

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

CONTROL QUÍMICO DE DOS ENFERMEDADES FOLIARES

ROYA (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) y

HELMINTOSPORIOSIS (*Bipolaris sorokiniana*),

EN EL CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)

SANTA CRUZ DE LA SIERRA BOLIVIA

PATRICIA ZANDRA SOLARES SUBIETA

LA PAZ – BOLIVIA  
2011

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**CONTROL QUÍMICO DE DOS ENFERMEDADES FOLIARES  
ROYA (*Puccinia recondita f. sp. tritici*) y  
HELMINTOSPORIOSIS (*Bipolaris sorokiniana*),  
EN EL CULTIVO DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.)  
SANTA CRUZ DE LA SIERRA BOLIVIA**

Tesis de grado presentado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniería Agronómica

**PATRICIA ZANDRA SOLARES SUBIETA**

**Asesores:**

Ing. Ph. D. David Cruz Choque .....

Ing. Ernesto Miranda Chambi .....

**Tribunal Examinador:**

Ing. M. Sc. Teresa Ruiz Díaz L. P. ....

Ing. Celia María Fernández Chávez .....

Ing. Luis B. Asturizaga Aruquipa .....

**Aprobada**

**Presidente Tribunal** .....

**2011**

# DEDICATORIA

A JESUCRISTO NUESTRO PADRE altísimo por su amor y misericordia infinita.

A mis padres Zenobio Solares Gutiérrez y Martha Subieta de Solares, con su sabiduría supo dirigir mi sendero y fortalecer mis debilidades.

A mis hermanos Pablo, Marcos Antonio, hermana política Filomena y a mis sobrinos David, Pablo, Gustavo y Evelin por su constante apoyo y comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

A ti Señor Jesús, por ayudarme a culminar con este propósito.

A la Universidad Mayor de San Andrés, Carrera de Ingeniería Agronómica, por permitir mi formación profesional a través de su plantel Docente-administrativo y auxiliar de docencias.

A la Institución CETABOL – JICA (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia) (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) por el apoyo para la culminación de la tesis.

Expresar mis agradecimientos al Ing. Ph. D. David Cruz Choque, Ing. Ernesto Miranda Chambi, Ing. M. Sc. Teresa Ruiz Díaz L.P., Ing. Celia M. Fernández Chávez, Ing. Luís B. Asturizaga Aruquipa, por su amistad y colaboración permanente.

## CONTENIDO GENERAL

**Página**

Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
Indicen de contenido.....	vi
Resumen.....	xvi

## INDICE

	Página
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivo general	3
1.2. Objetivos específicos	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1. Descripción del cultivo de trigo	4
2.1.1. Clasificación taxonómica	4
2.2. Manejo del trigo	4
2.2.1. Enfermedades del trigo	4
2.3. Roya de la hoja	5
2.3.1. Síntomas	5
2.3.2. Etiología	6
2.3.3. Epidemiología	6
2.3.3.1 Ciclo biológico	7
2.3.4. Importancia económica	8
2.4. Helminthosporiosis	9
2.4.1. Síntomas	9
2.4.1.1. En la hoja	10
2.4.2. Etiología	10
2.4.3. Epidemiología	11
2.4.4. Importancia económica	12
2.4.5. Método de control	12
2.4.5.1. Rotación de cultivos	12
2.4.5.2. Control Químico con fungicidas	13
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>14</b>
3.1 Ubicación geográfica	14
3.1.2. Características Climáticas	14
3.1.3. Características Edáficas	14
3.2. Materiales	16
3.2.1 Materiales para el ensayo	16
a) Material agrícola	16

b) Establecimiento de ensayo	16
c) Equipos de aplicación de fungicidas	16
d) Instrumentos de medición	16
3.2.2. Material Vegetal	16
3.2.3. Material químico	17
3.2.3.1 Descripción de los fungicidas	17
3.2.4. Materiales en laboratorio	18
3.2.5. Materiales de escritorio	18
3.2.6. Otros equipos	19
3.3. Metodología	19
3.3.1 Establecimiento del experimento	19
3.3.2. Distribución de tratamientos	19
3.3.3. Diseño experimental	20
3.3.4. Modelo lineal aditivo	20
3.4. Procedimiento experimental	20
3.4.1. Preparación del suelo	20
3.4.1.2. Tratamiento de semilla	20
3.4.2. Siembra	20
3.4.2.1 Marbeteado	21
3.4.3. Diagnóstico de los hongos fitopatógenos ( <i>Puccinia recóndita f. sp.</i> ) y ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ) en el cultivo del trigo	21
3.4.3.1 Trabajo en laboratorio	21
3.4.4. Labores culturales	22
a) Control de malezas	22
b) Control de insectos	22
c) Riego	23
3.4.6. Cosecha	23
3.4.8. Variables de respuesta	24
a) Grado de incidencia	24
b. Peso de 1000 granos	24
c. Peso hectolítrico	24

d. Rendimiento de grano	25
e. Análisis económico	25
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>26</b>
4.1 Condiciones climáticas	26
4.1.1 Condiciones Meteorológicos	26
<b>4.3 VARIABLES DE RESPUESTA</b>	<b>29</b>
4.3.1 Grado de Incidencia de la roya ( <i>Puccinia recondita f. sp.</i> )	29
4.3.1.1. Incidencia a los Cuarenta días de la evaluación de roya ( <i>Puccinia recondita f. sp.</i> ).	29
4.3.1.2. Incidencia a los Sesenta días de la evaluación de roya ( <i>Puccinia recondita f. sp.</i> ).	31
4.3.2. Grado de Incidencia de la helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> )	32
4.3.2.1. A los Sesenta días de la evaluación de helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ).	33
4.3.2.2. Incidencia a los 65 días de evaluación para helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ).	35
4.3.3. Identificación de hongos fitopatógenos roya ( <i>Puccinia recóndita f. sp.</i> ) y helmintosporiosi ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ) en las evaluaciones.	36
4.3.4. Altura de planta	38
4.3.5. Peso de 1000 granos (g)	39
4.3.6. Peso hectolítrico (kg/hl)	42
4.3.7. Rendimiento de grano (kg/ha)	44
4.3.8. Análisis económico	47
<b>5. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>49</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos y características principales de los productos utilizados. Okinawa, CETABOL Invierno 2009.	19
Cuadro 2. Registro de Temperatura (°C), Humedad Relativa (%) y Precipitación (mm.) durante el periodo de las evaluaciones para el Grado de Incidencia de la roya de la hoja y helmintosporiosis	28
Cuadro 3. Análisis de varianza de Grado de Incidencia causados por roya ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp) a los cuarenta días de la evaluación	29
Cuadro 4. Análisis de varianza de Grado de Incidencia causados por roya ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp) a los sesenta días de la evaluación	31
Cuadro 5. Análisis de varianza de Porcentaje de Grado de Incidencia causados por Helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ) a los sesenta días de evaluación	33
Cuadro 6. Análisis de varianza de Porcentaje de Grado de Incidencia causados por Helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ) a los sesenta y cinco días de evaluación	35
Cuadro 7. Análisis de varianza del Peso de 1000 Semillas en granos (g) en el cultivo de trigo	38
Cuadro 8. Análisis de varianza del Peso hectolítrico en (kg/ha) en el cultivo de trigo	41
Cuadro 9. Análisis de varianza de Rendimiento (kg/ha) en el cultivo de trigo	42
Cuadro 10. Análisis de varianza de Altura de planta en centímetros (cm) en el cultivo de trigo	44
Cuadro 11. Resumen de análisis económico para el ensayo Roya ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp. tritici) y Helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> ). Okinawa-II. Invierno 2009	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación Okinawa – II del departamento de Santa Cruz invierno 2009.	15
Figura 2. Promedio de datos climáticos registrados en la localidad Okinawa – II del departamento de Santa Cruz invierno 2009	27
Figura 3. Medias del Grado de incidencia para la evaluación a los Cuarenta días en los diferentes tratamientos.	30
Figura 4. Medias del Grado de incidencia para la evaluación a los Sesenta días en los diferentes tratamientos.	32
Figura 5. Media del Porcentaje de Grado de Incidencia para la evaluación a los Sesenta días en los diferentes tratamientos	34
Figura 6. Media del Porcentaje de Grado de Incidencia para la evaluación a los Sesenta y Cinco días en los diferentes tratamientos.	35
Figura 7. Observación microscópica de <i>Puccinia recondita f. sp. Bipolaris sorokiniana</i>	37
Figura 8. Observación microscópica de <i>Bipolaris sorokiniana</i>	37
Figura 9. Medias de Altura de Planta en centímetros (cm) en los diferentes Tratamientos	39
Figura 10. Medias del Peso de 1000 semillas en gramos (g) en los diferentes tratamientos.	40
Figura 11. Medias de Peso Hectolítrico en gramos (g) en los diferentes tratamientos	43
Figura 12. Medias de Rendimiento en grano (kg/ha) en los diferentes tratamientos	45

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Distribución al azar de los tratamientos	55
Anexo 2. Resultados e interpretación del análisis físico-químico de suelos Okinawa-II CETABOL, Invierno 2009.	55
Anexo 3. Registro de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%) durante el ciclo del cultivo de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.)	56
Anexo 4. Control químico de dos enfermedades foliares (Roya ( <i>Puccinia recondita</i> f. sp. <i>tritici</i> ) y helmintosporiosis ( <i>Bipolaris sorokiniana</i> )) en el cultivo de trigo ( <i>Triticum aestivum</i> L.) Santa Cruz de la Sierra Bolivia	57
Anexo 5. Incidencia de la enfermedad a los 35 días después de la siembra de Roya ( <i>Puccinia recodita</i> f. sp. <i>tritici</i> )	57
Anexo 6. Incidencia de Roya de la hoja y Helmintosporiosis, progresivo incremento de las enfermedades comparando el testigo (sin control químico) con el tratamiento T4 (Tebucur + LI700 ).	58
Anexo 7. Época de cosecha de las muestras representativas de cada unidad experimental en el cultivo de trigo	58
Anexo 8. Trillado y venteado de las muestras representativas	59
Anexo 9. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para porcentaje de incidencia de Roya a los 40 días después de la siembra.	60
Anexo 10. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Roya a los 60 días después de la siembra	60
Anexo 11. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Helmintosporiosis a los 60 días después de la siembra.	60
Anexo 12. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Helmintosporiosis a los 65 días después de la siembra	61
Anexo 13. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para altura de planta (cm) en trigo.	61
Anexo 14. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso de 1000 gramos de semillas de trigo	61
Anexo 15. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso hectolítrico gramos de semillas de trigo	62
Anexo 16. Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso de rendimiento en (kg/ha) de trigo	62

## RESUMEN

Las enfermedades constituyen una gran limitante para la producción triguera del departamento de Santa Cruz, entre una de ellas la mancha de la hoja causada por *Bipolares sorokiniana*, causando una reducción del rendimiento de trigo, desde un 20%, pudiendo llegar hasta un 60% ya que bajo condiciones experimentales, existen datos de pérdidas que alcanzan hasta un 57% según LANGUIDEY Y BAREA (1990 y 1991). En base a la importancia económica de esta dolencia como una medida de control se recomienda el uso de fungicidas, razón por la cual motivó la realización del presente trabajo para el control de roya y helmintosporiosis en el cultivo de trigo, con una alta severidad de la enfermedad y condiciones adecuadas para el desarrollo del trigo ya que disponiendo en el mercado local muchos productos que son recomendados oficialmente, es necesario seguir evaluando nuevos fungicidas.

El ensayo fue realizado en la Colonia de Okinawa 2, en el Centro de Investigación Tecnológico Agropecuario (CETABOL), ubicada a 92 km. al Noreste de Santa Cruz, perteneciendo a la provincia Warnes del departamento de Santa Cruz. La siembra se hizo bajo el sistema de labranza convencional, el 04 de junio del 2009.

Los tratamientos comparados tuvieron como finalidad evaluar 5 fungicidas de aplicación foliar, comparado con un testigo sin fungicida para el control de *helmintosporiosis* y roya de la hoja. El diseño que se empleó fue bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

Las enfermedades de la roya y helmintosporiosis, incidieron significativamente en forma negativa, sobre las características agronómicas de la variedad Paraguá, de esta forma que es necesario realizar el control químico.

## 1. INTRODUCCIÓN

A través de los años la práctica ha demostrado que Santa Cruz posee un potencial productivo para trigo bastante grande, después del cultivo de la soya de verano, sin mayores inversiones utilizando la misma maquinaria y el terreno ocioso que se deja en el invierno.

Producción de trigo en Bolivia se incrementó notablemente en los últimos años y alcanzó 43% del consumo interno, de 631.000 toneladas por año, proyección que permite alentar que llegará al 90% en el 2014.

La falta de este cereal que confronta el país es debido a que la agricultura está sujeta a un sin número de riesgos imputables a las condiciones de suelo, clima, plagas y enfermedades.

Al igual que muchos otros cultivos, el trigo presenta numerosas dificultades o limitaciones para su producción, es así que uno de ellos, son los problemas fitosanitarios provocados por patógenos causantes de las enfermedades. Este cereal es afectado por numerosas enfermedades, pero entre las de mayor prevalencia se tiene la roya de la hoja y la helmintosporiosis, que se encuentran presentes en la mayoría de las zonas trigueras del mundo.

Las pérdidas que producen estas enfermedades, en muchos casos se justifican el uso de fungicidas para su control, dentro del concepto de Manejo Integrado de Enfermedades, además seguir normas vigentes.

Cabe destacar que actualmente existen muchos fungicidas recomendados, para el control de las principales enfermedades del trigo; basándose en investigación llevadas a cabo en el Centro de Investigación Agrícola Tropical CIAT. Pero día a día nuevos productos son ofertados, por lo que es necesario verificar su eficiencia y al mismo tiempo su persistencia, antes de emitir recomendaciones oficiales sobre su uso y distribución.

En el proceso productivo del trigo, el productor tropieza con varios problemas que van desde fenómenos naturales, malezas, plagas y enfermedades en la zona de Okinawa demostrando la importancia de realizar un estudio acerca de las enfermedades foliares que afectan al proceso fisiológico productivo del cultivo de trigo.

Las enfermedades en el cultivo de trigo constituyen un factor limitante para la producción de este cereal, principalmente cuando se tiene condiciones climáticas favorables, siembra fuera de época recomendada y la práctica del monocultivo.

Actualmente, el incremento de precios en el mercado internacional para el grano de trigo, genera una perspectiva favorable para fomentar la producción de este cereal en la región y en el país en su conjunto.

### **1.1. Objetivo general**

- Evaluar la producción de trigo (*Triticum aestivum* L.), mediante el daño de las enfermedades foliares de roya (*Puccinia recondita* f.sp. *tritici*) y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*).

### **1.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la incidencia de las enfermedades de Roya de la hoja (*Puccinia recondita* f. sp.) Y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*) en el cultivo del trigo.
- Determinar el control de diferentes fungicidas sobre las enfermedades foliares que atacan al cultivo del trigo.
- Evaluar el efecto de la roya de la hoja y helmintosporiosis del cultivo de trigo sobre el rendimiento.
- Efectuar una evaluación económica en el ensayo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Descripción del cultivo de trigo

El trigo, como los demás cereales, es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. Actualmente, los trigos harineros se clasifican botánicamente como *Triticum aestivum* (Cardona, 1998).

#### 2.1.1. Clasificación taxonómica

El trigo tiene la siguiente clasificación taxonómica (Robles, 1986)

- Clase : Angiospermae
- Sub Clase : Monocotiledoneae
- Grupo : Glumiflorae
- Orden : Graminales
- Familia : Gramineae
- Género : *Triticum*
- Especie : *Triticum aestivum*

### 2.2. Manejo del trigo

Según Cardona (1998), varios factores determinan el rendimiento y la calidad del trigo. La elección de la variedad está relacionada con el destino industrial y las características del suelo y clima. También habrá que establecer la fecha de siembra adecuada. En tanto, el control de malezas, plagas e enfermedades es fundamental en el resultado.

#### 2.2.1. Enfermedades del trigo

Las principales enfermedades del trigo en los Llanos Orientales de Santa Cruz son: la piricularia (*Pyricularia grisea*), helmitosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*), la roya de la hoja (*Puccinia recóndita f. sp.*). La presencia de estas enfermedades, está directamente relacionada con el clima predominante en la zona de producción durante el desarrollo del cultivo, la época de siembra y la resistencia genética de la variedad sembrada (FUNDACRUZ, 2004).

Cada una de estas afecciones debe ser controlada con una estrategia diferente. Si las medidas preventivas no alcanzan, la solución consiste en aplicar productos químicos (Cardona, 1998).



### **2.3. Roya de la hoja**

La roya de la hoja es la enfermedad del trigo más diseminada en el mundo y se encuentra dondequiera que se cultivo trigo, y al contrario de otras royas, se presenta todo el año y es de mucha importancia en América Latina. Es también conocida como roya marrón o roya anaranjada de la hoja.

Johnston (1931), divulgó una pérdida de 55% de la productividad en cultivares susceptibles, mientras que se tuvo pérdidas de hasta 72% podrían ocurrir debido a la roya de la hoja en variedades susceptibles.

Bolivia las pérdidas causadas por roya de la hoja podrían variar entre 51 – 64%, dependiendo del año, localidad y variedad.

#### **2.3.1. Síntomas**

Sintomatología característica es la aparición de pústulas o uredias circulares alargadas distribuidas en las dos caras de las hojas en toda la parte aérea de la planta. Esta pústula puede romper la epidermis, liberando gran cantidad de uredosporas amarillas o naranjadas. Los telios aparecen generalmente en la vaina de las hojas, éstas recubiertas largamente por la epidermis y liberan pequeñas teliósporas negras (Cardoso y Kimati, 1980).

Los síntomas causados por roya, aparecen como pústulas circulares o ligeramente elípticas más pequeñas que la roya del tallo. Dichas pústulas contienen masas de uredosporas de color anaranjado o café-anaranjado (Languihey, 1994).

La fase de uredo aparece en ambos lados de las hojas y en todas las partes aéreas de la planta. Las pústulas son desparramadas, circulares o ligeramente oblongas y son de color naranja rojizo. Cuando están maduras, rápidamente irrumpen a través de la epidermis. Los telios son formados principalmente en las vainas y permanecen cubiertos por la epidermis durante un largo tiempo.

La roya de la hoja también sobrevive en las plantas voluntarias. Puede ocurrir que la roya sobreviva durante el verano en los restos de cultivos en la forma de uredosporas (Agrios, 2007).

La roya de la hoja ocurre en un gran rango de temperatura, sin embargo la ideal está entre 16 – 20° C. Reportaron que la producción máxima de esporas fue observada cuando la densidad de pústulas alcanzó 920 por hoja siendo considerada una fase peligrosa. Afirmó que si el nivel de 1000 pústulas por hoja fue alcanzada en la fase de espigazón, puede preverse una pérdida del orden de 29% (CETABOL, 2007).

### **2.3.2. Etiología**

El agente causal de la roya de la hoja del trigo pertenece a subdivisión Eumycotina, Clase Basidiomycetes, Sub Clase Heterobasidiomycetidae, Orden Uredinales, Familia Pucciniaceae, Género *Puccinia recondita f.sp. tritici*. Las uredosporas son subglobosas de 15 a 30 micras de diámetro, café-rojizas con 3 a 8 forros que son esparcidos en sus paredes equinuladas gruesas su color es negro y no son irrupentes. Las teliosporas bicelulares, cuneiformes tienen el ápice redondeado y engrosado. Al igual que la teliospora de *P. graminis tritici*, las teliosporas de *P. recondita* tiene que pasar por un periodo de reposo frío para poder germinar (Romero, 1993).

### **2.3.3. Epidemiología**

El hongo requiere periodos de rocío de 3 horas o menos a temperatura de alrededor de 20°C para causar infección, pero provoca mayor número de infecciones cuando el periodo de rocío es más prolongado. Con temperaturas más bajas, ese periodo debe ser más extenso (Roelfs et al., 1992; citado por Caro, 1994).

Romero (1993), expresa que la enfermedad se presenta generalmente a fines del invierno y principios de la primavera, su desarrollo es rápido a temperatura de 15-22°C y ambiente húmedo. También Picini y Fernandes (1995), coinciden con los rangos de temperatura y agregan indicando que el hongo requiere agua libre para su desarrollo durante 6 horas, así como 10-14 días para el intervalo de otra infección.

A su turno Latorre (1995), menciona que aparece primero en las hojas basales y que avanza rápidamente en presencia de condiciones ambientales favorables, alta humedad y temperaturas entre 15-22°C, en tales condiciones afecta significativamente el número de granos por espiga y el peso hectolítrico.

Añade que los teleutosoros negros, son similares a los uredosoros en tamaño, forma y ubicación, pero aparecen en plantas envejecidas, no teniendo mayor importancia en la diseminación de esta enfermedad en zonas libres.

Según Villar y Galich (1998), la roya es el patógeno de mayor difusión, debido a su adaptación a un amplio rango de temperatura y a sus escasos requerimientos de agua, necesarias en forma de rocío para la germinación de sus esporas y la penetración, requiriendo de sólo 6 horas a 18° C en oscuridad. Las horas necesarias de rocío para la infección aumentan a medida que las temperaturas se alejan de la óptima, entre 5 y 32° C; la atmósfera seca y ventosa, favorece a la dispersión de las esporas.

### **2.3.3.1 Ciclo biológico**

El ciclo de *P. recóndita f. sp. Tritici* según (1991), mencionando por Angulo (1993), obedece a la siguiente descripción: El patógeno sobrevive de verano-otoño, parasitando plantas de trigo voluntarias (extemporáneas, guachas, espontáneas), donde se pueden visualizar los síntomas de la enfermedad (uredias) y los signos del patógeno (uredosporas).

Grandes cantidades de esporas son producidas y transportadas por el viento, varios ciclos secundarios se suceden haciendo que el patógeno se disemine rápidamente, durante estos eventos los uredosporos son nuevamente, llevados por las corrientes de aire ascendentes a las capas superiores de la atmósfera, donde son mantenidos viables.

A partir de los últimos tejidos verdes (última época de siembra), la uredosporas dispersadas encuentran nuevamente las plantas voluntarias, reiniciando el ciclo.

El patrón endémica policíclico es el que corresponde a la mayoría de las enfermedades foliares de origen fúngica como la roya de la hoja (*Puccinia recóndita f. sp. Tritici*), que cumplen más de un ciclo durante el desarrollo el comienzo de la epidemia, a los síntomas son poco visibles y esa fase inicial de lento desarrollo de la epidemia debido a limitación de la cantidad de inóculo.

Luego en cada lesión la cantidad de propágulos al cabo de 2 a 3 ciclos deja de ser una limitante y la epidemia alcanza una fase de crecimiento rápida de tipo exponencial. Este crecimiento se mantiene hasta que el tejido verde sano comienza a ser una limitante (Annone, 1996).

Los hongos biotróficos como las royas, son parásitos que extraen sus nutrientes única y exclusivamente de tejidos vivos, presentando algún grado de especificidad. La muestra de tejidos del hospedero significa, el final del parasitismo para estos patógenos *Puccinia spp.*

Su principal oportunidad de supervivencia, durante los meses de los cuales el trigo no es cultivado, es en plantas de trigo voluntarias “guacha” (Reis *et al.*, 1998)

#### **2.3.4. Importancia económica**

Las royas son consideradas entre las enfermedades más importantes de las plantas cultivadas, ya que ocasionan pérdidas equivalentes a casi el 10% de la cosecha mundial de grano por año. Las royas debilitan y matan a las plantas jóvenes, pero con mayor frecuencia hacen que disminuya el follaje, el crecimiento de la raíz y la productividad de las plantas al disminuir su tasa fotosintética, disminuyendo la translocación de los productos fotosintéticos de sus tejidos y desviando dichos productos a éstos últimos (Sanguenza, 1994).

Las plantas severamente atacadas disminuyen su rendimiento en más del 50% y el grano que llega a formarse es arrugado, de poco peso y bajo contenido de proteínas (Romero, 1993).

Roelfs *et al.* (1992), citado por Caro (1994), indican que las epifitias tempranas (antes del espigamiento) pueden matar las florecillas, los macollos y toda la planta. Las pérdidas causadas por la roya de la hoja son general pequeñas (<10%), pero en ocasiones pueden llegar a ser graves (del 30% ó más).

Sanguenza (1994) y Quispe (1996), afirma que las pérdidas en rendimientos ocasionadas por la roya de la hoja oscilan entre 64-80%. Por su parte Caro (1994), afirma que las características agronómicas de la variedad, tales como el peso hectolítrico, de mil granos y rendimiento presentan valores bajos, debido a la aparición temprana (21 días después de la siembra) y la alta severidad de la roya.

## **2.4. Helminthosporiosis**

Languidey y Banrea (1991), indica que la helminthosporiosis es la enfermedad importante del trigo en siembras tempranas en la zona húmeda o intermedia del departamento de Santa Cruz, donde las condiciones de temperatura y humedad favorecen la aparición de esta enfermedad.

La helminthosporiosis es la enfermedad ampliamente distribuida causando el marchitamiento de la espiga, la hoja y del coleoptilo de las plántulas y la pudrición de la raíz. Ocurre en áreas húmedas y calientes, pudiendo causar pérdidas elevadas.

En el departamento de Santa Cruz (Bolivia), epifitias severas ocurrieron entre 1990 y 1992, causando pérdidas en rendimiento entre 24-67%, dependiendo del año y la variedad.

### **2.4.1. Síntomas**

Los síntomas iniciales de la enfermedad consisten en pequeñas manchas ovales (3-4mm) en las hojas, de coloración castaño oscura a negra. Dichas manchas no muestran ninguna esporulación y pueden ser confundidas con manchas causadas por *S. nodorum*. Las manchas aumentan de tamaño y se tornan típicamente elípticas con abundante esporulación.

A causa de la formación de numerosos conidios castaños oscuros las lesiones aparecen casi negras. Tales lesiones presentan generalmente un margen castaño oscuro y un centro castaño claro y luego se tornan necróticos. Las esporas son fácilmente removidas por la lluvia o sopladas por el viento, dejando a las lesiones sin esporas y con color de paja. Cuando las lesiones coalescen, toda la hoja queda marchita y seca (Mehta, 1998).

Los síntomas se presentan como manchas arredondeadas y alargadas, de tamaño variable, de contorno bien definidos y de coloración pardo – oscuro. Estas manchas permanecen formando manchas mayores que pueden tomar todo el limbo foliar. Hojas severamente afectadas sufren abscisión prematura (Cardoso y Kimati, 1980).

También se pueden observar en forma de pequeño puntos de color café a negro oscuro, rodeados de un halo amarillento difuso, el cual crece y toma la forma

oblonga, adquiriendo un color más claro que va de castaño a marrón. Estas se une cubriendo grandes extensiones de la hoja, dando un aspecto quemado y secando la hoja prematuramente (Holters, 1987).

#### **2.4.1.1. En la hoja**

Los síntomas iniciales de la enfermedad consisten en pequeñas manchas ovales (3-4 mm) de coloración castaño – oscuro a negro, tales manchas no muestran ninguna esporulación y pueden ser confundido con mancha causadas por *Septoria nodorum*. Esas manchas aumentan de tamaño, se tornan típicamente elípticas con abundante esporulación, por causa de la formación de numerosos conidios castaño – oscuro y un centro castaño claro y luego estas se tornan necróticas. Cuando las esporas son desplazadas ya sea por el viento o lluvia, estas adoptan un color castaño (Mehta, 1998).

Los síntomas se presentan como manchas arredondeadas y alargadas, de tamaño variable, de contorno bien definido y de coloración pardo-oscuro. Estas manchas permanecen formando manchas mayores que pueden tomar todo el limbo foliar. Hojas severamente afectadas sufren abscisión prematura (Cardoso y Kimati, 1980).

También se pueden observar en forma de pequeño puntos de color café a negro oscuro, rodeados de un halo amarillento difuso, el cual crece y toma la forma oblonga, adquiriendo un color más claro que va de castaño a marrón. Esta se une cubriendo grandes extensiones de la hoja, dando a un aspecto de quemado y secando la hoja prematuramente (Holters, 1987).

#### **2.4.2. Etiología**

Los conidiosporos de *B. sorokiniana* se presentan individualmente en grupos de dos o tres, son efectos no ramificados de color oscuro. Los conidios germinan lateralmente a partir de las células apicales de color castaño o de color café olivo oscuro, de forma oblonga, de poco o muy curvadas, más ancho en el centro y se redondea abruptamente a los extremos con paredes lisas sectadas de 6 a 10 sectas cilíndricas y con frecuencia con una cicatriz oscura en la célula basal. Sus medidas oscilan entre 60 a 90 micras de largo por 12 a 20 micras de ancho (Holters,1987).

Al referirnos a la clasificación taxonómica del patógeno (Romero, 1993), afirma que la fase ascal pertenece a la Subdivisión Eumycotina, Clase Ascomycetes, Sub clase Loculoascomycetidae, Orden Pleosporales, género *Cochliobulus*.

En tanto la fase imperfecta o conidial pertenece a la subdivisión Eumycotina Clase Deuteromycetes, Orden Moniliales, familia Dematiaceae, género *Helminthosporium*.

*Bipolaris* deriva del genero del latín bis, dos veces y polaris, relativo al polo, debido a que al germinar los conidios, emiten un tubo germinal en cada polo, los conidios son erectos o curvos septados y se originan dos poros en la pared de los conidióforos geniculados y pigmentados, es un hongo que principalmente se halla como parasito en gramíneas (Ulloa Y Herrera, 1994).

### **2.4.3. Epidemiología**

Las primeras lluvias son muy favorables para el desarrollo para la enfermedad siendo los conidios propagados por el viento, los mismos que al caer germinan, penetrando a través de la epidermis y apareciendo los primeros síntomas de la infección al sexto día de producido el ataque. El parásito inverna en el rastrojo, en las plantas “guachas” y en diversas gramíneas silvestres y cultivadas (Marchionatto, 1995).

El desarrollo de la enfermedad es mucho más rápido en condiciones de alta humedad y temperatura sobre los 20°C. El agente causal de esta enfermedad se caracteriza por su habilidad para sobrevivir en residuos del suelo y en muchas especies de pasto (Zillinsky, 1984).

El patógeno requiere de 4-6 horas para infectar al hospedante, necesitando además de ello para este propósito una película de agua y temperatura que alcancen los 28°C; además el periodo latente puede completarse de 10 a 14 días bajo condiciones favorables. Un clima seco con temperatura entre 10 a 19°C, desfavorables para la diseminación del patógeno (Kranz, 1984; citado por Holters, 1987).

Bekele (1990), citado por Toledo (1996), sostiene que el patógeno para multiplicarse necesita buena humedad relativa, precipitaciones frecuentes y

temperatura superior a 20°C, siendo la temperatura ideal de 24 – 30°C; una subida de temperatura y lluvias durante el invierno hace prever ataques de *H. sativum*.

Otros autores añaden indicando que el desarrollo es favorecido por precipitaciones continuas y temperaturas de 28°C (Mehta et al, 1989). Otros autores como Picinini y Fernandez (1995), mencionan que requieren temperaturas de 24 – 28°C, y 9 – 24 horas de mojamiento con precipitaciones que favorecen al establecimiento del patógeno con ciclos que duran 10 a 14 días.

#### **2.4.4. Importancia económica**

El manchado del grano, a cauda de la enfermedad, disminuye el valor comercial de los productos resultantes de la molienda, debido a la coloración oscura de la harina (Viedma et al, 1998).

La mancha de la hoja del trigo o helimintosporiosis es la enfermedad más importante de este cultivo en el departamento de Santa Cruz, y aun no se ha encontrado material resistente, toda vez que las líneas de características adecuadas para la zona presentan niveles de tolerancia (Abela et al. 1985).

En regiones calientes, *B. sorokiniana* es económicamente el patógeno número uno con rendimiento por encima del 43% (Van y Rajaram, 1998).

Otros estudios en esta región muestran que en el departamento de Santa Cruz en los años 1990 y 1992, las pérdidas causadas por helmintosporiosis fueron de 24-67% en condiciones experimentales, dependiendo del año y la variedad (ANAPO Y CIAT, 1992).

#### **2.4.5. Método de control**

Dentro de las medidas de control existen; el uso de variedades resistentes, rotación de cultivos, semilla certificada y los controles químicos a la semilla y el follaje (Agrios, 1991).

##### **2.4.5.1. Rotación de cultivos**

Entre los métodos de control de enfermedades recomendados están; la rotación de cultivos y el entierro profundo de restos (Cardoso y Kimati, 1980).

La mayoría de los hongos necrotróficos de trigo pose en habilidad competitiva en la fase saprofítica, lo que permite su control vía destrucción del rastrojo, por lo



que la rotación de cultivos y un adecuado manejo de rastrojos puede reducir la población de estos patógenos drásticamente (Kohli y Resi, 1994).

#### **2.4.5.2. Control Químico con fungicidas**

Además de los métodos de control mencionados, el empleo de fungicidas ofrece una alternativa complementaria a los niveles de protección conferida por la resistencia genética disponible (Kohli, 1996).

Santos (1998), afirma que el desarrollo de cultivares resistentes es difícil, siendo apenas temporal, debido a las nuevas formas agresivas desarrolladas por los hongos, por lo cual debe usarse sustancia fungicidas, técnicas y económicamente viables y evitar los daños sobre la productividad. Con el control químico los rendimientos se incrementan en un 25 % con una aplicación y 40 % con dos aplicaciones.

El control químico no es siempre eficiente, aun así incrementos significativos se obtienen con aplicaciones de fungicidas sistémicos tal como Tebuconazole, Propiconazole, Flutriafol, que logran una eficiencia de 75 – 80 % (Viedma y Kohli, 1998), Ciproconazole, Fluxilazole, Epixiconazole, aplicados entre espigamiento y llenado de granos, registran también control efectivo de la enfermedad.

Según Mehta, 1998 menciona que dentro del concepto de Manejo Integrado de Enfermedades (MIE), la medida de control químico podrá ser utilizada, pero solo cuando fuera necesario. Considerando los problemas básicos, como por ejemplo: disponibilidad de apenas algunos tipos de fungicidas, su costo, problemas de resistencia de patógenos a fungicidas y sobre todo, sus efectos tóxicos sobre plantas, seres humanos y animales, los fungicidas para control de enfermedades han sido racionalmente utilizados en el mundo.

Es sabido que las pérdidas en rendimiento serán mayores cuanto más temprano fuera el inicio de la epidemia. No será recomendable el fijar un nivel de infección, por ejemplo de 5-10% y si luego las condiciones climáticas fueran favorables, la enfermedad podrá aumentar rápidamente y la primera aplicación tardará por algunos días aumentar días más. Es interesante recordar que la aplicación del fungicida es demorada, especialmente en el caso de la aplicación vía terrestre (Agrios,2007).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación geográfica**

El trabajo de investigación se llevo a cabo en el Departamento de Santa Cruz, Provincia Warnes, Cantón Los Chacos, Colonia Okinawa -II, la misma que se ubica aproximadamente a 70 Km. Al noreste de la ciudad de Santa Cruz (Figura 1).

El campo Experimental de CETABOL (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia), geográficamente se encuentra entre los paralelos 62°54" longitud Oeste, 17°20" Latitud Sud y a una Altitud de 280 m.s.n.m.

#### **3.1.2. Características Climáticas**

La zona presenta una precipitación promedio de 1293.9 mm por año, con una precipitación mínima de 47 mm en el mes de julio y una máxima de 118 mm en el mes de enero (CETABOL – JICA, 2004).

La temperatura media anual es de 23.8 °C con una mínima media anual de 18.7 °C y una máxima media anual de 19.6 °C y una humedad relativa anual de 74.7% (CETABOL – JICA, 2004).

#### **3.1.3. Características Edáficas**

Los suelos de Okinawa – II son de textura predominante franco arenoso. Estos suelos son de pH neutro a alcalino, que influyen significativamente en las propiedades de estos suelos, ya que tienden a acumular sales de magnesio y sodio; como también influye en la concentración de fósforo, geológicamente corresponde a la llanura de formación aluvial por el depósito de sedimentos del subandino transportados por los principales ríos (CEATABOL, 2004).

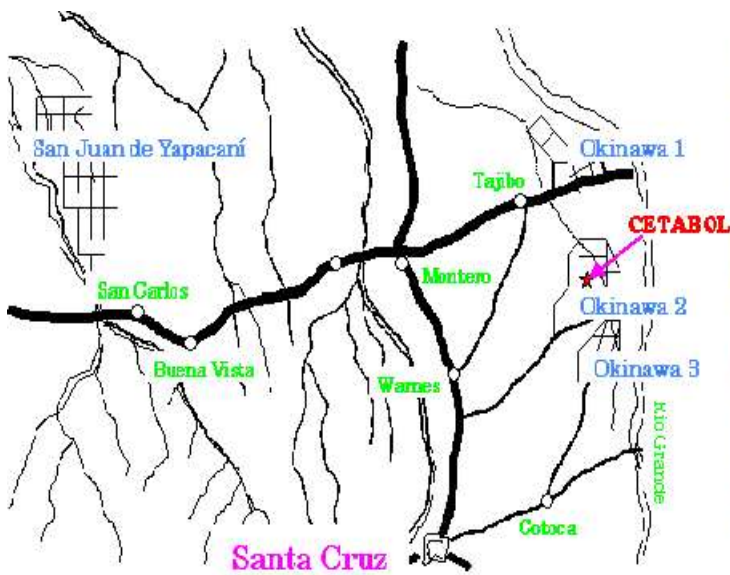
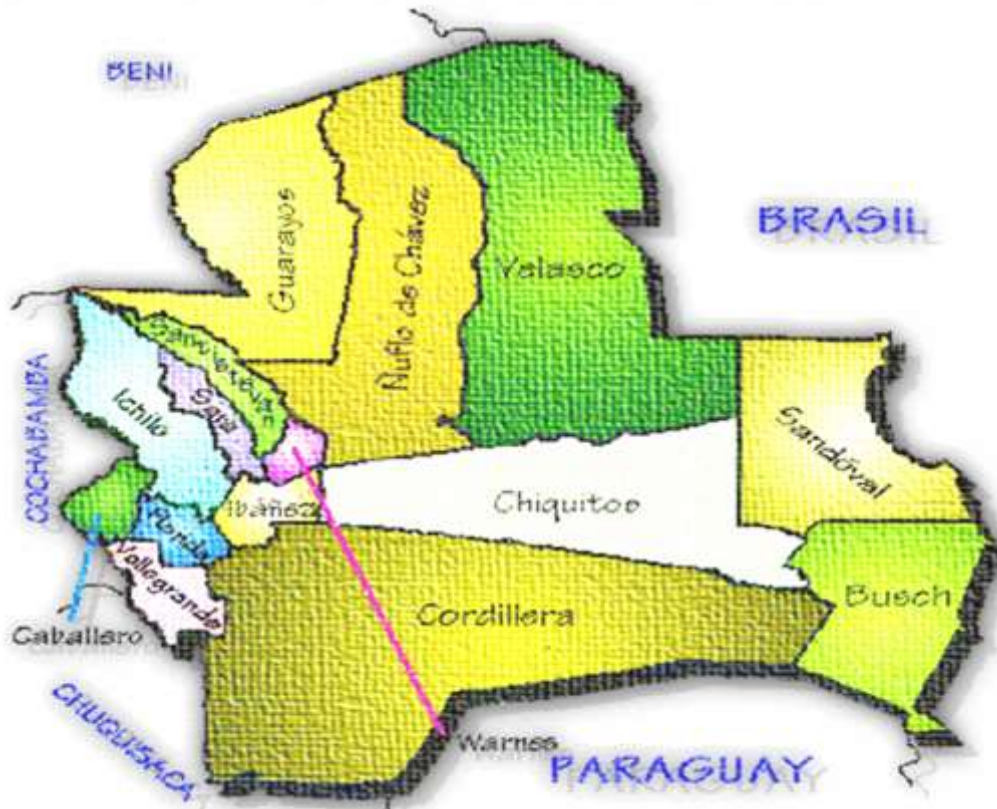


Figura 1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación Okinawa – II del departamento de Santa Cruz invierno 2009.

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1 Materiales para el ensayo**

El ensayo se realizó dentro del Centro Experimental de CETABOL – JICA. Para la investigación se utilizaron los siguientes materiales:

#### **a) Material agrícola**

Sembradora

Rastra pesada

Pala niveladora accionada con tractor de 90 HP

Rastra liviana

#### **b) Establecimiento de ensayo**

Estacas de 1.5 m de altura, combo y letreros.

Cinta métrica de 50 cm.

Regla métrica de 1,50 m.

#### **c) Equipos de aplicación de fungicidas**

Mochila aspersora

#### **d) Instrumentos de medición**

Balanza de precisión

Medidor portátil de humedad.

Contador de semillas

### **3.2.2. Material Vegetal**

Para el presente estudio se utilizó semillas de trigo de la variedad Paragua, cuya características agronómicas son: la madurez fisiológica (promedio 115 días). Llegando a una altura promedio de 81 cm (en un rango de 76-90cm), la espiga llega a una altura de 7 cm longitud promedio. El peso hectolítrico del grano de promedio de 78 kg/hl. Ha, en rendimiento promedio, en 2 años de ensayos con alta presión de enfermedades, especialmente la piricularia (Saavedra, San Pedro y Okinawa<sup>1</sup>, invierno 2004-2005), es de 2338kg/ha.

Para la enfermedad de Roya de la hoja es moderadamente susceptible y para Helminthosporiosis es moderadamente resistente (ANAPO y CIAT, 1992).

### **3.2.3. Material químico**

#### **3.2.3.1 Descripción de los fungicidas**

##### **Tebucur 25 EC**

Composición: 2-(4- clorofenil, etil )- (1,1-dimetiletil)-1H-1,2,4-triazole-1-etanol

Ingrediente activo: 250 g/l Tebuconazole

Ingrediente inerte: 750 g/l

Nombre comercial: Tebucur 25 EC

Modo de acción: Fungicida sistémico

Grupo químico: Triazol

Compatibilidad: Compatible con la mayoría de los agroquímicos.

Tipo de formulación: Concentrado emulsionable

Clase toxicológica: IV (ligeramente tóxico).

##### **Alto 100**

Composición: 2-(4-clorofenil) -3-ciclopropil -1(1H-1,2,4-triazol-1-1L butano-2-0L.

Ingrediente activo: 100 g/l cyproconazole

Ingrediente inerte: 900 g/l

Modo de acción: Fungicida sistémico.

Grupo químico: Triazol.

Compatibilidad: Compatible con la mayoría de los agroquímicos.

Tipo de formulación: Concentrado soluble

Clase toxicológica: IV (ligeramente tóxico)

##### **Artea**

Composición: 1-(2-(2,4 diclorofenil)-4 propil- 1,3-dioxolon-2-imetil)-1H-1,2,4triazol.

Ingrediente activo: 250 g/l Propiconazole

Ingrediente activo: 80 g/l Cyproconazole

Ingrediente inerte: 670 g/l

Nombre comercial: Artea

Modo de acción: Fungicida sistémico

Grupo químico: Triazol

Compatibilidad: Compatible con la mayoría de los agroquímicos.

Tipo de formulación: Concentrado emulsionable

Clase toxicológica: II (altamente tóxico).

### **LI700 (Coadyuvante)**

Composición: Fosfatidilcolina + Acido metilaceo + Alquil polioxietileno eter.

Ingrediente activo: 800 gr/lit

Nombre comercial: LI700

Modo de acción: Sulfactante, acidificante, penetrante y traslocante.

Grupo químico: Fosfatidilcolina + Acido metilaceo + Alquil polioxietileno eter.

Compatibilidad: Compatible con tebucur.

Tipo de formulación: Concentrado soluble

Clase toxicológica: IV (ligeramente tóxico) precaución

### **Duett**

Composición: (2RS, 3SR)-3-(2clorofenil)-2-(4-fluoro fenil)-2-((1H-1,2,4-Triazol/-1-y1/metil/ oxirane carbendazin(1H benzimidazol-2-4L ester metil del ácido carbámico.

Ingrediente activo: 125 g/l Epoxicolazole.

Ingrediente activo: 125 g/l Carbendazin.

Ingrediente inerte: 750 g/l

Nombre comercial: Duett

Modo de acción: Fungicida sistémico

Grupo químico: Triazol + Benzimidazol.

Compatibilidad: Compatible con la mayoría de los agroquímicos.

Tipo de formulación: Suspensión concentrada.

Clase toxicológica: IV (ligeramente tóxico).

#### **3.2.4. Materiales en laboratorio**

Microscopio electrónico

Caja petri

Porta cubres

Papel filtro

Cámara humedad de desarrollo de los patógenos

#### **3.2.5. Materiales de escritorio**

Hojas papel bon

Computadora

Programas de MSTATC-1

Planillas de registros, otros.

### 3.2.6. Otros equipos

Termómetros de máxima y mínima

Humedímetro

Instrumento de medición de la velocidad del viento (m/h).

Cámara fotográfica

Bolsas plástico

### 3.3. Metodología

#### 3.3.1 Establecimiento del experimento

El ensayo se estableció en una superficie útil 1431 m<sup>2</sup>. Se cotó con 24 parcelas experimentales, cada parcela tuvo una superficie de 48 m<sup>2</sup> S, con 6 m de ancho y 8 m de largo. La distancia entre bloques (pasillos) fue de 1 m, que se muestra en el Anexo 1.

#### 3.3.2. Distribución de tratamientos

Como el experimento se estableció para comparar el control de los fungicidas sobre la enfermedad de Roya y Helminthosporiosis en el cultivo de trigo. Cada fungicida evaluado represento un tratamiento. La distribución de tratamientos fue como sigue a continuación:

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos y características principales de los productos utilizados. Okinawa, CETABOL Invierno 2009.**

Trat.	Nombre técnico	Nombre Comercial	Dosis pc/ha
T1	Tebuconazole	Tebucur	0.75 l
T2	Cyproconazole	Alto 100	0.40 l
T3	Priproconazole+cyproconazole	Artea	0.40 l
T4	Cyproconazole + Fosfatidicolina	Tebucur + LI 700	0.75 l + 2 l
T5	Epoxiconazole + Carbendazin	Duett	0.75 l
T0	Testigo (sin aplicación)	-----	-----

Fuente: Elaboración propia

### **3.3.3. Diseño experimental**

Según recomendaciones de Steel y Torrie (1997), en el presente ensayo se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones, haciéndose un total de 24 unidades experimentales. La distribución se conformó por un solo factor de estudio que fue la comparación de los fungicidas químicos.

### **3.3.4. Modelo lineal aditivo**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ijk}$  = Una observación cualquiera

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = efecto de la  $i$  – ésimo bloque

$\beta_j$  = Efecto del  $j$  – ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = Error Experimental.

Con los datos obtenidos se realizó el análisis estadístico de cada variable a través del análisis de varianza y la prueba de DMS, para la comparación de medias a una probabilidad de 5%, mediante el paquete estadístico MSTAT-C versión 2.10.

## **3.4. Procedimiento experimental**

### **3.4.1. Preparación del suelo**

La remoción del suelo, se la realizó con una máquina Subsoladora, una semana antes de la siembra, también se efectuó la nivelación del terreno con una máquina niveladora.

#### **3.4.1.2. Tratamiento de semilla**

El producto químico fue aplicado a la semilla en forma de solución. Para el efecto se tuvo que pasar por proceso de preparación, se realizó una mezcla con Vitavax en dosis de 200 ml/100 kg más Impacto den dosis de 30 gr/100 kg.

#### **3.4.2. Siembra**

Se efectuó el 4 de junio del 2009 correspondiente a la campaña de invierno en forma mecanizada, empleando semillas de trigo variedad Paragua, con una densidad de 140 kg/ha.



#### **3.4.2.1 Marbeteado**

Se marbeteó, a los 30 días después de la siembra se eligió al azar cinco plantas por unidad experimental, a los cuales se les hizo un seguimiento hasta la cosecha.

#### **3.4.3. Diagnóstico de los hongos fitopatógenos (*Puccinia recóndita f. sp.* ) y (*Bipolaris sorokiniana*) en el cultivo del trigo**

El grado de incidencia fue evaluado a los cuarenta y sesenta días después de la siembra, extrayendo las hojas afectadas de la planta, puesto que la enfermedad se debe diagnosticar a nivel aérea. Por lo que se efectuó de manera general una primera observación de la parte aérea de aquellas plantas que presentaron pústulas de color anaranjadas para roya y lesiones necróticas pardas con centro blanquecino a castaño características de helmintosporiosis, para ello se consultó literatura citada por Mehta y Barea (1994); FUNDACRUZ (2003); ANAPO (2001) y otros.

Una vez detectadas los síntomas de la enfermedad se procedió a muestrearlas tomando a al azar 120 plantas en la primera y segunda evaluación, para luego realizar observaciones más específicas e individuales dirigidas a síntomas en las hojas, los cuales fueron comparados con manuales y fotografías referidas para su identificación. Las muestras obtenidas fueron colocadas en bolsas plásticas para su respectiva confirmación en laboratorio.

#### **3.4.3.1 Trabajo en laboratorio**

La confirmación e identificación de hongos fitopatógenos fue desarrollado en el Laboratorio de "CETABOL" siguiendo las técnicas recomendadas por Hervas (2003), las cuales detalla a continuación.

#### **Identificación de roya (*Puccinia recóndita f. sp.*)**

La identificación se basó en la observación del desarrollo de colonias de esporas y la presencia de estructuras de uredias óvalo-circulares, dispuestas al azar.

### **Preparación de cámara húmeda para el desarrollo de helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*)**

Una vez observado los síntomas, se procedió a lavar las partes infectadas bajo chorro durante 2 minutos y luego fueron desinfectadas superficialmente en alcohol 96 %, y agua estéril. Posteriormente se colocaron en cajas petri estériles que contenían papel filtro húmedo, formando así la cámara húmeda.

Para su buen desarrollo se les dio condiciones óptimas de temperatura de 25-29°C, y al cabo de 48 de incubación se pudo observar la presencia de conidios, estructuras vegetativas.

### **Observación microscópica**

Se hicieron montajes rutinarios en portaobjetos para ser observados en microscopio óptico con el aumento de 40 X, encontrándose estructuras de conidios y germinación bipolar del conidio. Estas estructuras fueron comparadas con fotografías tomadas por Mehta y Barea (1994).

### **3.4.4. Labores culturales**

#### **a) Control de malezas**

Con la finalidad de evitar competencia por espacio y nutrientes entre el cultivo y las mala hierbas se realizó este control en dos oportunidades: la primera como post emergente para hoja ancha con el producto DMA (Cypermetrina) en una dosis de 200 ml/ha treinta días después de la siembra; la segunda con el producto Topik (Clodinafop propagílico) en dosis de 120 ml/ha para hoja angosta, a los sesenta días después de la siembra.

#### **b) Control de insectos**

El control de insectos se realizó bajo el criterio de evitar daños que pudieran afectar al desarrollo del cultivo y su rendimiento. Para tal efecto se llevó a cabo el control del insecto pulgon verde (*Schizaphis graminum*): en la fase inicios macollamiento, se aplicó Flaying (Imidacloprid) con dosis de 250 ml/ha a los veinte días después de la siembra; una segunda aplicación fue con Aribo (Cypermetrina) con dosis de 200 ml/ha a los treinta días después de la siembra, ambos productos se aplicaron para el control de pulgones verdes (*Schizaphis graminum*).

### **c) Riego**

Por lo tanto las lluvias ocurridas en ese invierno para la zona de Okinawa-II, fueron escasas y no suplieron los requerimientos hídricos del cultivo para un óptimo desarrollo del ciclo vegetativo, provocando un invierno seco y desfavorable al cultivo del trigo, que en el ensayos sufrió la escasez de lluvias en fases críticas, especialmente en macollamiento, floración y formación de granos.

Esta situación obligó a recurrir a riegos por aspersion suplementarios a objeto de subsanar estas deficiencias, favorecer al desarrollo del cultivo y por otro lado brinda las condiciones artificiales realizando esta actividad, con el suministro de 174.3 mm, de agua adicionales para el ensayo. Lo que llevó a que se observara un mayor y mejor desarrollo de la planta en este ensayo.

#### **3.4.6. Cosecha**

Se realizó en forma manual, con la ayuda de un oz, una vez que las plantas habían alcanzado su estado óptimo de maduras a los 104 días después de la siembra, luego se procedió al trillado y venteado. El porcentaje de humedad de cosecha se determino a través del humedímetro, siendo este del 13%.

Para estimar el rendimiento se cosecho el área útil, dejando 2 m de cabecera de cada parcela para evitar el efecto de bordura, cosechando 2 metros cuadrados.

La cosecha se llevó a cabo, mediante corte manual con hoz, a los 104 días después de siembra una vez que el cultivo completó su ciclo vegetativo (estado de madurez fisiológica). Fueron cosechados para la evaluación diez surcos centrales de cada parcela dejando 3 ó 4 surcos laterales, para evitar el efecto de borde y cabecera; siendo el área de cosecha de cada parcela 8 m<sup>2</sup>.

### 3.4.8. Variables de respuesta

#### a) Grado de incidencia

El grado de incidencia causado por los hongos roya y helmintosporiosis, fue realizado a los cuarenta y sesenta días después de la siembra, ya que la mayor afección se da desde el estado de macollamiento hasta el embuche, según experiencias propias de la institución CETABOL - JICA. El muestreo para la evaluación se realizó en base a 5 plantas en cada unidad experimental.

La determinación de la incidencia de la enfermedad se realizó una vez establecidas las plantas en el ensayo, se evaluaron aquellas que presentaban síntomas foliares de roya (*Puccinia recondita*) y helmintosporiosis (*Bipolares sorokiniana*). Para determinar el porcentaje de incidencia se empleó la fórmula propuesta por Frech (Citado por Maydana, 2001).

Donde:

$$I = \text{NPE} / \text{TIPO} \times 100$$

I = Incidencia (%)

NPE = Número de plantas enfermas

TPO = Total de plantas observadas (sanas + enfermas)

#### b. Peso de 1000 granos

Posterior a la cosecha se tomaron 1000 granos de muestras al azar de cada tratamiento para registrar su peso en una balanza analítica de precisión con capacidad de 1000 g, los datos obtenidos se expresaron en gramos (g), para integrarlos después como dato dentro de los factores de rendimiento.

#### c. Peso hectolítrico

Es la medida de la densidad o peso específico aparente del grano de trigo, se determinó tomando el peso de un volumen conocido de 500 y 1000 ml, utilizando un abalanza de 5 Kg de capacidad.

#### **d. Rendimiento de grano**

Se determinó cosechando ocho metros cuadrados por cada unidad experimental, posteriormente pesados y expresados en kilogramos por hectárea (kg/ha). El peso final se ajustó al 13% de humedad.

#### **e. Análisis económico**

Para realizar el análisis económico se trabajó con los presupuestos parciales de cada tratamiento, utilizando para ello los costos variables, sobre la base de datos comerciales registrados para la campaña de invierno 2009 y realizando el Análisis Marginal correspondiente, de acuerdo a la metodología propuesta por CIMMYT 1998.

$$\text{TRM} = \frac{\text{BMN}}{\text{CM}} \times 100$$

Donde:

TRM = Tasa de Retorno Marginal

BMN = Beneficio Neto Marginal

CM = Costo Marginal

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

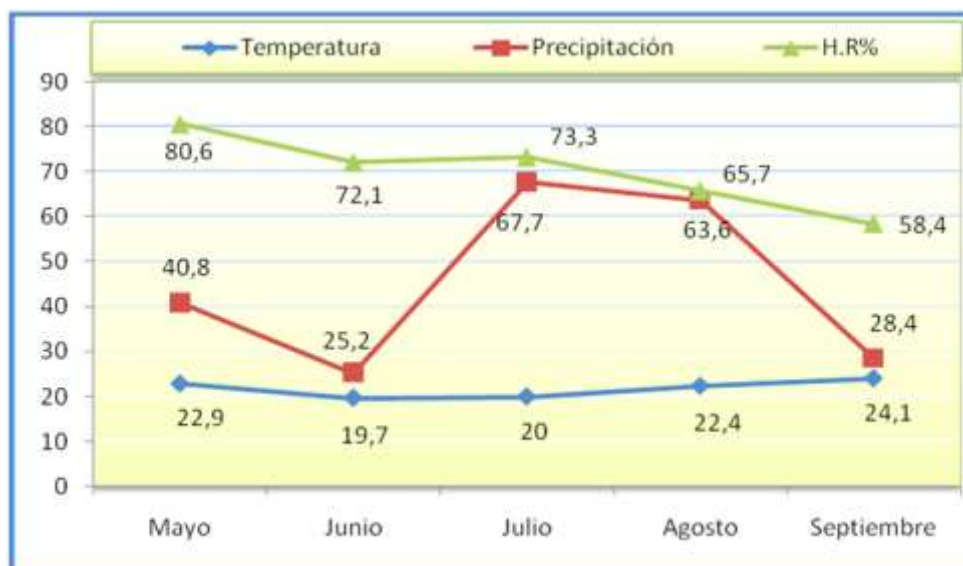
### **4.1 Condiciones climáticas**

#### **4.1.1 Condiciones Meteorológicas**

Los datos de precipitación, temperatura y humedad relativa registrados durante los meses de Junio a Septiembre correspondiente a todo el ciclo del cultivo, se detalla en la Figura 2 y Anexo 3, donde la temperatura media general registrada fue de 21.82°C, con una media máxima de 24,1°C en el mes de septiembre y una mínima media de 19,7°C en el mes de junio. La precipitación total fue de 185mm, siendo el mes de julio de más precipitación con 67.7mm y el mes de junio de menos precipitación con 25.2 mm. Con un porcentaje de humedad relativa promedio durante todo el ensayo fue de 67,38% en el ciclo del cultivo.

Por su parte Fonseca y González (1986), citado por Colque (2000), señalan que la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del trigo se encuentran entre los 18 a 25 °C, deteniendo su crecimiento al llegar a 0 °C, con requerimiento óptimo para cada estadio, así mencionan que para macollaje requiere 25 °C, y para floración y fecundación de 18 a 24 °C.

Al comparar estos datos FUNDACRUZ (2004), afirma que las necesidades de precipitación para este cultivo debe estar entre los 300 y 400 mm y una temperatura media que oscile entre los 10 a 24 °C, se afirma que las condiciones meteorológicas fueron relativamente adecuadas para el cultivo, considerando que el ensayo se ejecutó en la época de invierno, ya que la poca lluvia que cayó durante la fase de floración y llenado de grano acortó el ciclo del cultivo a 104 días.



**Figura 2. Promedio de datos climáticos registrados en la localidad Okinawa – II del departamento de Santa Cruz invierno 2009**

Un parámetro climático importante en el estudio de la relación cultivos/enfermedades, es la temperatura; cuyo valor mínimo y máximo para los ensayos fue de 19.7 y 24.1° C, con una media general 21.82 °C Figura 2. Valores situados dentro del rango de temperaturas requeridas por el cultivo, aunque se aprecia que la temperatura máxima promedio se encuentra haber tenido un efecto sobre las características agronómicas del cultivo.

En el ensayo se tuvo una siembra tardía, registrándose 102 días del ciclo del cultivo. Esto debido a al déficit hídrico y la enfermedad hicieron que el ciclo de la planta se acelere perjudicando la adecuada formación y llenado de los granos. Sobre el particular, Fonseca y Gonzales (1986), señalan que en la etapa de llenado de granos, asociados al estrés hídrico, pueden producir anchuzamiento de los granos, disminución del peso de mil granos y consecuentemente, disminución de la producción.

Diversos autores observaron comportamientos similares, afirmando que en siembra tardía como consecuencia de condiciones climáticas adversas al cultivo, se aceleran los días a la maduración, produciendo una disminución general de todos los componentes agronómicos; además, a medida que las temperaturas son mas altas, el ciclo del cultivo se acorta y por tanto no existe potencial de rendimiento (Montaño, 1991).

**Cuadro 2. Registro de Temperatura (°C), Humedad Relativa (%) y Precipitación (mm.) durante el periodo de las evaluaciones para el Grado de Incidencia de roya de la hoja y helmintosporiosis.**

Días después de la siembra	T°C			HR%			Precipitación (mm)
	Media	Máxima	Mínima	Media	Máxima	Mínima	
40-60 <b>(Roya)</b>	22,88	27,75	19,75	85,61	96,00	65,25	5,40
60-65 <b>(Helmintosporiosis)</b>	17,41	23,15	13,14	77,76	92,25	57,88	26,20
<b>Media gral.</b>	20,15	25,45	16,44	81,69	94,13	61,56	31,60

Asimismo durante el periodo de las evaluaciones para el grado de incidencia se advierte claramente en el Cuadro 2, que las condiciones climáticas registradas se mantuvieron dentro del rango de requerimiento de los hongos fitopatógenos de roya, mostrando una temperatura media de 22.88 °C con una máxima de 27.75 °C y una mínima de 19.75 °C; humedad relativa media de 85.61% con una máxima de 96% y una mínima de 65.25%, y 5.40 mm de precipitación para la primera evaluación.

Para la evaluación de helmintosporiosis se registró una temperatura media de 17.41 °C con máxima de 23.15 °C y una mínima de 13.14 °C; humedad relativa media de 77.76 %, como máxima 92.25 % y mínima de 57.88 %, y una precipitación de 26.20 mm, observándose un incremento principalmente de la precipitación Cuadro 2 y Anexo 3.

Respecto a la anterior FUNDACRUZ (2004), indica que las condiciones favorables para *Puccinia recóndita* están dadas por temperaturas de 15 – 23 °C, para *Bipolaris sorikiniana* la temperatura favorable para su manifestación oscilan entre 20 – 28 ° C.

Por su parte Languidey (1994) y Rogg (2000), afirman que la mayoría de los hongos fitopatógeno requieren de alta humedad para poder desarrollarse y accionar patogénicamente en presencia de su hospedante.



### 4.3 VARIABLES DE RESPUESTA

#### 4.3.1 Grado de Incidencia de la roya (*Puccinia recondita f. sp.*)

Se observó las pústulas de roya en la primera, segunda y tercera hoja a los 35 días después de la siembra, en estado de macollamiento, momento en lo cual se realizó la aplicación de los fungicidas.

Donde las condiciones fueron favorables para el desarrollo de este patógeno como se muestra en el Cuadro 2.

##### 4.3.1.1. Incidencia a los Cuarenta días de la evaluación de roya (*Puccinia recondita f. sp.*).

Según el análisis de varianza para esta característica del Cuadro 3, existió una diferencia significativa entre los diferentes tratamientos estudiados, con un coeficiente de variación de 10.80%, por lo que se procedió a realizar la comparación de medias.

**Cuadro 3. Análisis de varianza de Grado de Incidencia causados por roya (*Puccinia recondita f. sp.*) a los Cuarenta días de la evaluación**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	1,298	0,433	3,3211 *	3,29
Factor A	5	5,960	1,192	9,1472 *	2,90
Error	15	1,955	0,13		
Total	23	9,213			

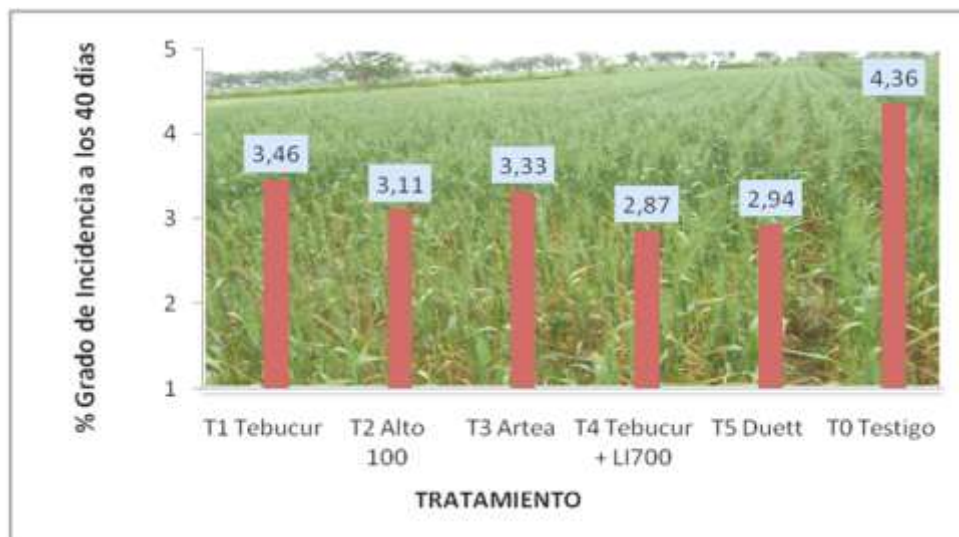
CV= 10,80%

\* = Significativo

ns = No significativo

Según la prueba de DMS la Figura 3 y Anexo 9, los tratamientos T4, T5, T2 y T3 no presentaron diferencias significativas entre sí con medias de 2.87 %, 2.94 %, 3.11 % y 3.33 % de grado de incidencia respectivamente, por otro lado los tratamientos T1, T3, T2 y T5 no presentaron diferencias significativas entre si con medias de 3.46 %, 3.33 %, 3.11 % y 2.94 % de grado de incidencia, pero todas a la vez mostraron una diferencia significativa respecto al testigo T0 cuya incidencia

fue de 4.36 %. A pesar de ello, se observa claramente que el tratamiento T4 mostró la menor incidencia de 2.87 %, haciéndose la más efectiva para esta variable seguida por el tratamiento T5 con una media de 2.94 %.



**Figura 3. Medias del Grado de incidencia para la evaluación a los Cuarenta días en los diferentes tratamientos.**

Como se observó en el Cuadro 2, las condiciones climáticas en esta fase fueron favorables para la manifestación de los síntomas de la enfermedad, el mismo cuadro indica que la temperatura media fue de 22.8 °C encontrándose dentro del rango de requerimiento por los hongos de roya para su desarrollo, tal como lo menciona (FUNDACRUZ, 2004). Otros factores que probablemente influyeron en su manifestación fueron; el viento que transporto las esporas, malezas y rastrojos (Díaz, 2003).

El fungicida (Tebucur + LI700), tuvo un resultado esperado a los cuarenta días, de esta manera menciona Orius (2004), que los fungicidas sistémicos a base de Tebuconazole, registraron altos niveles de control de patógenos. Datos similares encontró Velásquez (1998), cuando evaluó la efectividad del fungicida a base de Tebuconazole en el cultivo de triticale, obteniendo 10% de incidencia para *Puccinea recóndita* y 19% de incidencia para el testigo.

#### 4.3.1.2. Incidencia a los Sesenta días de la evaluación de roya (*Puccinia recondita f. sp.*).

El correspondiente análisis de varianza para los datos promedios, indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos Cuadro 4 y Anexo 10.

**Cuadro 4. Análisis de varianza de Grado de Incidencia causados por roya (*Puccinia recondita f. sp.*) a los Sesenta días de la evaluación.**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	28,536	9,512	6,0472 *	3,29
Factor A	5	2137,782	427,556	271,8115 *	2,90
Error	15	23,595	1,573		
Total	23	2189,914			

CV= 19,56%

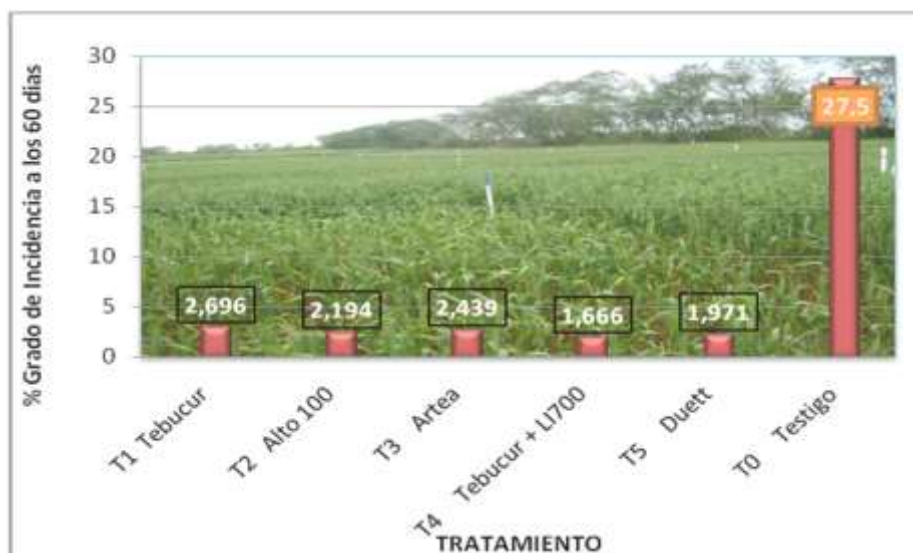
\* = Significativo

ns = No significativo

La incidencia de roya de la hoja, siguió un progresivo incremento en lo que se refiere al tratamiento del testigo, en los demás tratamientos fue reduciendo paulatinamente.

La interpretación estadística, muestra que el testigo tiene una tasa más alta de grado de incidencia, con diferencia estadística con los demás tratamientos.

De esta manera queda demostrado que el fungicida T4 (Tebucur + LI700) y T5 (Duett) tienen un control para la enfermedad de la roya, no obstante los otros fungicidas T4 (Tebucur), T1 (Alto 100), y T3 (Artea) tienen un control moderado.



**Figura 4. Medias del Grado de incidencia para la evaluación a los Sesenta días en los diferentes tratamientos.**

La misma situación que en las evaluaciones anteriores, el tratamiento de T4 (Tebucur + LI700) siguieron mostrando su eficiencia en el control de roya de la hoja (*Puccinia recondita f. sp. tritici*), todo lo contrario ocurrió con el testigo respectivamente, que con el transcurso del tiempo fue aumentando la incidencia.

Debido a que la roya es un patógeno de mayor difusión, probablemente el grado de incidencia fue causado por la siembra tardía, cuyos síntomas se observan en el estado de macollamiento de la planta de trigo, alcanzando un promedio de 27.50 % con respecto al T0 (testigo).

Según Angulo (1993), menciona que en tanto las siembras tardías son más afectadas por roya (*Puccinia recondita f sp. Tritici*), resultando un grano chupado debido a la enfermedad y temperaturas altas.

#### **4.3.2. Grado de Incidencia de la helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*)**

Los primeros síntomas se evidenciaron a los 55 días después de la siembra, en estado de embuchamiento, momento en los cual se realizó la aplicación de los fungicidas sistémicos.

Las condiciones fueron favorables para el desarrollo de este patógeno como se muestra en el Cuadro 2.

#### 4.3.2.1. A los Sesenta días de la evaluación de helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*).

En el seguimiento del cultivo, se presentaron los primeros síntomas a los 55 días después de la siembra, probablemente debido a las condiciones climáticas adecuadas para el desarrollo de dicha enfermedad, en etapa de macollamiento del cultivo, por tanto se procedió a la aplicación de los fungicidas sistémicos.

Los datos de incidencia a los sesenta días sometidos al análisis de varianza emitieron diferencias altamente significativas en el control de Helmintosporiosis entre los distintos tratamientos a un coeficiente de variación de 3.84%, esto demuestra que los datos son confiables, como se observa en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Análisis de varianza de Porcentaje de Grado de Incidencia causados por Helmintosporiosis a los Sesenta días de evaluación.**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	1,253	8,418	0,8383 ns	3,29
Factor A	5	32,558	6,512	13,0696 *	2,90
Error	15	7,473	0,498		
Total	23	41,284			

CV= 3,84%

\* = Significativo

ns = No significativo

En la Figura 5 y Anexo 11 se observa las medias de todos los tratamientos completadas con la prueba de DMS al 5% de probabilidad, en donde el tratamiento T5 con una media 17.94 % de grado de incidencia y el tratamiento T4 con 16.961 % de grado de incidencia no presentaron diferencias significativas entre si, pero una diferencia altamente significativa respecto al testigo T0 con 20.79 % de grado de incidencia. A la vez no presentaron una diferencia significativa con la relación a los tratamientos T1 con una media de 18.39 %,

tratamiento T2 con una media de 18,10 % y tratamiento T3 con 18.17 % de grado de incidencia. El tratamiento T5 con 17.94 % de grado de incidencia mostró una clara diferencia respecto al testigo T0 pero no así al resto de los tratamientos, sin embargo su control fue inferior al tratamiento T4 y superior a los tratamientos T1, T2 y T3, debido probablemente a la presencia de helmintosporiosis, estudios realizados por Cazón (1996), sobre diagnóstico de enfermedades en el trigo indica que Folicur no controló a helmintosporiosis, se debió a la época de siembra y variedad.

Según los resultados analizados los tratamientos T5 y T4 reportaron los promedios más bajos de 17.94% y 16.96% de grado de incidencia, en el control de helmintosporiosis para esta variable.



**Figura 5. Media del Porcentaje de Grado de Incidencia para la evaluación a los Sesenta días en los diferentes tratamientos**

Confirmándose estos resultados con lo indicado por FUNDACRUZ (2004), el cultivo de trigo es susceptible al ataque de helmintosporiosis durante la primera etapa de desarrollo desde la pre-emergencia hasta los 55-65 días aproximadamente, bajando productividad.

Este resultado también se asemeja a los obtenidos por Montaña (1991) de 15.67 % como media general para helmintosporiosis a los 60 días de la evaluación para el cultivo del trigo.

**4.3.2.2. Incidencia a los 65 días de evaluación para helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*).**

El correspondiente análisis de varianza para los datos promedio Cuadro 6, indica que existe una diferencia significativa entre tratamientos, datos correspondientes a la segunda evaluación, en donde se encontraba el cultivo de trigo en estado de embuchamiento. Correspondiente a los 65 días después de la siembra.

**Cuadro 6. Análisis de varianza de Porcentaje de Grado de Incidencia causados por Helmintosporiosis a los sesenta y cinco días de evaluación.**

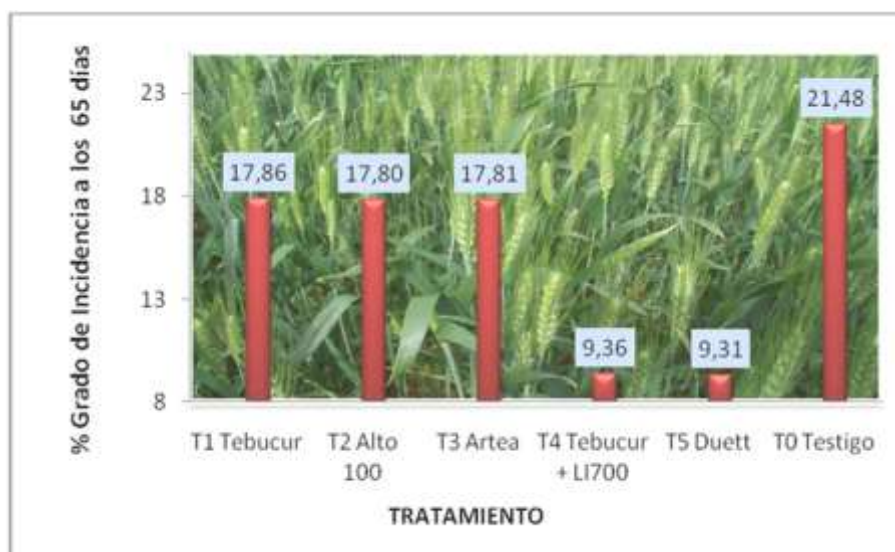
FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	1,733	0,578	0,8880 ns	3,29
Factor A	5	28687,979	5737,596	8817,6645 *	2,90
Error	15	9,760	0,651		
Total	23	28699,473			

CV= 1,40%

\* = Significativo

ns = No significativo

Según los resultados analizados los tratamientos T5 (Duett) y T4 (Tebucur + LI700) reportaron los promedios bajos de 9.31 % y 9.30 % de grado de incidencia, confirmándose la eficiencia del producto fúngico en el control de helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*) para esta variable.



**Figura 6. Media del Porcentaje de Grado de Incidencia para la evaluación a los Sesenta y Cinco días en los diferentes tratamientos.**

En la media general de incidencia, se puede observar que existe un incremento notable de la enfermedad helmintosporiosis (*Bipolares sorokiniana*), que se expresa en 57.60 % de grado de incidencia, con respecto a la lectura anterior que apenas alcanzaba el 18.39 %. De la misma forma los valores medios de los tratamientos para esta evaluación, oscilan entre 9.30 %, 9.32 % y 93.48 % de grado de incidencia, para T5, T4 y el testigo respectivamente.

La interpretación estadística, muestra que el testigo y los tratamientos T1, T3 y T2, tienen los valores más alto grado de incidencia, con diferencia estadística entre ellos, pero sin diferencia estadística entre los tratamientos; T1, T3 y T2 Figura 6.

Mientras que los tratamientos T5 y T4, con valores mucho menores de la incidencia que oscilan entre 9.315 % y 9.363 % de grado de incidencia, tiene un comportamiento similar sin que exista diferencia estadística entre ellos, manteniéndose con valores bajos.

Esto confirma que los fungicidas T1 (Tebucur), T3 (Artea) y T2 (Alto100) no tiene control alguno para la enfermedad *Bipolaris sorokiniana* en el cultivo de trigo, quedando demostrado que los (Cyproconazole + Fosfatidicolina) y (Epoconazole + Carbendazin), para dicha enfermedad.

#### **4.3.3. Identificación de hongos fitopatógenos roya (*Puccinia recóndita f. sp.*) y helmintosporiosi (*Bipolaris sorokiniana*) en las evaluaciones.**

Se identificaron el hongo fitopatógeno causado por roya encontrándose en etapa de desarrollo de pústulas (uredios) Figura 7 y Anexo 6, a los 40 días después de la siembra en el cultivo de trigo.

##### ***Puccinia recóndita f. sp. tritici***

El hongo fitopatógeno *Puccinia recóndita f. sp. tritici* fue identificado en la primera evaluación (a los 40 días). ANAPO (2004), indica que este microorganismo es más común en el cultivo de trigo en el departamento de Santa Cruz, cuando se dan condiciones de temperaturas y humedad relativa adecuadas afectando al estado



de desarrollo de la planta, pero con mayor predominancia en la etapa de macollamiento, como se muestra en la Figura 7.



**Figura 7. Observación microscópica de *Puccinia recondita f. sp. Bipolaris sorokiniana***

En la identificación del hongo *Bipolaris sorokiniana*, encontrándose en la etapa de desarrollo de conidios, a los 60 días después de la siembra en el cultivo de trigo. Por su parte CIAT (1995), indica que los síntomas iniciales causados por *Bipolaris sorokiniana* se observa en las hojas lesiones necróticas de presencia de halo amarillo a amarilloclaro.

Los resultados obtenidos en laboratorio fueron los siguientes: se observó la presencia de conidios y germinación bipolar del conidio. Realizando observaciones microscópicas con un aumento óptico de 40 X, como se observa en la Figura 8.



**Figura 8. Observación microscópica de *Bipolaris sorokiniana***

#### 4.3.4. Altura de planta

Estos datos de altura fueron registrados en el momento de la cosecha, cuyo análisis de varianza indicó que existió una diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de 4.59% como se observa en el Cuadro 7.

**Cuadro 7. Análisis de varianza de Altura de planta en centímetros (cm) en el Cultivo de trigo**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	205,633	68,544	4,9415 *	3,29
Factor A	5	219,573	43,915	3,1659 *	2,90
Error	15	208,067	13,871		
Total	23	633,273			

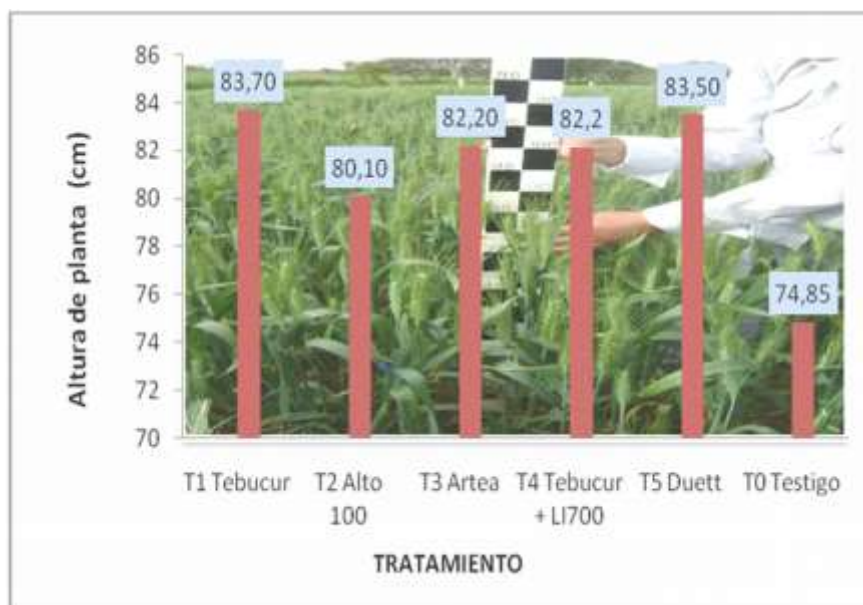
CV= 4,59%

\* = Significativo

ns = No significativo

Al analizar la prueba de DMS (5%) Anexo 13, se observa que el tratamiento T1 (Tebucur) presentó la mayor altura con una media de 83,70 cm, siendo una diferencia significativa en cuanto al tratamiento T0 (testigo) con una media de 74,85 cm. Los tratamientos T5 (Duett), T3 (Artea), T4 (Tebucur + LI700) y T2 (Alto 100) no presentaron diferencias significativas. Con respecto al T2 (Alto 100) y T0 (testigo) no existe diferencias significativas.

En la evaluación se observa en la Figura 9, que permite ver el primer tratamiento de promedio de 83.70 cm de altura (Tebucur) obtuvo la mayor altura, seguido de el quinto tratamiento (Duett) que obtuvo como altura promedio de 83.5 cm, con respecto a los otros tratamientos. Sin embargo el testigo tiene la menor altura de 74.85 cm.



**Figura 9. Medias de Altura de Planta en centímetros (cm) en los diferentes tratamientos**

La altura de planta promedio en este experimento fue de 81.08 cm, de lo señalado por ANAPO (2004), quienes indican que para la época de invierno la altura promedio para la variedad Chané en un estudio similar fue de 75 cm dependiendo de la calidad de semilla, de las características físico-químicas y biológicas del suelo y del clima.

#### **4.3.5. Peso de 1000 granos (g)**

En el análisis se puede observar que las unidades experimentales sometidas a control, exhiben pesos superiores y difieren estadísticamente del testigo, que se muestra como el más afectado por la enfermedad.

Los datos promedios presentados en el figura 9, indica que el mayor peso de mil granos corresponde al Pripiconazole + Cyproconazole (Artea) con 27.72 g, en tanto que el menor pertenece al testigo con 17.34 g.



**Figura 10. Medias del Peso de 1000 semillas en gramos (g) en los diferentes tratamientos.**

Analizando la Figura 10 y Anexo14, vemos que no existe diferencia significativa entre los tratamientos T3 (Artea), T4 (Tebucur + LI700), T5 (Duett) y T1 (Tebucur), pero estos difieren estadísticamente del T0 (testigo).

Por consiguiente Escobar (1997), indica que el peso de mil granos se ve influenciado por la enfermedad principalmente en el llenado de grano debido a la alta presión de la enfermedad, mostrando al T3 (Artea), con el mejor peso de 27.72 g, seguido por el tratamiento T4 (Tebucur + LI700) con 27.02 g. Al respecto Romero (1993), indica que las plantas severamente atacadas disminuyen su rendimiento en más del 50% y el grano que llega a formarse es arrugado y de poco peso.

Estas severas reducciones en infecciones tempranas son previsibles, si se considera el efecto de la enfermedad en la fisiología de la planta, al reducir la fotosíntesis e incrementar la respiración y transpiración en periodos críticos para la definición del número de granos por espiga, mientras que en las infecciones tardías se manifiesta principalmente en el peso de los granos (Galich y Villar, 1996).

Al respecto Weddington, 1983; citado por Escobar (1997), indica que peso de mil granos es el últimos componente determinado y muy importante en el cultivo del trigo, porque si hay condiciones adversas durante su época de llenado de granos, es irreversible y normalmente es un componente sin flexibilidad de compensación por efecto anteriores.

**Cuadro 8. Análisis de varianza del Peso de 1000 Semillas en gramos (g) en el Cultivo de trigo**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	5% Ft
Bloque	3	22,729	7,576	5,7107 *	3,29
Factor A	5	294,968	58,994	44,4671*	2,90
Error	15	19,9	1,327		
Total	23	337,597			

CV= 4,60%

\* = Significativo

ns = No significativo

Esta variable que tiene una estrecha relación con el tamaño de grano, presentó en el análisis de varianza diferencias significativas entre tratamientos en el peso de 1000 granos de trigo. En cuanto al coeficiente de variación 4.06%, indica que los resultados son confiables, como se aprecia en el Cuadro 8. Al respecto ISTA mencionado por Choque (2003), indica que cuando el coeficiente de variación para el caso de peso de 1000 ó 100 semillas, es inferior a 4% se estima que la muestra es homogénea y la prueba ha sido bien realizada.

Comparados los pesos de 1000 granos de trigo, a los que Cardona (1998), obtuvo un peso mayor de 31.78 g, probando productos a base de Triazoles. En presente ensayo se obtuvo el peso mayor de 27.72 g a base de Triazoles. Probablemente al obtener este dato se debió a un mayor incidencia de roya (*Puccinia recondita f. sp*), en etapa de macollamiento hasta el encañado del tallo, provocando el debilitamiento de la planta, pero con mayor frecuencia hace que disminuya el follaje y la productividad de su baja tasa fotosintética, disminuyendo la traslocación de los productos fotosintéticos de sus tejidos indica (Agrios, 1991).

#### 4.3.6. Peso hectolítrico (kg/hl)

El peso hectolítrico nos muestra la calidad del grano, en el ensayo, probablemente fue afecto por la enfermedad de helimntosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*), ya que esta enfermedad se presenta en todo el ciclo del cultivo.

Considerando el requerimiento para la industria molinera en peso hectolítrico 78 kg/Hl y un mínimo de 77 kg/Hl; los valores obtenidos en el presente ensayo son del T5 (Duett) con 78.26 kg/Hl y el T3 (Artea) con 77.16 kg/Hl, estando por encima de lo exigido, por lo contrario los tratamientos T1 (Tebucur), T2 (Alto 100) y T4 (tebucur + LI700) están por debajo de lo exigido, posiblemente de debió al bajo control de los fungicidas probados, por otro lado las condiciones climáticas adversas al desarrollo del cultivo y consecuentemente al efecto de la enfermedad en el cuajado de los granos, en especial en la densidad de los granos que es lo que determina esta característica.

Aspecto que se puede observar en el testigo, que muestra claramente el efecto de la roya (*Puccinia recondita f. sp.*) y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*), refleja en la diferencia detectada en relación a las parcelas sometidas a control.

Los datos analizados y observados en el correspondiente análisis de varianza expuesto nos permiten afirmar que existen diferencias significativas entre tratamientos, realizando la comparación de medias con el comparador del DMS (5%) Anexo 15, se puede observar que las parcelas con el control de los fungicidas difieren estadísticamente de la parcela sin control (Testigo). Resultando con mejor calidad de grano los tratamientos con Duett, Artea y Tebucur + LI700, los tratados con Alto100 y Tebucur con una baja calidad de grano siendo similar al testigo.

#### Cuadro 9. Análisis de varianza del Peso hectolítrico en (Kg/hl) en el cultivo de trigo

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	1438,35	479,451	1,6071 ns	3,29
Factor A	5	7166,954	1433,391	4,8047 *	2,90
Error	15	4474,93	298,329		
Total	23	13080,2			

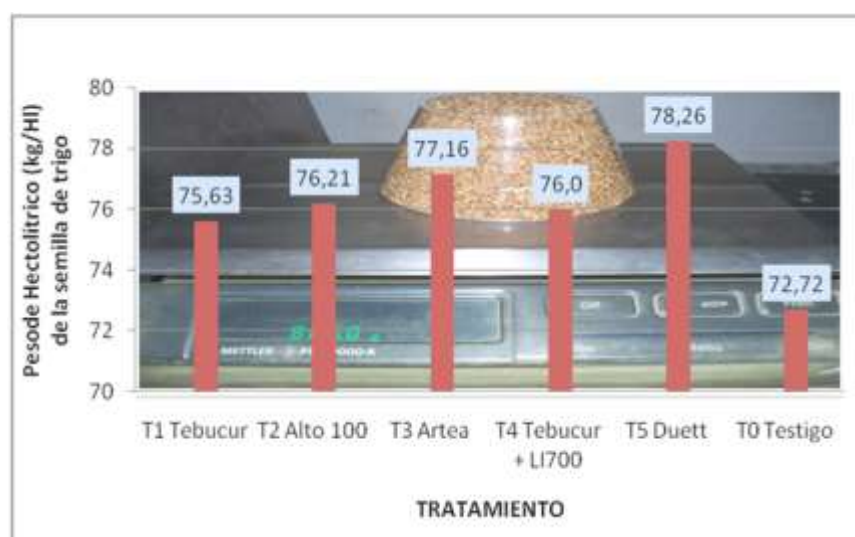
CV= 2,27%

\* = Significativo

ns = No significativo

Los resultados promedio de peso hectolítrico encontrados, oscilaron entre 78.26 kg/hl y 72.72 kg/hl, valores correspondientes al T5 (Duett) y al testigo respectivamente, como se muestra en la Figura 11.

Resultados diferentes se encontraron, donde a pesar de la alta incidencia de roya (*Puccinia recondita f. sp.*) y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*), Escobar (1997), afirma que la enfermedad no afecta al peso hectolítrico y no existe diferencia significativa entre tratamientos. En cambio se ratifica lo encontrado por Languidez y Barea (1991), quienes observaron diferencias altamente significativas en el peso hectolítrico, entre testigos y parcelas con fungicidas, donde los productos Propiconazole y Tebuconazole se comportan estadísticamente igual.



**Figura 11. Medias de Peso Hectolítrico en gramos (g) en los diferentes tratamientos**

Sobre le particular Rojas (1992), citado por Colque (2000), indica que cuando existe alta presión de la enfermedad durante todo el desarrollo del cultivo, trae como consecuencia la formación de granos chupados, provocando una baja considerable en el peso hectolítrico.

Languidez et al. (1991), indican que una de las causas para hallar valores bajo de peso hectolítrico, pueden ser problemas de germinación del grano por lluvias caídas en época de cosechas.

#### 4.3.7. Rendimiento de grano (kg/ha)

El análisis de varianza para este carácter ilustrado en el Cuadro 10 manifiesta que existieron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos evaluados luego de la cosecha, con un coeficiente de variación de 14.74% el cual determina que los datos son confiables.

**Cuadro 10. Análisis de varianza de Rendimiento (Kg/ha) en el cultivo de trigo**

FV	GL	SC	CM	Fc 5%	Ft 5%
Bloque	3	530437,47	176812,490	3,495 *	3,29
Factor A	5	4364618,912	872923,782	17,2548 *	2,90
Error	15	758851,170	50590,078		
Total	23	5653907,552			

CV= 14,74%

Significativo = \*

ns = No significativo

Según el comparador de medias de DMS (5%), existen diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos protegidos en el ensayo, anexo 16.

Comparando el rendimiento de los tratamientos protegidos y el testigo, se observa grandes diferencias a favor de los primeros (Figura 12), los mayores rendimientos corresponde al Tebucur + LI 700 (1801.17 kg/ha), Duett (1763.01 kg/ha), Artea (1714.00 kg/ha), Alto 100 (1677.04 kg/ha) y Tebucur (1619.36 kg/ha), entre las que no existe diferencias significativas.

Por tanto los tratamientos T4 (Tebucur + LI 700) y T5 (Duett) promovieron los mayores rendimientos, probablemente por efecto de los fungicidas que influyó indirectamente y positivamente sobre el peso de las semillas presentes en la figura 12.





**Figura 12. Medias de Rendimiento en grano (kg/ha) en los diferentes tratamientos**

Los datos encontrados, con una media general de 1525.92 kg/ha, donde el mayor rendimiento corresponde al tratamiento (Tebucur + LI700) 1801.17 kg/ha y el más bajo al testigo sin aplicación con 581.3 ka/ha.

El rendimiento más bajo correspondió al testigo T0 debido al grado de incidencia que tuvo en la primera evaluación afectada por roya (*Puccinia recondita f. sp.*), que influyó sobre el rendimiento.

Si bien el tratamiento T3 (Artea) con un promedio de rendimiento de 1714 kg/ha tuvo protección inicial ésta obtuvo un rendimiento inferior a los tratamientos T5 (Duett) y T4 (Tebucur + LI700), a causa de la influencia directa del grado de incidencia sobre el cultivo y probablemente a la adecuadas temperaturas y humedad relativa que conllevó a la manifestación de roya y helmintosporiosis. La cual afectó en el llenado del grano en todos los tratamientos por lo que se tuvo presencia de granos chuzos y pequeños los que afectaron directamente al rendimiento pero en diferente magnitud.

Resultados similares obtuvo Harman (2005), en un ensayo sobre mejoramiento de la supervivencia de plantas de sorgo en el campo como consecuencia de un mejor desarrollo de macollamiento ocurrido por la presencia de roya.

El rendimiento de las plantas tratadas con Tebuconazoles (Security) más significativos en relación a las plantas sin tratamiento. Otros resultados semejante fue obtenido por Rodríguez (2000), al estudiar enfermedades foliares en trigo, las unidades afectadas por la enfermedad de roya, helmintosporiosis y piricularia para el cual se aplicó el fungicidas a base de Tebuconazole (Orius), se comparó con el testigo sin tratar, las áreas tratadas con el fungicida registraron 1.93 tn/ha y 1.22 tn/ha para el testigo. Estos registro confirman la efectividad ofrecida por este fungicida en extensión para el patógeno helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*) y Piricularia (*Pyricularia grises*), en el cultivo del maíz.

Colque (2003), indica que la helmintosporiosis y roya de la hoja, afectan negativamente y significativamente sobre el rendimiento de grano en ambos ensayos respectivamente, aunque la roya afectó con mayor intensidad a este componente.

#### 4.3.8. Análisis económico

El análisis económico del presente ensayo en el departamento de Santa Cruz, provincia Warnes, se realizó en base a los presupuestos parciales, donde la posibilidad de los diferentes tratamientos de ser económicamente rentables, resultan de las tasas de retorno marginales superiores al 100%.

El análisis económico, considerando el precio del trigo en 300 \$us/t Cuadro 11, muestra que el tratamiento, Tebucur + LI700 con tasas de retorno marginal de 113.5%. De este modo se deduce que por dólar invertido en este tratamiento el agricultor recupera su inversión, más un retorno de 1.1 \$us respectivamente.

La Tasa de Retorno Marginal indica lo que el agricultor puede esperar ganar, en promedio con su inversión cuando decide cambiar otra practica por otra (CIMMYT, 1998). Mientras que los tratamientos; Tebucur, Alto 100, Artea y Duett resultaron dominados.

**Cuadro11. Resumen de análisis económico par el ensayo Roya (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) y Helminthosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*). Okinawa-II. Invierno 2009.**

Tratamientos	Rend. (kg/ha)	Benef.		Benef. Neto (\$us)	TMR (%)
		Bruto (\$us)	Costo Var. (\$us)		
Tebucur	1714.0	227,6	43,0	175,5	Dom
Alto100	1677,0	222,6	58,4	171,6	Dom
Artea	1763,0	234,1	72,0	180,5	Dom
Tebucur + LI700	1619,0	239.6	36.0	203.9	113.5
Duett	1801,0	215.0	43,0	165.7	Dom
Testigo	581,3	77,2	0,0	77,2	Dom

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La roya de la hoja y la helmintosporiosis, incidieron significativamente en forma negativa, sobre las características agronómicas de la variedad Paragua, demostrando de esta forma que es necesario realizar el control químico.
2. La roya de la hoja, tuvo mayor incidencia encontrándose en el estado de macollamiento, por otro lado no fue tanto la incidencia de helmintosporiosis de hoja, ya que se observó los primeros síntomas a los 46 días después de la siembra.
3. Sobre la base del análisis fitopatológico en roya de la hoja y helmintosporiosis sobre el control de las enfermedades, los tratamientos T5 (Duett 075 l/ha) y T4 (Tebucur 0.75 l/ha + LI700 2l/ha, mostraron un buen control en roya de la hoja y helmintosporiosis.
5. La roya de la hoja y la helmintosporiosis, afectaron significativamente las características agronómicas como: el peso de 1000 granos, peso hectolítrico y rendimiento de grano en el ensayo realizado.
6. El fungicida epoxiconazole + Carbendazin (Duett), controla en forma eficiente la helmintosporiosis y roya de la hoja del trigo en sus dosis (0.75 l/ha), obteniendo el mayor rendimiento del cultivo (1801.0 kg/ha).
7. En cuanto al aspecto económico, el fungicida Epoxiconazole + Carbendazin (Duett 0.75 l/ha), resultó no dominado, con tasa de retorno marginal mayor a 70%.

## 6. RECOMENDACIONES

Una vez visto los resultados y las conclusiones emitidas podemos emitir las siguientes recomendaciones:

1. Realizar ensayos sobre los fungicidas evaluados en siembras tempranas, por los meses de abril y mayo.
2. Efectuar una cuantificación sobre la proliferación del hongo roya (*Puccinia recondita f. sp.*), mediante trampas de esporas.
3. Es importante realizar trabajos del mismo ensayo tomando en cuenta diferentes dosificaciones que optimizarán los costos de producción.
4. Realizar ensayos con los mismos fungicidas evaluando por separado roya (*puccinia recondita f. sp.*) y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*), en distintos ensayos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Abela, J.** 1985. Programa de Fitopatología CIAT, Gestión 1988/89. Mimeografía.
- Agrios, GN.** 1991. Fitopatología, Edit. Limusa, México, D.F. 756 p.
- Agrios, GN.** 2007. Fitopatología: Pudrición de la raíz y el tallo por Ascomycetes y Hongos Imperfectos. 2 ed. Chapingo, MX. Editorial Limusa. 838 p.
- ANAPO** (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, BO). 2004. Guía de Recomendaciones Técnicas para el cultivo de soya: Ed. Rev. Ed. R Flores. Santa Cruz, BO. 96 p.
- (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, BO). 2001. Guía de Recomendaciones Técnicas para el cultivo de soya: Ed. Rev. Ed. R Flores. Santa Cruz, BO. 58 p.
- ANAPO Y CIAT** (Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo, BO) y (Centro de Investigación Agrícola Tropical). 1992. Manual de Recomendaciones Técnicas para el cultivo de trigo: Enfermedades del trigo. Ed. rev. Ed. R Flores. Santa Cruz, BO. 17-18 p.
- Angulo, A. A. R.** 1993. Efecto de épocas de siembra y condiciones climáticas en el desarrollo de la hoja del trigo (*Puccinia recóndita f. sp. Tritici*). Tesis de grado U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia, 83 p.
- Annone, J.** 1996. Experiencia con tratamientos con fungicidas en trigo en el norte de la provincia de Buenos Aires. In: I Jornada de control químico de enfermedades del trigo en sistemas de manejo para alta productividad. Buenos Aires Argentina.
- Bekele, A.** 1990. Evaluación de cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) para la producción. Ed. Limusa. Santa Crua, BO. 128 p.
- Cardona, A. J.** 1998. Estimación del potencial de daño por efecto de la helimintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*) del trigo. Tesis de grado U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia, 64 p.
- Cardona. E. J. B. y Kimati, M.** 1980. Doencas de Trigo. Manual de fitopatología Vol II. Doencas las plantas cultivadas. Edit. CERES. Ltda, Sao Paulo, Brasil, 566 p.
- Cazón. FM.** 1992. Diagnóstico de microorganismos parásitos de maíz (*Sea mays L.*) en 21 comunidades de la provincia Florida y Alternativa de Control Químico. Tesis Lic. Ing. Agr. Santa Cruz, BO. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. 113 p.

**CETABOL- JICA** (Centro Tecnológico Agropecuario en Bolivia), (Agencia de Cooperación Internacional del Japon). 2004. Boletín Informativo sobre Insumos Químicos. Ed. rev. Palmira. Editorial PUTA. 19-21 p.

**CIAT** (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1995. Problemas de campo en los cultivos de sorgo en el Trópico: Enfermedades de las partes áreas de la planta: roya (*Puccinia recondita*). Ed. rev. Cali, CO. 219 p.

**CIMMYT** (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz Trigo, MX). 1998. La Formulación de Recomendaciones a partir de Dato Agronómicos; Un manual Metodológico de Evaluación Económica. Ed. Rev. México. 20-62 p.

**Choque. J. F.** 2003. Control químico de enfermedades foliares en el cultivo de trigo: Helmintosporiosis y Roya de la hoja, Tesis de grado presentada en la Facultad de Ciencias Agrícolas U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia.

**Díaz, O.** 2003. Manejo de suelos en sistemas de producción de trigo. In Séptima Reunión Boliviana de Leguminosas. (2004, Beni, BO). Memoria. Santa Cruz, BO. 139-143 p.

**Escobar. S. R. E.** 1997. Control químico de la helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana*) en el cultivo de trigo bajo condiciones de alta severidad. Tesis de grado U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia, 105 p.

**Fonseca y Gonzales.** 1986. Producción de Trigo, cuaderno de actualización técnica Nº 32, 2da Edición, Buenos Aires, Argentina.

**Frech, S.** 2001. Enfermedades del trigo en sistemas de manejo para alta productividad. Resúmenes. **INTA/CIMMYT**. Buenos Aires Argentina.

**FUNDACRUZ** (Fundación de Desarrollo Agrícola Santa Cruz, BO). 2003. Boletín de difusión Técnica de Trigo: Enfermedades de Trigo. Ed. R Nakasato. Bol. 02. Santa Cruz, BO. 40-62 p.

----- (Fundación de Desarrollo Agrícola Santa Cruz, BO). 2004. Boletín de difusión Técnica de Trigo. Ed. R Nakasato. Bol. 02. Santa Cruz, BO. 121 p.

**Galich. A. y Villar. A.** 1996. Enfermedades del trigo en el área pampeana norte y sur manejo. Estación Experimental Agropecuaria Marco Juárez, informe para extensión 51. INTA. Buenos Aires Argentina 4 P.

**Harman, GE.** 2005. *Puccinia recondita, Bipolaris sorokiniana*. Génova, NY. Consultado 1 Nov. 2009. Disponible en <http://www.saninet.com/Triticum.htm>

**Hervas, R.** 2003. Manual de Fitopatología, Editorial Universitaria, Oruro, Bolivia.

- Holters, A. K.** 1987. Helminthosporiosis y control químico en cultivos de trigo, Tesis de grado U.A.G.R.M. Santa Cruz – Bolivia, 71 p.
- Johnston, R.** 1991. Manual de fitopatología; Enfermedades del trigo (*Triticum aestivum* L.). Ed. rev. La Paz, BO. 195-203 p.
- Kohli, M. M. y Reis, E. M.** 1994. Estrategias en el control de enfermedades de trigo. Asociación Argentina de Productores en siembra directa III Congreso Nacional de Siembra Directa, Córdoba. Argentina.
- Kohli, M. M.** 1996. Importancia de las principales enfermedades de trigo como factores limitantes de la producción In: I. Jornada de control químico de enfermedades del trigo en sistemas de manejo para alto productividad. Resúmenes. **INTA/CIMMYT**. Buenos Aires Argentina.
- Kranz, O.** 1984. Introducción a la Fitopatología: Principios generales de control de enfermedades. Ed. rev. Santa Cruz, BO. 98-107 p.
- Languidey, P.** 1994. Control químico de la roya y mancha de la hoja del trigo en una variedad susceptible. CIAT – Informe técnica, proyecto de investigación trigo Santa Cruz – Bolivia.
- Languidey, P. y Barea, G.** 1991. Umbral Económico de helminthosporiosis o mancha de la hoja de trigo. CIAT- Informe técnica, Proyecto de Investigación Trigo. Santa Cruz – Bolivia.
- Languidey, P. y Barea, G.** 1993. Control químico de roya de la hoja *Puccinia recóndita* f. sp. en el cultivo de trigo. Variedad Paí-Comomoci. CIAT- Informe técnico. Proyecto de investigación trigo Santa Cruz – Bolivia.
- Latorre, B.** 1995. Enfermedades de las plantas cultivadas. Ed. Universidad Católica de Chile. Santiago – Chile.
- Marchionatto, J. B.** 1995. Tratado de Fitopatología, Buenos Aires – Argentina 537 p.
- Metha, Y. R.** 1998. Constrains on the Integrated Management of Spot Blotch of Wheat. In: Buveiller, E. ; Dubin, H. J.: Reeves & Mc. Nab, A. (Eds.). Helminthosporiosis Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot. CIMMYT/UCL/BADC. 9-14 february 1997. CIMMYT, El Batán. México. Pp 18-25.
- Metha, Y. R.; Milcev, R. N., Igarashi, S. y Barea S.** 1989. Doencas do trigo no estado de Parana. Guía para identificao e controle. IAPAR. Landrino, Brasil.
- Montaño, SW.** 1991. Control Químico de Enfermedades del trigo (*Triticum*



*aestivum* L.). Tesis Lic. Ing. Agr. Santa Cruz, BO. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. 8-11 p.

**Neyra, M.** 1998. Evaluación técnica de *Triticum* sp. en el cultivo del trigo contra *Bipolaris sorokiniana* bajo condiciones de amarillamiento. Fitosanidad. 2(2):53-57 p.

**Parsonet, AL.** 1985. Historia, de control de enfermedades en Bolivia. In Quinto Encuentro Nacional de Agricultura Química. (1985, Villa Clara, CU). Memoria. Santa Cruz, BO. 71-74 p.

**Picinini, E. C. y Fernandez, J. M.** 1995. Doencas en Cereasi de inverno. Aspectos epidemiológicos e controle EMBRAPA – CNPT Brasil 58 p.

**Reis, E. M. Fernández, M. C. y Casa, R. T.** 1998. Control of leaf blights of Wheat by elimination of the inoculum source. In: Buveiller, E. ; Dubin, H. J.; Reeves & Mc. Nab, A. (Eds.). Helminthosporium Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot. CIMMYT/UCL/BADC. 9 – 14 february 1997. **CIMMYT**, El Batán, México. pp. 327 – 332.

**Robles, H.** 1986. Guías prácticas de producción masiva del control biológico y vectores Bolivia. Ed. rev. Santa Cruz, BO. 18 p.

**Rodríguez, F.** 2000. Fisiología Vegetal: En crecimiento Vegetativo. Ed. rev. Cochabamaba, BO. Editorial Amigos de Libro. 343-361 p.

**Roelfs, V. Gozáles, N. y Rojas, H.** 1992. Control químico de enfermedades del cultivo trigo. Ed. rev. Santa Cruz, BO. 20 p.

**Rogg H, W.** 2000. Guía práctica de producción masiva del patógeno hyphomycetes y vectores en Bolivia: proceso de producción masiva de hongos entomopatógenos en laboratorio: Ambiente para la multiplicación masiva de hongos. Ed. rev. Santa Cruz, BO. 18 p.

**Rojas, C.** 2004. El trigo un buen futuro pero hay que impulsarlo. El Nuevo Día, Santa Cruz, BO, abr. 3-5 p.

**Romero, O.** 1997. El trigo tiene un buen futuro pero hay que impulsarlo. Ed. Limusa. Venezuela, 14-16 p.

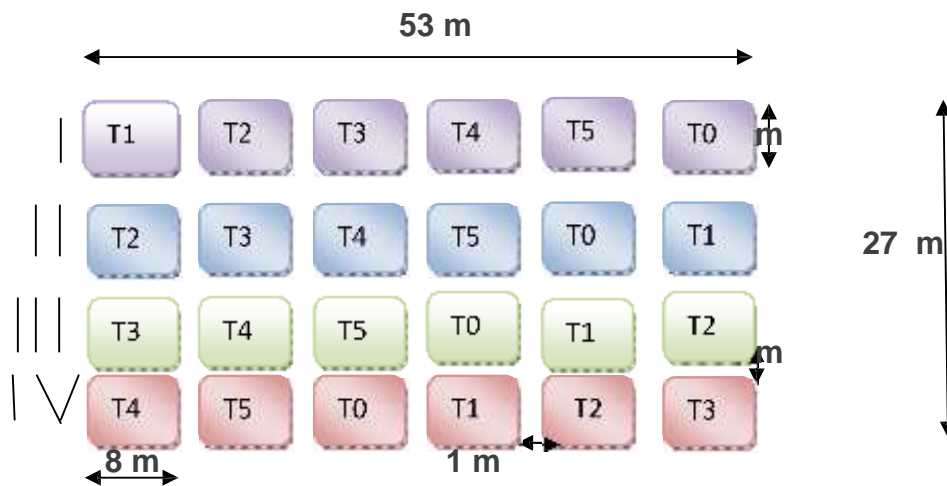
**Romero S.C.** 1993 Hongos fitopatógenos, Universidad Autónoma de Chapingo, México, D.F.

**Sanguenza, F. J. M. y Quispe, P. J.** 1994 – 1996. Umbral Económico y determinación de pérdidas causada por la Roya de la hoja (*Puccinia recondita* f sp. triticci), en la localidad de Okinawa I Santa Cruz – Bolivia.

- Santos, B.** 1998 Avalicao cooperativo de fungicidas para o controle de doencas de parte aérea de trigo (*Triticum aestivum* L.). Resultados de pesquisa de invierno 1988. OCEPAR – resumas fitopatología.
- Steel O, RG; Torrie, JH** 1997. Bioestadística: Principios y procedimientos: Datos enunciativos II: Tablas de contingencia. 2 ed. Bogotá, CO. 386-368 p.
- Ulloa, M. y Herrera, T.** 1994. Etimología e Iconografía de género de hongos. Instituto de biología, Universidad Autónoma de México. México.
- Van G. M. y Serrano, R.** 1998. Breeding for resistance to blotch in wheat: Gloval perpective. In: Duveller, E. Dubin, H.J.: Reeves & Amd tan Spot. CIMMYT/UCL/BADC. 9-14 february 1997. CIMMYT, El Batán, México.
- Velázquez, A.** 1996. Principios técnicos para la reconstrucción agrícola en waru waru; Poducción Agrícola. CIMA. Puno, PE. Tomo II, pp. 149 - 160.
- Viedma, L. Q. y Kohlí, M. M.** 1998, Spot blotch and tan spot of wheat in Paraguay CIMMYT, Helminthosporium Blights of wheat: México pp. 126 – 133.
- Villar, D. y Galich Q.** 1998. Manejo integrado de plagas, 1 ed. Cochabamba, BO.37 – 45 p.
- Weddington, J.C.** 1983. Patología Vegetal. 2 ed. Trad. Por Antonio Aguirre. Omega, Barcelona, España. Pp. 239 – 252.
- Y.R.M.** (Yhears Reconditi, MX). 2003. Fungicida químico para el follaje: *Triticum aestivum*. Villavicencio, CO. Consultado 12 ene. 2010. Disponible en <http://www.phcmexico.com.mx/pdfs/pesticidas/22.pdf>.
- Zillinsky, F. J.** 1984 Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño CIMMYT, México 141 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Distribución al azar de los tratamientos



### Anexo 2. Resultados e interpretación del análisis físico-químico de suelos

Okinawa-II CETABOL, Invierno 2009.

#### FÍSICO

nsayo	Profundidad (cm)	Proporciones (%)			Textura
		A	L	Y	
CQHR	20-30	46	18	36	YA

#### QUÍMICO

	C.E. 01:50 uS cm-1	pH 01:50	Base intercambiables meq (100 g)-1				T.B.I.	C.I.C.	S.B. (%)	N. Total (%)	P ppm	M.O. (%)
			Ca	Mg	Na	K						
CQHR	146	6,1	6,7	2,5	0,18	0,5	9,9	10,1	98	0,12	13	1,8
Int.		L.A	M	M	B	A	M	B	MA	M	Ad	B

## REFERENCIAS:

CQHR	=Ensayo de helmintosporiosis roya	A	=Arena
C.E.	=Conductividad eléctrica.	L	=Limo.
T.B.I.	=Total de Bases Intercambiables.	Y	=Arcilla
C.I.C	=Capacidad de Intercambio Cationes.	MB	=Muy Bajo
S.B.	=Saturación Bases.	B	=Bajo
M.O.	=Materia Orgánica.	M	=Moderado
N	=Nitrógeno Total	A	=Alto
L.A.	=Ligeramente ácido	MA	=Muy Alto
FA	=Franco Arenosos.	Ad	=Adecuado
FY	=Franco Arcillosos.	N	=Neutro
YA	=Arcillo Arenoso.	Int.	=Interpretación.

### Anexo 3. Registro de Temperatura (°C), Precipitación (mm) y Humedad Relativa (%) durante el ciclo del cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.)

Meses	Temperatura °C			Precipitación (mm)	H.R. %		
	Maxima	Media	Minima		Maxima	Media	Minima
Mayo	33,8	22,9	10,9	40,8	97	80,6	37
Junio	31,4	19,7	7,9	25,2	97	72,1	31
Julio	30,4	20	7,4	67,7	97	73,3	31
Agosto	34,7	22,4	8,7	63,6	97	65,7	20
Septiembre	36,9	24,1	11,5	28,4	95	58,4	24
Media	130,3	109,1	46,4	225,7	483	350,1	143
General	26,06	21,82	9,28	45,14	96,6	70,02	28,6

**Anexo 4.** Control químico de dos enfermedades foliares (Roya (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*) y helmintosporiosis (*Bipolaris sorokiniana* )) en el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) Santa Cruz de la Sierra Bolivia.



**Anexo 5.** Incidencia de la enfermedad a los 35 días después de la siembra de Roya (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici*)



**Anexo 6.** Incidencia de Roya de la hoja y Helminthosporiosis, progresivo incremento de las enfermedades comparando el testigo (sin control químico) con el tratamiento T4 (Tebucur + LI700 ).



**Anexo 7.** Época de cosecha de las muestras representativas de cada unidad experimental en el cultivo de trigo.







**Anexo 8.** Trillado y venteado de las muestras representativas.



**Anexo 9.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para porcentaje de incidencia de Roya a los 40 días después de la siembra.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T0(Testigo)	4,358	A
T1(Tebucur) T3	3,460	B
(Artea) T2(Alto100)	3,330	BC
T5(Duet)	3,110	BC
T4(Tebucur+LI700)	2,935	BC
	2,868	C

**Anexo 10.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Roya a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T0(Testigo)	27,50	A
T1(Tebucur) T3	2,696	B
(Artea) T2(Alto100)	2,439	B
T5(Duet)	2,194	B
T4(Tebucur+LI700)	1,971	B
	1,666	B

**Anexo 11.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Helmintosporiosis a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T0(Testigo)	20,79	A
T1(Tebucur) T3	18,390	B
(Artea) T2(Alto100)	18,170	B
T5(Duet)	18,100	B
T4(Tebucur+LI700)	17,940	BC
	16,96	C



**Anexo 12.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el porcentaje de incidencia de Helmintosporiosis a los 65 días después de la siembra.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T0(Testigo)	21,48	A
T1(Tebucur) T3 (Artea) T2(Alto100)	17,860	B
T4(Tebucur+LI700)	17,80	B
T5(Duet)	9,363	C
	9,315	C

**Anexo 13.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para altura de planta (cm) en trigo.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T1(Tebucur)	83,70	A
T5(Duet) T3 (Artea)	83,50	A
T4(Tebucur+LI700)	82,20	A
T2(Alto100)	82,15	A
T0(Testigo)	80,10	AB
	74,85	B

**Anexo 14.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso de 1000 gramos de semillas de trigo.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T3 (Artea)	27,72	A
T4(Tebucur+LI700)	27,02	A
T5(Duet)	26,016	A
T2(Alto100)	26,06	A
T1(Tebucur)	26,05	A
T0(Testigo)	17,34	B

**Anexo 15.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso hectolítrico gramos de semillas de trigo.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T5(Duet)	782,6	A
T3 (Artea)	771,6	AB
T4(Tebucur+LI700)	767,7	AB
T2(Alto100)	762,1	AB
T1(Tebucur)	756,3	B
T0(Testigo)	727,2	C

**Anexo 16.** Prueba de DMS al 5% comparación de medias para el peso de rendimiento en (kg/ha) de trigo.

Tratamiento	Medias	DMS (*)
T4(Tebucur+LI700)	1801,0	A
T5 (Duett)	1763,0	A
T3(Artea)	1714,0	A
T2(Alto100)	1677,0	A
T1(Tebucur)	1619,0	A
T0(Testigo)	581,3	B