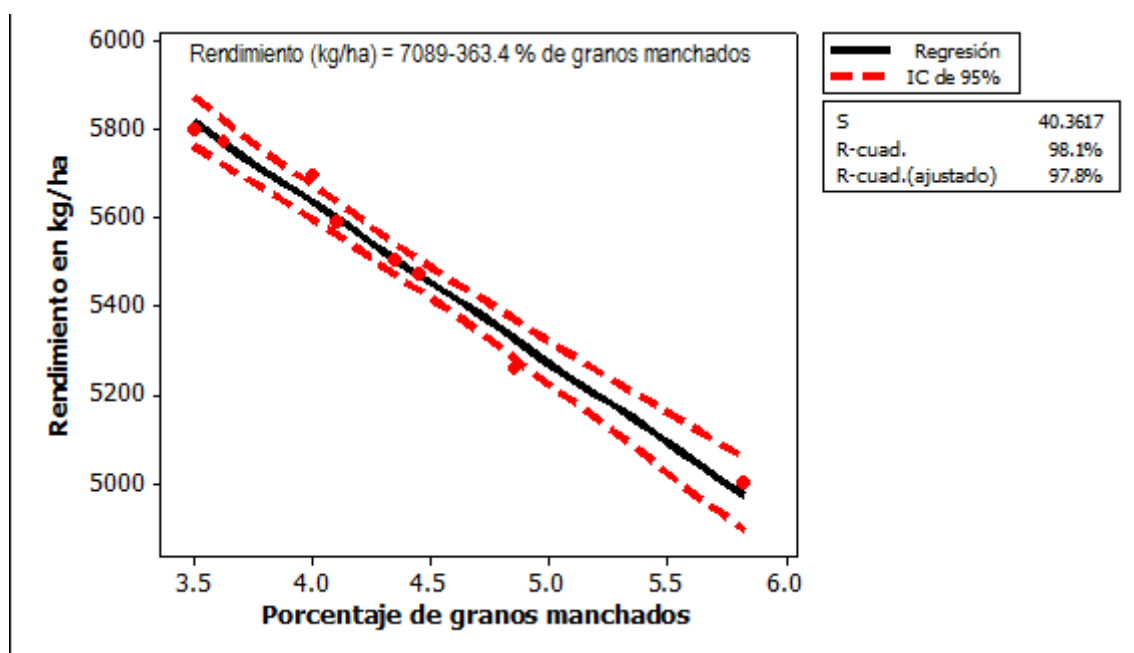


5.20.3 Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

La regresión entre estas dos características, arrojó resultados altamente significativos para la asociación, con un coeficiente de correlación $r = -0.79^{**}$, indicando que estos atributos están asociados de forma indirecta y fuerte.

El coeficiente de determinación $R^2 = 62.41\%$, indica que del 100 % en las variaciones en el rendimiento, el 17.43 % es atribuible al número de granos manchados por panoja. El coeficiente de regresión $b = -363.4^{**}$, negativo y altamente significativo, indicando que, por cada grano manchado de cada 100 granos totales, el rendimiento en grano disminuirá en 363.4 kg/ha (Tabla 29, Figura 40).

Figura 40. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos manchados por panoja.

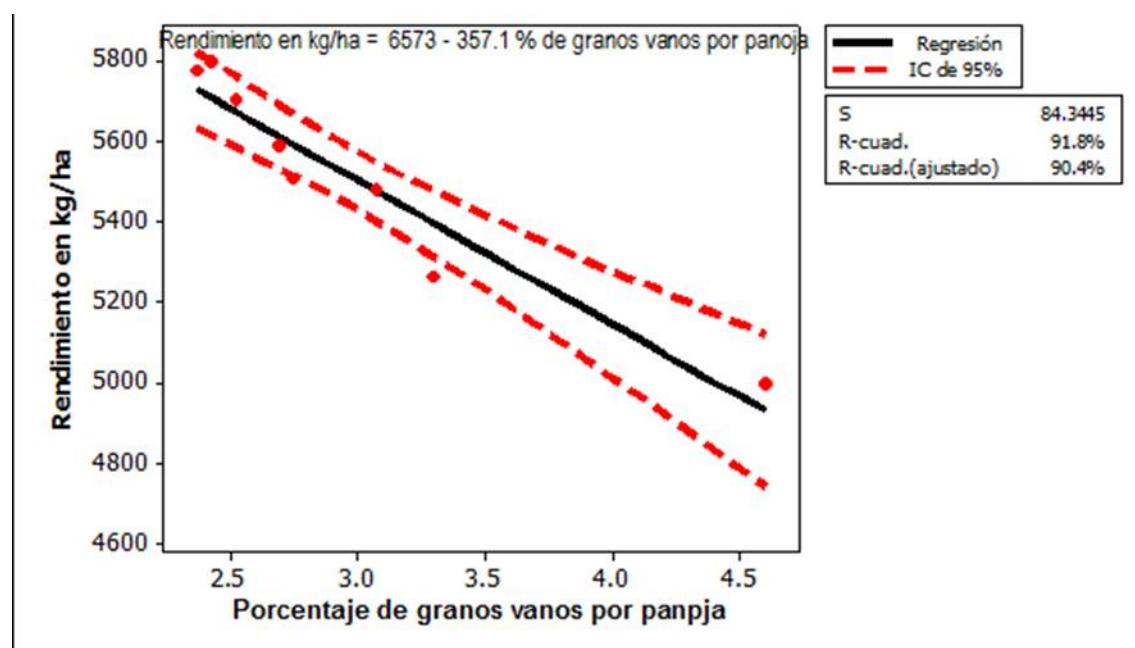


5.20.4 Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

La regresión entre estas dos características, mostró una asociación negativa y altamente significativa, con un coeficiente de correlación $r = -0.827^{**}$, indicando que estos atributos están asociados de forma indirecta y muy fuerte.

El coeficiente de determinación de $R^2 = 68.39\%$, indica que, del 100 % de las variaciones en el rendimiento, el 68.39 % es atribuible al número de granos vanos por panoja. El coeficiente de regresión $b = -357.1^{**}$, negativo y muy significativo, indicando que, por cada grano vano de cada 100 granos totales, el rendimiento en grano disminuirá en 357.1 kg/ha (Tabla 29, Figura 41).

Figura 41. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

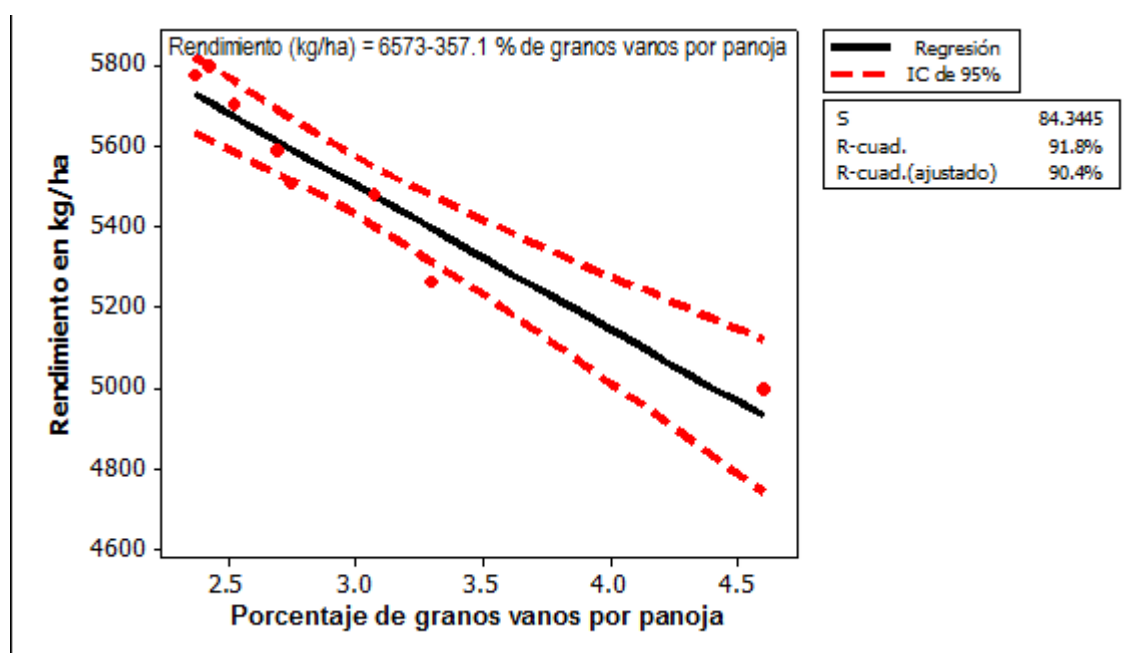


5.20.5 Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos afectados por *Sarocladium oryzae*.

La regresión entre estas dos características, mostró una asociación negativa y altamente significativa, con un coeficiente de correlación $r = -0.583^{**}$, indicando que estos atributos están asociados de forma indirecta y fuerte.

El coeficiente de determinación de $R^2 = 33.99 \%$, indica que del 100 % en las variaciones en el rendimiento, el 33.99 % es atribuible al porcentaje de granos vanos por panoja. El coeficiente de regresión $b = -357.1^{**}$, negativo y altamente significativo, indicando que, por cada grano vano de cada 100 granos totales, el rendimiento disminuirá en 357.1 kg/ha. (Tabla 29, Figura 42).

Figura 42. Regresión para el rendimiento (kg/ha) vs porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.



5.21 Identificación de *Burkholderia glumae* y hongos en muestras de plantas de arroz bajo condiciones de laboratorio.

De muestras de granos y vainas de arroz fue identificada *Burkholderia glumae* con una frecuencia de 75 y 50 % respectivamente. También fueron hallados el complejo de hongos causante del manchado de granos (Tabla 30).

Tabla 30. Frecuencia (%) de hongos y bacterias aislados de las diferentes muestras de semilla y macollos de arroz analizado en el laboratorio

Órgano Analizado	Código	Hongos aislados						Bacteria
		<i>Fusarium solani</i> y <i>F. spp</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Sarocladium oryzae</i>	<i>Curvularia lunata</i>	<i>Bipolaris oryzae</i>	<i>Cercospora oryzae</i>	<i>Burkholderia glumae</i>
Granos	T1	✓	✓	✓				✓
	T3	✓	✓					✓
	T4	✓	✓		✓		✓	
	T8	✓		✓		✓		✓
Frecuencia (%)		100	75	50	25	25	25	75
Vaina	T1	✓	✓					✓
	T3	✓	✓	✓	✓			✓
	T4	✓	✓	✓				
	T8	✓	✓	✓				
Frecuencia (%)		100	100	75	25	0	0	50

5.22 Eficacia de control de los bactericidas para *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de la panícula de arroz bajo condiciones de laboratorio.

5.22.1 Diámetro de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).

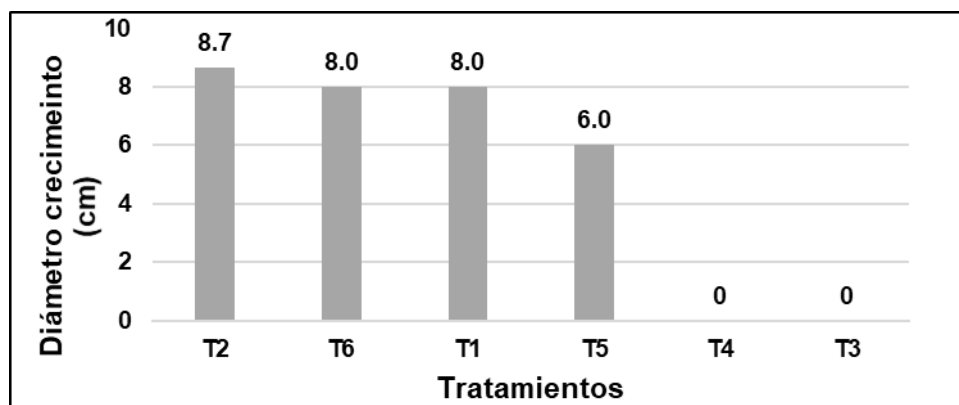
En la prueba discriminadora de promedios de Duncan ($p = 0.05$), los tratamientos con BC-1000 (4 ml/L) y Kopper plus (5 ml/L), inhibieron por completo el crecimiento de *Bipolaris oryzae*. El testigo presentó 8 cm de diámetro de crecimiento debido a que no recibió la aplicación de ningún producto bactericida (Tabla 31, Figura 43, 44).

Tabla 31. Diámetro de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Diámetro crecimiento (cm)	Sig.
1	Biosplent 70 WP (5 g/L)	8.7	a
2	Testigo sin aplicación	8.0	a
3	Tricox (5 g/L)	8.0	a
4	Starner 20 WP (1 g/L)	6.0	b
5	BC-1000 (4 ml/L)	0.0	c
6	Kopper plus (5 ml/L)	0.0	c
Promedio		5.1	

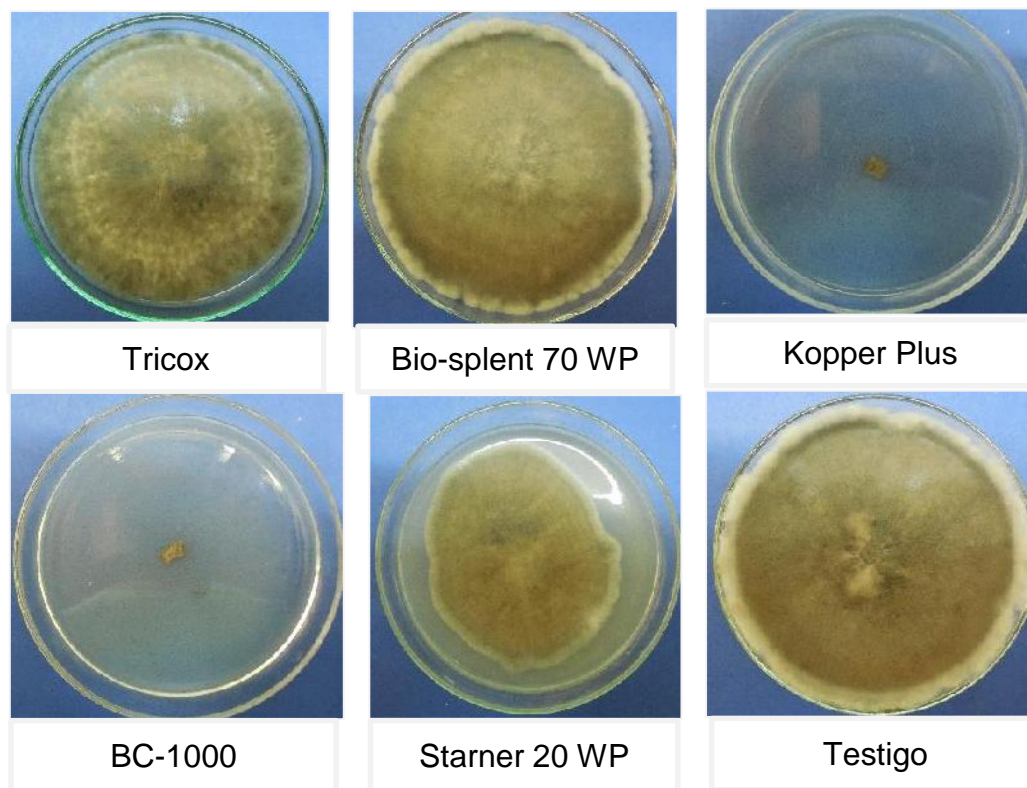
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 43. Diámetro de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

Figura 44. Evidencias fotográficas de la expresión de *Bipolaris oryzae* frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra)



5.22.2 Diámetro de crecimiento de *Alternaria alternata* (10 días después de la siembra).

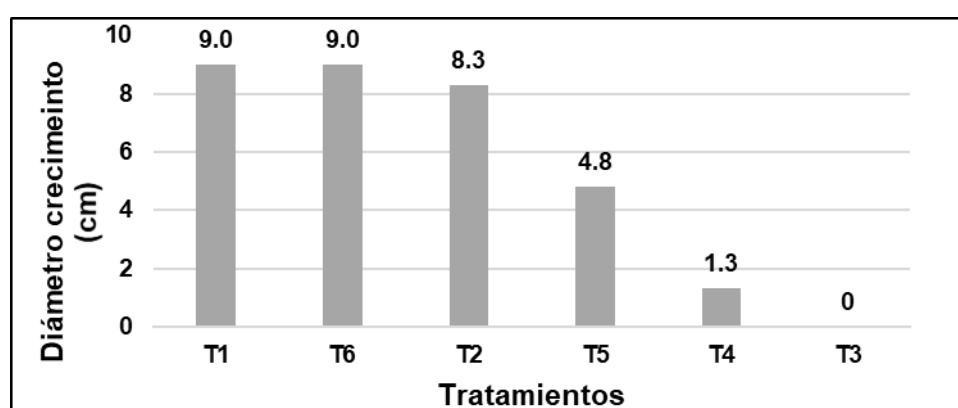
En la prueba discriminativa de promedios Duncan ($p = 0.05$), los tratamientos Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L), mostraron el mejor control para *Alternaria alternata*, con 0 y 1.33 cm de diámetro de crecimiento, respectivamente. El testigo y Tricox (5 g/Litro), presentaron 9 cm de diámetro de crecimiento (Tabla 32, Figura 45, 46)

Tabla 32. Diámetro crecimiento de *Alternaria alternata* (10 diez días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Diámetro crecimiento (cm)	Sig.
1	Tricox (5 g/L)	9.0	a
2	Testigo sin aplicación	9.0	a
3	Bio-splent 70 WP (5 g/L)	8.3	b
4	Starner 20 WP (1 g/L)	4.8	c
5	BC-1000 (4 ml/L)	1.3	d
6	Kopper plus (5 ml/L)	0	e
Promedio		5	

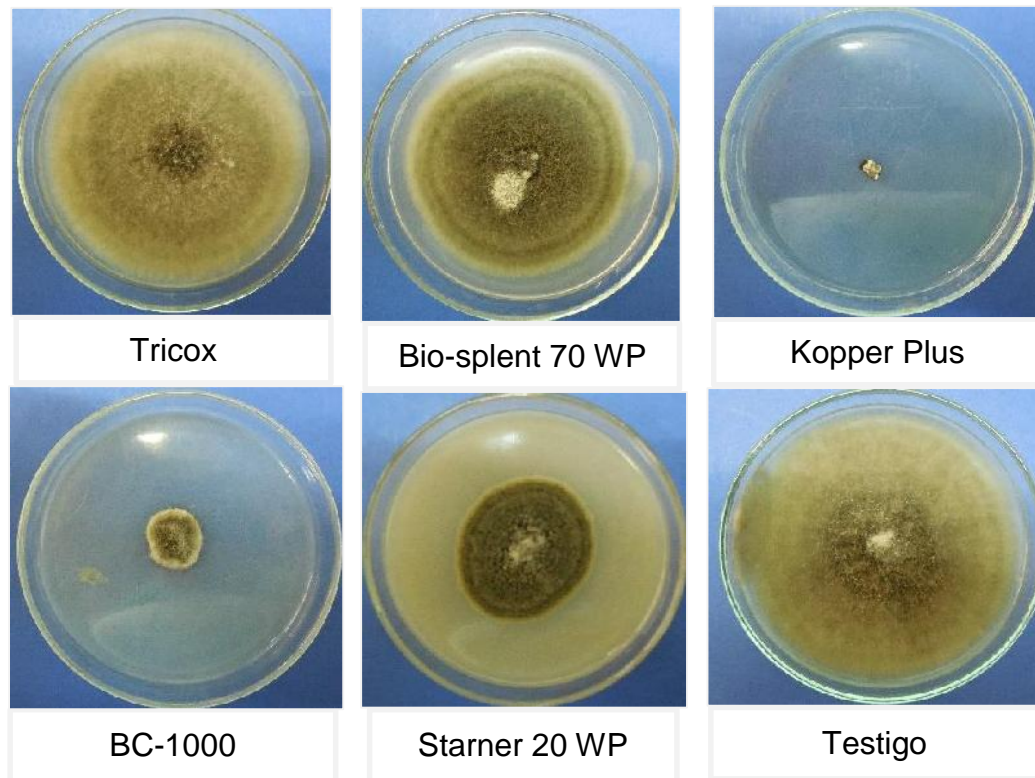
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 45. Diámetro crecimiento de *Alternaria alternata* a los diez días después de la siembra.



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

Figura 46. Evidencias fotográficas de la expresión de *Alternaria alternata* frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra)



5.22.3 Diámetro de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).

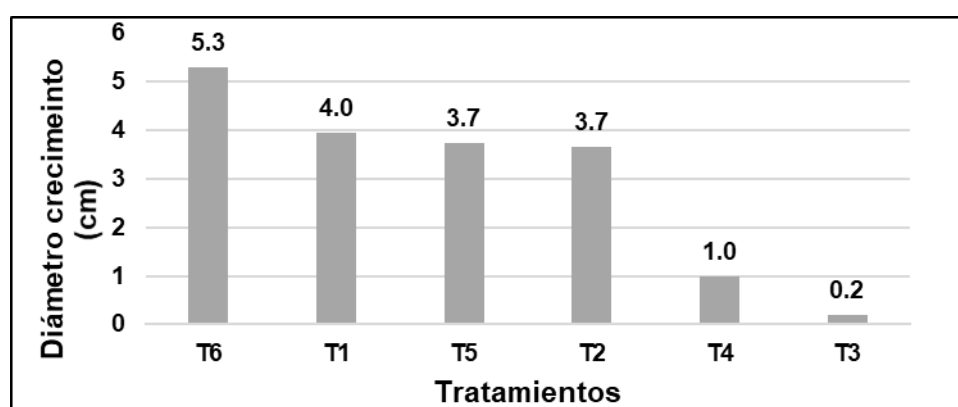
En la prueba discriminativa de promedios Duncan ($p = 0.05$), los tratamientos Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L), mostraron el mejor control para *Sarocladium oryzae*, con 0.2 y 1 cm de diámetro de crecimiento, respectivamente. El Testigo presentó el diámetro de crecimiento más alto, con 5.3 cm (Tabla 33, Figura 47, 48)

Tabla 33. Diámetro de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Diámetro crecimiento (cm)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	5.3	a
2	Tricox (5 g/L)	4	a
3	Starner 20 WP (1 g/L)	3.7	a
4	Biosplent 70 WP (5 g/L)	3.7	a
5	BC-1000 (4 ml/L)	1	b
6	Kopper plus (5 ml/L)	0.2	b
Promedio		3	

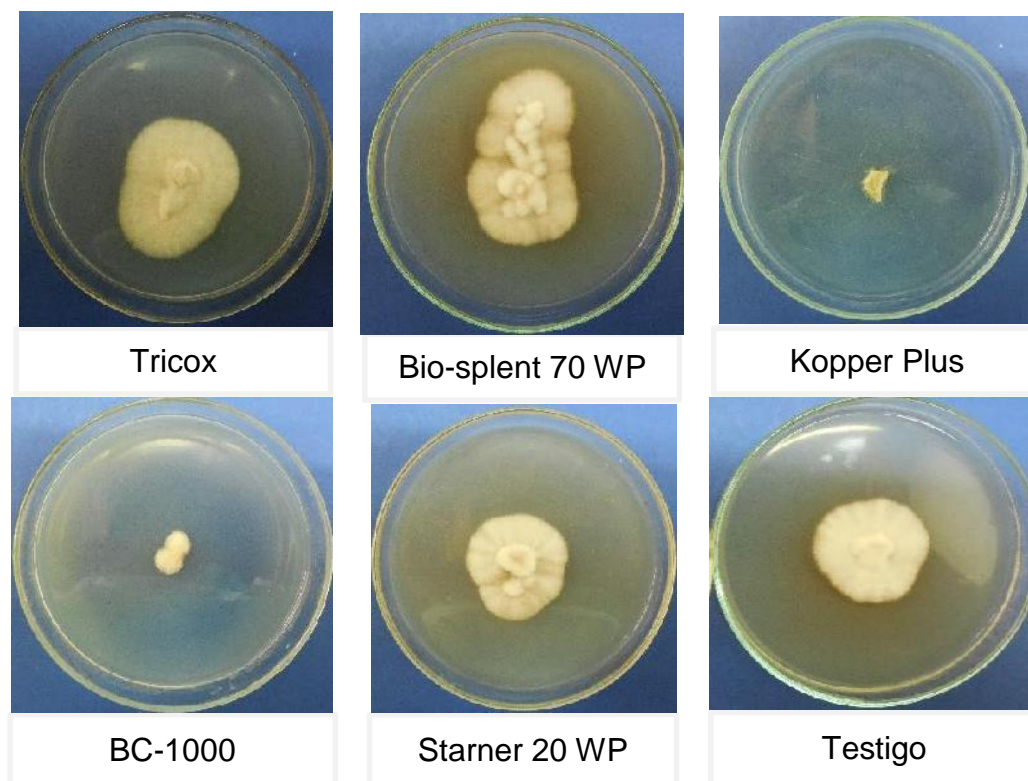
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 47. Diámetro de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

Figura 48. Evidencias fotográficas de la expresión de *Sarocladium oryzae* frente a los diferentes tratamientos con productos bactericidas (10 días después de la siembra)



5.22.4 Intensidad de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).

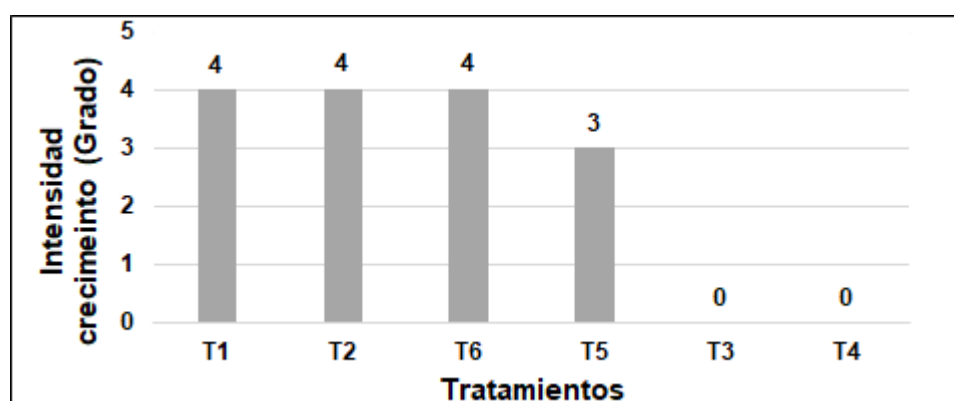
En la prueba discriminadora de promedios Duncan ($p = 0.05$), todos los tratamientos y el testigo no mostraron efecto de control, excepto Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L), que inhibieron por completo el desarrollo de *Bipolaris oryzae*. (Tabla 36, Figura 47).

Tabla 34. Intensidad de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).

O.M.	Producto	Intensidad de crecimiento (Grados)	Sig
1	Testigo sin aplicación	4	a
2	Tricox (5 g/L)	4	a
3	Biosplent 70 WP (5 g/L)	4	a
4	Starner 20 WP (1 g/L)	3	b
5	BC-1000 (4 ml/L)	0	c
6	Kopper plus (5 ml/L)	0	c
Promedio		2.5	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 49. Intensidad de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

5.22.5 Intensidad de crecimiento de *Alternaria alternata* (10 días después de la siembra).

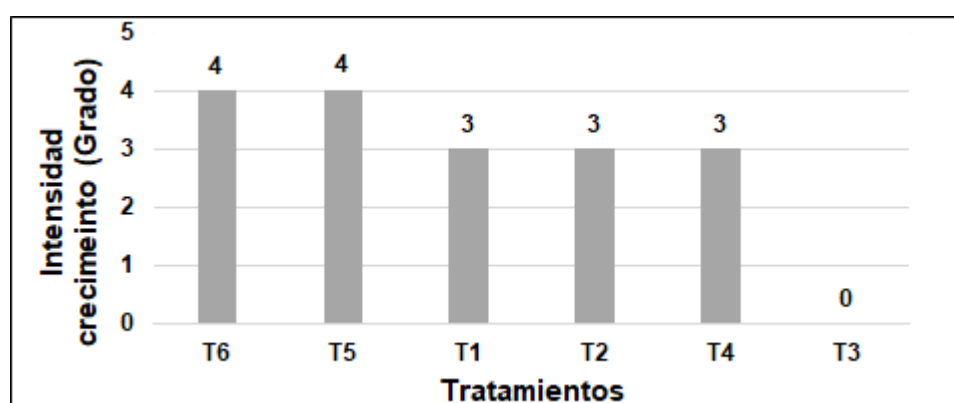
En la prueba discriminadora de promedios Duncan ($p = 0.05$), el tratamiento Kopper plus (5 ml/L), mostró el mejor efecto de control, inhibiendo por completo el desarrollo de *Alternaria alternata* (Tabla 36, Figura 48).

Tabla 35. Intensidad de crecimiento de *Alternaría alternata* (10 días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Intensidad de crecimiento (Grados)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	4	a
2	Tricox (5 g/L)	4	a
3	Biosplent 70 WP (5 g/L)	3	b
4	Starner 20 WP (1 g/L)	3	b
5	BC-1000 (4 ml/L)	3	b
6	Kopper plus (5 ml/L)	0	c
Promedio		2.8	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 50. Intensidad de crecimiento de *Alternaría alternata* (10 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

5.22.6 Intensidad de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).

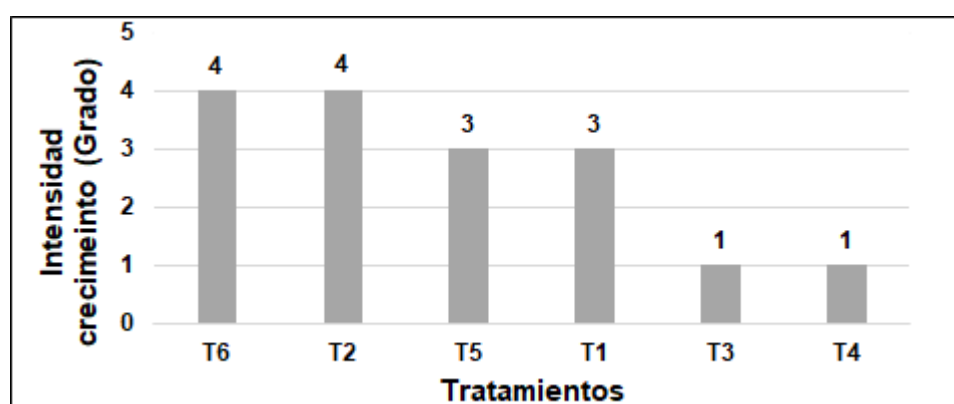
En la prueba discriminatoria de promedios Duncan ($p = 0.05$), los tratamientos Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L), mostraron un control parcial de *Sarocladium oryzae*, con grado 1 que indica un crecimiento leve (Tabla 38, Figura 49).

Tabla 36. Intensidad de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Intensidad de crecimiento (Grados)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	4	a
2	Tricox (5 g/L)	4	a
3	Biosplent 70 WP (5 g/L)	3	b
4	Starner 20 WP (1 g/L)	3	b
5	BC-1000 (4 ml/L)	1	c
6	Kopper plus (5 ml/L)	1	c
Promedio		2.8	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 51. Intensidad de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

5.22.7 Número de colonias de *Burkholderia glumae* (2 días después de la siembra).

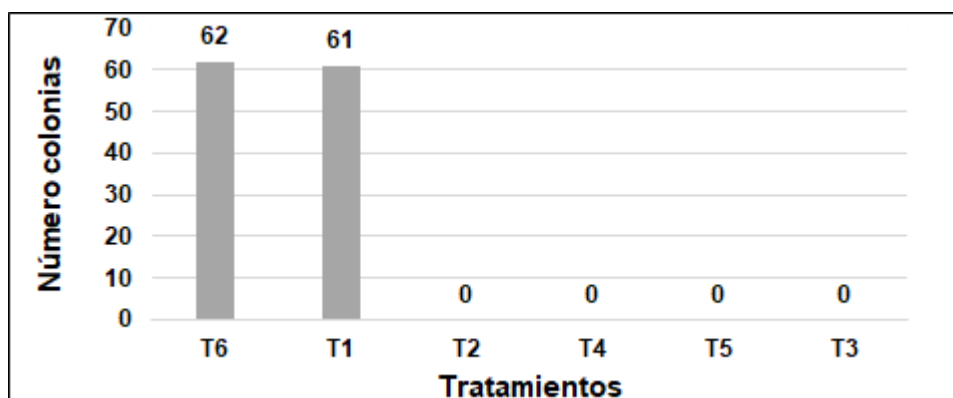
En la prueba discriminatoria de promedios Duncan ($p = 0.05$), todos los tratamientos mostraron un buen efecto de control, al inhibir por completo el desarrollo de *Burkholderia glumae* (Figura 52), excepto Tricox (4 g/L), que al igual que el testigo no tuvo ningún efecto de control sobre *B. glumae* (Tabla 39, Figura 53).

Tabla 37. Número de colonias de *Burkholderia glumae* (2 días después de la siembra).

O.M.	Tratamientos	Medias (número colonias)	Sig.
1	Testigo sin aplicación	62	a
2	Tricox (5 g/L)	61	a
3	Biosplent 70 WP (5 g/L)	0	b
4	BC-1000 (4 ml/L)	0	b
5	Starner 20 WP (1 g/L)	0	b
6	Kopper plus (5 ml/L)	0	b
Promedio		20.5	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Figura 52. Número de colonias de *Burkholderia glumae* (2 días después de la siembra).



T1. Tricox (5 g/L); **T2.** Bio-splent 70 WP (5 g/L); **T3.** Kopper plus (5 ml/L); **T4.** BC-1000 (4 ml/L); **T5.** Starner 20 WP (1 g/L); **T6.** Testigo sin aplicación.

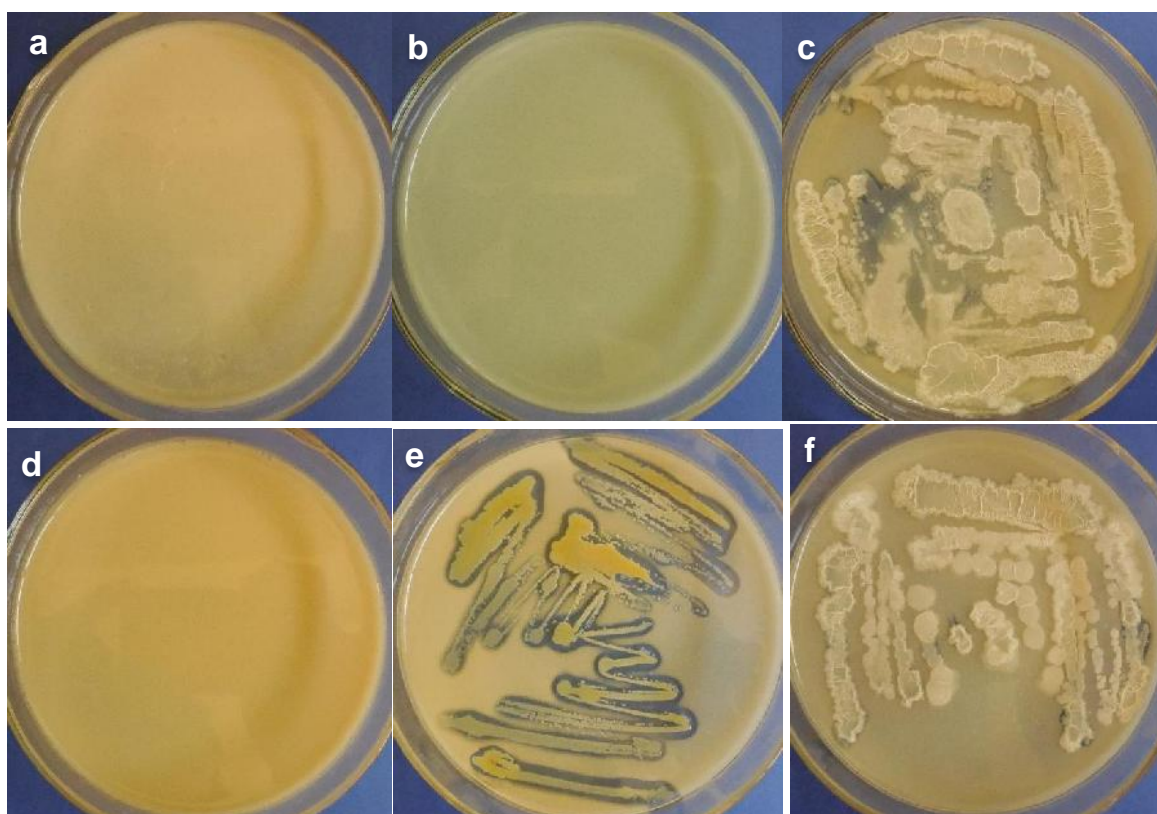


Figura 53. Evidencias fotográficas de la inhibición del crecimiento de *Burkholderia glumae* (2 días después de la siembra): **a.** Starner 20 WP (ácido oxolínico); **b.** Kopper plus (fosfito de cobre + yodo); **c.** Bio-splent 70 WP (*Bacillus Subtilis*), expresión de *Bacillus subtilis*; **d.** BC 1000 (extracto de semilla y pulpa de cítricos); **e.** expresión de *B. glumae* (testigo sin aplicación); **f.** Expresión de *B. subtilis* (testigo sin aplicación).

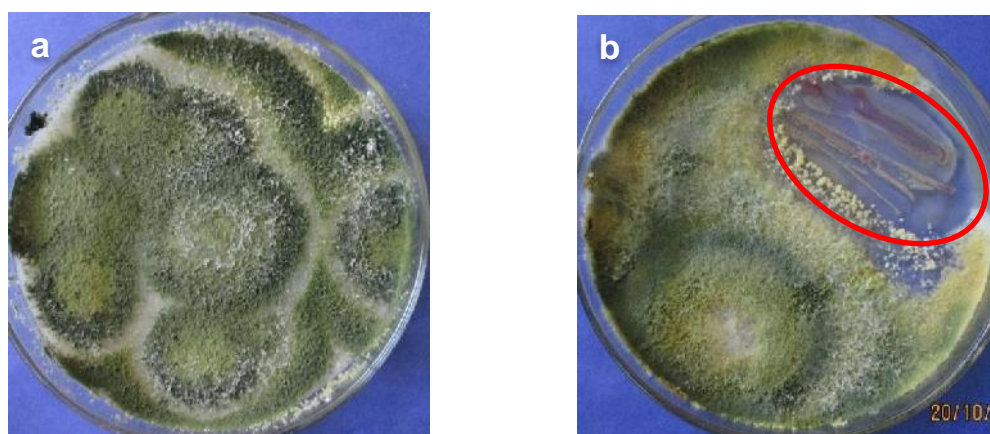


Figura 54. Evidencias fotográficas a los 8 días después de la siembra: **a.** Expresión del *Trichoderma* colonizando toda el área de la placa; **b.** *Trichoderma* invadiendo toda el área de la placa excepto la que estaba colonizada por la bacteria (círculo rojo).

5.23 Rentabilidad

Para este fin, se tuvieron en cuenta el costo de aplicación de los productos bactericidas (costo del producto + costo del aplicador), la ganancia neta (beneficio) que nos generaría al realizar estas aplicaciones y, el precio de venta de arroz (cultivar La Esperanza) en el mercado de Nueva Cajamarca al 20 de Setiembre del 2015, que fue de 1.1 soles por kilogramo.

Todos los tratamientos mostraron un beneficio económico, excepto BC-1000 (0.8 L/ha) con cinco aplicaciones en intervalos de 10 días desde el estado fenológico de “punto de algodón”, que arrojó una pérdida de 31 soles por hectárea. Los tratamientos de Starner 20 WP a la dosis de 250 g/ha con dos y tres aplicaciones, expresaron los mejores beneficios con 604.5 y 508 soles por hectárea, respectivamente.

Tabla 38. Rentabilidad económica (en soles) de granos de arroz, después de aplicaciones con bactericidas en el Valle Alto Mayo, distrito Nueva Cajamarca, Región San Martín.

Tratamientos	Productos	Dosis	Aplicaciones	Rendimiento (kg/ha)	Costo aplicador (S/)	Costo producto (S/)	Costo total aplicación (S/)	Ganancia bruta (S/)	Beneficio en relación al costo de aplicación (S/)	Beneficio en relación al Testigo sin aplicación (S/)
1	Kopper Plus	5 ml/Litro	2 (PA-EP)	5260	48	170	218	5786	5568	68
2	Bio-splent 70 WP	5 g/Litro	2 (A-M)	5700	48	240	576	6270	5694	194
	Tricox	1 kg/ha	2 (PA-EP)		48	240				
3	Starner 20 WP	250 g/ha.	2 (PA-EP)	5775	48	200	248	6352.5	6104.5	604.5
4	Starner 20 WP	250 g/ha.	3 (PA-EP-F)	5800	72	300	372	6380	6008	508
5	BC-1000	4 ml/Litro	3 (Cada 10 días desde "PA")	5505	72	336	408	6055.5	5647.5	147.5
6	BC-1000	4 ml/Litro	5 (Cada 10 días desde "PA")	5590	120	560	680	6149	5469	-31
7	Bio-splent 70 WP	1 kg/ha	1 (DS)	5475	0	120	517	6022.5	5505.5	5.5
		5 g/Litro	2 (A-M)		48	240				
		5 ml/Litro	1 (PA)		24	85				
8	Sin aplicación	-	-	5000	0	0	0	5500	5500	0

- **DS** = Desinfección de semilla; **A** = Almacigo; **M** = Macollamiento; **PA** = Punto de algodón; **EP** = Emergencia de panícula; **F** = floración.
- Precio de los productos (S/.): Kopper plus (85/L); Bio-splent 70 WP (120/kg); Tricox (120/kg); Starner 20 WP (400/kg) y BC 100 (140/Litro).
- Volumen de aplicaciones foliares con mochila a palanca = 200 Litros
- Precio arroz cascara en campo: 1.1 soles/kg.
- Costo total de aplicación; ejemplo, para T3: $48 + 200 = 248$
- Ganancia bruta = Rendimiento kg/ha x el precio del arroz por kilogramo; ejemplo, para T3: $5775 \times 1.1 = 6352.5$ soles por hectárea.
- Beneficio, en relación al costo de la aplicación; ejemplo, para T3: $6352.5 - 248 = 6102.5$ soles por hectárea.
- Beneficio, en relación al testigo sin aplicación; ejemplo, para T3: $6122.5 - 5500 = 604.5$ soles por hectárea.

6 CONCLUSIONES

Considerando las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación, los materiales empleados, los objetivos propuestos y los resultados obtenidos, se concluye, con una confianza del 95 % y un error tipo I del 5 %, lo siguiente:

6.1 En campo

- a) El tratamiento Starner 20 WP (ácido oxolínico) a la dosis de 250 g/ha con dos aplicaciones, en los estados fenológicos de “punto de algodón” y emergencia de panícula, mostró la mejor eficacia de control de *Burkholderia glumae*, con 14.6 y 48 %, para las variables de porcentaje de panojas vanas y porcentaje de granos vanos, respectivamente. Le siguió el Starner 20 WP con tres aplicaciones en los estados fenológicos de “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración con 14.6 y 47 %, sin existir diferencias significativas entre ellos.
- b) El tratamiento Starner 20 WP con tres aplicaciones, mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje de granos vanos afectados por *Sarocladium oryzae*, con 37.9 %.
- c) Se encontró que todos los tratamientos mostraron un beneficio económico, excepto el BC-1000 con 5 aplicaciones, en intervalos de 10 días desde el estado fenológico de “punto de algodón”, que arrojó una pérdida de 31 soles por hectárea. Los tratamientos de Starner 20 WP a la dosis de 250 g/ha con dos y tres aplicaciones, expresaron los mejores beneficios con 604.5 y 508 soles por hectárea, respectivamente.

6.2 En laboratorio

- a) En laboratorio, todos los productos mostraron un efecto de control sobre *Burkholderia glumae*, inhibiendo por completo su crecimiento, excepto Tricox

(*Trichoderma harzianum* + *T. koningii*) que no logró invadir las colonias de la bacteria.

- b) Los tratamientos con Kopper plus (5 ml/litro) y Bc-1000 (4 ml/litro) mostraron el mejor control sobre hongos causantes del manchado de grano de arroz, como son: *Bipolaris oryzae*, *Alternaria spp* y *Sarocladium oryzae*, con diámetros de crecimiento que varían desde 0 a 1.3 cm, mientras que, en el testigo sin aplicación, estos hongos lograron colonizar toda la placa de Petri con 8, 9 y 5.3 cm, respectivamente.

7 RESUMEN

De junio a octubre del 2015, fue realizado el presente trabajo de investigación, respecto al control preventivo de *Burkholderia glumae* (añublo bacterial de la panícula de arroz) y el complejo fungoso del manchado del grano, con productos biológicos y químicos, en el Valle Alto Mayo, Distrito de Nueva Cajamarca, Región San Martín.

Fueron evaluaron cinco productos comerciales Starner 20 WP (ácido oxolínico), BC 100 (extracto de semilla y pulpa de cítricos), Kopper Plus (Fosfito de cobre + yodo), Bio-splent 70 WP (*Bacillus subtilis*) y Tricox (*Trichoderma harzianum* + *Trichoderma koningii*), distribuidos en siete tratamientos T1: Kopper Plus (1 L/200 Litros), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula; T2: Bio-splent 70 WP (1 kg/200 Litros), dos aplicaciones “almácigo y macollamiento” - Tricox (1 kg/ha), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula; T3: Starner 20 WP (250 g/ha), dos aplicaciones “punto de algodón” y emergencia de panícula; T4: Starner 20 WP (250 g/ha), tres aplicaciones “punto de algodón”, emergencia de panícula y floración; T5: BC-1000 (0.8 L/200 Litros), tres aplicaciones en intervalo de diez días desde “punto de algodón”; T6: BC-1000 (0.8 L/200 Litros), cinco aplicaciones en intervalo de diez días desde “punto de algodón”; T7: Bio-Splent 70 WP(1 kg/ha), en desinfección de semilla - Bio-Splent 70 WP (1 kg/200 Litros), dos aplicaciones almácigo y macollamiento - Kopper Plus (1 L/200 Litros), una aplicación en “punto de algodón” y un testigo de manejo por el agricultor. El objetivo fue determinar la eficacia de los bactericidas y su viabilidad económica.

Con una confianza del 95 % y un error tipo I del 5 %, los resultados obtenidos en campo mostraron que el tratamiento Starner 20 WP con dos aplicaciones, logró la mejor eficacia de control sobre *B. glumae* para las variables en estudio, como son: porcentaje de panojas vanas y porcentaje de granos vanos, con 14.6 y 48 % respectivamente. Por otro lado, Starner 20 WP con tres aplicaciones mostró la mejor eficacia de control para el porcentaje de granos vanos afectados por *Sarocladium oryzae*, con 37.9 %.

El tratamiento con una mejor viabilidad económica fue el Starner 20 WP con dos aplicaciones, el cual obtuvo un rendimiento de 5775 kg/ha y un beneficio neto por las aplicaciones de 604.5 soles por hectárea.

En condiciones de laboratorio, todos los productos inhibieron el desarrollo de *B. glumae* excepto el tratamiento con Tricox (5 g/L). Bajo las mismas condiciones, Kopper plus (5 ml/L) y BC-1000 (4 ml/L) mostraron el mejor control sobre hongos del manchado del grano de arroz, inhibiendo por completo el desarrollo de *Bipolaris oryzae* y mostrando los diámetros de crecimiento más bajos para *Alternaria alternata* con 0 y 1,3 cm, y para *Sarocladium oryzae* con 0,2 y 1 cm, respectivamente.

8 LITERATURA CITADA

1. Abella, F. 2015. Manual para la elaboración de protocolos para ensayos de eficacia con PQUA. Obtenido en: <https://es.slideshare.net/wilder0830/manual-protocolos-ensayos-eficacia-pqua-63194695>
2. Andrade, M. 2011. Efecto de la aplicación de manganeso y boro sobre la severidad del ataque del ácaro (*Steneotarsonemus spinki*) y la bacteria (*Burkholderia glumae*) en el cultivo del arroz. Obtenido en: <file:///C:/Users/Wilian/Desktop/wili/B.%20glumae%206.pdf>
3. ARYSTA LIFESCIENCE. "Ficha técnica Starner 20 WP", 2014 [ubicado el 29.V.2015]. Obtenido en: <http://www.agsesa.com/files/fungicidas/STARNER%2020wp%20-%20FUNGICIDAS%20-%20Ficha%20tecnica.pdf>
4. Callejas, I. 2011. Situación actual de (*Burkholderia glumae*) causante del añublo bacterial de la panícula del arroz en San Marcos Sucre. Obtenido en: <http://es.slideshare.net/isradjesus/situacion-actual-de-burkholderia-glumae>
5. Castaño, J. Efecto del manchado de grano del arroz sobre algunos estados de desarrollo de la planta de arroz. Obtenido en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3851/1/02.pdf>
6. Chemie. Ficha técnica BC-100 líquido. Obtenido en http://chemieecuador.com/pdf/Ficha_Tecnica_BC-1000.pdf
7. Complejo Turístico Tacumama. El clima en Rioja y Moyobamba, en el Valle del Alto Mayo. Obtenido en: <http://www.yacumama.com.pe/es/info/el-clima-en-rioja-y-moyobamba-en-el-valle-del-alto-mayo.html>
8. Cueva, J y Quiroz, B. 2017. Efecto en el rendimiento y análisis económico de la aplicación de tres bioestimulantes con tres dosis, en el cultivo de arveja (*Pisum sativum L.*) en el Distrito de Casa Grande, Provincia de Ascope, Región la

Libertad. Obtenido en:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1042/BC-TES-5814.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

9. Fernández, J y Ramos, J. 2016. Evaluación del efecto de dos bioestimulantes sobre el rendimiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quínoa Willd*) en la localidad de Mocupe, Lambayeque. Obtenido en:
<http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/1034/BC-TES-5806.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Gañan. L. 2014. Manejo integrado del añublo bacterial de la panícula del arroz (*Oryza sativa L.*) causado por *Burkholderia glumae*. Obtenido en:
file:///C:/Users/Wilian/Downloads/Agronomia192_8.pdf
11. Garrido, M 2013. Añublo bacteriano en el cultivo de arroz en Tumbes. Obtenido en:
<http://agroenf.com/2013/12/19/anublo-bacteriano-en-el-cultivo-de-arroz-en-tumbes/>
12. Gutiérrez, S y Cúdom, M. 2013. Guía para la Identificación de enfermedades del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) en la Provincia de Corrientes. Obtenido en:
http://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/Guia_de_enfermedades.pdf
13. Gutiérrez, S y Mazzanti, M. Hongos asociados a granos manchados de arroz. Obtenido en: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-052.pdf>
14. Instituto Nacional de Innovación Agraria. 2010. Arroz INIA-509 “La Esperanza”. Obtenido en: <https://es.scribd.com/doc/64066064/La-Esperanza-1-1>
15. Isuiza, M. 2015. Estudio comparativo de cuatro niveles de fertilización química nitrogenada y su efecto en el rendimiento de 03 variedades y 02 líneas promisorias de arroz, en la E.E. A “EL porvenir” - Juan Guerra - San Martín. Obtenido en:


http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/666/TFCA_65.pdf?sequence=1

16. Makhteshim. A. 2010. Añublo Bacterial (*Burkholderia glumae*) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)". [ubicado el 27.VII.2016]. Obtenido en: <http://www.agroproca.com/productos/documentacion/transporte/Cuprimicin%2080%20WP.pdf>
17. Moreira. R. 2017. Evaluación in vitro de la eficacia de bactericidas sobre la inhibición del crecimiento de *Burkholderia glumae*. Obtenido en: <http://repositorio.una.edu.ni/3554/>
18. Ospina, J y Beltrán, Jorge. 2009. Primeros resultados del análisis al control de la Bacteria (*Burkholderia glumae*). Obtenido en: http://www.fedearroz.com.co/noticias-ocs/Burkholderia_glumae.pdf
19. Pedraza, D. 2012. Estado del arte de *Burkholderia glumae* como patógeno de cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.). Obtenido en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/11793/PedrazaPinedaDiegoFelipe2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
20. Pedraza, L. 2015. Evaluación de Bacterias Aerobias Formadoras de Endospora (BAFES) de suelos rizosféricos, como agentes de control biológico de *Burkholderia glumae*. Obtenido en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/52590/1/luzadrianapedrazaherrera.2015.pdf>
21. Quesada, A y García, F. 2014. *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz en Costa Rica. Obtenido en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v25n02_371.pdf
22. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2015. Estación meteorológica Naranjillo. Obtenido en: http://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/dat_esta_tipo.php?estaciones=4724851A

23. Silvestre. 2015. Ficha técnica Bios-splent 70 WP. Obtenido en:
http://www.silvestre.com.pe/site/images/Fichas_Tecnicas/FT_BIO-SPLENT_70_WP_18.pdf
24. Silvestre. 2014. Ficha técnica Kopper Plus. Obtenido en:
http://www.silvestre.com.pe/site/images/Fichas_Tecnicas/FT_KOPPER_PLUS_01.pdf
25. Silvestre. 2015. Ficha técnica Tricox. Obtenido en:
http://www.silvestre.com.pe/site/images/Fichas_Tecnicas/FT_TRICOX_16.pdf

9 ANEXOS

Figura 1A. Identificación de *Burkholderia glumae* en plantas de arroz previo a la instalación del experimento.



MINISTERIO DE AGRICULTURA

SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
CENTRO DE DIAGNÓSTICO DE SANIDAD VEGETAL
 Av. La Molina N° 1915, Lima 12 - Perú
 Teléfono directo: 313- 3303
 Central telefónica 313- 3300 Anexos: 1400 - 1401
 Pag. Web: www.senasa.gob.pe

Ministerio de Agricultura
SENASA
 Servicio Nacional de Sanidad Agraria
PERU

Pag. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 102583 - 2015 - AG-SENASA-003-UCDSV


1. Información del solicitante:		N° de Solicitud: 102583 - 2015
Nombre: TRIGOSO CULQUI WILSON MANUEL		
Dirección: LA MOLINA - NUEV. CAJAMARCA - San Fernando / Rioja / San Martín		
N° Expediente:		Origen Material Vegetal: CAMPO
2. Información de la Actividad		
Componente: SISTEMA DE VIGILANCIA FITOSANITARIA - 2012		
Producto: Vigilancia Fitosanitaria de plagas presentes		
3. Fecha de Recepción de la muestra:		Procedencia de la muestra:
08/05/2015 14:49		San Fernando / Rioja / San Martín
4. Cultivo:		País:
Nombre Científico: <i>Oryza sativa</i>		PERU
Nombre Común: Arroz		Cultivar: LA ESPERANZA
5. Resultado por Método de Ensayo:		

MET-UCDSV / BM-014 DIAGNÓSTICO MOLECULAR BURKHOLDERIA GLUMAE POR TIEMPO REAL SYBR GREEN

Fecha de Recepción : 08/05/2015 Fecha de Término: 14/05/2015


1 Positivo a la presencia de	<i>Burkholderia glumae</i>
------------------------------	----------------------------

N° de Informe




* 2 0 1 5 1 0 2 5 1 2

N° de Solicitud



* 2 0 1 5 1 0 2 5 8 3

6. Muestreo: No Aplica	
7. Información adicional:	
<p>Lugar y Fecha:</p> <p style="text-align: center;">La Molina, 14 de Mayo del 2015</p>	 <p>Nombre y Firma del Director (Sello oficial)</p>

Consideraciones:
 Los tiempos de duración del servicio están expresados en días hábiles y son contabilizados a partir de la fecha de recepción de la muestra en el Laboratorio hasta la fecha de emisión del resultado.
 Los tiempos de duración del servicio pueden aumentar de acuerdo a la cantidad de muestras que solicite procesar el usuario, en cuyo caso se concordará el plazo al momento de efectuarse el contrato.

REG-UCDSV-003 del PRO-UCDSV-003, vigente.

NOTA: El Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal sólo se responsabiliza por los resultados emitidos de la muestra indicada en el punto 4 del presente informe.

Fecha y Hora: 6/18/2016 12:37

115

Figura 2A. Desinfección de semilla con Bio-splent 70 WP



Figura 3A. Almacigo de arroz (círculo rojo: semilla tratada con Bio-splent 70 wp, círculo azul: semilla sin tratamiento)

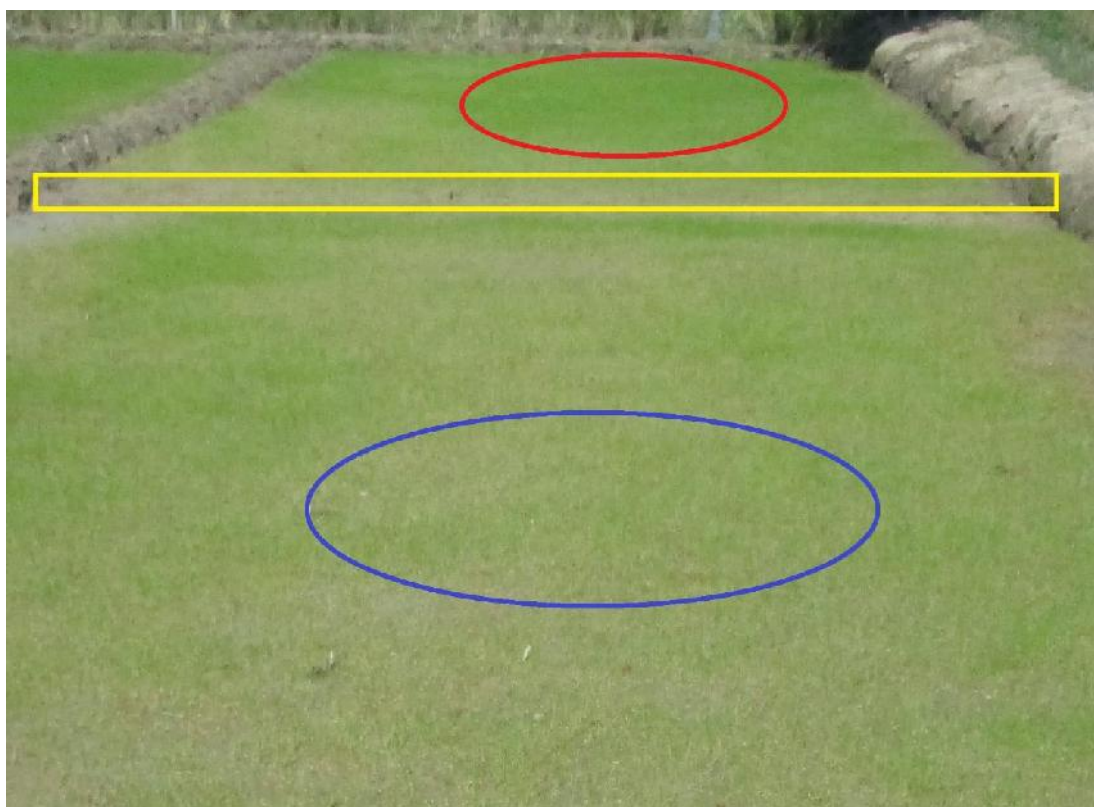


Figura 4A. Desarrollo de cultivo (embuchamiento).



Figura 5A. Maduración del cultivo de arroz



Tabla 1A. Porcentaje de germinación de semillas

Germinación de semillas (%)					
Tratamientos	Repeticiones				Promedio
	R1	R2	R3	R4	
1. Bio-splent 70 WP (1 Kg/ha), desinfección de semilla	100	100	100	100	100
2. Testigo sin aplicación	100	100	100	100	100

Tabla 2A. Análisis de varianza para el porcentaje del área del macollo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	20	14	25	20	23	23	28	23
R2	20	26	19	19	20	20	19	26
R3	17	21	28	28	30	25	25	25
R4	23	19	25	19	18	22	20	19
Promedio	20	20	24.3	21.5	22.8	22.5	23	23.3

Tabla 3A. Análisis de varianza para el porcentaje del área del macollo enfermo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig
Repeticiones	3	86.594	28.865	2.137	3.07	NS
Tratamientos	7	65.969	9.424	0.698	2.49	NS
Error	21	283.656	13.507			
Total	31	436.219				
CV = 16.58 %						

Tabla 4A. Porcentaje de panojas manchadas afectadas por *Burkholderia glumae*.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	94	90	80	86	92	90	94	96
R2	96	86	86	88	90	92	92	98
R3	90	80	82	78	94	94	92	96
R4	88	84	84	80	88	92	90	94
Promedio	92	85	83	83	91	92	92	96

Tabla 5A. Análisis de varianza para el porcentaje de panojas manchadas afectadas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	65	21.667	2.862	3.07	NS
Tratamientos	7	670	95.714	12.642	2.49	**
Error	21	159	7.571			
Total	31	894				
CV = 3.08 %						

Tabla 6A. Porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	94	88	80	84	92	90	94	96
R2	92	86	84	86	90	92	92	98
R3	90	80	82	78	94	90	88	96
R4	88	82	82	80	88	92	90	94
Promedio	91	84	82	82	91	91	91	96

Tabla 7A. Análisis de varianza para el porcentaje de panojas vanas afectas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variabilidad	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	61	20.333	4.313	3.07	*
Tratamientos	7	744	106.29	22.545	2.49	**
Error	21	99	4.714			
Total	31	904				
CV = 2.45 %						

Tabla 8A. Porcentaje de granos manchados por panoja afectadas por *Burkholderia glumae*.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	4.7	4	3.7	3.4	4.4	3.7	4.2	5.8
R2	4.6	3.8	3.2	3.5	4.4	4.1	4.3	5.9
R3	5.1	4.3	3.7	3.5	4.1	4.2	4.4	5.5
R4	5	3.9	3.9	3.6	4.5	4.4	4.9	6.1
Promedio	4.9	4.0	3.6	3.5	4.4	4.1	4.5	5.8

Tabla 9A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos manchados por panoja afectadas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig
Repeticiones	3	0.503	0.168	3.813	3.07	*
Tratamientos	7	15.47	2.21	50.309	2.49	**
Error	21	0.922	0.044			
Total	31	16.895				
CV = 4.83 %						

Tabla 10A. Porcentaje de granos vanos por panoja afectadas por *Burkholderia glumae*.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	3.2	2.1	2.3	1.9	2.1	2.7	2.6	4.3
R2	2.8	2.4	2	2.6	3	2.7	3.2	4.6
R3	3.4	3	2.9	3	3.3	2.9	2.8	4.4
R4	3.8	2.6	2.3	2.2	2.6	2.5	3.7	5.1
Promedio	3.3	2.5	2.4	2.4	2.8	2.7	3.1	4.6

Tabla 11A. Análisis de varianza para el Porcentaje de granos vanos por panoja afectadas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	1.451	0.484	3.924	3.07	*
Tratamientos	7	14.989	2.141	17.370	2.49	**
Error	21	2.589	0.123			
Total	31	19.029				
CV = 11.83 %						

Tabla 12A. Porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	17	14.7	15.1	17.7	14	15.8	15.7	18.3
R2	12.1	13.5	15.4	15.1	13.4	9.8	15.4	19.1
R3	10.6	9.3	11	13.2	16.5	13.4	13.7	17.2
R4	17.4	17.5	14.7	15.2	16.4	16.4	18	19.7
Promedio	14.3	13.8	14.1	15.3	15.1	13.9	15.7	18.6

Tabla 13A. Análisis de varianza para porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y otras causas desconocidas.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Ft	ft.01	Sig
Repeticiones	3	71.01	23.67	7.14	0.0017	**
Tratamientos	7	70.55	10.08	3.04	0.0227	*
Error	21	69.66	3.32			
Total	31	211.22				
CV = 12 %						

Tabla 14A. Porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	20.6	17.7	15.9	13.5	16.5	19.2	18.6	23.6
R2	19	16.8	16	15.1	16.5	16.5	18.3	22.8
R3	21.7	20.1	17	13.8	18.8	20	20.8	26.1
R4	17	18.1	14.5	12.8	14.1	15	16.8	22.1
Promedio	19.6	18.2	15.9	13.8	16.5	17.7	18.6	23.7

Tabla 15A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	52.261	17.42	5.137	3.07	**
Tratamientos	7	363.759	51.966	15.323	2.49	**
Error	21	71.219	3.391			
Total	31	487.239				
CV = 8.79 %						

Tabla 16A. Porcentaje de granos llenos por panoja

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	57.9	65.1	66.6	68.9	67.6	59.1	61.7	52.6
R2	66.2	68.6	66.2	65.1	67.2	71.9	63.1	54.5
R3	65.3	68.6	69.1	69.9	61.4	63.8	63.6	52.3
R4	62	61.9	69	69.8	66.9	66.3	62	53.3
Promedio	62.9	66.1	67.7	68.4	65.8	65.3	62.6	53.2

Tabla 17A. Análisis de varianza para el porcentaje de granos llenos por panoja.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	34.683	11.561	1.367	3.07	NS
Tratamientos	7	651.585	93.084	11.003	2.49	**
Error	21	177.654	8.46			
Total	31	863.922				
CV = 4.55 %						

Tabla 18A. Rendimiento (Kg/ha) de arroz

Trat. /Rep.	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
R1	5260	6200	5980	5800	5580	5700	5600	5120
R2	5420	5720	5780	6200	5420	5620	5420	4960
R3	5160	5080	5640	5200	5500	5460	5580	5020
R4	5200	5800	5700	6000	5520	5580	5300	4900
Promedio	5260	5700	5775	5800	5505	5590	5475	5000

Tabla 19A. Análisis de varianza para el rendimiento (Kg/ha) de grano cáscara de arroz.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	454337.5	151445.8	3.228	3.07	*
Tratamientos	7	2082388	297483.9	6.340	2.49	**
Error	21	985362.5	46922.02			
Total	31	3522088				
CV = 3.93 %						

Tabla 20A. Análisis de varianza para el incremento del rendimiento por hectárea (porcentaje), respecto a testigo sin aplicación.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	3	0.004	0.001	3.535	3.07	*
Tratamientos	7	0.019	0.003	6.523	2.49	**
Error	21	0.009	0.0004			
Total	31	0.032				
CV = 1.95 %						

Tabla 21A. Análisis de Varianza para la eficacia de control de los bactericidas en relación al porcentaje del área del macollo enfermo afectado por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	0.2	3	0.07	4.08	0.0198	*
Tratamientos	0.12	7	0.02	1.05	0.4266	*
Error	0.34	21	0.02			
Total	0.65	31				
CV = 7.63 %						

Tabla 22A. Análisis de Varianza para la eficacia de control en relación al porcentaje de panojas manchadas afectadas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	0.01	3	2.90E-03	0.44	0.7238	NS
Tratamientos	1.58	7	0.23	34.3	<0.0001	**
Error	0.14	21	0.01			
Total	1.73	31				
CV = 17.79 %						

Tabla 23A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de panojas vanas afectadas por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	0.02	3	0.01	1.28	0.3067	*
Tratamientos	1.64	7	0.23	44.73	<0.0001	**
Error	0.11	21	0.01			
Total	1.77	31				
CV = 16.61 %						

Tabla 24A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos manchados por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	252.06	3	84.02	6.89	0.0021	**
Tratamientos	4544.89	7	649.27	53.23	<0.0001	**
Error	256.15	21	12.2			
Total	5053.11	31				
CV = 13.72 %						

Tabla 25A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Burkholderia glumae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	4.7	3	1.57	4.95	0.0094	**
Tratamientos	109.31	7	15.62	49.38	<0.0001	**
Error	6.64	21	0.32			
Total	120.65	31				
CV = 9.86 %						

Tabla 26A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos parcialmente llenos afectados por *Burkholderia glumae* y hongos del manchado de grano.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	0.51	3	0.17	2.94	0.0566	*
Tratamientos	3.3	7	0.47	8.14	0.0001	**
Error	1.22	21	0.06			
Total	5.03	31				
CV = 10.78 %						

Tabla 27A. Análisis de la Varianza para para la eficacia de control en relación al porcentaje de granos vanos por panoja afectados por *Sarocladium oryzae*.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Repeticiones	1.9	3	0.63	2.75	0.0681	*
Tratamientos	72.62	7	10.37	45.19	<0.0001	**
Error	4.82	21	0.23			
Total	79.33	31				
CV = 10.12%						

Tabla 28A. Análisis de la Varianza para el diámetro de crecimiento de *Bipolaris oryzae* (10 días después de la siembra).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Tratamientos	247.29	5	49.46	60.6	<0.0001	**
Error	9.79	12	0.82			
Total	257.09	17				
CV = 17.66 %						

Tabla 29A. Análisis de la Varianza para el diámetro de crecimiento de *Alternaria alternata* (10 días después de la siembra).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Tratamientos	241.16	5	48.23	1578.52	<0.0001	**
Error	0.37	12	0.03			
Total	241.53	17				
CV = 3.23 %						

Tabla 30A. Análisis de la Varianza para diámetro de crecimiento de *Sarocladium oryzae* (10 días después de la siembra).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Tratamientos	57.03	5	11.41	5.89	<0.0056	*
Error	23.24	12	1.94			
Total	80.27	17				
CV = 26.78 %						

Tabla 31A. Análisis de la Varianza para número de colonias de *Burkholderia glumae* (2 días después de la siembra).

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	ft.05	Sig.
Tratamiento	15130.5	5	3026.1	477.81	<0.0001	**
Error	76	12	6.33			
Total	15206.5	17				
CV = 12.28 %						