



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO

**“FACULTAD DE
AGRONOMÍA”**

DEPARTAMENTO DE SANIDAD

VEGETAL



TESIS

**ESTADO ACTUAL DE LAS ENFERMEDADES MÁS
IMPORTANTES DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa*
L.), EN LA CAMPAÑA 2015 - 2016, REGIÓN
LAMBAYEQUE**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. FERNANDO ROJAS DE LA CRUZ

Bach. NELSI YULISA VELASCO PEÑA

LAMBAYEQUE - PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL

TESIS

**ESTADO ACTUAL DE LAS ENFERMEDADES MÁS
IMPORTANTES DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), EN
LA CAMPAÑA 2015 - 2016, REGIÓN LAMBAYEQUE.**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach. FERNANDO ROJAS DE LA CRUZ

Bach. NELSI YULISA VELASCO PEÑA

Aprobada por:

Ing. NEPTALI PEÑA ORREGO
Presidente del Jurado

Dr. RICARDO CHAVARRY FLORES
Secretario del Jurado

Ing. MARIA J. JARAMILLO CARRIÓN
Vocal del Jurado

Dr. JORGE A. LLONTOP LLAQUE
Asesor

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados

A mis padres Hilario y Petronila, a mi tío Natalio quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades

Fernando Rojas de la Cruz

Dedico la presente tesis a Dios, gracias a él he podido ser cuanto soy, porque sin él no soy nada, también a mis queridos padres Sr. Jorge L. Velasco Peña Torres y Sra. Clara E. Peña Cruz, gracias a sus esfuerzos y sacrificios, por haber depositado su confianza e impartido sus sabios consejos guiándome por el sendero de la vida.

Nelsi Yulisa Velasco Peña

AGRADECIMIENTO

Dr. Jorge A. Llontop Llaque

Nuestro sincero agradecimiento a usted, por su contante orientación como patrocinador de este trabajo y por la formación profesional y personal que recibimos al trabajar a su lado.

Agradecimiento a nuestros padres y hermanos, a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo en especial a la Facultad de Agronomía, a todos los profesores que impartieron sus conocimientos y experiencia durante el desarrollo de nuestra carrera.

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUÍZ GALLO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL

**ESTADO ACTUAL DE LAS ENFERMEDADES MÁS
IMPORTANTES DEL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), EN
LA CAMPAÑA 2015 - 2016, REGIÓN LAMBAYEQUE**

Autores: Bach. FERNANDO ROJAS DE LA CRUZ
Bach. NELSI YULISA VELASCO PEÑA

Asesor: Dr. JORGE A. LLONTOP LLAQUE

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISION DE LITERATURA.	3
2.1.	Importancia del arroz en el Perú.	3
2.2.	Países productores.....	3
2.3.	Condiciones ecológicas del cultivo de arroz.....	4
2.4.	Principales variedades de arroz que se siembran en Perú.....	5
a.	Mallares:.....	5
b.	Tinajones.	6
2.5.	La influencia del clima.....	6
2.6.	Enfermedades de tallos, vainas y granos causadas por hongos, Bacteria y Virus.	7
2.6.1.	Pudrición negra de la vaina (<i>Gaeumannomyces graminis</i> . Sacc.)	8
2.6.2.	Pudrición del tallo (<i>Nakataea sigmoidea</i> . Hara.)	9
2.6.3.	Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i> . Kuhn.)	9
2.6.4.	Añublo bacterial de la panícula (<i>Burkholderia glumae</i> . Lizcano)	10
2.6.5.	Pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i> . Sawada.).....	12
2.6.6.	Complejo fungoso del manchado de grano en arroz.	13
2.6.7.	Virus de la hoja blanca (VHB). Muir.	17
2.6.8.	Falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i> . Cooke y Takah, 1896).....	18
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
3.1.	Lugar de ejecución:.....	20

3.2. Ubicación geográfica	21
3.3. Condiciones climáticas	22
3.4. Localidades muestreadas	28
3.5. Evaluación de enfermedades en el cultivo de arroz.....	29
A. Forma de muestreo	29
B. Cuantificación de síntomas dentro un marco de madera 1 m ²	29
C. Reconocimiento de síntomas.....	31
D. Órgano de la planta a evaluar.....	31
3.5.1. Evaluación de bacteriosis	31
3.5.2. Evaluación de virus de la hoja blanca (VHB)	31
3.6. Evaluaciones en laboratorio.....	32
3.6.1. Evaluación de las 100 muestras de plantas.	32
3.6.2. Selección de muestras.	32
3.6.3. Aislamiento del hongo.....	32
3.6.4. Reconocimiento del patógeno.	33
3.6.5. Aislamiento de la bacteria.	33
3.6.6. Tinción GRAM.....	33
3.6.7. Procedimiento.....	34
3.6.8. Observación microscópica (100x).....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1. Enfermedades producidas por patógenos en el cultivo de arroz.....	35
4.2. Enfermedades por localidades.	36
4.2.1. Enfermedades en tallos y vainas.	36

A.	Pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i> .Sawada.).....	42
E.	Granos manchados, vanos y vanos.....	50
4.3.	Enfermedades encontradas por variedades de arroz.	60
4.3.1.	Incidencia y severidad (%) en tallo y vaina.	60
4.3.2.	Incidencia (%), en granos.....	63
4.3.3.	Incidencia (%) en panículas.	64
4.3.4.	Incidencia (%) en plantas.	66
4.4.	Características morfológicas y culturales de los patógenos encontrados.	67
4.4.1.	Pie negro o pudrición negra (<i>Gaumannomyces graminis</i>).	67
4.4.2.	Pudrición de tallo (<i>Nakataea Sigmoidea</i> . Hara).....	70
4.4.3.	Añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i> Kühn).....	72
4.4.4.	Pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>)	75
4.4.5.	Falso Carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>).	77
4.4.6.	Hongos de complejo fungoso del grano o panoja de arroz.	80
A.	Manchado de grano causado por <i>Alternaria alternata</i>	80
B.	Manchado de grano causado por <i>Nigrospora oryzae</i>	82
C.	Manchado de grano causado por <i>Sarocladium oryzae</i>	83
D.	Manchado de grano causado por <i>Bipolaris oryzae</i>	84
E.	Manchado de grano causado por <i>Fusarium solani</i>	85
F.	Manchado de grano causado por <i>Curvularia lunata</i>	86
4.4.7.	Añublo bacterial de panícula de arroz (<i>Burkholderia glumae</i>).....	87
4.4.8.	Hoja blanca del arroz (VHB)	89
V.	CONCLUSIONES	93

VI.	RECOMENDACIONES.....	95
VII.	RESUMEN.....	96
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
IX.	LINKOGRAFIA	101
X.	ANEXOS.	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Dpto. de Lambayeque: División política en provincias.....	21
Cuadro 2. Promedio de temperaturas registrada en la región Lambayeque, 2016.	22
Cuadro 3. Promedio de humedad relativa registradas durante la conducción del trabajo. Lambayeque 2016.....	24
Cuadro 4. Promedio de precipitación registrada en la región Lambayeque, 2016.	25
Cuadro 5. Promedio de temperatura registrada en la provincia de Lambayeque, Chiclayo y	27
Cuadro 6. Promedio de humedad relativa registrada en las provincias de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Lambayeque, 2016.	27
Cuadro 7. Sectores arroceros muestreados en la región Lambayeque, 2016.	28
Cuadro 8. Enfermedades encontradas en la región Lambayeque, 2016.....	35
Cuadro 9. Incidencia en vaina y tallo en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.....	36
Cuadro 10. Incidencia en vaina y tallo en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.....	38
Cuadro 11. Severidad en vaina y tallo en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	39
Cuadro 12. Severidad en tallo y vaina en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.	41
Cuadro 13. Incidencia y severidad (%), de pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.....	42
Cuadro 14. Incidencia y severidad (%), del añublo de vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.	44
Cuadro 15. Incidencia y severidad (%), de pudrición negra de la vaina (<i>Gaeumannomyces graminis</i>) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.....	46
Cuadro 16. Incidencia y severidad (%) de pudrición del tallo (<i>Nakataea sigmoidea</i>) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.....	48
Cuadro 17. Porcentaje de granos manchados en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.....	50
Cuadro 18. Porcentaje de granos enteros en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	52

Cuadro 19. Porcentaje de granos vanos en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016	53
Cuadro 20. Incidencia (%) de panículas afectadas por <i>Burkholderia glumae</i> , en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.	54
Cuadro 21. Panículas afectadas (%) por falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>), en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	56
Cuadro 22. Incidencia (%), de plantas con virus de la hoja blanca (VHB), en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.....	58
Cuadro 23. Incidencia de enfermedades en vaina, tallo y granos en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.....	61
Cuadro 24. Severidad de enfermedades fungosas en vaina, tallo y granos en el estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.	62
Cuadro 25. Porcentaje de granos manchados, llenos y vanos en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.....	63
Cuadro 26. Porcentaje de panículas afectadas por añublo bacterial de la panícula (<i>Burkholderia glumae</i>) en estado fenológico inicio de llenado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.	64
Cuadro 27. Porcentaje de panículas afectadas por falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>), en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.	65
Cuadro 28. Porcentaje de plantas con síntomas de hoja blanca (VHB), en estados fenológico de llenado de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Perú, Lambayeque ubicado a la parte norte (color rojo).	20
Figura 2. Temperatura en la región Lambayeque, 2016.	23
Figura 3. Humedad relativa registrada en la región Lambayeque, 2016.	24
Figura 4. Provincias arroceras muestreadas (círculo rojo), Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Lambayeque, 2016.	26
Figura 5. Evaluación de Incidencia y Severidad. Localidad Mochumi, Lambayeque.	30
Figura 6. Evaluación de Incidencia y Severidad. Localidad Mocupe, Chiclayo.	30
Figura 7. Cuadro para pruebas bioquímicas para identificar <i>Burkholderia glumae</i>	34
Figura 8. Síntoma producido por	43
Figura 9. Incidencia y severidad de pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>) por provincias. Lambayeque, 2016.	43
Figura 10. Síntomas producidos por <i>Rhizoctonia solani</i>	45
Figura 11. Incidencia y severidad (%) del añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>). Lambayeque, 2016.	45
Figura 12. Síntomas producidos por <i>G. graminis</i>	47
Figura 13. Incidencia y severidad de pudrición negra de la vaina (<i>Gaeumannomyces</i> <i>graminis</i>). Lambayeque, 2016.	47
Figura 14. Síntomas producidos por <i>Nakataea sigmoidea</i>	49
Figura 15. Incidencia y severidad de pudrición del tallo (<i>Nakataea sigmoidea</i>). Lambayeque, 2016.	49
Figura 16. Granos manchados, producidos por hongos de complejo fungoso	51
Figura 17. Granos manchados por enfermedades fungosas en panícula de arroz. Lambayeque, 2016.	51
Figura 18. Porcentaje de granos enteros. Lambayeque, 2016.	52
Figura 19. Granos vanos causados por enfermedades fungosas. Lambayeque, 2016.	53
Figura 20. Síntomas producidos por <i>Burkholderia glumae</i>	55
Figura 21. Incidencia de panículas con <i>Burkholderia glumae</i> . Lambayeque, 2016.	55
Figura 22. Síntomas producidos por <i>Ustilaginoidea virens</i>	57
Figura 23. Incidencia de panículas con falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>). Lambayeque, 2016.	57
Figura 24. Síntomas producidos por hoja blanca del arroz (VHB)	59
Figura 25. Incidencia de plantas con hoja blanca (VHB). Lambayeque, 2016.	60
Figura 26. Acame en campos de arroz, Sector Muy Finca. Localidad Mochumi.	67
Figura 27. Tallos de arroz, afectados por pudrición negra. Presencia de manchas oscuras en la vaina afectadas (círculo rojo), producidos por <i>Gaeumannomyces graminis</i> . Localidad: Pitipo.	68
Figura 28. A: Estructuras de conservación del hongo. B: Peritecios (estructura sexual), en forma de puntos, dentro de la vaina. Localidad: Mochumi.	68

Figura 29. Estructuras reproductivas de <i>Gaeumannomyces graminis</i> . A: colonia en medio PDA, B: hifopodio terminal, C: Peritecios, D: Ascosporas. Distrito: Mocupe, provincia de Chiclayo.	69
Figura 30. A. lesiones negras e irregulares en la parte exterior de las vainas de las hojas cerca del nivel del agua. B. áreas necróticas son alargadas producidos por <i>Nakataea sigmoidea</i>	70
Figura 31. Los conidios son fusiformes, algo curvadas, y típicamente receptadas	71
Figura 32. Colonias en medio PDA	71
Figura 33. A. En la vaina, presencia de manchas ovales o elípticas B. Síntomas producidos por <i>Rhizoctonia solani</i> . Sector: Fundo la peña, Lambayeque.....	72
Figura 34. Síntomas producidos por <i>Rhizoctonia Solani</i> bien pronunciados en vaina. Localidad Lambayeque.....	73
Figura 35. A. Colonias de <i>Rhizoctonia solani</i> . B. colonias de color Anaranjado en medio PDA C y D. Hifas pardas hialinas de <i>Rhizoctonia solani</i> , que forman un ángulo de 90 °. Localidad Lambayeque.	74
Figura 36. A. Hoja bandera, las lesiones son oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo, Localidad Ferreñafe. B. Síntomas producidos por <i>Sarocladium oryzae</i> en la parte superior de vaina. Localidad Chongoyape.....	75
Figura 37. A. Lesión oblonga y alargada con borde café y centro grisáceo en la vaina de la hoja bandera. B. Desarrollo de colonia de <i>Sarocladium oryzae</i> . C. Conidios de <i>Sarocladium oryzae</i>	76
Figura 38. Masas de coloración verdosa a gris oscuro de la enfermedad falso carbón.	77
Figura 39. Falso carbón en masas globosas, color amarillo a naranja.	78
Figura 40. Estructuras reproductivas del patógeno <i>Ustilaginoidea virens</i>	79
Figura 41. Conidios globosos, circulares de falso carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>).	79
Figura 42. A. Panícula con síntomas de <i>Alternaria alternata</i> . B. granos Manchados. C. Micelio de color negruzco en medio PDA. D. Conidios <i>Alternaria alternata</i>	81
Figura 43. A. Panícula afectada por el complejo fungoso. B. Granos con síntomas de <i>Nigrospora oryzae</i> . C. Micelio en medio PDA de color negro. D. Conidios globosos o subglobosas.	82
Figura 44. A. Granos manchado de color marrón oscuro. B. Granos con síntomas de <i>Sarocladium oryzae</i> . C. Micelio de color blanco en medio PDA. D. Conidios <i>Sarocladium oryzae</i>	83
Figura 45. A. Granos manchado de color marrón oscuro. B. Granos con síntomas producidos por <i>Bipolaris oryzae</i> . C. Micelio en medio PDA. D. conidios de <i>Bipolaris oryzae</i>	84

Figura 46. A. Panícula con granos manchados. B. Granos manchados producidos por <i>Fusarium solani</i> . C. Colonia en medio PDA. D. conidios <i>Fusarium solani</i>	85
Figura 47. A. Panícula en inicio de manchado. B. Granos manchados, producidos por <i>Curvularia lunata</i> . C. Colonia en medio PDA. D. Conidios de <i>Curvularia lunata</i>	86
Figura 48. A. Panículas de color café B. Decoloración de granos afectados por <i>Burkholderia glumae</i> . C. Granos manchados producidos por <i>Burkholderia glumae</i> , Localidad Lambayeque.	87
Figura 49. A. Síntomas en granos producidos por <i>Burkholderia glumae</i> . B. Crecieron colonias bacterianas en medio agar King B. C. Bacilos gran negativos de <i>Burkholderia glumae</i>	88
Figura 50. Hojas cloróticas con bandas amarillentas paralelas a la nervadura central afectadas por el virus de la hoja blanca del arroz.	89
Figura 51. Hoja se torna completamente amarillenta afectado por la hoja blanca del arroz (VHB).	89
Figura 52. Panículas deformadas, y torcidas, espiguillas de color marrón afectad por el virus de la hoja blanca del arroz.	90
Figura 53. Grano alargado, delgado y con glumas deformes causado por el virus de la hoja blanca del arroz.	90
Figura 54. Hembras de <i>Tagosodes orizicolus</i> , El dorso del tórax hasta la quilla lateral es pálido y esta coloración se extiende hasta el ápice de la cabeza (flecha roja). Sector: Carniche bajo; Localidad: Chongoyape.	91
Figura 55. Macho de <i>Tagosodes orizicolus</i> , con las alas posteriores oscuras. Sector: Carniche, Localidad Chongoyape.	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Tabla 1A. Análisis de varianza de porcentaje de granos manchados en arroz. Lambayeque, 2016.....	107
Tabla 2 A. Análisis de varianza de porcentaje de granos enteros en arroz. Lambayeque, 2016.....	107
Tabla 3A. Análisis de varianza de porcentaje de granos vanos en arroz. Lambayeque, 2016.	108
Tabla 4A. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	108
Tabla 5A. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición de la vaina (<i>Sarocladium oryzae</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	109
Tabla 6A. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.....	109
Tabla 7. Análisis de variancia de severidad del área afectada por añublo de la vaina (<i>Rhizoctonia solani</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	110
Tabla 8A. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición negra de la vaina (<i>Gaeumannomyces graminis</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	110
Tabla 9A. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición negra de la vaina (<i>Gaeumannomyces graminis</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	111
Tabla 10A. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición del tallo (<i>Natkataea sigmoidea</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.....	111
Tabla 11A. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición del tallo (<i>Nakataea sigmoidea</i>) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.	112
Tabla 12A. Análisis de varianza de granos afectados (%) Falso Carbón (<i>Ustilaginoidea virens</i>), en arroz en arroz. Lambayeque. 2016.	112
Tabla 13A. Análisis de variancia de porcentaje de Granos afectados, añublo bacterial de la panícula (<i>Burkholderia glumae</i>), en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.....	113
Tabla 14A. Análisis de varianza Plantas enfermas (%) hoja blanca (VHB), en el cultivo de arroz. Lambayeque. 2016.	113

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los alimentos básicos del poblador peruano, cuyo consumo cubre el 19 % del total diario de calorías que requiere. El cultivo del arroz genera aproximadamente 180 000 empleos anuales en la fase de campo, además de los múltiples empleos estables y temporales que se generan en las fases de procesamiento y comercialización del grano. En el año 2006 contribuyó con el 8,3 % del valor bruto de la producción agropecuaria nacional. El cultivo de arroz en el Perú se desarrolla principalmente en condiciones irrigadas, bajo las cuales se obtiene el 92 % de la producción nacional. La costa contribuye con el 57 %, mientras que los valles de la ceja de selva y selva alta lo hacen con el 35 % de la producción del país (**Bruzzone, 2007**).

El cultivo de arroz en la Costa Peruana enfrenta un sin número de problemas, dentro los cuales está la disponibilidad de agua, plagas y enfermedades que vienen disminuyendo el rendimiento.

Se ha observado que se ha presentado enfermedades, el caso del añublo bacterial de la panícula producido por la bacteria (*Burkholderia glumae*. Lizcano y Vergara, J), y otras enfermedades como, Pudrición Negra de la Vaina (*Gaeumannomyces graminis*. Sacc.), Pudrición del Tallo (*Nakataea sigmoidea* y *Nakataea oryzae*. Hara.), Pudrición de la Vaina (*Sarocladium oryzae*. Sawada.), Añublo de la Vaina (*Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae*. Kuhn). y hongos del complejo fungoso, causando manchado en el grano, algunas enfermedades se manifestaron con mayor severidad que otros, el cambio en la severidad e incidencia está

relacionada al cambio climático principalmente con el incremento de la temperatura. Por lo manifestado se planificó el siguiente estudio, con el fin de alcanzar los siguientes objetivos:

- Diagnosticar las principales enfermedades del cultivo de arroz en base a su presencia durante la campaña del año 2015 - 2016, en la región Lambayeque.
- Determinar la incidencia y severidad de las enfermedades en hojas, tallos, vainas y granos de la planta de arroz, en las zonas productoras más importantes de la región de Lambayeque.
- Determinar la distribución espacial de las enfermedades presentadas en la región Lambayeque.

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Importancia del arroz en el Perú.

El arroz (*Oryza sativa* L.), es la principal fuente de alimento para casi más de la mitad de la población mundial (Rajendran y Ganesa, 2014), y provee el 21 y 15 por ciento de energía y proteína, respectivamente. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) el Perú es el segundo productor de arroz en América Latina después de Brasil y está dentro de los 6 países más rendidores del mundo.

El arroz es, hoy por hoy, un grano alimenticio básico para cerca de la mitad de la población del planeta; es por ello, un componente esencial de la estabilidad política, económica y social de la humanidad, y en cierto sentido, de su supervivencia. Ahora bien, las condiciones socio-económicas que rodeaban antes la producción de arroz han cambiado, no solo en el ámbito mundial sino en el regional y en el local, en 1966 se producían 257 millones de toneladas de arroz en el mundo; en el 2008 esta producción se elevó a 680 millones de toneladas (Martínez et al, 2010).

2.2. Países productores.

Asia concentra el 90 % del área cosechada de arroz. Los principales países productores son China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam, Tailandia, Burma y Filipinas. Con India a la cabeza (29 % del total mundial y 32 % del total asiático), seguida de China e Indonesia. África participa con el 4.9 %, (Egipto, Nigeria, Madagascar, y Costa de Marfil) seguido de Sur América con el 3,4 %, (Brasil, Uruguay, Argentina, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela) Norte y Centro América con el 1,3% (Estados Unidos, Republica Dominicana, Nicaragua,

Panamá). La Unión Europea participa el 0,3%(Italia, España, Rusia, Grecia y Portugal) (**FAO 2004**).

En el Perú el arroz es uno de los principales cultivos de importancia nacional, y es considerado un alimento esencial en la canasta básica familiar de los peruanos por su gran aporte calórico, siendo el consumo per cápita de arroz de 63.5 Kg/persona/año. El arroz es el producto que más aporta al PBI agropecuario y agrícola, y además es el que genera la mayor cantidad de empleos en el sector agrario (**MINAG, 2013**).

2.3. Condiciones ecológicas del cultivo de arroz.

Señalan que los factores climáticos que más inciden en el cultivo de arroz son: la temperatura, la radiación solar y el agua, puesto que afectan directamente los procesos fisiológicos de la planta, incluyendo la producción de grano e indirectamente por la presencia de plagas y enfermedades. En cuanto a los requerimientos térmicos de arroz, estos varían de acuerdo a la etapa de desarrollo de la planta; sin embargo, requiere de una temperatura mínima de 20 °C, una media de 28 a 32 °C, y una máxima de 35 °C una temperatura menor de 20 °C, diurna o nocturna ocasiona esterilidad de la espiguilla y una temperatura mayor de 35 °C, en la época de floración, ocasiona esterilidad de los granos. En cuanto al suelo, requiere de suelos pesados, arcillosos, retentivos, con buen drenaje y pH, entre 6.5 y 8.5 (**Datta 1987, Grist 1974 y Hernández 1984**).

2.4. Principales variedades de arroz que se siembran en Perú.

En Perú, existen la presencia de múltiples variedades como IR-43, que es la variedad que más se siembra en el Perú, mayormente en clima subtropical de la costa norte y sur. También se viene sembrando con éxito en clima tropical de la selva. Tiene rendimiento de pila de 61% grano entero y 10 % de grano quebrado. Su calidad culinaria es excelente. La variedad tinajones es semiprecoz, de alto potencial de rendimiento, permite a los agricultores reducir el consumo de agua y a la vez reducir marginalmente sus costos de producción, gracias a su menor ciclo de cultivo, esto sin sacrificar producción, por otro lado, la calidad molinera y culinaria destaca nítidamente comparada con otras variedades. En parcelas experimentales a legado a producir 14 t/ha de arroz cascara, Lambayeque, más de 15 t/ha, en la Libertad y en Piura más de 16t/ha, (**Cruzado, 2015**)

a. Mallares:

La nueva variedad de arroz INIA 510 - Mallares fue desarrollada por científicos del INIA a partir del cruce “Huallaga - INIA” //” IR 43” //”Cypress”, realizado en la Estación Experimental Agraria Vista Florida en 1995. Huallaga-INIA es un cultivar desarrollado por el INIA a partir de una población F2 introducida del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). IR 43 es un cultivar procedente del International Rice Research Institute (IRRI); y el cultivar Cypress es originario de Louisiana (EEUU) (**INIA, 2013**).

Arroz INIA 510 - Mallares es una variedad de ciclo intermedio, que en promedio madura en 148 días, igual que IR 43. Su potencial de rendimiento es similar al de IR 43. En parcelas experimentales ha llegado a producir 13,2 t/ha de arroz cáscara en

Fala (Lambayeque), 12,5 t/ha en Pueblo Nuevo (La Libertad), 15,5 t/ha en Sullana (Piura), y 16,4 t/ha en Camaná (Arequipa). En parcelas comerciales se ha registrado rendimientos superiores a 12,9 t/ha de arroz cáscara (92 fanegas/ha) (**Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2013**).

b. Tinajones.

La variedad Tinajones es una variedad de ciclo semiprecoz, maduro aproximadamente entre 7 y 10 días antes que la variedad IR 43. El potencial de rendimiento de esta variedad es similar al de IR 43. En parcelas experimentales ha llegado a producir 14,0 t/ha de arroz cáscara en Lambayeque, más de 15,0 t/ha en La Libertad y Piura, y más de 16,0 t/ha en Arequipa (**Instituto Nacional de Innovación Agraria, 2013**).

2.5. La influencia del clima.

Las condiciones del clima, durante y después del proceso del fenómeno “El Niño” en el 1998 en Tumbes, Perú, influyeron en la mayor distribución y desarrollo de algunos patógenos. Los porcentajes de incidencia de las enfermedades que afectaron al cultivo durante este periodo, se incrementaron con respecto a una cosecha normal (**López, 2001**), siendo favorecidos por las constantes lluvias, mal drenaje y nivelación de los campos (**Álvarez, Nolivos y Santos, 2009**).

2.6. Enfermedades de tallos, vainas y granos causadas por hongos, Bacteria y Virus.

Las principales patologías son la podredumbre del tallo, manchado de vainas foliares, manchado del grano y escaldadura de la hoja, presentes en todas las zonas arroceras. Otras enfermedades podrían considerarse de importancia secundaria, aunque los daños producidos pueden variar cada año e incluso de un cultivo a otro. En los análisis de sanidad de las semillas de arroz, se observó que varios de los patógenos causantes de enfermedades en el cultivo están en la semilla y algunos de los microorganismos identificados se destacan por su elevada incidencia y porque afectan a la germinación de la semilla o causan enfermedades de importancia en la parte aérea del cultivo (**Monzón, 2014**).

El manchado del grano de arroz es una de las más importantes por su amplia distribución e incidencia en los cultivos de arroz de la provincia. Sus síntomas consisten en manchas o decoloraciones sobre los granos de arroz. La causa de la enfermedad es un complejo de hongos que afecta los componentes de calidad del producto. Es decir, provoca la disminución de granos enteros, granos quebradizos en el proceso de molino y granos yesosos con coloraciones anormales. Por otra parte, también afecta a los componentes del rendimiento, porque genera disminución del poder germinativo, del vigor y tamaño de las plantas, disminuye el número de granos por panoja y el peso de granos manchados (**Monzón, 2014**).

Afirmo que es una enfermedad que se presentada en forma muy notaria en la últimas dos campañas en Costa (2000-2001) en la variedad IR-43, a partir del macollamiento. Se estima que la incidencia en Costa se debe a la inundación permanente de los campos, por la elevada producción de macollos y por alta fertilización nitrogenada, condiciones q son adecuadas para el desarrollo del patógeno. Estos que son indispensables para el cultivo, generalmente impiden

cualquier escape de la enfermedad, observándose con mucha frecuencia ataques generalizados en diversos grupos varietales, ubicados en el campo, lo mismo que indican un fenómeno de convivencia entre el patógeno y huésped en un hábitat común para ambas. Observaciones hechas en IRRI indican que es muy difícil encontrar un alto nivel de resistencia genética a la producción de vaina, sin embargo, existen variedades más predispuestas que otras, como en la costa de Perú con la variedad IR-43 (**Prado, 2001**).

2.6.1. Pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*. Sacc.)

En los cultivos de arroz afectados la enfermedad causa una rápida maduración del grano y la muerte de macollos, dependiendo de la época de aparición y el desarrollo de la planta. El síntoma característico de la enfermedad es un color marrón oscuro o negro en la vaina en la base de la planta entre el primer y segundo nudo. Las raíces de las plantas tienen un color negro y en casos severos de la enfermedad las plantas pueden morir (**Ospina, 2009**).

Los síntomas iniciales se presentan a nivel de la línea de agua del riego, en la cual la lesión inicialmente es de color rojo oscuro, luego café oscuro, hasta finalmente llegar a negro, al seguir avanzando la infección por la hoja envainadora, ésta después muere; posteriormente, alcanza el tallo y el cuello de la planta, lo cual provoca inhibición del macollamiento y por ende el acame o en otros casos no permite el llenado completo del grano, emergencia parcial y maduración prematura de la panícula. Al final del ciclo del cultivo se pueden apreciar peritecios de color negro, según el proceso de desarrollo de la enfermedad provocando el secamiento y muerte de la planta (**Mathre, 2000**).

2.6.2. Pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*. Hara.)

Los síntomas iniciales de la enfermedad se caracterizan por la aparición de pequeñas lesiones negras e irregulares en la parte exterior de las vainas de las hojas cerca del nivel del agua, o un poco más arriba, precedidos de una zona acuosa brillante; a medida que la enfermedad avanza y las condiciones son favorables, las áreas necróticas son alargadas, rectangulares, de color negro y de bordes bien delimitados (**Garrido, 2012**).

El micelio del hongo es de color blanco en el interior de los tejidos y oliváceo en la superficie de los mismos, con numerosos apresorios irregulares. Las hifas son gris oscuro o negro en medio de cultivo. Los esclerocios son esféricos o sub esféricos de color negro, superficie case lisa, diámetro de 230 a 270 micras, formados en sustrato natural como en medio de cultivo (**Garrido, 2012**).

2.6.3. Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*. Kuhn.)

Manchas de color oscuro de forma elíptica que se tornan de color verde con centro blanco grisáceo. Afecta los tallos y las hojas cuando las lesiones se juntan causan la muerte del tejido, no hay variedades, tolerantes ni mucho menos resistentes a esta enfermedad El incremento y desarrollo del hongo se favorece en condiciones de alta humedad relativa y/o temperatura.

El Añublo de la vaina *Rhizoctonia solani* se ve favorecido con temperaturas del suelo de 25 °C a 30 °C, y los síntomas aparecen en un mes; entre 20 °C a 25 °C, los síntomas se manifiestan en 3 a 4 meses; y la enfermedad no se presenta por debajo de 20 °C (**Correa et al,1997**).

El tizón de la vaina cuyo agente causal es *Rhizoctonia solani* forma esclerocios en las lesiones, que son estructuras de resistencia, al inicio son blanco y luego se tornan café oscuro, estas lesiones se desprenden, flotan en el agua, germinan y al ponerse en contacto con la planta penetran e inicia el desarrollo de la enfermedad (**Espinoza, 2007**).

Las pocas horas de luz y la alta humedad relativa, son los factores que condicionan la presencia de *Rhizoctonia solani*. Las lesiones de esta enfermedad se inician cerca del nivel de la lámina de agua, luego se desarrolla hacia arriba y a los lados de los macollos, la vaina afectada se debilita y posteriormente se produce el acame, esto aumenta el número de granos estériles y disminuye el peso (**Espinoza, 2007**).

2.6.4. Añublo bacterial de la panícula (*Burkholderia glumae*. Kurita y Tabei, 1967).

El género *Burkholderia* fue establecido en 1992 (**Yabuuchi et al., 1992**) y está conformado por especies previamente incluidas en el género *Pseudomonas*. Para el año 2009 habían sido reportadas 59 especies (Coenye, 2009), las cuales se caracterizan por ser bacterias Gram-negativas, pertenecientes al *phylum* β -Proteobacteria, tener forma de bacilo, un metabolismo oxidativo y ser móviles (**Schaad et al., 2001**). Comprende patógenos de plantas, especies asociadas a humanos y otros mamíferos; por ejemplo, *B. mallei* es de importancia a nivel veterinario, causante de una infección típica en equinos, es rara en humanos, pero puede ser transmitida provocando infección pulmonar aguda. *B. pseudomallei* es el

agente causal de meloidosis en equinos y la enfermedad fue descrita como una septicemia que compromete pulmones, hígado y riñones (**Mahon et al, 2007**).

A. Trasmisión

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 (**Sayler et al., 2006**).

B. glumae 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. La sintomatología se presenta 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 (**Sayler et al., 2006; Zhou et al., 2011**). *Burkholderia glumae* en arroz en Costa Rica 375 son necesarios para el desarrollo del grano (**Hikichi et al., 1994**). De hecho, la bacteria es más virulenta en panícula que en plántulas (**Nandakumar et al., 2009**).

En otros casos se ha aislado la bacteria de campos que presentan síntomas, pero la presencia del ácaro tampoco se reporta. Posteriormente, se realizó un monitoreo poblacional del ácaro tampoco en diferentes variedades en Colombia y su relación con la bacteria y los rendimientos del 2008 al 2010 y los resultados obtenidos indicaron que no se encontró correlación entre la presencia del artrópodo y la incidencia del añublo bacterial (**Pérez y Saavedra, 2011**).

La toxoflavina actúa como un transportador de electrones entre NADH y el oxígeno sin la intermediación de los citocromos, generando peróxido de hidrógeno (**Latuasan y Berends, 1961**). Este es altamente tóxico para diversos tipos de células, provocando daño tisular y teniendo, además un efecto antimicrobiano. Este mecanismo de acción explica la ausencia de toxicidad de la toxoflavina bajo condiciones anaeróbicas (**Suzuki et al., 2004**).

La bacteria produce toxoflavin a temperaturas de 30 a 37 °C, la cual es una 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 vaneos y decoloración del grano. La toxina puede sintetizarse a temperaturas de 25 a 28 °C, pero en pequeñas cantidades (**Garrido, 2013**).

2.6.5. Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*. Sawada.)

Presenta mancha inicial de forma oblonga, irregular, con centro gris y bordes marrones. Las manchas se unen y cubren completamente la vaina. Ataques tempranos impiden la formación de las espigas, produce esterilidad y vaneamiento de las espigas, granos livianos y manchados del grano.

Manifiesta que *Sarocladium oryzae* posee una gran viabilidad fisiológica y patogénica. La alta humedad favorece su presencia en el campo, formando una capa blanca de micelio y conidios entre la vaina infectada y el tallo. Puede sobrevivir en los residuos de la cosecha y ser transmitido por semillas lo que constituye una de las fuentes de inóculo primario en la plantación y punto de partida para que los conidios se diseminen por diferentes vías (Espinoza, 2007).

Los síntomas que presenta la enfermedad son lesiones oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo que aparecen en las vainas superiores y de la hoja bandera, conforme progresa la enfermedad las lesiones se alargan. El ataque severo del patógeno en edades tempranas no permite que la panícula emerja completamente y en algunas ocasiones se pudra; si las panículas logran emerger presentan flores curvas y de color café oscuro. También puede causar esterilidad y el vaneamiento de los granos (Meneses et al, 2008).

2.6.6. Complejo fungoso del manchado de grano en arroz.

El arroz como cualquier otra planta cultivada, está expuesta a una gran variedad de agentes patógenos que inciden en toda su etapa de desarrollo; la mayoría de los problemas fitosanitarios se presentan en los cultivos de secano (utiliza exclusivamente lo que procede de la lluvia) en gran parte favorecidos por el ambiente y el manejo del cultivo (Solís, 2016).

Vivas e Intriago (2012), afirman que existen varios microorganismos que causan manchado en la panícula y grano de arroz, como hongos y bacterias. Entre los hongos que se transmiten por semilla se citan a *Sarocladium oryzae*, *Ustilaginoidea virens* y

Bipolaris sp; otros géneros de hongos se asocian con esta patología, *Curvularia sp*, *Alternaria sp*, *Nigrospora sp* y *Fusarium sp*. Las bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, también se han identificado como causales del manchado de grano.

Las panículas y granos manchados muestran diversas tonalidades dependiendo del microorganismo involucrado, si la infección es temprana puede causar vaneamiento de los granos (Solís, 2016).

En condiciones de campo, el manchado del grano se manifiesta en el periodo que comprende desde la floración hasta la maduración del arroz. Se caracteriza por manchas en las glumas que varían desde pequeños puntos oscuros a extensas áreas que pueden alcanzar hasta el 100 % de su superficie. La decoloración puede profundizarse afectando el endospermo y a veces el embrión (Ou, 1985; Webster y Gunnell, 1992).

El manchado del grano afecta componentes del rendimiento, alto porcentaje de vaneo, disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, disminución del número de granos por panoja y del peso de los granos manchados, y la disminución de granos enteros, granos quebradizos en el proceso de molido, granos yesosos, con coloraciones anormales; además, en los campos de producción de semillas el problema obliga al descarte de muchos lotes, ya que los hongos causales pueden ser transmitidos por dicho órgano mencionado (Castaño et al, 1999).

Otro aspecto que se debe destacar, es que la semilla manchada es fuente de inóculo primario y eficiente medio de diseminación de patógenos importantes y de microorganismos saprófitos (**Mew y Gonzales, 2002**).

A. *Fusarium sp.* Link ex Grey 1821

Este organismo es patógeno de la semilla y puede causar oscurecimiento y manchado del grano de arroz, mermando la germinación y provocar la muerte post emergencia (**Nenínger et al, 2003**).

Rivera y Gómez (2012), indican la patogenicidad de *Fusarium sp* después de 10 a 15 días de la inoculación, causa marchitez y amarillamiento de las hojas, además, el manchado de la panícula, la cual está asociada al oscurecimiento y manchado de los granos.

En infecciones severas puede causar hasta el 90 % de pérdidas en la cosecha (**Marín y Jiménez, 1981**).

B. *Nigrospora sp.* Berk.

Las especies de *Nigrospora sp* causan infecciones en láminas foliares y granos, presentando manchas necróticas puntuales que miden alrededor de 3 mm y son de color café rojiza, en el caso que se forme una necrosis generalizada, la forma angular en el extremo apical del grano ocupa entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$ de la longitud (**Marín y Jiménez, 1981**).

Este género desarrolla conidios unicelulares, castaños, de forma globosa o sub globosa, sobre conidióforos simple cortos, oscuros y algo ensanchados, con micelio aéreo de crecimiento radial, blanquecino a grisáceo (**Batalla, 2014**).

Indican que en algunos casos este patógeno muestra un escaldado de color marrón desde el ápice foliar, pueden presentar incidencia en las plantas en un 3.88 % y en semillas certificadas en un 0.39 % (**Pineda et, 2007**).

C. *Curvularia* sp. Bugnicourt

Gutierrez y Mazzanti (2001), mencionan a *Curvularia oryzae* como parte de los patógenos asociados al manchado del grano y su relevancia en la transmisión por medio de la semilla.

Estrada y Sandoval (2004), indican que los síntomas en las hojas se presentan con manchas puntiformes y ojivales, pardo - rojizas con halos amarillento alrededor que pueden unirse y secar gran parte de la hoja.

Las especies de *Curvularia* provocan marchitez del semillero, coloración negruzca del grano, marchitez de la panícula y manchado del grano (**Nenínger et, 2003**).

D. *Bipolaris oryzae* Ou, 1985.

Considerada en segundo lugar de importancia económica entre las enfermedades que afectan al cultivo de arroz, *B. oryzae* se aloja principalmente en las glumas, pero se encuentra en todos los componentes de la semilla de arroz; la sobrevivencia del hongo en las semillas de arroz depende de la temperatura al momento del almacenaje

siendo 3 °C la menos favorable para la sobrevivencia del hongo (**Ojeda y Subero, 2004**).

Cueva (2002), describe que *B. oryzae* afecta a los tallos, hojas y semillas, se presentan manchas pardas que se tornan color café al extenderse, las lesiones tienen forma ovalada y circular con un halo externo de color amarillo. Sus estructuras de reproducción pueden ser alargadas, cilíndricas, oscuras y curvas.

Pruebas de patogenicidad realizadas en plantas de arroz de 21 días, mostraron síntomas de la enfermedad a los 5 y 7 días después de la inoculación y pudieron ser reaisladas de los tejidos enfermos, comprobándose así la capacidad patogénica de este hongo (**Cardona y González, 2008**).

Ojeda y Subero (2004) mencionan que existe una correlación altamente positiva entre el grado de manchado de la semilla de arroz y la transmisión del hongo *B. oryzae* a las plántulas, es decir que, a mayor grado de manchado de la semilla, mayor porcentaje de transmisión del hongo a la planta.

2.6.7. Hoja blanca del arroz (VHB). Muir.

Esta enfermedad se ha encontrado en todas las zonas arroceras de nuestro país, en algunos años su alta incidencia ha ocasionado graves pérdidas en los rendimientos o la eliminación comercial de la variedad (**Armijos, 2007**).

Vivas y Astudillo (2008) menciona que el VHB es transmitido por el insecto *Tagosodes oryzicolus*. Muir, el cual produce dos daños en el cultivo arroz, directo por las incisiones que hace en las hojas al alimentarse y opositar; y el daño indirecto

al inocular el virus de la hoja blanca. La enfermedad no se transmite mecánicamente ni por semilla (**Calvert, 1999**).

Observar en las hojas rayas o bandas longitudinales blancas, paralelas a la nervadura es el síntoma más característico de la enfermedad (**Armijos, 2007**). La panícula sufre deformación y la distorsión en espiral del eje; las espiguillas sufren manchas y vaneamiento, estos síntomas se presentan en infecciones tardías (**Vivas y Astudillo, 2008**).

Síntoma distintivo se observa en las glumas, que presentan una decoloración pardusca y repentino secamiento, a menudo tienen un desarrollo muy anormal. La severidad de los síntomas depende de la edad de la planta en que se produce la infección, lo cual afecta los rendimientos (**Armijos, 2007**).

Indica que cuando las plantas son infectadas en edad temprana presentan enanismo, necrosis y hasta la muerte; si la infección es tardía puede afectar las panículas, reducir la calidad y el número de granos (**Reyes, 1999**).

2.6.8. Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*. Cooke y Takah, 1896)

Este patógeno es de poca importancia, adquiere relevancia cuando afecta las plantaciones de arroz destinadas a la producción de semilla certificada, ya que de acuerdo con el reglamento vigente para certificación de semillas no se pueden utilizar para este fin lotes que contengan más del 0.1% de enfermedades transmisibles por semillas (**Espinoza, 2007**).

La enfermedad se puede presentar en las últimas etapas del cultivo en áreas con alta humedad relativa. No obstante, la infección puede suceder antes y después de la formación del grano. Un factor favorable para la presencia de *U. virens* es el exceso de fertilización nitrogenada (Cova et al, (2007)

El estado temprano de la floración el hongo puede invadir el ovario o granos maduros. Los conidios, secundarios y las ascosporas son capaces de provocar infección. El hongo sobrevive como esclerocio contenido en la cápsula globosa. Los conidios pueden sobrevivir en condiciones de campo por más de cuatro meses (Espinoza, 2007).

Se pueden observar los síntomas cuando el endospermo de la semilla es reemplazado por una cápsula globosa aterciopelada con más de 1 cm de diámetro, la misma que crece hacia afuera entre las glumas. Sólo unos pocos granos de la panícula son afectados, pero se ha reportado que los granos adyacentes se producen estériles (Espinoza, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Lugar de ejecución:

El presente trabajo se realizó en la Región Lambayeque (Figura 1), en sus tres provincias: Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe (Figura 3) y en laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, en Lambayeque – Perú, durante la campaña 2015 - 2016.



Figura 1. Mapa de Perú, Lambayeque ubicado a la parte norte (color rojo).

3.2. Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó durante la campaña 2015 – 2016, en el departamento de Lambayeque, ubicado en las coordenadas 5°29'36" y 7°14'37" de latitud sur y entre 79° 41'30" y 80°37'23" de Longitud Oeste y tiene una superficie aproximada de 14,231.30 Km².

Limita por el Norte, con el Departamento de Piura; por el Este, con el Departamento de Cajamarca; por el Sur, con el Departamento de La Libertad y por el Oeste, con el Océano Pacífico.

Políticamente se encuentra dividido en tres Provincias Cuadro 1.

Cuadro 1. Dpto. de Lambayeque: División política en provincias

Departamento	Provincias
Lambayeque	Lambayeque Chiclayo Ferreñafe
Total	03

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI

3.3. Condiciones climáticas

El lugar donde se realizó la investigación, según el servicio nacional de meteorología e hidrología del Perú SENAMHI, en el año 2016 posee las siguientes características:

3.3.1. Temperatura.

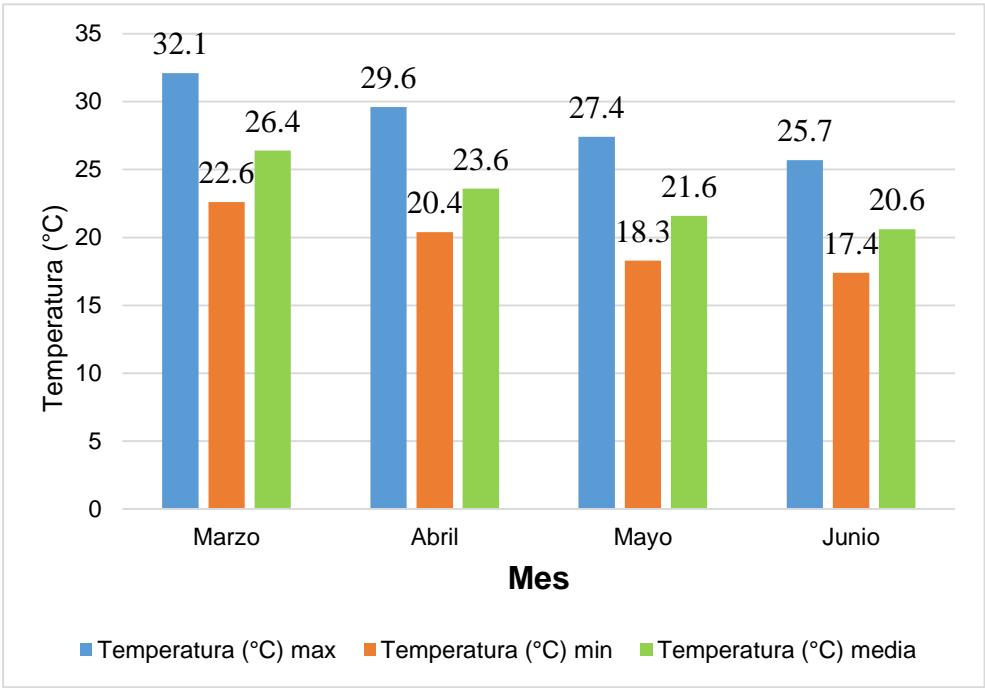
La temperatura máxima durante la conducción del trabajo fue 30.1 C° en el mes abril, mientras que la temperatura mínima fue 17.4 C° en el mes Mayo Cuadro 3 (Figura 2).

Cuadro 2. Promedio de temperaturas registrada en la región Lambayeque, 2016.

MES	Temperatura (°C)		
	Max	Min	Media
Marzo	32.10	22.60	26.40
Abril	29.60	20.40	23.60
Mayo	27.40	18.30	21.60
Junio	25.70	17.40	20.60

Fuente: Tutiempo Network, 2016.

Figura 2. Temperatura en la región Lambayeque, 2016.



3.3.2. Humedad relativa

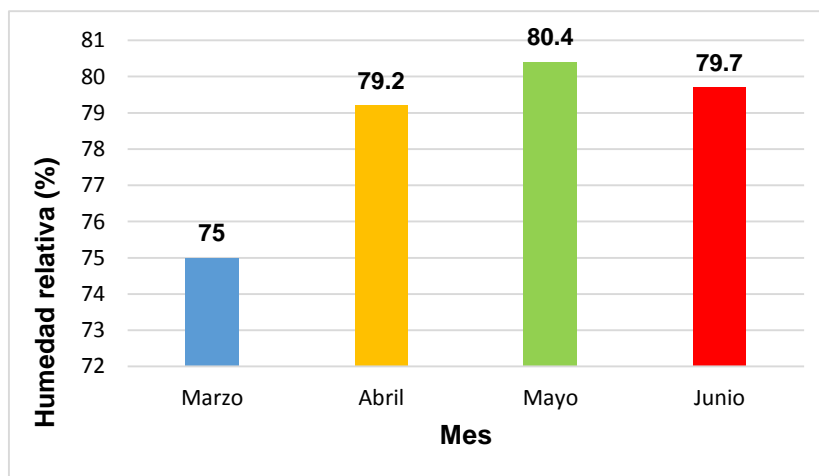
La humedad relativa máxima se registra en el mes de mayo con 80.40%; mientras que la mínima se registra el mes de marzo con 75% Cuadro 5 (Figura 3).

Cuadro 3. Promedio de humedad relativa registradas durante la conducción del trabajo. Lambayeque 2016.

MES	Humedad relativa (%)
	H.R
Marzo	75.00
Abril	79.20
Mayo	80.40
Junio	79.70

Fuente Tutiempo Network, 2016

Figura 3. Humedad relativa registrada en la región Lambayeque, 2016.



3.3.3. Precipitación

Cuadro 4. Promedio de precipitación registrada en la región Lambayeque, 2016.

MES	Precipitación
	(mm)
Marzo	0.34
Abril	0
Mayo	0.12
Junio	0

Fuente Tutiempo Network, 2016



Figura 4. Provincias arroceras muestreadas (círculo rojo), Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Lambayeque, 2016.

Fuente: Google Earth.

Cuadro 5. Promedio de temperatura registrada en la provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Lambayeque, 2016.

MES	Temperatura (°C)		
	Lambayeque	Chiclayo	Ferreñafe
Marzo	25.33	27.10	27.45
Abril	29.24	29.36	28.12
Mayo	29.60	29.12	29.62
Junio	29.30	22.25	25.13

Fuente: Tutiempo Network, 2016

Cuadro 6. Promedio de humedad relativa registrada en las provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Lambayeque, 2016.

MES	Humedad relativa (%)		
	Lambayeque	Chiclayo	Ferreñafe
Marzo	89.44	89.10	89.12
Abril	75.26	84.16	84.00
Mayo	66.20	84.00	74.12
Junio	74.30	86.20	89.34

Fuente: Tutiempo Network, 2016

3.4. Localidades muestreadas

El Cuadro 7, muestra las localidades evaluadas por cada provincia del departamento de Lambayeque.

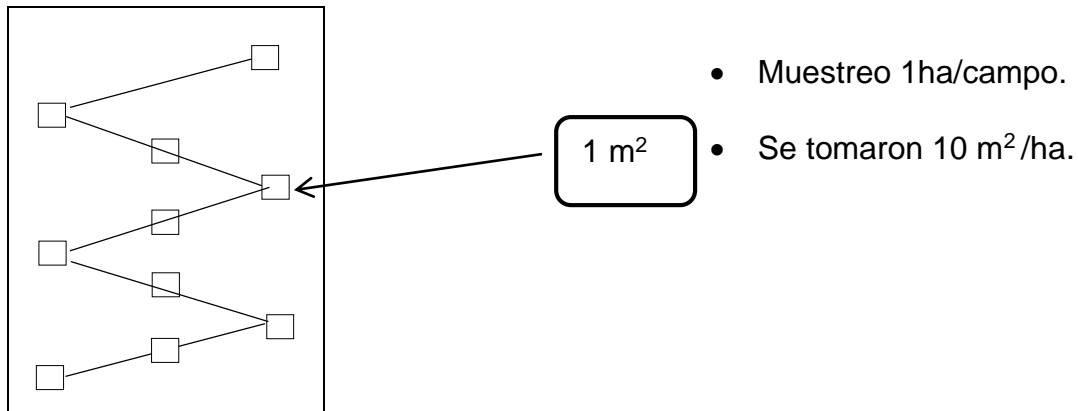
Cuadro 7. Sectores arroceros muestreados en la región Lambayeque, 2016.

Región	Provincia	Localidad	Sector
Lambayeque	Lambayeque	Lambayeque	Fundo la Peña
		Mochumi	Muy Finca
		Tucume	La Pava
	Chiclayo	Chongoyape	Carniche bajo
		Mocupe	Mocupe
		Chacupe	Chacupe II
	Ferreñafe	Ferreñafe	Ciruelo
		Pueblo Nuevo	Chaname
		Pitipo	Cerezo

3.5. Evaluación de enfermedades en el cultivo de arroz.

A. Forma de muestreo

Muestreo se realizó en zigzag.



Se usó un marco de madera de 1 m², tomando 2 golpes al azar y 5 macollos de cada golpe, en total teniendo una muestra de 10 macollos/m².

En total se tomó 100 macollos/ha.

La evaluación de enfermedades se realizó durante el estado fenológico del cultivo, inicio de llenado a maduración del grano.

B. Cuantificación de síntomas dentro un marco de madera 1 m².

Incidencia: porcentaje de plantas enfermas con relación a las sanas en un m².

Severidad: Se estimó visualmente el porcentaje de infección en una planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo, de forma subjetiva y haciendo referencia al porcentaje del área necrosada o enferma de un tallo, vaina, hoja, etc.



Figura 5. Evaluación de Incidencia y Severidad.
Localidad Mochumi, Lambayeque.



Figura 6. Evaluación de Incidencia y Severidad.
Localidad Mocupe, Chiclayo.

C. Reconocimiento de síntomas.

La descripción de los síntomas se realizó comparando los síntomas encontrados con los que existen en la literatura, fotografía, dibujos.

D. Órgano de la planta a evaluar.

En la planta de arroz fueron evaluados los órganos siguientes: hojas, tallos, vainas y granos.

Algunos síntomas de la enfermedad fueron difíciles de reconocer a simple vista en campo, debido a eso fueron llevados al laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, para precisar detalles de los síntomas y de la cuantificación.

3.5.1. Evaluación de bacteriosis

Se usó un marco de madera de 1 m², tomando 2 golpes al azar y 5 panículas de cada golpe, en total teniendo una muestra de 10 panículas/m².

Se estimó el porcentaje de incidencia de panículas afectadas por *Burkholderia glumae* con relación a las plantas sanas 1 m².

3.5.2. Evaluación de virus de la hoja blanca (VHB)

Se usó un marco de madera de 1 m², tomando 2 golpes al azar y 5 macollos de cada golpe, en total teniendo una muestra de 10 plantas /m².

Se estimó el porcentaje de incidencia de plantas afectadas por virus de la hoja blanca, con relación a las plantas sanas.

3.6. Evaluaciones en laboratorio.

3.6.1. Evaluación de las 100 muestras de plantas.

Los datos obtenidos de incidencia y severidad fueron registrados en una planilla de evaluación.

3.6.2. Selección de muestras.

En el laboratorio se tomó diez macollos/ha, un macollo/ 1 m², con vainas afectadas o tallos y granos con síntomas bien definidos. Los granos que mostraron síntomas sospechosos de la bacteriosis del arroz, entonces las muestras fueron procesadas en medio de cultivo para bacterias.

3.6.3. Aislamiento del hongo.

- a) Para el aislamiento de hongos, se seleccionó la parte afectada de la planta que presentan síntomas característicos de la enfermedad.
- b) Con la ayuda de un bisturí estéril se seleccionó fragmentos del tejido enfermo de aproximadamente 4x4 mm, tratando de involucrar tejido infectado (60%) y sano (40%).
- c) Se desinfecto las muestras por inmersión en hipoclorito de sodio al 0.5% y se lavó tres veces con agua destilada, posteriormente se sembró en placas Petri con PDA (Papa-Dextrosa-Agar), Agar avena y Agar arroz.
- d) Luego, se colocó cuatro fragmentos de tejido en la placa de agar.
- e) Las placas Petri sembradas se incubo a temperatura ambiente durante 6 días, luego se realizó las observaciones microscópicas con azul de lactofenol, para verificar las características del patógeno.
- f) Luego se purifico el hongo en placas Petri.

3.6.4. Reconocimiento del patógeno.

- a. El reconocimiento del patógeno fue a través de una observación microscópica.
- b. Características de identificación de hongos para una determinada especie.
- c. La observación microscópica de conidios e hifas ayudo a reconocer al patógeno.
- d. Los hongos desarrollados en los substratos se prepararon en montajes y mediante observación microscópica se determinó el género con ayuda de claves: Barnett, Clementes & shear, Denis, Ellis, Barrón.

3.6.5. Aislamiento de la bacteria.

- a. Se seleccionaron semillas que mostraron síntomas de la bacteria.
- b. Se desinfectaron las semillas con lejía y se realizó enjuagues con agua esterilizada (cinco a seis repeticiones).
- c. Se maceró los granos en un mortero, añadiendo una pequeña cantidad de agua estéril.
- d. Se siembro el macerado en agar King B por agotamiento y estría.
- e. Trascurrido 48 horas se verifico el crecimiento de las colonias.

3.6.6. Tinción GRAM.

Se colocó una gota de agua destilada en el centro de porta y con asa de siembra, esterilizada a la llama de mechero, se colocó una pequeña cantidad de suspensión de bacteria, de una colonia sobre la gota de agua destilada, después con el asa se extenderá la gota sobre el porta objeto y se fijó la muestra.

3.6.7. Procedimiento.

Se aplicó a la muestra fijada anteriormente una cantidad de colorantes:

1. Cristal violeta (x 1 min)
2. Lugol (x 1 min)
3. Alcohol acetona (10 s)
4. Safranina (x 1 min)

Luego enjuagar con agua de caño y sacar completamente y luego se agregó una gota de aceite de inmersión.

3.6.8. Observación microscópica (100x)

Se observó bacilos gran negativos.

Figura 7. Cuadro para pruebas bioquímicas para identificar *Burkholderia glumae*

Género	Pruebas realizadas										
	T. G.	KOH	OXD	CAT	TSI	LIA	CIT	PEC	IND	R. P B	F. KB
<i>B. glumae</i>	-	+	+	+	K/K, -, -	K/K, -, -	+	+	-	R	-

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Enfermedades producidas por patógenos en el cultivo de arroz.

En el Cuadro 8, se observa las enfermedades que se presentó en la campaña 2015-2016, en los campos de arroz en la región Lambayeque, y en sus tres provincias Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe.

Cuadro 8. Enfermedades encontradas en la región Lambayeque, 2016

Enfermedad	Patógeno
Pudrición negra	<i>Gaeumannomyces graminis</i>
Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>
Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>
Pudrición del tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>
Falso carbón	<i>Ustilaginoidea virens</i>
Añublo bacterial de la panícula	<i>Burkholderia glumae</i>
Manchado del grano del arroz	<i>Alternaria alternata</i> , <i>Bipolaris oryzae</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Curvularia lunata</i> , <i>Sarocladium oryzae</i> y <i>Nigrospora oryzae</i>
Hoja blanca del arroz	VHB

4.2. Enfermedades por localidades.

4.2.1. Enfermedades en tallos y vainas.

Cuadro 9. Incidencia en vaina y tallo en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Enfermedad	Patógeno	Incidencia (%)
Lambayeque	Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	45.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	28.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	84.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	12.00
	Mochumi	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	37.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	48.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	90.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	14.00
	Tucume	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	42.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	36.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	86.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	3.00
Ferreñafe	Pueblo nuevo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	48.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	29.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	85.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	4.00
	Pitipo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	55.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	34.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	80.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	7.00
	Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	42.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	46.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	74.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	9.00
Chiclayo	Chongoyape	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	53.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	34.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	74.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.00
	Mocupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	34.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	23.20
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	87.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	7.00
	Chacupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	51.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	40.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	79.00
		Pudrición del tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	1.00

El Cuadro 9, se observa que en las tres provincias de Lambayeque la enfermedad pudrición negra de la vaina *Gaeumannomyces graminis*, fue la que obtuvo mayor incidencia en relación a las otras enfermedades.

En las tres provincias de Lambayeque *G. graminis*, presentó un alto porcentaje de incidencia, con mayor valor encontramos en la provincia de Lambayeque en la localidad de Mochimi con 90 %. Lo cual indica que este patógeno está uniformemente y ampliamente distribuido en toda la región arroceras de Lambayeque.

La Pudrición de la vaina *Sarocladium oryzae*, se presentó en las tres provincias, mayor incidencia en la provincia de Ferreñafe en la localidad de Pitipo con 55 %.

El Añublo de la vaina *Rhizoctonia solani*, es la tercera enfermedad que se presentó con mayor incidencia, en la región Lambayeque en la campaña 2015 - 2016, en la provincia de Lambayeque en la localidad de Mochimi *R. solani* presentó 48 %, mayor valor que otras localidades.

Pudrición de tallo *Nakataea sigmoidea*, en las tres provincias se encontró esta enfermedad, pero con menor incidencia.

G. graminis, *S. oryzae* al igual que *R. solani* mostraron un mayor valor de incidencia, lo cual indica que estos patógenos están uniformemente y ampliamente distribuido en toda la región arroceras de Lambayeque.

Cuadro 10. Incidencia en vaina y tallo en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Provincia	Enfermedad	Patógeno	Incidencia (%)
Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	41.33
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	37.33
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	86.77
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	9.67
Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	48.33
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	36.33
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	87.00
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	6.67
Chiclayo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	46.00
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	32.40
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	76.67
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	2.67

El Cuadro 10, muestra el promedio de incidencia de cada enfermedad (tallos y vainas) encontradas por provincia, en Lambayeque presentó *G. graminis*, *S. oryzae*, *R. solani* y *N. sigmoidea*, con 86.77, 41.33, 37.33 y 9.67 % respectivamente, en Ferreñafe se encontró *G. graminis*, *S. oryzae*, *R. solani*, *N. sigmoidea*, con 87, 48.33, 36.33 y 6.67% en su orden y en Chiclayo se presentaron *G. graminis*, *S. oryzae*, *R. solani*, *N. sigmoidea*, con 76.67, 46, 32.40 y 2.67 % respectivamente.

Cuadro 11. Severidad en vaina y tallo en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Enfermedad	Patógeno	Severidad (%)
Lambayeque	Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	21.45
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	5.05
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	37.15
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	4.6
	Mochumi	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	10.45
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	13.75
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	24.1
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	1.74
	Tucume	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	13.65
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	4.75
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	14.9
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.15
Ferreñafe	Pueblo nuevo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	9.15
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	9.25
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	16.80
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.35
	Pitipo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	7.05
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	11.15
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	15.70
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.50
	Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	6.95
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	9.25
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	15.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.60
Chiclayo	Chongoyape	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	5.60
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	2.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	6.15
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.00
	Mocupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	19.35
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	13.20
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	20.65
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.70
	Chacupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	3.15
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	4.72
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	7.70
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.05

En el Cuadro 11, se observa que la enfermedad pudrición negra de la vaina *G. graminis*, fue la que se presentó con mayor severidad en las tres provincias de la región Lambayeque, siendo la provincia de Lambayeque en la localidad de Lambayeque una de la más afectada por este patógeno con 37,15 %.

La enfermedad pudrición de la vaina *S. oryzae*, se presentó con alto porcentaje en la provincia de Lambayeque en la localidad de Lambayeque con 21.45 %, seguido fue la enfermedad añublo de la vaina *R. solani* con mayor valor en severidad en la provincia de Lambayeque en la localidad de Tucume con 13.65 % y pudrición de tallo *Nakataea sigmoidea* se encontró con mayor valor en la provincia de Lambayeque en la localidad de Lambayeque con 4.6 %.

Cuadro 12. Severidad en tallo y vaina en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Provincia	Enfermedad	Patógeno	Severidad (%)
Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	15.18
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	7.85
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	25.38
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	2.16
Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	7.72
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	9.88
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	15.83
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.48
Chiclayo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	9.37
	Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	6.64
	Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	11.50
	Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.37

El Cuadro 12, muestra el promedio de severidad de cada enfermedad (tallos y vainas) encontradas por provincia, en Lambayeque presentó *G. graminis*, *S. oryzae*, *R. solani* y *N. sigmoidea*, con 25.38, 15.18, 7.85 y 2.16 % respectivamente, en Ferreñafe se encontró *G. graminis*, *R. solani*, *S. oryzae*, *N. sigmoidea*, con 15.83, 9.88, 7.72 y 0.48 % en su orden y en Chiclayo se presentaron *G. graminis*, *S. oryzae*, *R. solani*, *N. sigmoidea*, con 11.50, 9.37, 6.64 y 0.37 % respectivamente.

4.2.2. Enfermedades por provincia.

A. Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*. Sawada.)

Cuadro 13. Incidencia y severidad (%), de pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación			
	Incidencia	Sign	Severidad	Sign
Lambayeque	41.33	a	15.18	a
Chiclayo	48.33	a	9.37	a
Ferreñafe	46.00	a	7.72	a
CV (%)	18.70		15.20	
Datos transformados	No		(X+1)1/2	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

Los síntomas causada por *S. oryzae*, se observó en el tercio superior de la vaina de forma oblonga, color café y en el centro grisáceo (Figura 8), coincide con los síntomas descrito por Meneses et al. (2008) indica que los síntomas producidos por *S. oryzae* son lesiones oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo que aparecen en las vainas superiores, conforme progresa la enfermedad las lesiones se alargan.

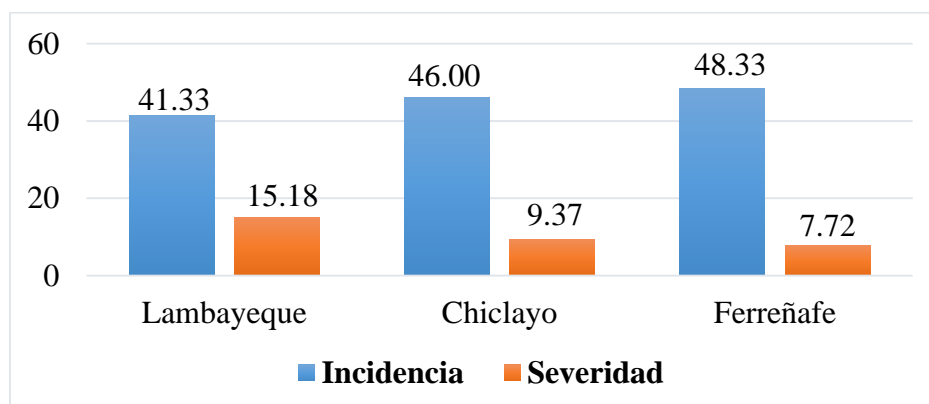
Entre las provincias no se encontró diferencias significativas tanto para incidencia y severidad Cuadro 13. En la provincia de Lambayeque la severidad de *S. oryzae* fue mayor con 15.18 %, y en la provincia de Chiclayo y Ferreñafe la severidad fue menor con 9.37 y 7.72 % (Figura 9).

S. oryzae en la provincia de Ferreñafe la incidencia fue mayor con 48.33 %, y en la provincia de Chiclayo y Lambayeque la incidencia fue 46 y 41.33 % respectivamente Cuadro 13. Al parecer que en el mes de mayo donde se evaluó a *S. oryzae* se registró temperaturas altas de 29.62 °C Cuadro 5.



Figura 8. Síntoma producido por *Sarocladium oryzae*

Figura 9. Incidencia y severidad de pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) por provincia. Lambayeque, 2016.



B. Añublo de vaina (*Rhizoctonia solani*. Kuhn.)

Cuadro 14. Incidencia y severidad (%), del añublo de vaina (*Rhizoctonia solani*) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación			
	Incidencia	Sign	Severidad	Sign
Lambayeque	37.33	a	7.85	a
Chiclayo	36.33	a	6.64	a
Ferreñafe	36.30	a	9.88	a
CV (%)	14.91		15.94	
Datos transformados	(x+1)		(x+1)	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

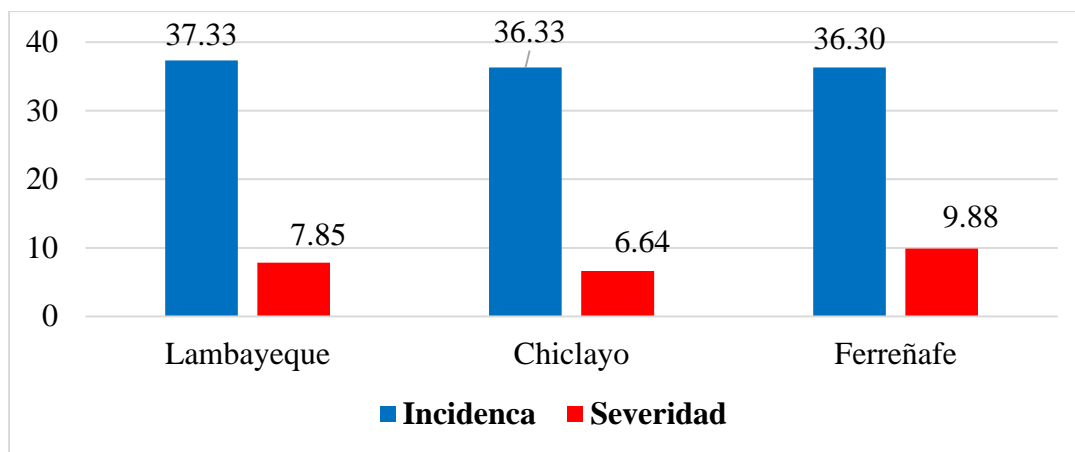
En la evaluación del añublo de la vaina *R. solani*, entre las provincias no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 14), pero el porcentaje de incidencia y severidad fue mayor en la provincia de Lambayeque con 37.33 y 7.85 % respectivamente, que en las dos provincias Chiclayo y Ferreñafe (Figura 11). Se evaluó en el mes de abril donde se registró temperaturas altas de 29.34 °C.

Las observaciones se relacionan con los resultados reportado por Correa et al. (1997), indica que el añublo de la vaina *R solani*. Se ve favorecido con temperaturas del suelo de 25 °C a 30 °C.



Figura 10. Síntomas producidos por *Rhizoctonia solani*.

Figura 11. Incidencia y severidad (%) del añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*). Lambayeque, 2016.



C. Pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*. Sacc.)

Cuadro 15. Incidencia y severidad (%), de pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación			
	Incidencia	Sign	Severidad	Sign
Lambayeque	86.77	a	25.38	a
Chiclayo	76.67	a	11.50	a
Ferreñafe	87.00	a	15.83	a
CV (%)	9.29		21.33	
Datos transformados	No		(x+1)	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05)

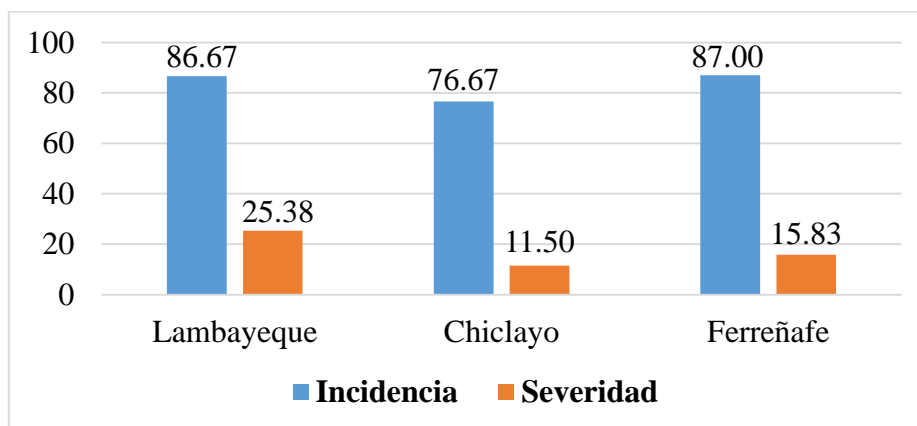
Con respecto a *G. graminis*, no se encontraron diferencias significativas tanto para incidencia y severidad entre las tres provincias Cuadro 15. La provincia de Ferreñafe presentó 87 % de incidencia, respecto a las dos provincias evaluadas (Figura 13).

La enfermedad se presenta en la parte del tallo hasta la altura de la lámina de agua, de un color marrón oscuro o negro cuando está avanzado la enfermedad (Figura 12). Por lo anterior descrito coincide con lo reportado por Ospina (2009) indica que el síntoma característico de la enfermedad es un color marrón oscuro o negro en la vaina en la base de la planta entre el primer y segundo nudo.



Figura 12. Síntomas producidos por *G. graminis*

Figura 13. Incidencia y severidad de pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*). Lambayeque, 2016.



D. Pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*. Hara.)

Cuadro 16. Incidencia y severidad (%) de pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*) en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación			
	Incidencia	Sign	Severidad	Sign
Lambayeque	9.67	b	2.16	a
Chiclayo	2.67	a	0.37	a
Ferreñafe	6.67	a b	0.48	a
CV (%)	20.78		27.92	
Datos transformados	(x+1)		(x+1)	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05)

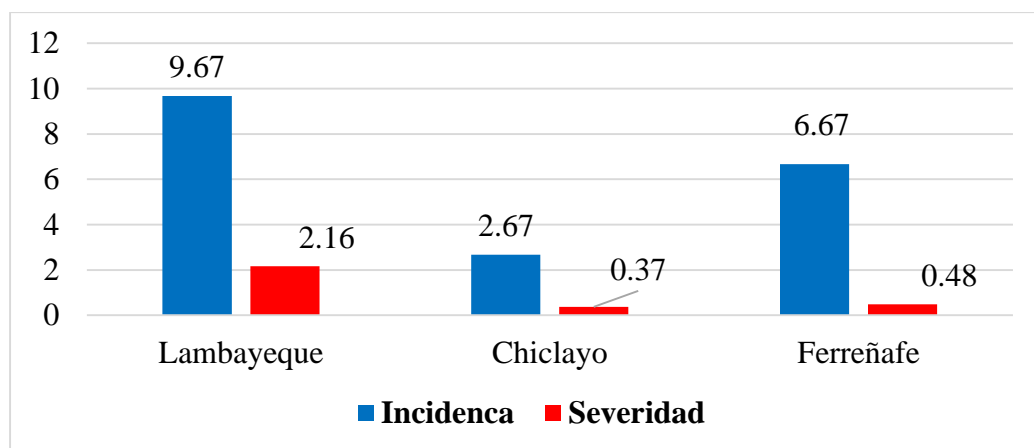
De los tres tratamientos, en Chiclayo se encontró mayor diferencia significativa con respecto a Lambayeque y Ferreñafe.

La enfermedad pudrición del tallo *N. sigmoidea* presentó con menor incidencia y severidad a comparación con las demás enfermedades que afectan a tallos y vainas. Entre las provincias evaluadas no se encontraron diferencias significativas Cuadro 16.



Figura 14. Síntomas producidos por *Nakataea sigmoidea*

Figura 15. Incidencia y severidad de pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*). Lambayeque, 2016.



E. Granos manchados, vanos y vanos.

Cuadro 17. Porcentaje de granos manchados en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación	
	Granos manchados	Sign
Lambayeque	39.59	a
Chiclayo	25.72	a
Ferreñafe	40.26	a
CV (%)	24.97	
Datos transformados	(x+1)	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

En la evaluación del porcentaje de granos manchados, entre las provincias evaluadas no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 17), pero si fueron ligeramente afectadas las provincias de Ferreñafe y Lambayeque con 40.26 y 39.59 % respectivamente (Figura 17).

Los resultados sobre la sintomatología del manchado del grano fueron causados por los hongos, *Alternaria alternata* (Figura 42), *Nigrospora oryzae* (Figura 43), *Sarocladium oryzae* (Figura 44), *Bipolares oryzae* (Figura 45), *Fusarium solani* (Figura 46) y *Curvularia lunata* (Figura 47)

Las observaciones realizadas coinciden con lo reportado por Vivas e Intriago (2012) quien indica que existen varios microorganismos que causan manchado en la panícula y grano de arroz, como hongos y bacterias. Entre los hongos que se transmiten por semilla se citan a *Sarocladium oryzae*, *Ustilaginoidea virens* y *Bipolaris oryzae*.

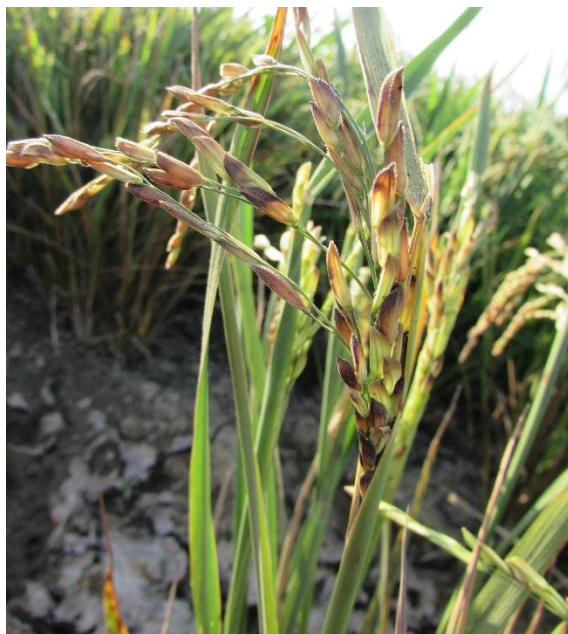
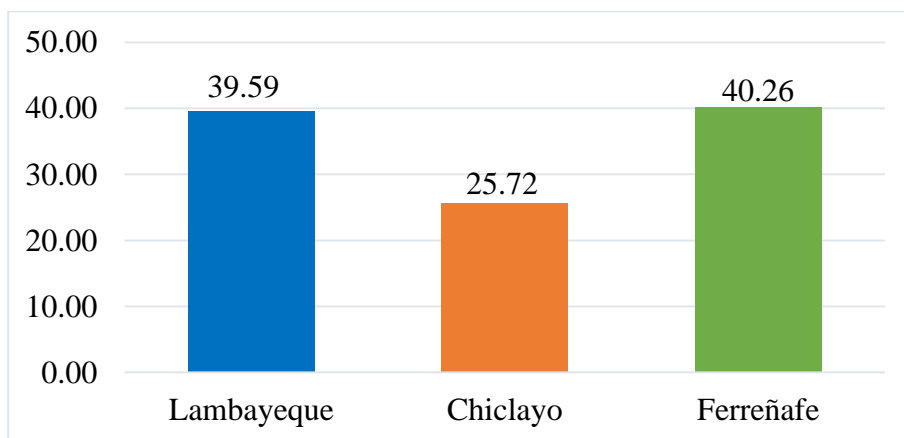


Figura 16. Granos manchados, producidos por hongos de complejo fungoso

Figura 17. Granos manchados por enfermedades fungosas en panícula de arroz. Lambayeque, 2016.



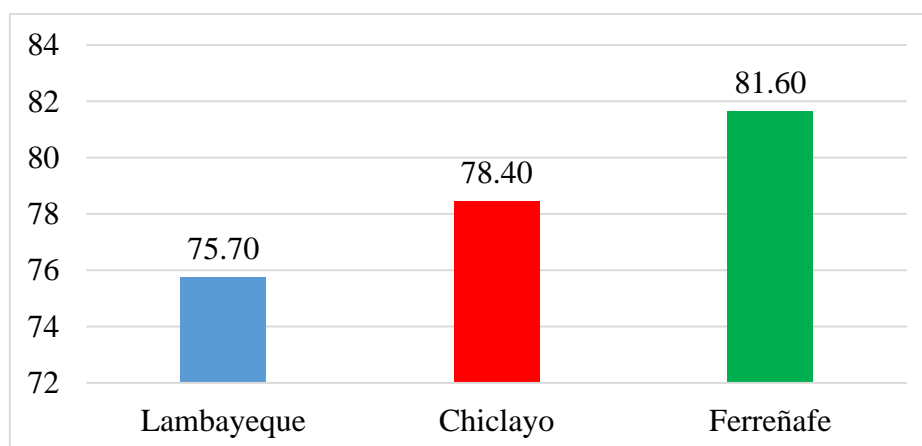
Cuadro 18. Porcentaje de granos enteros en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Tratamiento	Evaluación	
	Granos enteros	Sign
Lambayeque	75.70	a
Chiclayo	78.40	a
Ferreñafe	81.60	a
CV (%)	15.79	
Datos transformados	No	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

Con respecto a los granos enteros la tendencia fue mayor Cuadro 18, entre las provincias evaluadas no se encontraron diferencias significativas, pero tuvieron más porcentaje de granos llenos las provincias de Chiclayo 78.40 % y Ferreñafe 81.60 % respectivamente (Figura 18).

Figura 18. Porcentaje de granos enteros. Lambayeque, 2016.



Cuadro 19. Porcentaje de granos vanos en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016

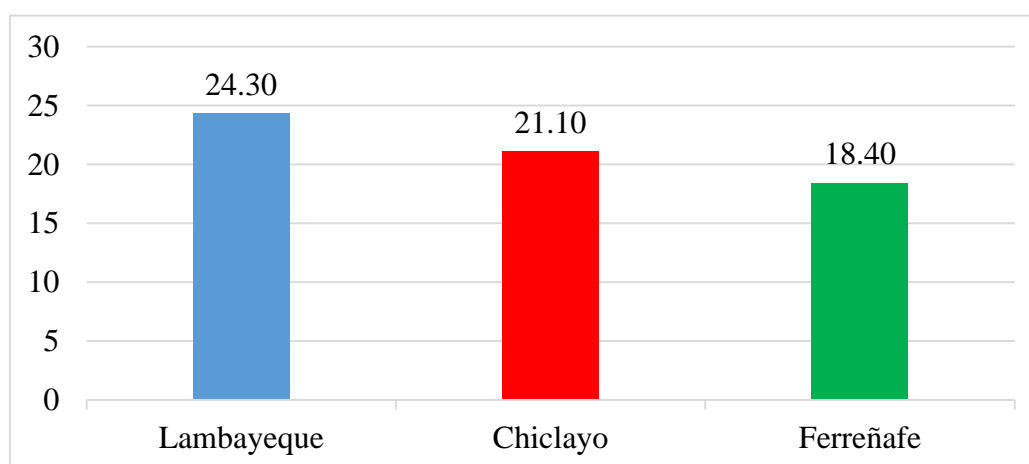
Tratamiento	Evaluación	
	Granos vanos	Sign
Lambayeque	24.30	a
Chiclayo	21.10	a
Ferreñafe	18.40	a
CV(%)	27.25	
Datos transformados	(x+1)	

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

El porcentaje de granos vanos, la tendencia fue similar Cuadro 19, entre las provincias evaluadas no se encontraron diferencias significativas, pero tuvieron más porcentaje de granos vanos las provincias de Lambayeque y Chiclayo con un 24.30 y 21.10 % respectivamente (Figura 19).

Estos estudios realizados concuerdan con lo reportados por Solís (2016) señala que la infección temprana de microorganismo en panículas y granos puede causar vaneamiento de los granos.

Figura 19. Granos vanos causados por enfermedades fungosas. Lambayeque, 2016.



F. Añublo de la panícula de arroz (*Burkholderia glumae*. Kurita y tabei, 1967.)

Cuadro 20. Incidencia (%) de panículas afectadas por *Burkholderia glumae*, en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Panículas afectadas (%)		Sign
Lambayeque	Lambayeque	0.06	0.02	a
	Mochumi	0.00		
	Tucume	0.00		
Ferreñafe	Pueblo nuevo	0.00	0.60	a
	Pitipo	0.08		
	Ferreñafe	0.10		
Chiclayo	Chongoyape	0.20	0.54	a
	Mocupe	1.43		
	Chacupe	0.00		

CV (%) 16.11
 Datos (x+1)
 transformados

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05)

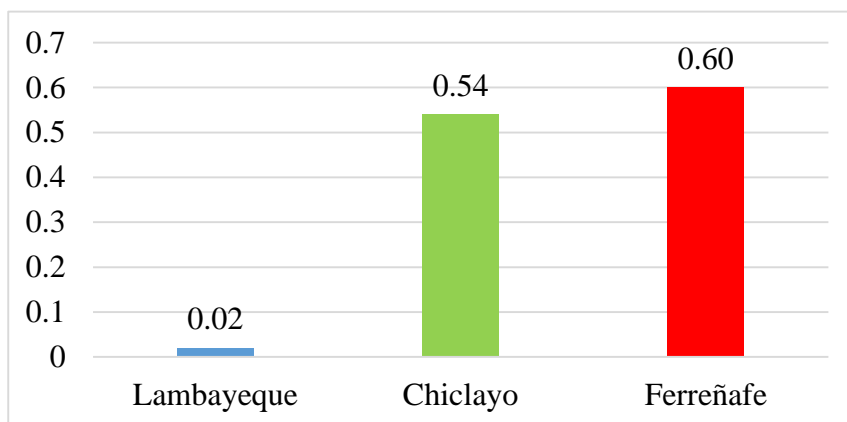
El porcentaje de incidencia de panículas afectadas por *B. glumae*, casi estuvo ausente en las tres provincias evaluadas, la incidencia fue baja estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre ellas (Cuadro 20), la temperatura y humedad relativa no fue favorable para el desarrollo de la enfermedad, en la campaña 2015-2016.

Estos resultados concuerdan con lo reportado por Garrido (2013), indica que la bacteria produce toxoflavin a temperaturas de 30 a 37 °C, que es una 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, en la campaña 2015-2016, durante la evaluación obtuvimos una temperatura menor a 30°C Cuadro 5.



Figura 20. Síntomas producidos por *Burkholderia glumae*

Figura 21. Incidencia de panículas con *Burkholderia glumae*. Lambayeque, 2016.



G. Falso carbón (*Ustilaginoidea virens*. Cooke.)

Cuadro 21. Panículas afectadas (%) por falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Panículas afectadas (%)		Sign
Lambayeque	Lambayeque	0.00	0.36	a
	Mochumi	1.08		
	Tucume	0.00		
Ferreñafe	Pueblo nuevo	0.00	0.01	a
	Pitipo	0.00		
	Ferreñafe	0.03		
Chiclayo	Chongoyape	0.00	0.07	a
	Mocupe	0.21		
	Chacupe	0.00		
CV (%)		12.50		
Datos		(x+1)		
trasformados				

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05)

De manera general el hongo falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), se presentó con incidencia baja Cuadro 21, siendo más susceptible en la provincia de Lambayeque, en la localidad de Mochumi con 1.08 %, seguido por la provincia de Chiclayo, en la localidad de Mocupe con 0.21 % y en la provincia de Ferreñafe, en la localidad de Ferreñafe con 0.03 %.

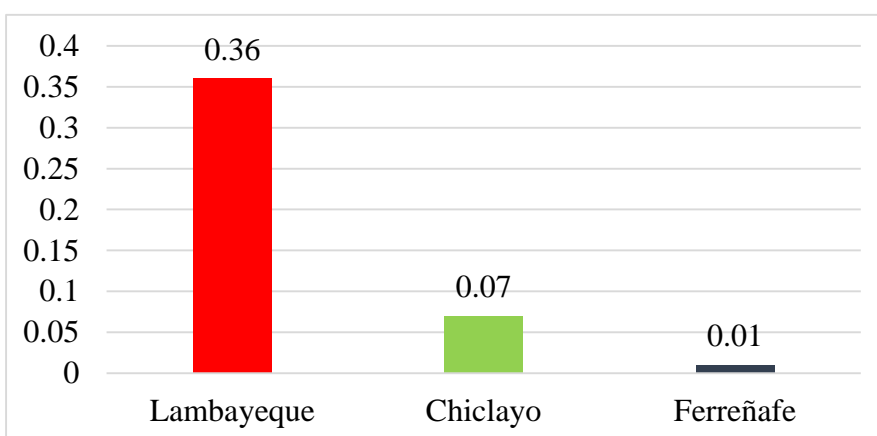
El falso carbón del arroz, también se encontró afectando muy poco los granos, se encontró un mayor porcentaje en la provincia de Lambayeque con 0.36 %, Ferreñafe se obtuvo un 0.1 % y Chiclayo con 0.7 % (Figura 23), entre las provincias evaluadas no se encontró diferencias significativas Cuadro 19.

Cova et al. (2007) menciona que esta enfermedad se puede presentar en las últimas etapas del cultivo en áreas con una alta humedad relativa, pero en nuestro estudio en la época de inicio a maduración de grano del arroz, no obtuvimos una humedad relativa muy alta Cuadro 6, debido a eso el porcentaje de incidencia fue mínimo.



Figura 22. Síntomas producidos por *Ustilaginoidea virens*.

Figura 23. Incidencia de panículas con falso carbón (*Ustilaginoidea virens*). Lambayeque, 2016.



H. Hoja blanca del arroz (VHB). Muir.

Cuadro 22. Incidencia (%), de plantas con hoja blanca del arroz (VHB), en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Plantas afectadas (%)		Sign
Lambayeque	Lambayeque	30.00	30.66	a b
	Mochumi	33.00		
	Tucume	29.00		
Ferreñafe	Pueblo nuevo	26.00	22.66	b
	Pitipo	19.00		
	Ferreñafe	23.00		
Chiclayo	Chongoyape	37.00	39.66	a
	Mocupe	46.00		
	Chacupe	32.00		

CV (%) 17.35

Datos transformados No

Letras diferentes denotan significación estadística Prueba de Duncan (P: 0.05).

El Cuadro 22, muestra el porcentaje de plantas con síntomas de hoja blanca (VHB), observándose que en las tres provincias se presentó esta enfermedad, en la provincia de Chiclayo, en la localidad de Mocupe, se presentó con un mayor valor 46 %.

Armijos (2007) menciona que la enfermedad se ha encontrado en todas las zonas arroceras, en algunos años su alta incidencia ha ocasionado graves pérdidas en los rendimientos o la eliminación comercial de la variedad.

Los síntomas de hoja blanca, se encontraron diferencias significativas entre provincias Cuadro 20. Las provincia de Chiclayo y Lambayeque fueron más afectadas por hoja blanca (VHB) con un porcentaje de plantas afectadas de 39.66 y 30.68, respectivamente (Figura 25).

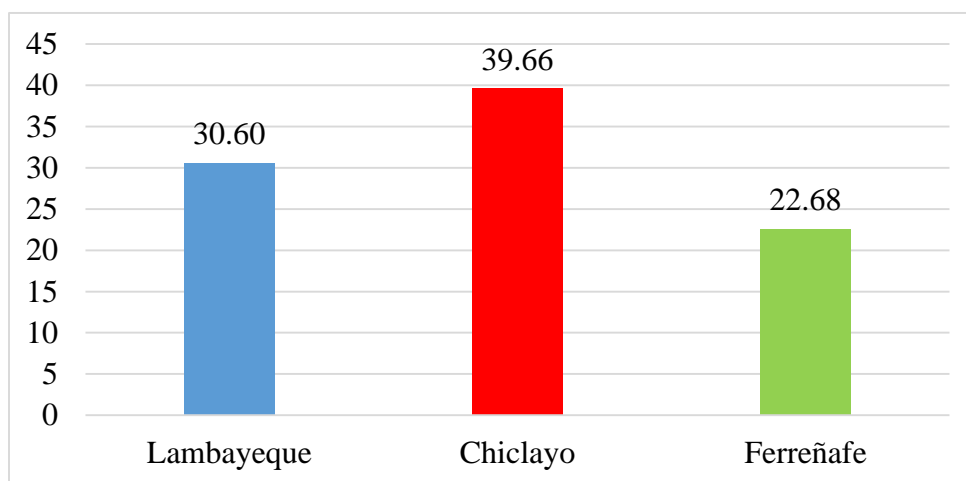
La enfermedad se presentó con mayor porcentaje de incidencia en algunas localidades, debido a la alta temperatura que obtuvimos en los meses de abril y mayo 29.36 °C y 29.12 °C Cuadro 5.

Todas las muestras procesadas presentaban los síntomas descritos por Rafael (2011), afirmó que solamente en hojas que emergen después de la inoculación del virus, presenta bandas cloróticas que se unen, haciendo que la hoja se vuelva blanca y con lesiones típicas de un mosaico.



Figura 24. Síntomas producidos por hoja blanca del arroz (VHB)

Figura 25. Incidencia de plantas con hoja blanca (VHB). Lambayeque, 2016.



4.3. Enfermedades encontradas por variedades de arroz.

Las variedades que se estudiaron en el presente trabajo fueron, Mallares, NIR (IR-43) y Tinajones; siendo las variedades más sembradas en la campaña 2015 – 2016 en la región Lambayeque.

4.3.1. Incidencia y severidad (%) en tallo y vaina.

En el Cuadro 23, se presenta las variedades Mallares, NIR (IR-43) y Tinajones, siendo susceptibles en incidencia a enfermedades; pudrición negra de la vaina *G. graminis*, añublo de la vaina *R. solani*, pudrición de la vaina *S. oryzae* y pudrición del tallo *N. sigmoidea*.

Cuadro 23. Incidencia de enfermedades en vaina, tallo y granos en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Enfermedad	Patógeno	Incidencia (%)
Var: NIR (IR-43)	Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	45.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	28.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	84.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	12.00
	Mochumi	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	37.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	48.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	90.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	14.00
	Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	42.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	46.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	86.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	9.00
Var: Mallares	Pueblo nuevo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	48.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	29.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	85.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	4.00
	Pitipo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	55.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	34.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	80.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	7.00
	Tucume	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	42.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	36.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	86.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	3.00
Var: Tinajones	Chongoyape	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	53.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	34.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	74.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.00
	Mocupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	34.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	23.20
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	87.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	7.00
	Chacupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	51.00
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	40.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	69.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	1.00

Cuadro 24. Severidad de enfermedades fungosas en vaina, tallo y granos en el estado fenológico de inicio de llegado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Enfermedad	Patógeno	Severidad (%)
Var: NIR (IR-43)	Lambayeque	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	21.45
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	5.05
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	37.15
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	4.6
	Mochumi	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	10.45
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	13.75
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	24.1
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	1.74
	Ferreñafe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	6.95
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	12.60
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	15.00
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.60
Var: Mallares	Pueblo nuevo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	9.15
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	9.25
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	16.80
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.35
	Pitipo	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	7.05
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	11.15
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	15.70
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.50
	Tucume	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	13.65
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	4.75
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	14.9
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.15
Var: Tinajones	Chongoyape	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	5.60
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	2.00
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	6.15
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.00
	Mocupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	19.35
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	13.20
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	20.65
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.70
	Chacupe	Pudrición de la vaina	<i>Sarocladium oryzae</i>	3.15
		Añublo de la vaina	<i>Rhizoctonia solani</i>	4.72
		Pudrición negra de la vaina	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	7.70
		Pudrición de tallo	<i>Nakataea sigmoidea</i>	0.05

En el Cuadro 24, se observa las variedades Mallares, NIR (IR-43) y Tinajones, siendo susceptibles en severidad a enfermedades; pudrición negra de la vaina *G. graminis*, añublo de la vaina *R. solani*, pudrición de la vaina *S. oryzae* y pudrición del tallo *N. sigmoidea*.

4.3.2. Incidencia (%), en granos.

Cuadro 25. Porcentaje de granos manchados, llenos y vanos en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Granos (%)		
		Manchados	Enteros	Vanos
Var: NIR (IR - 43)	Lambayeque	62.73	61.21	38.79
	Mochumi	34.50	77.64	22.36
	Ferreñafe	51.08	84.81	15.19
Var: Mallares	Pueblo nuevo	36.01	78.93	21.07
	Pitipo	33.68	81.20	18.80
	Tucume	21.55	88.38	11.62
Var: Tinajones	Chongoyape	17.24	83.09	15.47
	Mocupe	46.27	63.36	36.64
	Chacupe	13.64	88.85	11.15

El Cuadro 25, la variedad NIR (IR-43), presentó un alto porcentaje de manchado en las localidades de Lambayeque y Ferreñafe con 62.73 y 51.80 % en su orden, en comparación a otras localidades. Y la variedad Tinajones, en la localidad de Mocupe presento un 46.27 %, siendo las localidades más afectadas por el manchado del grano.

La Variedad NIR (IR-43), fue la variedad más susceptible al manchado de grano, en comparación a las variedades Mallares y Tinajones.

Respecto a los granos enteros, la variedad Tinajones, en la localidad de Chacupe presento mayor valor de granos enteros con 88.85 %.

La variedad NIR (IR-43), en la localidad de Lambayeque, presentó un 38.79 %, seguido por la variedad Tinajones, en la localidad de Mocupe con 36.64 % de granos vanos.

4.3.3. Incidencia (%) en panículas.

Cuadro 26. Porcentaje de panículas afectadas por añublo bacterial de la panícula (*Burkholderia glumae*) en estado fenológico inicio de llenado a maduración de grano en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Panículas afectadas (%)
Var: NIR (IR - 43)	Lambayeque	0.06
	Mochumi	0.00
	Ferreñafe	0.10
Var: Mallares	Pueblo Nuevo	0.00
	Pitipo	0.08
	Tucume	0.00
Var: Tinajones	Chongoyape	0.20
	Mocupe	1.43
	Chacupe	0.00

En el Cuadro 26, en las tres variedades; la enfermedad se presentó con un mínimo porcentaje de incidencia, siendo la variedad Tinajones, en la localidad de Mocupe la que se presentó con 1.43 %, en las otras variedades casi no se presentó, debido que no hubo las condiciones climáticas para su desarrollo del patógeno Cuadro 5.

Cuadro 27. Porcentaje de panículas afectadas por falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), en estado fenológico de inicio de llenado a maduración de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Panículas afectadas (%)
Var: NIR (IR - 43)	Lambayeque	0.00
	Mochumi	1.08
	Ferreñafe	0.03
Var: Mallares	Pueblo Nuevo	0.00
	Pitipo	0.00
	Tucume	0.00
Var: Tinajones	Chongoyape	0.00
	Mocupe	0.21
	Chacupe	0.00

El Cuadro 27, presentó un mínimo porcentaje de incidencia de *U. virens*, en la variedad NIR (IR-43), en la localidad de Mochumi presento un 1.08 %, en la variedad Tinajones, en la localidad de Mocupe se presentó con un 0.21 %. En la variedad Mallares no estuvo presente.

4.3.4. Incidencia (%) en plantas.

Cuadro 28. Porcentaje de plantas con síntomas de hoja blanca (VHB), en estados fenológico de llenado de grano, en variedades de arroz. Lambayeque, 2016.

Variedad	Localidad	Plantas con hoja blanca (%)
Var: NIR (IR - 43)	Lambayeque	30.00
	Mochumi	33.00
	Ferreñafe	23.00
Var: Mallaes	Pueblo nuevo	26.00
	Pitipo	19.00
	Tucume	29.00
Var: Tinajones	Chongoyape	37.00
	Mocupe	46.00
	Chacupe	32.00

El Cuadro 28, en las tres variedades estuvo presente la hoja blanca del arroz (VHB), la variedad Tinajones fue más susceptible en las localidades de Mocupe, Chongoyape y Chacupe con 46, 37 y 32 % respectivamente.

4.4. Características morfológicas y culturales de los patógenos encontrados.

4.4.1. Pie negro o pudrición negra (*Gaumannomyces graminis*. Sacc.)

A. Identificación por los síntomas.

Causó acame en las plantas de arroz variedad NIR (Figura 26)

Presencia de manchas de color oscuro, que se ubican en la base del tallo, los primeros síntomas se observan a nivel de agua y en ascenso (Figura 27).

Al envejecer la lesión, la masa micelial, crece avanzando la infección hasta que la hoja muere. El cuello y el tallo también son afectados. También es posible observar en las vainas de las hojas afectadas estructuras negras correspondientes a los peritecios del hongo. (Figura 28 B)



Figura 26. Acame en campos de arroz, Sector Muy Finca. Localidad Mochumi.



Figura 27. Tallos de arroz, afectados por pudrición negra. Presencia de manchas oscuras en la vaina afectadas (círculo rojo), producidos por *Gaumannomyces graminis*. .
Localidad: Pitipo.

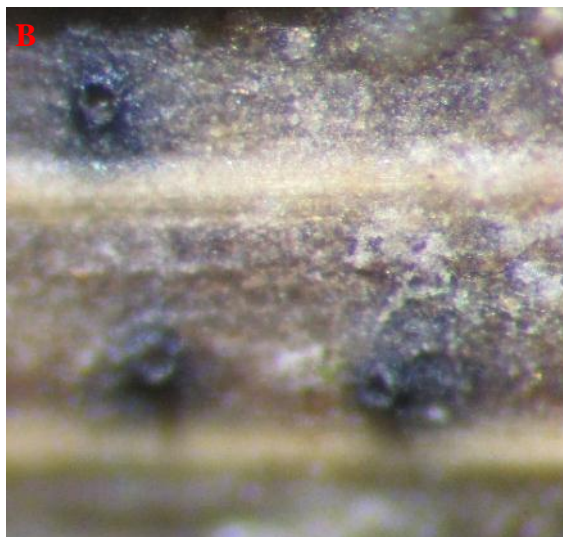


Figura 28. A: Estructuras de conservación del hongo. B: Peritecios (estructura sexual), en forma de puntos, dentro de la vaina. Localidad: Mochumi.

B. Características de estructuras reproductivas del patógeno.

En medio de cultivo Papa – Dextrosa - Agar (PDA), la colonia fungosa tiene un color pardo al inicio, luego se va tornando de un color negruzco (Figura 29 A)

Las características morfológicas de este patógeno consistieron en peritecios globosos, ovales, inmersos, negros, con 200-350 μm de longitud x 150-300 μm de ancho; ascas unitunicadas, clavadas, de 115-130 x 12,5-15 μm ; ascosporas hialinas, largas en forma de agujas, ligeramente curvadas, ahusadas en la base, extremos redondeados, de 72,5-105 x 2,5-3 μm e hifopodios terminales, simples, lobulados, de color pardo, de 15-25 x 10-20 μm (Figura 29 B, C Y D)

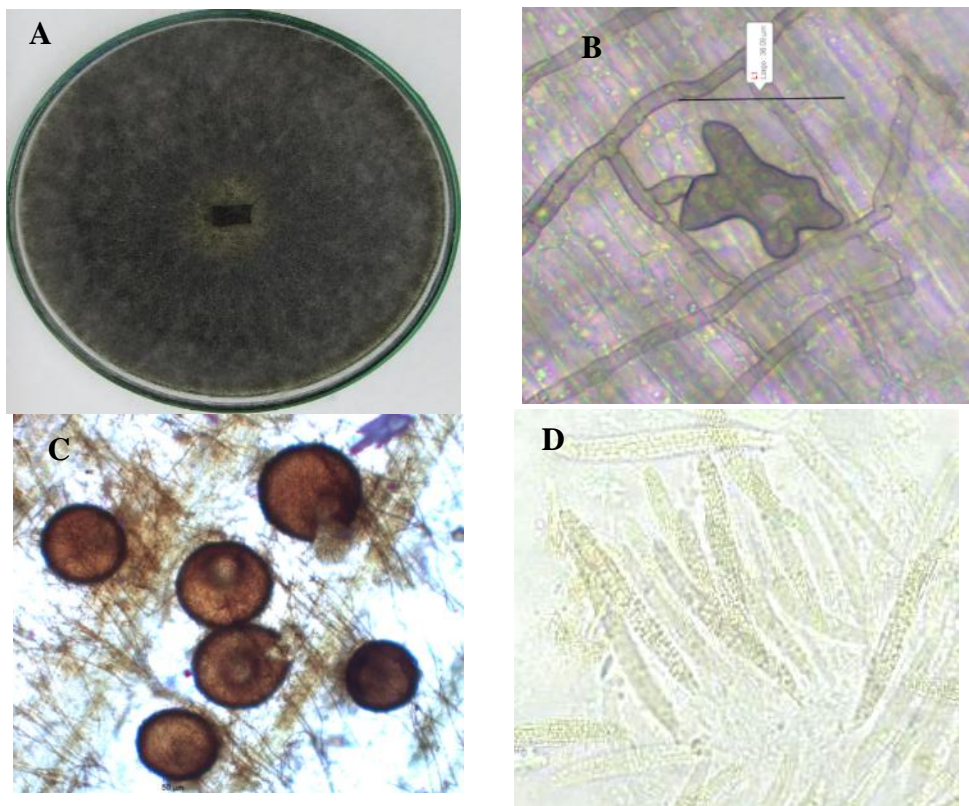


Figura 29. Estructuras reproductivas de *Gaeumannomyces graminis*. A: colonia en medio PDA, B: hifopodio terminal, C: Peritecios, D: Ascosporas. Distrito: Mocupe, provincia de Chiclayo.

4.4.2. Pudrición de tallo (*Nakataea Sigmoidea*. Hara).

A. Identificación por los síntomas.

Los síntomas son de pequeñas lesiones negras e irregulares en la parte exterior de las vainas de las hojas cerca del nivel del agua, o un poco más arriba, precedidos de una zona acuosa brillante; a medida que la enfermedad avanza y las condiciones son favorables, las áreas necróticas son alargadas, rectangulares, de color negro y de bordes bien delimitados. (Figura 30)

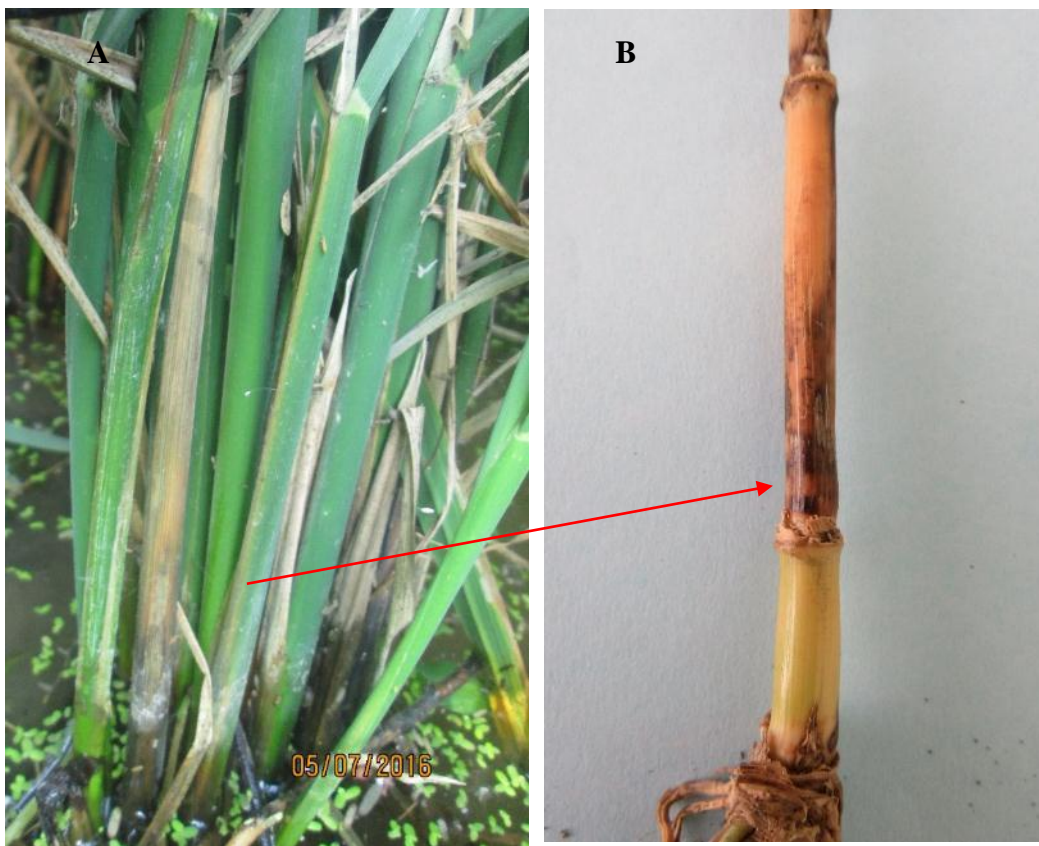


Figura 30. A. lesiones negras e irregulares en la parte exterior de las vainas de las hojas cerca del nivel del agua. B. áreas necróticas son alargadas producidos por *Nakataea sigmoidea*.

B. Características de estructuras reproductivas del patógeno.

En medio de cultivo Papa – Dextrosa - Agar (PDA), el hongo forma una colonia efusa, inicialmente grisácea a castaño o verde limón, de crecimiento aéreo o semirastrero, inmerso o superficial en el medio (Figura 31). El micelio del hongo es de color blanco en el interior de los tejidos y oliváceo en la superficie de los mismos, con numerosos apresorios irregulares.

Las hifas son septadas profusamente ramificadas, de 2 a 5 micras de diámetro, de color blanco a gris oscuro o negro en medio de cultivo.

Los conidióforos son oscuros, septados, simples o muy poco ramificados, cilíndricos, de 4 a 5 x 100 a 175 micras. Los conidios nacen de uno a uno sobre estigmas de punta aguda, son fusiformes, algo curvadas, y típicamente receptadas, de 40 a 83 micras (mayormente de 45 a 55 micras) de longitud y de 11 a 14 micras de ancho. (Figura 32)

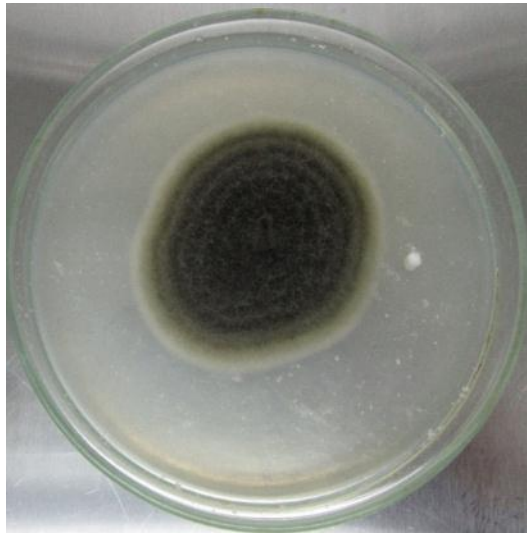


Figura 32. Colonias en medio PDA

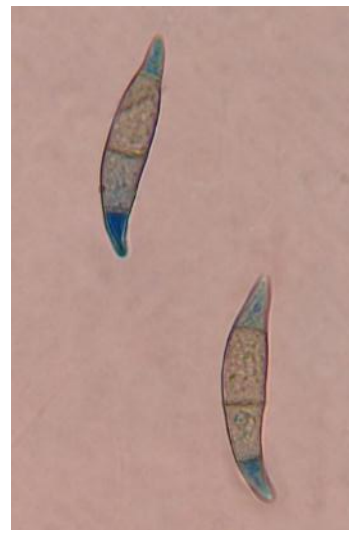


Figura 31. Los conidios son fusiformes, algo curvadas, y típicamente receptadas

4.4.3. Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*. Kühn).

A. Identificación por los síntomas

Se observó que los síntomas se inician cerca de la línea de agua, los tallo, presenta manchas ovales o elípticas en la vaina, con un centro gris y un halo café o gris oscuro (Figura 33), luego avanzan hacia arriba causando doblamiento de las vainas; en la vaina, presenta un centro gris y un halo café o gris oscuro (Figura 34).



Figura 33. A. En la vaina, presencia de manchas ovales o elípticas B. Síntomas producidos por *Rhizoctonia solani*. Sector: Fundo la peña, Lambayeque.



Figura 34. Síntomas producidos por *Rhizoctonia Solani* bien pronunciados en vaina. Localidad Lambayeque.

B. Características de estructuras reproductivas del patógeno.

En medio de cultivo Papa – Dextrosa - Agar (PDA), la colonia fungosa tiene un color blanco al inicio, luego mostaza a marrón (Figura 35 A).

Hifas cilíndricas. Hifa vertical forma un ángulo recto con la horizontal. Su base es en forma de barril. No forma estructuras fructíferas. (Figura 35 C)

Por las características antes descritas, fue evidente la presencia de *Rhizoctonia solani* en las muestras de arroz.

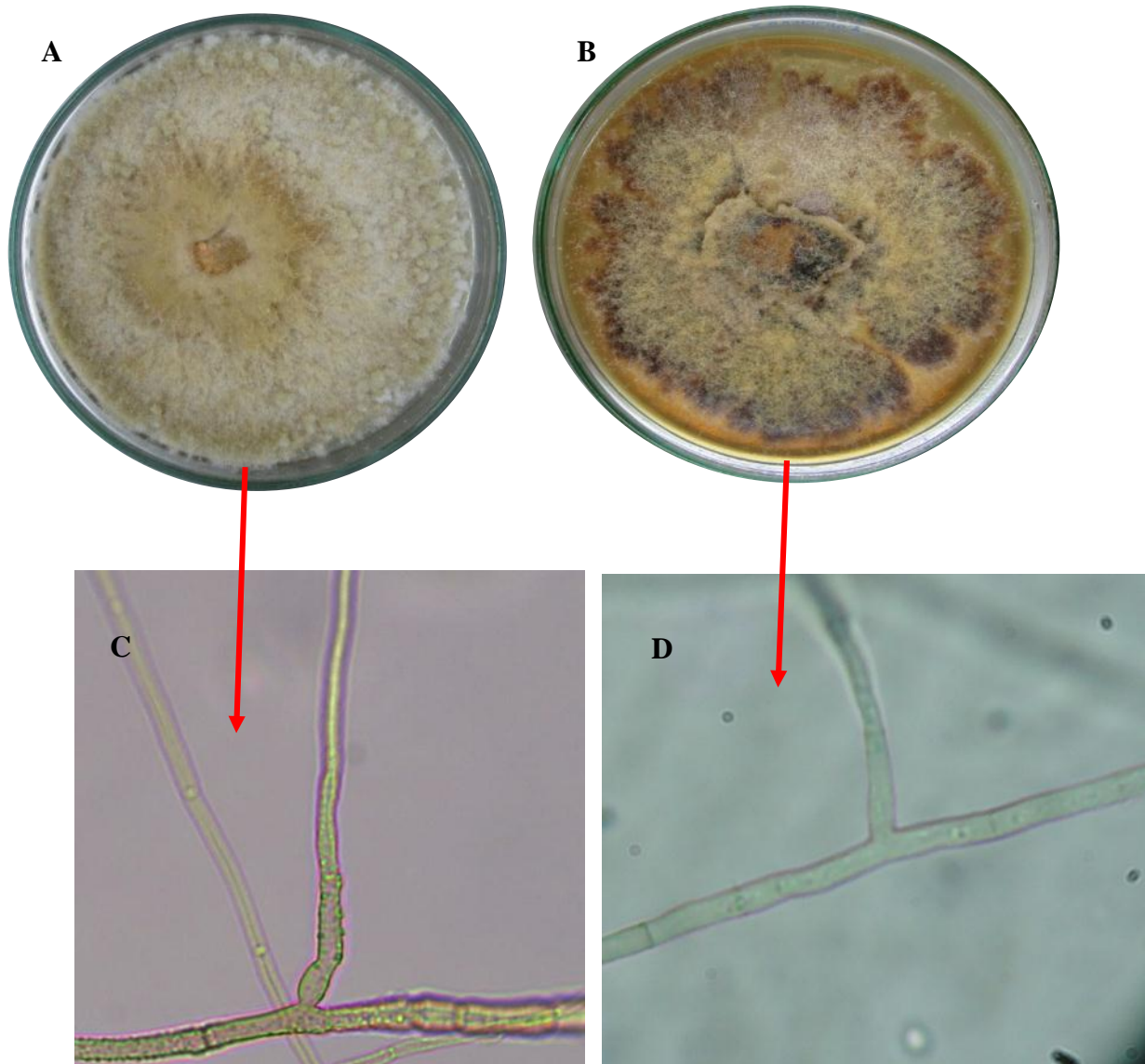


Figura 35. A. colonias de *Rhizoctonia solani*. B. colonias de color Anaranjado en medio PDA C y D. Hifas pardas hialinas de *Rhizoctonia solani*, que forman un ángulo de 90 °. Localidad Lambayeque.

4.4.4. Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*. Sawada).

A. Identificación por los síntomas

Los síntomas aparecen en las vainas de las hojas superiores y en la vaina de la hoja bandera, estas lesiones son oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo. (Figura 36).

A medida que la enfermedad progresa, las lesiones se alargan y coleasen, cubriendo gran parte de la vaina de la hoja (Figura 37 A)

El hongo produce conidióforos verticales con una o dos ramificaciones. En la parte terminal de los conidióforos se forman los conidios, las cuales son cilíndricas y en algunas ocasiones curvas; son hialinas y uniceluladas (Figura 37 C).

Por las características antes descritas, fue evidente la presencia de *Sarocladium oryzae* afectando la vaina del arroz.



Figura 36. A. Hoja bandera, las lesiones son oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo, Localidad Ferreñafe. B. Síntomas producidos por *Sarocladium oryzae* en la parte superior de vaina. Localidad Chongoyape.

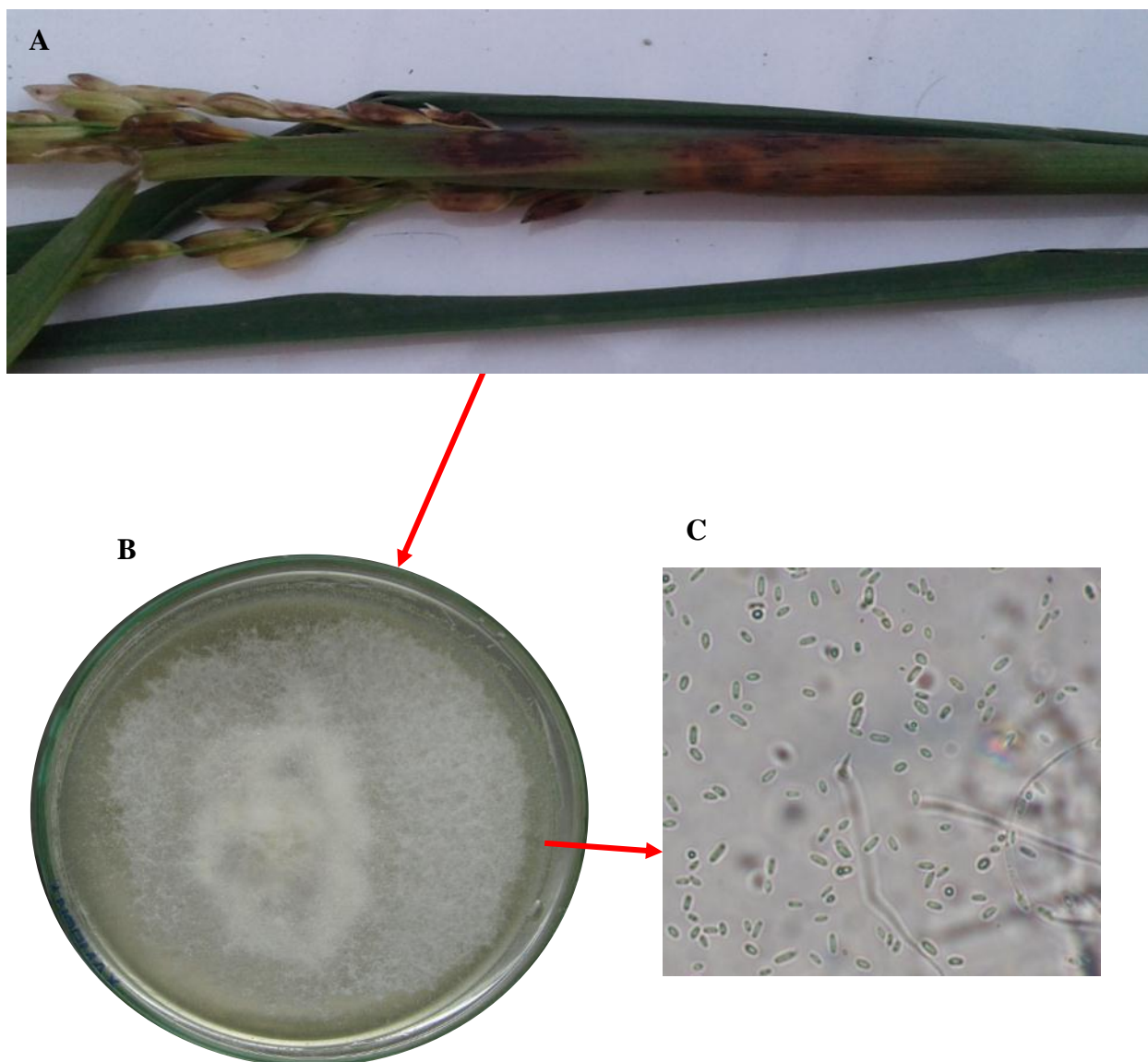


Figura 37. A. Lesión oblonga y alargada con borde café y centro grisáceo en la vaina de la hoja bandera. B. Desarrollo de colonia de *Sarocladium oryzae*. C. Conidios de *Sarocladium oryzae*.

4.4.5. Falso Carbón (*Ustilaginoidea virens*. Cooke).

A. Identificación por los síntomas

Las panículas presentaban granos reemplazados por masas más o menos globosas, rodeadas por las glumas del grano, de aspecto aterciopelado, color amarillo a naranja, (Figura 39), luego adquieren una coloración gris verdoso a gris oscuro (Figura 38). Estas masas miden hasta 1 cm de diámetro o más, y están cubiertas por una membrana de color verde oscuro.



Figura 38. Masas de coloración verdosa a gris oscuro de la enfermedad falso carbón.



Figura 39. Falso carbón en masas globosas, color amarillo a naranja.

B. Características de estructuras reproductivas del patógeno.

Se observó, el hongo forma conidios globosos, circulares, hialinos y de pared lisa cuando jóvenes, luego de color oliváceo y rugoso cuando están maduros. Miden de 4,5 a 6,2 μm de diámetro. Estos conidios crecen sobre diminutos esterigmas de hifas hialinas y delgadas, (Figura 41).



Figura 40. Estructuras reproductivas del patógeno
Ustilaginoidea virens

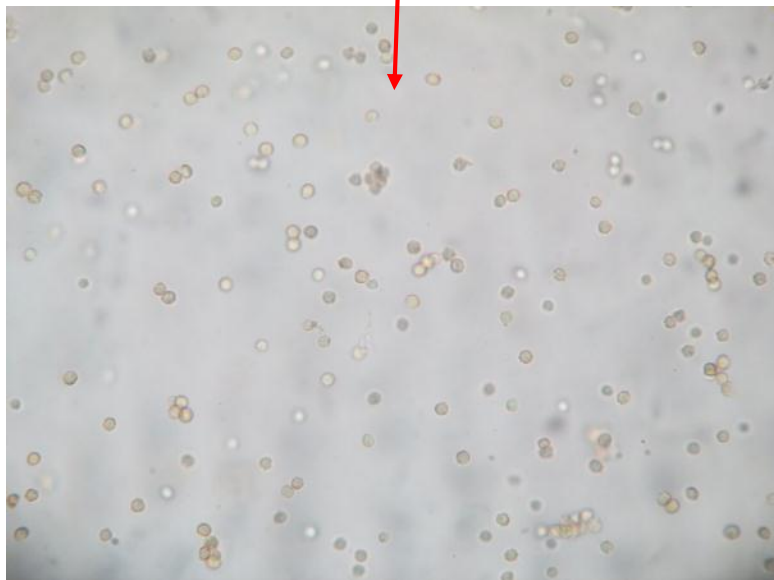


Figura 41. Conidios globosos, circulares de falso carbón (*Ustilaginoidea virens*).

4.4.6. Hongos de complejo fungoso del grano o panoja de arroz.

El manchado del grano es causado por un complejo fungoso y bacteriano, entre los cuales se mencionan, *Alternaria alternata*, *Nigrospora orizae*, *Sarocladium oryzae*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium solani* y *Curvularia lunata*. Algunos de estos organismos son patógenos se encuentran en otras partes de la planta.

En los granos aparecieron lesiones de coloración marrón, café oscuro de diferente tamaño, desde pequeños puntos hasta lesiones que cubren la cáscara del grano por completo.

A. Manchado de grano causado por *Alternaria alternata*. Nees.

Descripción micológica

Se observó que el hongo es filamentoso con conidióforos simples, tabicados, en cuyo extremo se forman unos conidios muriformes, de color pardo, con septos transversales y verticales de disposición irregular (Figura 42 D).

El crecimiento de las colonias fue rápido de tres o cuatro días, vellosas, al principio de color gris, después el centro se oscurece, tonos negros más o menos intensos, pero los bordes siguen siendo grisáceos (Figura 42 C).

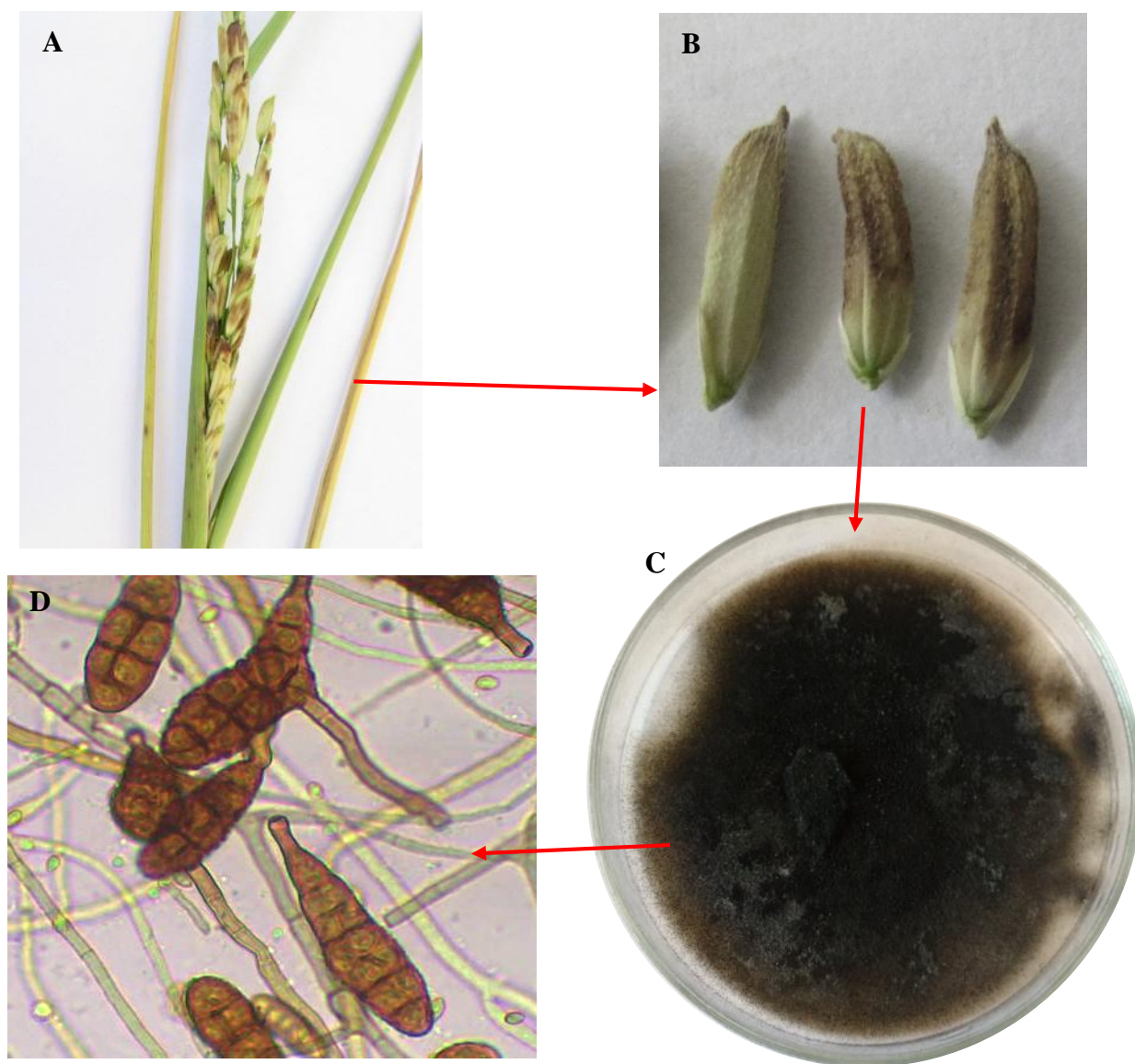


Figura 42. A. Panícula con síntomas de *Alternaria alternata*. B. granos Manchados. C. Micelio de color negruzco en medio PDA. D. Conidios *Alternaria alternata*.

B. Manchado de grano causado por *Nigrospora oryzae*. Berk.

Descripción micológica

Las colonias son de color negro y la esporulación es abundante (Figura 43 C). Los conidióforos son simples y cortos; los conidios son solitarios, negros y globosos o subglobosos lisos (Figura 43 D).

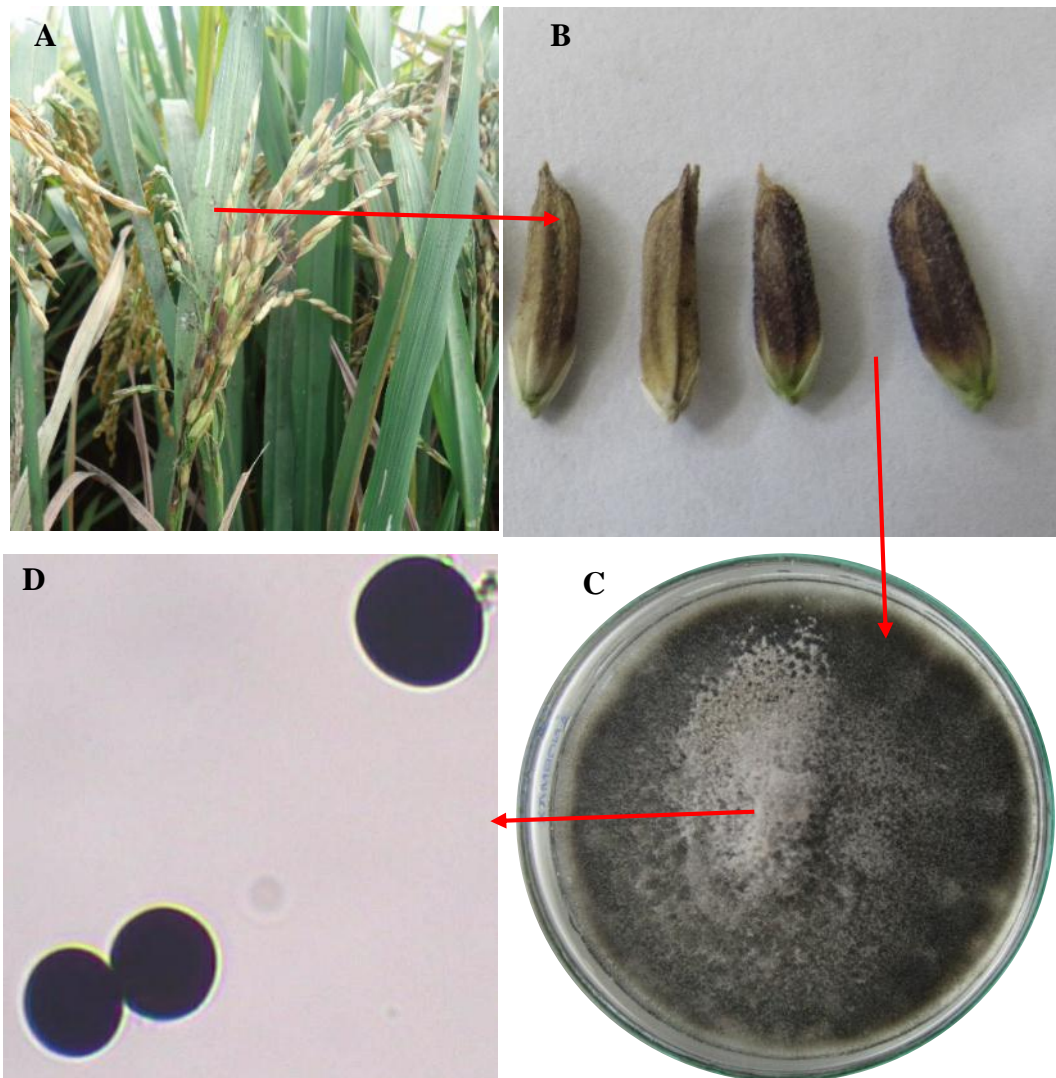


Figura 43. A. Panícula afectada por el complejo fungoso. B. Granos con síntomas de *Nigrospora oryzae*. C. Micelio en medio PDA de color negro. D. Conidios globosos o subglobosos.

C. Manchado de grano causado por *Sarocladium oryzae*. Sawada.

Se observaron granos vanos y manchados de color marrón oscuro.

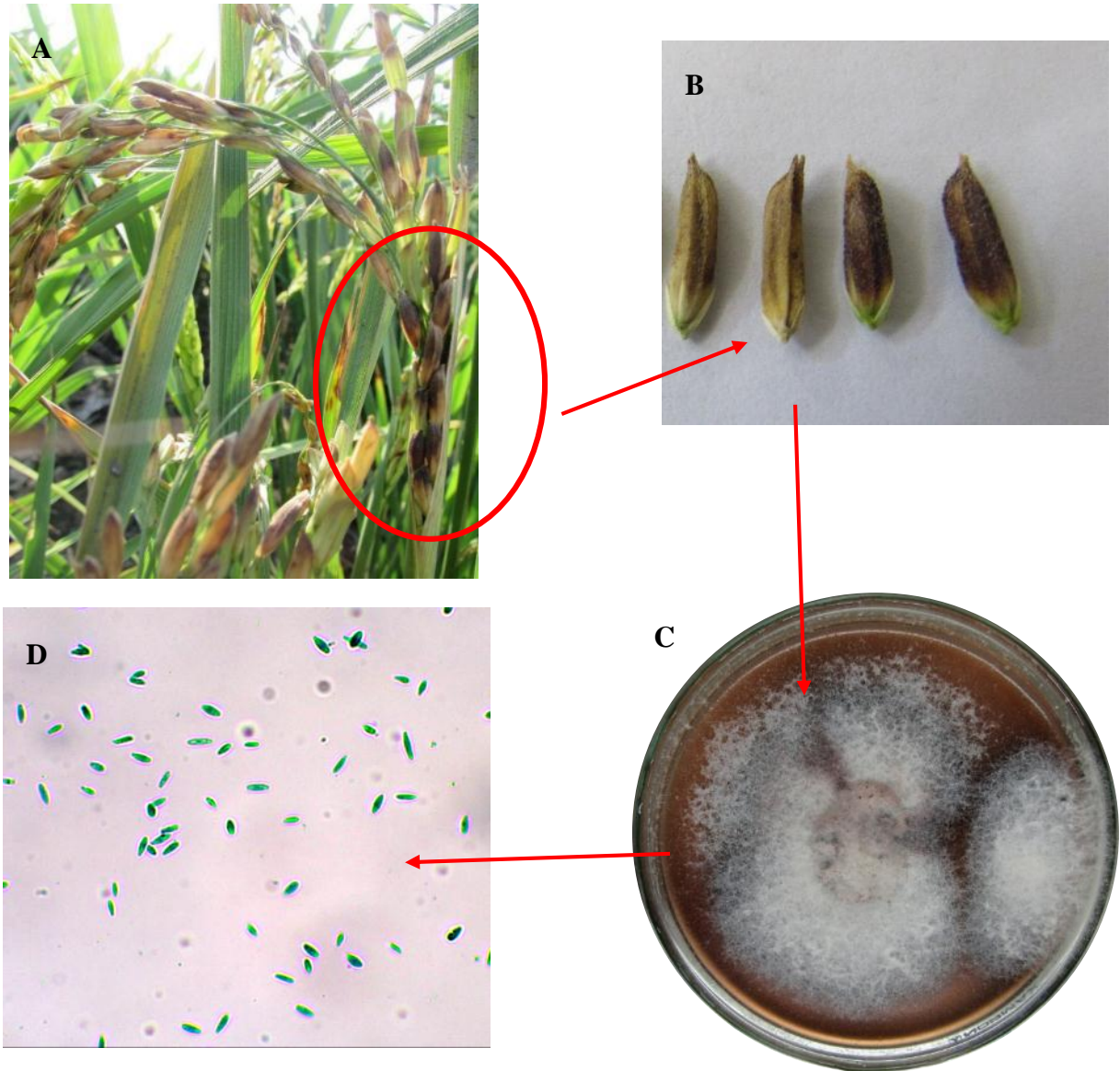


Figura 44. A. Granos manchado de color marrón oscuro. B. Granos con síntomas de *Sarocladium oryzae*. C. Micelio de color blanco en medio PDA. D. Conidios *Sarocladium oryzae*.

D. Manchado de grano causado por *Bipolaris oryzae*. Ou 1985.

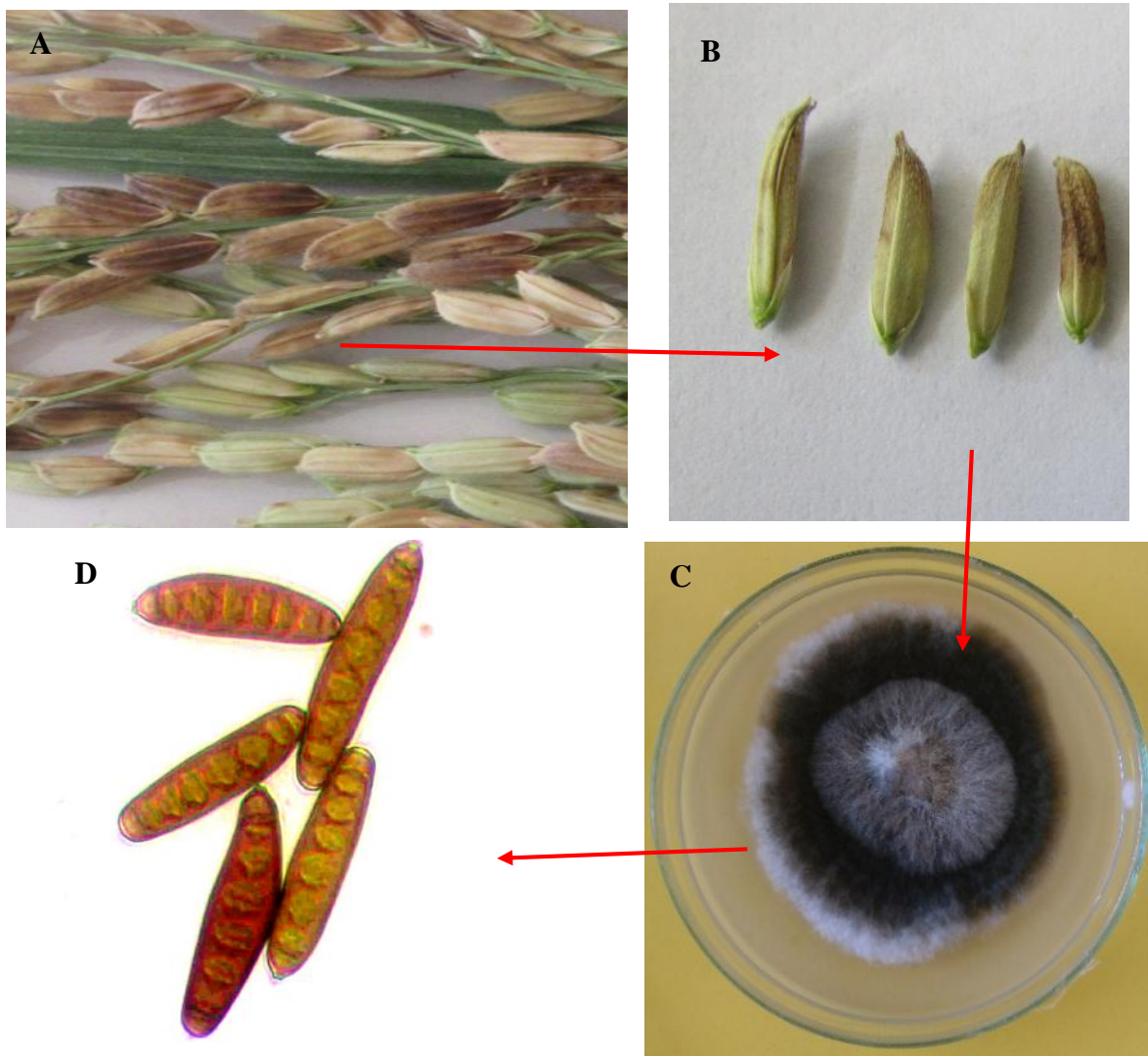


Figura 45. A. Granos manchado de color marrón oscuro. B. Granos con síntomas producidos por *Bipolaris oryzae*. C. Micelio en medio PDA. D. conidios de *Bipolaris oryzae*.

E. Manchado de grano causado por *Fusarium solani*. Link ex Grey 1821.

Las se observaron el micelio extensivo y algodonoso (Figura 46 C). Los conidióforos son simples o robustos, pequeños y regularmente ramificados, los conidios tienen la forma de una canoa ligeramente curvadas con los extremos agudos (Figura 46 D).

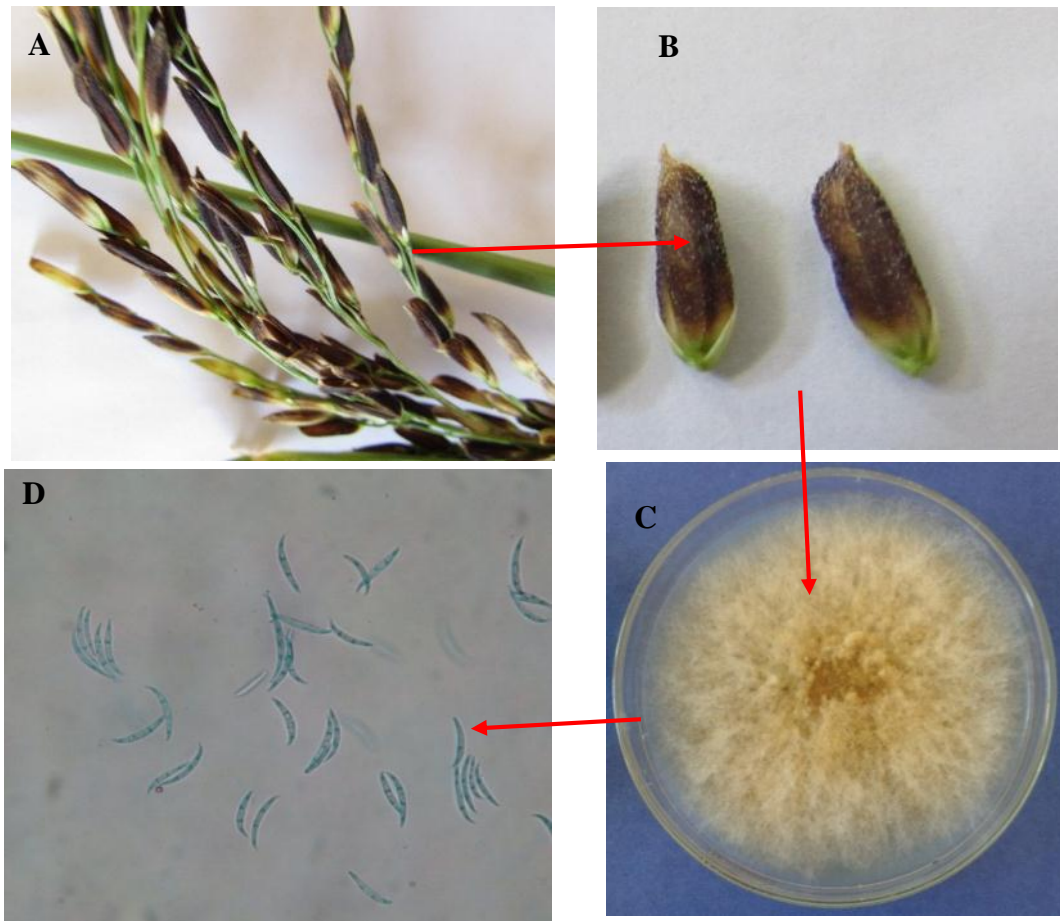


Figura 46. A. Panícula con granos manchados. B. Granos manchados producidos por *Fusarium solani*. C. Colonia en medio PDA. D. conidios *Fusarium solani*.

F. Manchado de grano causado por *Curvularia lunata*. Bugnicoort.

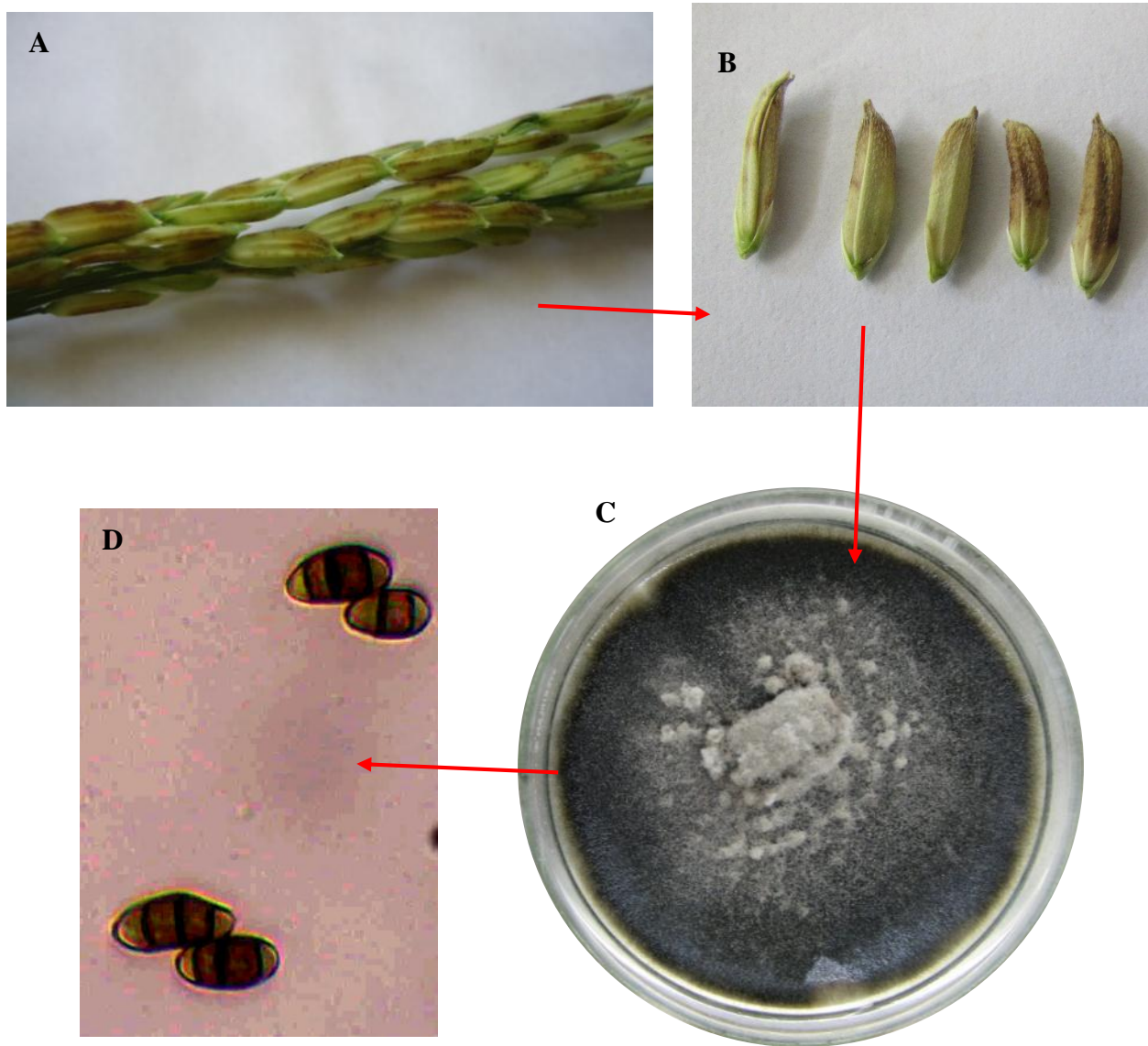


Figura 47. A. Panícula en inicio de manchado. B. Granos manchados, producidos por *Curvularia lunata*. C. Colonia en medio PDA. D. Conidios de *Curvularia lunata*.

4.4.7. Añublo bacterial de panícula de arroz (*Burkholderia glumae*. Kurita y Tabei, 1967).

A. Síntomas

Se observó la presencia de panículas de color café (Figura 48 A), Las espiguillas afectadas eran de color pajizo, y se presenta decoloración total del grano, pudrición y vaneamiento. (Figura 48 C).



Figura 48. A. Panículas de color café B. Decoloración de granos afectados por *Burkholderia glumae*. C. Granos manchados producidos por *Burkholderia glumae*, Localidad Lambayeque.

B. Morfología en laboratorio

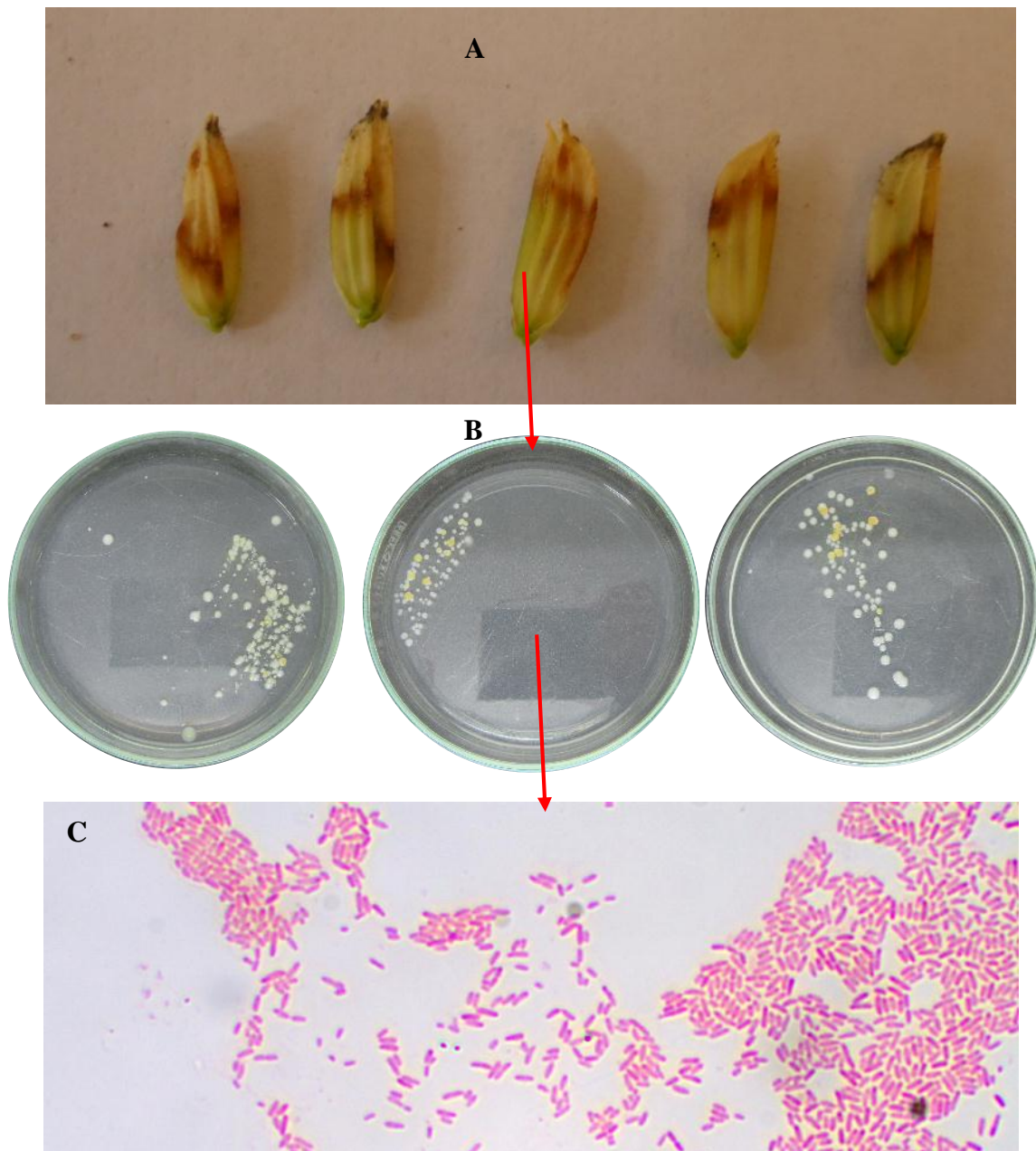


Figura 49. A. Síntomas en granos producidos por *Burkholderia glumae*. B. Crecieron colonias bacterianas en medio agar King B. C. Bacilos gran negativos de *Burkholderia glumae*

4.4.8. Hoja blanca del arroz (VHB). Muir.

A. Identificación por los síntomas.

Los síntomas que se observaron en campo se caracterizaron por presentar áreas cloróticas con bandas amarillentas paralelas a la nervadura central (Figura 50). En algunos casos la hoja se torna tornó completamente amarillenta, (Figura 51). Previo al total secamiento.

Es frecuente observar plantas infectadas con las panículas deformadas, y torcidas, espiguillas de color marrón y esterilidad parcial o total (Figura 52); de igual forma se forman granos alargados. Delgados y con glumas deformes y de un color marrón.



Figura 51. Hoja se torna completamente amarillenta afectado por el virus de la hoja blanca del arroz.



Figura 50. Hojas cloróticas con bandas amarillentas paralelas a la nervadura central afectadas por el virus de la hoja blanca del arroz.



Figura 53. Grano alargado, delgado y con glumas deformes causado por el virus de la hoja blanca del arroz.



Figura 52. Panículas deformadas, y torcidas, espiguillas de color marrón afectad por el virus de la hoja blanca del arroz.

B. Características morfológicas del insecto

Hembra:

Miden de 3.33 a 3.35 mm, de color ámbar y más claras que los machos. El dorso del tórax hasta la quilla lateral es pálido y esta coloración se extiende hasta el ápice de la cabeza. Raya dorsal blanca sobre el pronoto (Figura 54).



Figura 54. Hembras de *Tagosodes orizicolus*, El dorso del tórax hasta la quilla lateral es pálido y esta coloración se extiende hasta el ápice de la cabeza (flecha roja). Sector: Carniche bajo; Localidad: Chongoyape.

Macho:

Los machos tienen una longitud aproximada de 2.0 mm, son más pequeños que las hembras y de color pardo oscuro a negro.



Figura 55. Macho de *Tagosodes orizicolus*, con las alas posteriores oscuras. Sector: Carniche, Localidad Chongoyape.

V. CONCLUSIONES

1. Por provincia:

- a) En la campaña de arroz del año 2015 – 2016; en la provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe, se presentaron las enfermedades siguientes: pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*), pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), añublo bacterial (*Burkholderia glumae*), virus de hoja blanca (VHB) y hongos del manchado de granos.
- b) En la provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe las enfermedades con mayor incidencia fueron: Pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) con 86.77, 76.67 y 87 % respectivamente, Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) con 37.33, 32.40 y 36.33 % en orden, Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) con 41.33, 46 y 48.33 % respectivamente, hoja blanca del arroz (virus de la hoja: VHB) con 33.66, 39.66 y 22.66 % respectivamente y hongos del manchado de grano con 39.60, 25.70 y 40.33 % repectivamente.
- c) En la provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe las enfermedades con mayor severidad fueron: Pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) con 25. 33, 11.50 y 15.83 % en su orden, Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) 7.85, 6.74 y 9.88 % en orden, Pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) con 15.18, 9.37 6 y 7.72 % respectivamente.

- d) En las tres provincias: Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe, la enfermedad con mayor incidencia fue pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) con 76.70 %, 86.7 % y 87 %, de macollos afectados, respectivamente.

2. Por enfermedad:

- a) Las enfermedades más severas e incidentes fueron: pudrición negra (*Gaeumannomyces graminis*) y pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), siendo más altas en la provincia de Ferreñafe con una incidencia de 87 % y 48.3 %, respectivamente. El Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en la provincia de Lambayeque tuvo una incidencia de 37.30 %. En la provincia de Chiclayo la hoja blanca (VHB) se presentó con 38.30 % de plantas afectadas (incidencia).
- b) *Burkholderia glumae*, en la campaña 2015-2016, estuvo ausente en algunas localidades, debido a que no tuvo las condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

3. Por variedad:

- a) Las tres variedades evaluadas (IR – 43, Tinajones y Mallares) fueron susceptibles a pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*), pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), hoja blanca del arroz (VHB) y hongos del manchado de granos.
- b) La variedad Tinajones fue la más susceptibles a la hoja blanca del arroz (VHB) con una incidencia de 38.3 % en la provincia de Chiclayo. La variedad Mallares fue la menos susceptible, con una incidencia de 22.6 % en la provincia de Ferreñafe.

VI. RECOMENDACIONES

- a) Realizar estudios de diagnóstico de plagas y enfermedades, para tomar una decisión eficaz en su control.
- b) Realizar estudios para determinar el nivel crítico de incidencia de hongos fitopatógenos en el cultivo de arroz.
- c) Difundir a los agricultores la siembra de semillas certificadas y variedades resistentes para evitar la presencia de microorganismos que afecten al cultivo.

VII. RESUMEN

En el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la región Lambayeque se presentó en forma notoria las enfermedades fungosas, bacterias y virosis, por lo cual se realizó el presente trabajo con el objetivo de diagnosticar las principales enfermedades del cultivo de arroz en base a su presencia durante la campaña de año 2015 – 2016.

El trabajo se llevó acabo en la Región Lambayeque, en sus tres provincias: Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe. Y en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, durante la campaña 2015 - 2016.

El muestreo se realizó en zigzag, usando un marco de madera de un m², se tomaron 2 golpes al azar, de las cuales se tomaron 5 macollos de cada golpe, obteniendo 10 macollos/ m², siendo en total 100 macollos/ha, de estas muestras evaluadas se estimó el porcentaje de incidencia y severidad, en función a enfermedades patológicas presentadas, *Gaeumannomyces graminis*, *Nakataea sigmoidea*, *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Ustilaginoidea virens*, *Burkholderia glumae*, virus de hoja blanca (VHB) y hongos del manchado de granos frente a *Oryza sativa*. En laboratorio se hizo el reconocimiento de los patógenos *Gaeumannomyces graminis*, *Nakataea sigmoidea*, *Sarocladium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Ustilaginoidea virens*, *Burkholderia glumae*, y hongos del manchado de granos *Alternaria alternata*, *Nigrospora oryzae*, *Sarocladium oryzae*, *Bipolaris oryzae*, *Fusarium solani* y *Curvularia lunata* que afectaron en la campaña de arroz 2015-2016.

En la campaña de arroz del año 2015 – 2016; en la provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe, se presentaron las enfermedades siguientes: pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*), pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), falso carbón (*Ustilaginoidea virens*), añublo bacterial (*Burkholderia glumae*), hoja blanca del arroz (virus de la hoja: VHB) y hongos del manchado de granos.

La provincia de Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe las enfermedades con mayor incidencia y severidad fueron pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), hoja blanca del arroz (VHB) y hongos del manchado de grano.

En las tres provincias: Chiclayo, Lambayeque y Ferreñafe, la enfermedad con mayor incidencia fue pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) con 76.70 %, 86.7 % y 87 %, de macollos afectados, respectivamente.

Las enfermedades más severas e incidentes fueron: pudrición negra (*Gaeumannomyces graminis*) y pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), siendo más altas en la provincia de Ferreñafe con una incidencia de 87 % y 48.3 %, respectivamente. El Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en la provincia de Lambayeque tuvo una incidencia de 37.30 %. En la provincia de Chiclayo la hoja blanca del arroz (VHB) se presentó con 38.30 % de plantas afectadas (incidencia).

Burkholderia glumae, en la campaña 2015 -2016, estuvo ausente en algunas localidades, debido a que no tuvo las condiciones ambientales favorables para su desarrollo.

Las tres variedades evaluadas (IR – 43, Tinajones y Mallares) fueron susceptibles a pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*), pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*), pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*), Añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*), hoja blanca del arroz (VHB) y hongos del manchado de granos.

La variedad Tinajones fue la más susceptibles al hoja blanca del arroz (VHB) con una incidencia de 38.3 % en la provincia de Chiclayo. La variedad Mallares fue la menos susceptible, con una incidencia de 22.6 % en la provincia de Ferreñafe.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. **GUIMAREY C, J. 2010.** Influencia del sistema de riego, por secas intermitentes y sistema tradicional, sobre los rendimientos y costos de la producción en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Lambayeque. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Escuela posgrado. 21 p.
2. **SALAZAR Z, L. 2014.** Elaboración de escalas diagramáticas de severidad en hoja y tallos, para evaluar la enfermedad “mal del pie” (*Geuminomyces graminis* Sacc). Von Arx & d. Oliver var. *G. Graminis* en diferentes estados fenológicos del arroz. Tesis Mag. Ciencias Agrarias. Palmira, Univ. Nacional de Colombia, Fac. Cien. Agr. 77 p.
3. **BRUZZONE C, C; E, HEROS, 2011.** Manejo integrado en producción y sanidad de arroz; Guía técnica Agrobanco. Universidad Nacional Agraria a Molina. 40 p.
4. **ALFREDO, D. 2015.** Comportamiento de tres variedades de arroz frente a la pudrición negra del pie *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* en condiciones del suelo infectado. Tesis Ing. Agr. Ciencias Agrarias. Univ. Guayaquil, Fac. Cie. Agr. 48 p.
5. **PEDRAZA, D. 2012.** Estado del arte de *Burkholderia glumae* como patógeno de cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Tesis Dr. Ciencias Biológicas. Univ. Pontifica Javeriana, Fac. Cie. Bogotá. 33 p
6. **SAAVEDRA, M. 2009.** “Evaluación de la Incorporación de microorganismos benéficos sobre la broza del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L). Variedad inía – 507, realizado

en la estación experimental el porvenir. Tesis Ing. Agr. Ciencias Agrarias. Tarapoto. Univ. Nacional de San Martín. Fac. Cien. Agr. 92 p.

7. **CRUZADO, L. 2015.** Propiedades físicas y cinética de hidratación durante la cocción de 3 cultivares de *Oryza sativa* L, provenientes del valle Jequetepeque. Tesis Ing. Agr. Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Trujillo. Cien. Agr. 44p.

IX. LINKOGRAFIA

1. **MORENO, L. 2015.** Lambayeque: incrementó en 25 % la producción de arroz (<http://rpp.pe/peru/actualidad/lambayeque-este-ano-se-incremento-en-25-la-produccion-de-arroz-noticia-813381>. consultado: 06 de junio del 2016).
2. **GARRIDO, M. 2012.** Pudrición del tallo de arroz (*Nakataea sigmoidea*). <https://es.scribd.com/doc/77844572/Pudricion-del-tallo-del-arroz>. Consultado: 20 de agosto del 2018).
3. **SOLIS, A. 2016.** “Alternativas biológicas para el manejo del complejo de manchado de grano en el cultivo de arroz en Babahoyo – Prov. los Ríos. Tesis maestría. Mag. Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Naturales Maestría en Ciencias en Agricultura tropical Sostenible, Guayaquil – Ecuador.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/14862/1/TESIS%20JACQUELINE%20SOLIS.pdf>.
4. **MONZÓN, A. 2010.** Cuatro enfermedades frecuentes que afectan al cultivo. Revista. Universidad Nacional del Noreste - Facultad de Ciencias Agrarias- Argentina.
http://argentinainvestiga.edu.ar/noticia.php?titulo=identifican_enfermedades_del_arroz&id=663. Consultado el 30 de septiembre del 2018.

5. **INIA, 2013.** Variedad Mallares (Inia 510). Manejo agronomico del cultivo de arroz.

http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/674/1/Trip-Arroz_INIA 510.

Consultado: 10 de octubre del 2018.

- e. **TUTIEMPO NETWORK, S. 2016.** Tutiempo Network, S.L.

<https://www.tutiempo.net/clima/07-2018/ws-844720.html>. Consultado: 20 de septiembre del 2018.

X. ANEXOS.

Tabla 1 A. Porcentaje de granos manchados, llenos y vanos afectados por el complejo de enfermedades en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Granos (%)		
		Manchados	Enteros	Vanos
Lambayeque	Lambayeque	62.73	61.21	38.79
	Mochumi	34.50	77.64	22.36
	Tucume	21.55	88.38	11.62
Chiclayo	Pueblo nuevo	36.01	78.93	21.07
	Pitipo	33.68	81.20	18.80
	Ferreñafe	51.08	84.81	15.19
Ferreñafe	Chongoyape	17.24	83.09	15.47
	Mocupe	46.27	63.36	36.64
	Chacupe	13.64	88.85	11.15

Tabla 2 A. Incidencia y severidad (%) por pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el tercio superior del tallo. Lambayeque, 2016.

Provincia	Distrito	Incidencia (%)	Severidad (%)
Lambayeque	Lambayeque	45.00	21.45
	Mochumi	37.00	10.45
	Tucume	42.00	13.65
Chiclayo	Chacupe	51.00	3.15
	Mocupe	34.00	19.35
	Chongoyape	53.00	5.60
Ferreñafe	Ferreñafe	42.00	6.95
	Pitipo	55.00	7.05
	Pueblo nuevo	48.00	9.15

Tabla 3 A. Incidencia y severidad (%) por añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en el tercio medio del tallo. Lambayeque. 2016.

Provincia	Localidad	Incidencia (%)	Severidad (%)
Lambayeque	Lambayeque	28.00	5.05
	Mochumi	48.00	13.75
	Tucume	36.00	4.75
Chiclayo	Chacupe	40.00	4.72
	Mocupe	23.20	13.20
	Chongoyape	34.00	2.00
Ferreñafe	Ferreñafe	46.00	9.25
	Pitipo	34.00	11.15
	Pueblo nuevo	29.00	9.25

Tabla 4 A. Incidencia y severidad (%), de pudrición negra (*Gaeumannomyces graminis*) en el tercio inferior del tallo. Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Incidencia (%)	Severidad (%)
Lambayeque	Lambayeque	84.00	37.15
	Mochumi	90.00	24.1
	Tucume	86.00	14.9
Chiclayo	Chacupe	69.00	7.70
	Mocupe	87.00	20.65
	Chongoyape	74.00	6.15
Ferreñafe	Ferreñafe	86.00	15.00
	Pitipo	80.00	15.70
	Pueblo nuevo	95.00	16.80

Tabla 5 A. Incidencia y severidad (%) de pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*). Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Incidencia (%)	Severidad (%)
Lambayeque	Lambayeque	12.00	4.60
	Mochumi	14.00	1.74
	Tucume	3.00	0.15
Chiclayo	Chacupe	1.00	0.05
	Mocupe	7.00	0.70
	Chongoyape	0.00	0.00
Ferreñafe	Ferreñafe	9.00	0.60
	Pitipo	7.00	0.50
	Pueblo nuevo	4.00	0.35

Tabla 6 A. Porcentaje de panículas afectadas con síntomas de añublo bacterial de la panícula (*Burkholderia glumae*). Lambayeque, 2016

Provincia	Localidad	Panículas afectadas (%)
Lambayeque	Lambayeque	0.06
	Mochumi	0.00
	Tucume	0.00
Chiclayo	Chacupe	0.00
	Mocupe	1.43
	Chongoyape	0.20
Ferreñafe	Ferreñafe	0.10
	Pitipo	0.08
	Pueblo nuevo	0.00

Tabla 7 A. Porcentaje de panículas afectadas por falso Carbón (*Ustilaginoidea virens*). Lambayeque, 2016.

Provincia	Localidad	Panículas afectadas (%)
Lambayeque	Lambayeque	0.00
	Mochumi	1.08
	Ferreñafe	0.03
Chiclayo	Chacupe	0.00
	Mocupe	0.21
	Chongoyape	0.00
Ferreñafe	Ferreñafe	0.03
	Pitipo	0.00
	Pueblo nuevo	0.00

Tabla 8 A. Porcentaje de plantas enfermas por el virus hoja blanca (VHB). Lambayeque. 2016.

Provincia	Localidad	Plantas con hoja blanca (%)
Lambayeque	Lambayeque	30.00
	Mochumi	33.00
	Tucume	29.00
Chiclayo	Chacupe	37.00
	Mocupe	46.00
	Chongoyape	32.00
Ferreñafe	Ferreñafe	23.00
	Pitipo	19.00
	Pueblo nuevo	26.00

Tabla 9 B. Análisis de varianza de porcentaje de granos manchados en arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	3.19	1.76	0.74 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	3.53	1.60	0.82 NS	6.94	18.00
Error	4	8.61	2.15			
Total	8	15.32				

CV = 24.97 %

DLSO.05= 3.32

X = 5.87

Tabla 10 B. Análisis de varianza de porcentaje de granos enteros en arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	132.99	66.50	0.43 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	52.41	26.21	0.17 NS	6.94	18.00
Error	4	616.49	154.12			
Total	8	801.89				

CV = 15.79 %

DLSO.05= 28.14

X = 78.60

Tabla 11 B. Análisis de varianza de porcentaje de granos vanos en arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	1.61	0.81	0.51 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.40	0.20	0.13 NS	6.94	18.00
Error	4	6.33	1.58			
Total	8	8.34				

CV = 27.25 %

DLSO.05= 2.85

X = 4.61

Tabla 12 B. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	50.89	25.44	0.36 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	76.22	38.11	0.54 NS	6.94	18.00
Error	4	284.44	71.11			
Total	8	411.56				

CV = 18.65 %

DLSO.05= 19.11

X = 45.22

Tabla 13 B. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	0.02	0.01	0.16 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.15	0.08	1.03 NS	6.94	18.00
Error	4	0.30	0.08			
Total	8	0.48				

CV = 15.17%

DLSO.05= 0.62

X = 1.80

Tabla 14 B. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	0.24	0.12	0.15 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.29	0.14	0.18 NS	6.94	18.00
Error	4	3.20	0.80			
Total	8	3.73				

CV = 14.91%

DLSO.05= 2.02

X = 6.66

Tabla 15 B. Análisis de variancia de severidad del área afectada por añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	2.67	1.34	6.07 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.67	0.34	1.53 NS	6.94	18.00
Error	4	0.88	0.22			
Total	8	4.23				

CV = 15.94 %

DLSO.05= 1.06

X = 2.94

Tabla B. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	64.89	32.44	0.54 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	206.89	103.44	1.72 NS	6.94	18.00
Error	4	240.44	60.11			
Total	8	512.22				

CV = 9.29 %

DLSO.05= 17.57

X = 83.44

Tabla 16 B. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición negra de la vaina (*Gaeumannomyces graminis*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	1.52	0.76	0.95 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	4.06	2.03	2.53 NS	6.94	18.00
Error	4	3.20	0.80			
Total	8	8.78				

CV = 21.33 %

DLSO.05= 2.02

X = 4.19

Tabla 17 B. Análisis de variancia de incidencia del área afectada por pudrición del tallo (*Natkataea sigmoidea*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	3.21	1.60	5.71 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	3.16	1.58	5.63 NS	6.94	18.00
Error	4	1.12	0.28			
Total	8	7.50				

CV = 20.78 %

DLSO.05= 1.20

X = 2.55.

Tabla 18 B. Análisis de variancia de severidad del área afectada por pudrición del tallo (*Nakataea sigmoidea*) en el cultivo de arroz. Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	0.35	0.17	1.25 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.60	0.30	2.14 NS	6.94	18.00
Error	4	0.56	0.14			
Total	8	1.51				

CV = 27.92 %

DLSO.05= 0.84

X = 1.34

Tabla 19 B. Análisis de varianza de granos afectados (%) Falso Carbón (*Ustilaginoidea virens*), en arroz en arroz. Lambayeque. 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	0.06	0.03	1.77 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.04	0.02	1.02 NS	6.94	18.00
Error	4	0.07	0.02			
Total	8	0.17				

CV = 12.50 %

DLSO.05= 0.30

X = 1.06.

Tabla 20 B. Análisis de variancia de porcentaje de granos afectados, añublo bacterial de la panícula (*Burkholderia glumae*), en el cultivo de arroz, Lambayeque, 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	0.06	0.03	0.94 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	0.08	0.04	1.32 NS	6.94	18.00
Error	4	0.12	0.30			
Total	8	0.26				

CV = 16.11 %

DLSO.05= 0.39

X = 1.08

Tabla 21 B. Análisis de varianza Plantas enfermas (%) hoja blanca del arroz (VHB). Lambayeque. 2016.

F.V.	GL	SC	CM	Fc SIGN	ft.05	ft.01
Repeticiones	2	21.56	10.78	0.38 NS	6.94	18.00
Tratamientos	2	368.22	184.11	6.55 NS	6.94	18.00
Error	4	112.44	28.11			
Total	8	502.22				

CV = 17.35 %

DLSO.05= 12.01

X = 30.55