

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Evaluación de estrobilurina aplicada a la semilla y al follaje
en el control de enfermedades foliares en cebada y sus
efectos en el rendimiento y calidad maltera del grano.**

Tesis presentada como parte de
los requisitos para optar al título
de Ingeniero Agrónomo.

Felipe José Astudillo Alarcón

VALDIVIA – CHILE

2007

Profesor Patrocinante

Roberto Carrillo LI.

Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Profesores informantes

Nancy Andrade S.

Ing. Agr., M. Sc

Ricardo Fuentes P.

Ing. Agr. M.Sc.

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Importancia del cultivo de la cebada en Chile y sus principales usos	3
2.2	El cultivo de la cebada en la IX Región de Chile	4
2.3	Requerimientos edafoclimáticos y efecto de ellos en el rendimiento y calidad de la cebada	4
2.4	Otros factores que inciden en el rendimiento y calidad de la cebada	7
2.5	Requerimientos de calidad exigidos por la industria maltera	8
2.6	Principales problemas fitopatológicos que presenta el cultivo	9
2.6.1	Rincosporiosis (<i>Rhynchosporium secalis</i> (Oudem.) Davis)	10
2.6.1.1	Síntomas de la enfermedad	11
2.6.1.2	Efectos de la enfermedad en el rendimiento y calidad maltera del grano	11
2.6.1.3	Ciclo de la enfermedad y factores predisponentes	13
2.6.1.4	Manejo de la enfermedad	14
2.6.2	Helmintosporiosis (<i>Drechslera teres</i> (Sacc.) Shoemaker)	15

Capítulo		Página
2.6.2.1	Síntomas de la enfermedad	16
2.6.2.2	Efectos de la enfermedad en el rendimiento de granos	17
2.6.2.3	Ciclo de la enfermedad y factores predisponentes	18
2.6.2.4	Manejo de la enfermedad	20
2.7	Control químico de las enfermedades en cebada	21
2.7.1	Desinfección de semilla	21
2.7.1.1	Grupos químicos utilizados	21
2.7.1.1.1	Triazoles	22
2.7.1.1.2	Estrobilurina	23
2.7.2	Aplicaciones al follaje	24
3	MATERIAL Y METODO	26
3.1	Ubicación del ensayo	26
3.2	Características del suelo	27
3.3	Antecedentes climáticos	27
3.4	Materiales	28
3.4.1	Equipos utilizados en terreno	28
3.4.2	Material e instrumental de laboratorio	29
3.5	Diseño experimental, tratamientos y tamaño de las parcelas	30
3.6	Establecimiento del ensayo	31
3.7	Manejo del cultivo	31
3.7.1	Cultivar	31
3.7.2	Control de malezas	31
3.7.3	Fertilización	32
3.7.4	Insecticidas	32
3.7.5	Fungicidas	32
3.8	Evaluaciones	33
3.8.1	Emergencia y características de las plantas	33

Capítulo		Página
3.8.2	Evaluación de la incidencia de las enfermedades	33
3.8.2.1	Infección por rinosporiosis	33
3.8.2.2	Infección por helmintosporiosis	34
3.8.3	Identificación de los patógenos	34
3.8.4	Cosecha	35
3.8.4.1	Rendimiento	36
3.8.4.2	Calidad de grano para producción de malta	36
3.9	Análisis estadístico	37
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	38
4.1	Identificación de los patógenos	38
4.2	Efecto de los tratamientos en la emergencia y vigor de las plantas	39
4.3	Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de rinosporiosis.	42
4.4	Efecto de los tratamientos al follaje en la incidencia de rinosporiosis.	53
4.5	Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de helmintosporiosis.	63
4.6	Efectos de los tratamientos al follaje en la incidencia de helmintosporiosis.	66
4.7	Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de carbones.	74
4.8	Efecto del control ejercido por los tratamientos fungicidas sobre la rinosporiosis y helmintosporiosis en el rendimiento de la cebada.	75

Capítulo		Página
4.9	Efecto del control ejercido por los tratamientos fungicidas sobre la rincosporiosis y helmintosporiosis en la calidad del grano de cebada.	86
5	CONCLUSIONES	95
6	RESUMEN	96
	SUMMARY	98
7	BIBLIOGRAFIA	100
8	ANEXOS	111

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Requerimientos de calidad de grano destinada a elaboración de malta	8
2	Análisis químico de suelo.	27
3	Tratamientos, para evaluar eficacia de los fungicidas en el control de helmintosporiosis y rincosporiosis en cebada cv Barke.	30
4	Valores promedio del largo y ancho de la primera hoja desplegada en los distintos tratamientos, en el estado GS 12.	41
5	Vigor de los distintos tratamientos durante el periodo de macollaje.	42
6	Número de macollos y porcentaje promedio de hojas basales necrosadas en cada tratamiento.	45
7	Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical.	46
8	Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la segunda hoja desde la hoja apical.	47

Cuadro	Página	
9	Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rinosporiosis y helmintosporiosis en la hoja apical (Hoja 1).	48
10	Efecto de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rinosporiosis y helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical.	54
11	Efecto de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rinosporiosis y helmintosporiosis en la segunda hoja desde la hoja apical.	55
12	Efecto de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rinosporiosis y helmintosporiosis en la hoja apical.	56
13	Incidencia de los distintos tratamientos sobre el mallaje del grano de cebada.	87
14	Porcentaje promedio de proteína del grano de cada tratamiento.	89
15	Rendimiento de nitrógeno por espiga de cada tratamiento.	92
16	Rendimiento de N de los granos/m ²	93
17	Porcentaje promedio de humedad del grano de cada tratamiento al momento de la cosecha.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Síntomas de rincosporiosis sobre hojas de cebada.	11
2	Síntomas de helmintosporiosis sobre hojas de cebada.	17
3	Ubicación del fundo "San Pablo".	26
4	Esquema de la división de las parcelas en cuadrantes.	35
5	Emergencia de las plantas en el estado de desarrollo GS 12.	40
6	Espiga con síntomas de <i>Ustilago nuda</i> .	75
7	Rendimientos promedios de cebada para los distintos tratamientos.	77
8	Grado de infección promedio de rincosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical durante los tres primeros estados fenológicos evaluados.	78
9	Grado de infección promedio de helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical durante los tres primeros estados fenológicos evaluados.	78
10	Número de granos por espiga obtenido en cada tratamiento.	81
11	Peso de mil granos obtenidos por los diferentes tratamientos.	82
12	Número de espigas/m ² obtenidos por los diferentes tratamientos.	84

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el periodo de duración del ensayo	112
2	Rendimientos de grano obtenidos por los diferentes tratamientos	112
3	Diferencias entre tratamientos para cada uno de los componentes del rendimiento.	113
4	Porcentaje de control de rinosporiosis en las últimas tres hojas de los diferentes tratamientos en relación al testigo durante los dos últimos estados fenológicos evaluados.	114
5	Porcentaje de control de helmintosporiosis en las últimas tres hojas de los diferentes tratamientos en relación al testigo durante los dos últimos estados fenológicos evaluados.	115
6	Estados de crecimiento escala Zadoks, Chang y Konzak.	116
7	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de agosto del 2005.	118
8	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de septiembre del 2005.	119

Anexo		Página
9	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de octubre del 2005.	120
10	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de noviembre del 2005.	121
11	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de diciembre del 2005.	122
12	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de enero del 2006.	123
13	Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de febrero del 2006.	124
14	Análisis de varianza para el porcentaje de hojas basales necrosadas.	125
15	Análisis de varianza para el rendimiento obtenido por los diferentes tratamientos.	125
16	Análisis de varianza para el número de granos por espiga obtenido por los diferentes tratamientos	126
17	Análisis de varianza para el peso 1000 granos obtenido por los diferentes tratamientos	126
18	Análisis de varianza para el número de espigas/m ² obtenido por los diferentes tratamientos.	127

Anexo	Página
19	Análisis de varianza del porcentaje de proteína del grano de cada tratamiento. 127
20	Análisis de varianza del porcentaje de humedad del grano de cada tratamiento. 128

1 INTRODUCCION

El cultivo de la cebada ha ido adquiriendo un enorme auge en el sur del país, debido a que es un cultivo sembrado con contrato y precio fijo. Uno de los aspectos más importantes en cuanto a calidad es el mallaje o tamaño del grano, el cuál esta determinado principalmente por la presencia o ausencia de dos enfermedades, (aunque también puede ser afectado por la deficiencia de agua). Estas enfermedades son la helmintosporiosis (causado por *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker) y rinconsporiosis (causado por *Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis), las cuales una vez presentes son de difícil control y solo algunos productos tienen un grado de control adecuado.

Una de las maneras de reducir la incidencia de estas enfermedades es el control químico. Entre los fungicidas utilizados para el control de ambas enfermedades está la desinfección con triadimenol (triazol) a la semilla, el cual ha sido aplicado durante más de 20 años por los agricultores del sur de Chile, más la aplicación de un triazol al follaje. Sin embargo, en la actualidad existe una nueva alternativa, la cual está dada por un nuevo grupo de fungicidas llamados estrobilurinas, entre los cuales se destaca por su acción fungicida azoxystrobin. Este producto está recomendado para su aplicación al follaje, sin embargo, por la acción sistémica de azoxystrobin y ser absorbido por el sistema radical de la planta al ser aplicado en estado de 3 hojas en cultivos como cebada y trigo, se propone evaluarlo como producto aplicado a la semilla y determinar su eficiencia en el control de rinosporiosis y helminthosporiosis, en comparación a otros tratamientos fungicidas para este cultivo.

Hipótesis: La aplicación de azoxystrobin a la semilla reduce en mayor grado la infección de rincosporiosis y helmintosporiosis en comparación a la aplicación de triazoles a la semilla y proporciona un buen control al ser aplicado al follaje, mejorando el rendimiento y la calidad maltera del grano.

El objetivo general de este estudio fue evaluar la eficacia en el control de helmintosporiosis y rincosporiosis utilizando estrobilurina y triazoles a la semilla y al follaje.

Objetivos específicos:

- Evaluar el grado de control de helmintosporiosis y rincosporiosis de distintos tratamientos fungicidas en el follaje de la cebada.
- Determinar el efecto de los tratamientos en las características de la planta y del grano.
- Medir el efecto de los tratamientos en la calidad maltera del grano.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Importancia del cultivo de la cebada en Chile y sus usos

La cebada, monocotiledónea anual perteneciente a la familia de las poáceas (gramíneas), está representada por dos importantes especies cultivadas: *Hordeum distichon* L., que se emplea para la producción de cerveza, y *Hordeum hexastichon* L., que se utiliza básicamente como forraje para la alimentación animal; ambas especies pueden agruparse bajo el nombre único de *Hordeum vulgare* L. (WIKIPEDIA, 2006).

Este cultivo es el cuarto cereal más sembrado a nivel mundial, ocupando 56.541.869 hectáreas promedio anuales durante el periodo 2001-2005 (FAO, 2006). En Chile ocupó el 3,9% de la superficie agrícola dedicada a cultivos anuales en la temporada 2005/2006, concentrándose su cultivo entre la VII y X Regiones, en condiciones de riego y secano (CHILE, OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA, 2006).

La superficie promedio anual de cebada en Chile durante el periodo comprendido entre los años 2001 y 2005 fue de 17.028 hectáreas, con una producción promedio de 78.184 toneladas y un rendimiento promedio de 46 qq/ha. Si se compara la superficie sembrada desde la temporada 2002/2003 a la 2005/2006, se refleja un claro aumento de 17.530 hectáreas a 27.500 hectáreas respectivamente, lo que se explica por los problemas de comercialización que han existido en cultivos como el trigo y el maíz, en donde los bajos precios han provocado que los agricultores incluyan una mayor superficie de cebada, la cual presenta la ventaja de que se realiza bajo contrato,

asegurando su comercialización, con un precio conocido y fijado en dólares, dando la posibilidad de bonificaciones según calidad maltera, nivel de producción y antigüedad como productor contratante (CHILE, ODEPA, 2006).

Según BERATTO (2001), el principal uso de la cebada se destina a cebada cervecera y a alimentación animal, con un 81% y 14% respectivamente del total de la producción, dejándose un 4 % a semilla y un 1 % para alimentación humana.

2.2 El cultivo de la cebada en la IX Región de Chile.

El cultivo de la cebada en la IX Región es en cuanto a superficie el quinto en importancia después del trigo, papa, lupino y avena (CHILE, ODEPA, 2006).

La producción de cebada para malta en la IX Región, se concentra en Andisoles (suelos trumaos) de las macroáreas II, IV y V (precordillera y valle central), y en Ultisoles (suelos rojo arcillosos) de las macroáreas I y II (secano interior y valle central) (PEYRELONGUE, 1990).

La superficie promedio anual de cebada en la IX Región durante el periodo comprendido entre los años 2001 al 2005 fue de 9.080 hectáreas, con una producción promedio de 41.018 toneladas y un rendimiento promedio de 45.5 qq/ha (CHILE, ODEPA, 2006).

2.3 Requerimientos edafoclimáticos y efecto de ellos en el rendimiento y calidad de la cebada.

La cebada se adapta a diferentes tipos de climas, los mejores son los climas templados, con estaciones frías y moderadamente secas. Climas húmedos y con altas temperaturas afectan negativamente los rendimientos y la

calidad del grano (BERATTO, 2001). FAIGUENBAUM (2003), señala que el crecimiento inicial de los granos ocurre en forma óptima con temperaturas de 18 a 19 ° C; hacia el final de la etapa de llenado de granos, la temperatura óptima es de 24 ° C. Según SHELLING *et al.* (2003), varios trabajos demuestran que la duración del periodo de llenado del grano influye en el rendimiento y calidad de la cebada. Wheeler *et al.* (1996), citados por SCHELLING *et al.* (2003), señalan que la temperatura ha sido definida como el factor principal que determina el grado de crecimiento después de la antesis y el periodo de tiempo disponible para el llenado del grano. El concepto de “Grado días acumulados” (GDA) puede ser utilizado para describir la duración de esta etapa de desarrollo (Russelle *et al.*, 1984 citados por SHELLING *et al.*, 2003). Otros factores importantes que influyen en la duración de las etapas de crecimiento de los cereales son el abastecimiento de agua y la sequía (SHELLING *et al.*, 2003).

Según SHELLING *et al.* (2003), los periodos de llenado de grano más largos están asociados a temperaturas más bajas, altas precipitaciones y condiciones de humedad. Una mayor duración de este periodo tiene un efecto positivo sobre el rendimiento y la calidad de los granos de cebada. Se determinó que a medida que aumenta el periodo de llenado de los granos (días) existe una óptima relación con respecto al rendimiento de los granos, mientras que la concentración de proteínas (%) presenta una tendencia decreciente bastante débil.

Según SHELLING *et al.* (2003), se han observado importantes efectos negativos en la calidad de la malta como consecuencia de situaciones de estrés durante el llenado del grano. Se han encontrado aumentos en la concentración de proteínas de éste, las que se asocian a altas temperaturas y/o a causas de sequía. El estrés durante la etapa de llenado de los granos parece tener un efecto menos pronunciado en la acumulación de proteína que en la síntesis de

almidón, obteniendo rendimientos más bajos y en consecuencia una concentración de proteína más alta bajo estas condiciones.

La alta susceptibilidad de algunas enzimas envueltas en la síntesis de almidón a elevadas temperaturas, es considerada como una de las mayores razones de la elevada concentración de proteínas del grano bajo esas condiciones (WALLWORK *et al.*, 1998).

En lo que respecta a los requerimientos edáficos este cultivo responde muy bien a suelos de textura liviana (franco, franco limoso, y franco arcilloso) y profundos (BERATTO, 2001). En las primeras etapas del cultivo, sin embargo, es más sensible a los excesos de humedad, siendo por lo tanto menos recomendables los suelos de textura muy pesada (arenosos y arcillosos) (CCU, s/a citado por FAIGUENBAUM, 2003). El nivel óptimo de pH del suelo para este cultivo fluctúa entre 6.0 a 8.5, siendo susceptible a suelos ácidos (pH 5.2 o inferiores) y tolerante a suelos alcalinos (BERATTO, 2001). El suelo es un factor que incide tanto en el rendimiento como en la calidad de la cebada, puesto que tiene directa relación con el manejo de la fertilización de nitrógeno y fósforo, la cual tiene como objetivo conseguir un alto rendimiento que sea rentable, además, de la obtención de un grano de buena calidad industrial que no presente un alto contenido de proteína. Tanto en Andisoles como en Ultisoles, cuando la fertilización se realiza en base a nitrógeno y fósforo es posible obtener altos rendimientos, asociados a características de buena calidad de grano, mientras que por el contrario, cuando se aplica solo uno de ellos, no es factible conseguir los efectos antes señalados. En suelos trumao se ha observado que al realizar aplicaciones sólo con nitrógeno en comparación a la aplicación de nitrógeno más fósforo, no se produce un aumento significativo del rendimiento, provocando una disminución en el mallaje (menor a 70%) y un aumento en el contenido de proteína del grano por sobre el requerido por la industria, mientras que la aplicación sólo con fósforo mantiene buenas

características de mallaje, aunque un contenido de proteína demasiado bajo (PEYRELONGUE, 1990).

Una práctica agronómica determinante que incide en el rendimiento y calidad es la época de siembra, ya que mediante este factor se sincroniza el crecimiento y desarrollo de este cereal con los requerimientos óptimos de agua, temperatura, fotoperíodo y radiación que necesitan cada una de las etapas fenológicas que conforman el ciclo de vida de la planta de cebada. Es por esto que especialmente en condiciones de secano al sembrar tardíamente las variedades de primavera se producen pérdidas de rendimiento y calidad del grano de cebada, manifestándose por lo general disminuciones en el mallaje y en el peso hectólitro (BERATTO y SANTANDER, 1985).

2.4 Otros factores que afectan el rendimiento y la calidad de la cebada.

Además de los efectos provocados por el suelo y el medio ambiente, existe el provocado por las malezas, en donde según DÍAZ (1995), la presencia de estas en el cultivo de la cebada afecta y reduce la producción, dificulta y entorpece el proceso de cosecha, reduce la calidad del producto e incrementa los costos de producción. Las pérdidas en rendimiento y calidad provocadas por las malezas en los cultivos, se deben a que estas tienen generalmente los mismos requerimientos de éstos, estableciéndose entre ambos una competencia por los elementos del medio, vitales para su sobrevivencia (ESPINOZA, 1982).

El nivel de pérdida promedio en el rendimiento en el cultivo de la cebada alcanza un 30% por efecto de la presencia de malezas (DÍAZ, 1995).

Según ESPINOZA (1982), las malezas afectan la pureza de los granos, debido a la presencia de semillas, frutos u otras partes de estas que se mezclan con los granos del cultivo al momento de realizar la cosecha. También puede

verse afectada la calidad del grano debido a que las semillas de malezas inmaduras presentes en cosecha almacenadas elevan el contenido de humedad, favoreciendo la proliferación de hongos y un alza brusca de temperatura, que puede traducirse en una disminución del poder germinativo de la semilla.

2.5 Requerimientos de calidad de grano exigidos por la industria maltera.

Las plantas receptoras de cebada para la elaboración de cerveza exigen que se cumpla con una serie de normas de calidad, las cuales se detallan en el Cuadro 1.

CUADRO 1 Requerimientos de calidad de grano destinada a elaboración de malta.

Sanidad del grano	Libres de hongos e insectos, de buen olor y color; además no debe haber granos con puntas de color café o negro.
Humedad	Igual o inferior a 13%.
Capacidad germinativa	No inferior al 98% de su peso, y ausencia de granos pregerminados.
Mallaje	80% mínimo debe quedar retenido sobre harneros de 2,5 mm, y un total no superior al 17% de su peso sobre harneros de 2,2 mm.
Proteína	No inferior a 9,8% ni superior a 12%.
Impurezas	Inferior al 3% de su peso. Se considera impurezas a: restos vegetales, cuerpos extraños, granos pelados y partidos, y granos con un diámetro menor a 2,2 mm.

FUENTE: FAIGUENBAUM (2003)

2.6 Principales problemas fitopatológicos que presenta el cultivo.

Las principales enfermedades de la cebada en el país, en orden de importancia, son la rinosporiosis o escaldadura de la hoja, la mancha reticulada de la hoja y la mancha listada de la hoja (BERATTO, 2001).

“Mancha estriada o listada de la hoja (*Drechslera graminea* (Rabenh.ex Schlecht.) Shoemaker)”

Esta enfermedad es causada por el patógeno *Drechslera graminea* (Rabenh.ex Schlecht.) Shoemaker, anamorfo de *Pyrenophora graminea* Ito y Kurib., el cual no puede infectar satisfactoriamente las hojas de cebada por medio de penetración directa, presentándose los síntomas estriados siempre desde una infección sistémica derivada desde semillas infectadas (VERGARA *et al.*, 2003). La sintomatología de la enfermedad se caracteriza por presentarse como estrías cloróticas en las vainas y laminas foliares, las cuales prontamente se tornan completamente cloróticas (BASF, 2000 citado por FAIGUENBAUM, 2003). Estas estrías se tornan de color café oscuro y terminan por secar la hoja, la que adquiere un color café grisáceo (ANDRADE, 1986a).

Las plantas afectadas son mas pequeñas, se secan prematuramente, y las espigas normalmente no emergen, y cuando lo logran son vanas y deformes. Todos los macollos de una planta enferma se afectan y mueren (ANDRADE, 1986a). Según ARNST *et al.* (1978), la infección ocurre desde el hongo que permanece en la semilla como micelio en el pericarpio. El micelio penetra a la planta durante la germinación y coloniza a la planta sistémicamente. Los conidióforos emergen desde el tejido afectado en grupos de 2-6, y se forman conidias cilíndricas, las cuales son lisas, de color medianamente dorado a café oscuro, con 1-7 septos. La infección secundaria ocurre cuando la conidia infecta espigas en desarrollo durante la floración.

El control de esta enfermedad se consigue por medio del uso de variedades resistentes, uso de semilla sana certificada y desinfectando la semilla con fungicidas sistémicos (ANDRADE, 1986a; FAIGUENBAUM, 2003).

2.6.1 Rincosporiosis (*Rhynchosporium secalis* (Oudem.) Davis.

Taxonómicamente este hongo pertenece a los Hongos mitospóricos (Hongo imperfecto), orden Moniliales, familia Dematiaceae y a la especie *Rhynchosporium secalis*. Estos hongos se caracterizan por que carecen de estructuras de reproducción sexuales o no se sabe que las presentan (AGRIOS, 1985). Sin embargo existen estudios de la genética de poblaciones de *R. secalis*, que sugieren que estas experimentan recombinaciones asexuales, lo cual explica la alta diversidad genética de las especies (NEWMAN y OWEN, 1985).

Esta destructiva enfermedad del follaje de la cebada (rincosporiosis), causada por el patógeno *R. secalis*, es comúnmente conocida como mancha de la hoja, punto de la hoja y plaga de la hoja. Estos términos sugieren una asociación con las hojas, pero aunque el tejido foliar es el más severamente afectado, también afecta las aristas y tallos de la cebada (ALI, 1973).

Según CADWELL (1937), *R. secalis* además de el cultivo de la cebada, infecta ballicas y muchas especies de malezas. La importancia de infectar algunos pastos comunes, es que estos pueden servir como reservorios de inóculo primario (ZILLINSKY, 1984).

Según ANDRADE (1986b), la escaldadura producida por *R.secalis* es una de las enfermedades más importantes en la IX Región. Es una enfermedad endémica que se presenta en la mayoría de los años con mayor o menor intensidad, dependiendo de las condiciones ambientales (primavera húmeda y bajas temperaturas), susceptibilidad varietal y época de siembra.

2.6.1.1 Síntomas de la enfermedad. Los primeros síntomas se observan generalmente en la etapa de encañado en adelante (ANDRADE, 1986a). Ataca principalmente las hojas desarrollando manchas ovaladas y ahusadas de color café claro en la parte central rodeadas por un prominente halo oscuro, color café cobrizo (LATORRE, 2003). Con el tiempo, las lesiones crecen y se fusionan produciendo patrones de varias formas y tamaños (Figura 1). Los centros de las lesiones pasan por varios cambios de color, desde gris azulado a gris claro y a café paja (ZILLINSKY, 1984). Estas lesiones están delimitadas por las venas y a veces presentan círculos concéntricos (LATORRE, 2003). La enfermedad se desarrolla en forma ascendente, llegando a afectar incluso las espigas en ataques fuertes (ANDRADE, 1986a). Los primeros síntomas ocurren especialmente en presencia de condiciones húmedas y lluviosas con temperaturas frías o templadas (15-20 ° C) (LATORRE, 2003).

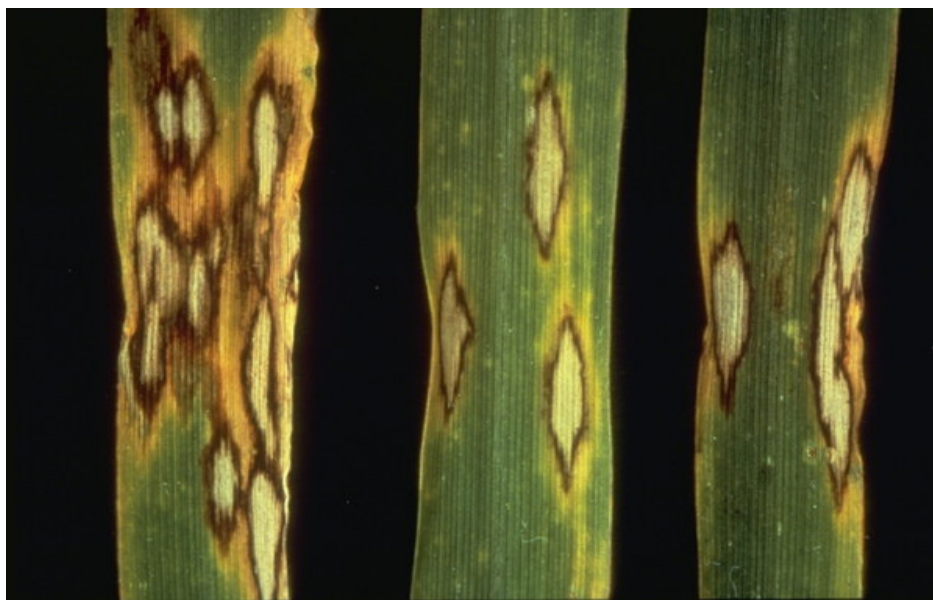


FIGURA 1 Síntomas de rinosporiosis sobre hojas de cebada.

2.6.1.2 Efectos de la enfermedad en el rendimiento y calidad del grano. En un estudio realizado por KHAN y CROSBIE (1988), se determinó el efecto que produce la infección de la escaldadura producida por *R. secalis* sobre

parámetros de calidad como el peso de los 1000 granos, mallaje y contenido de proteína en cultivares de cebada examinados en seis experimentos de campo. Los resultados de estos experimentos demostraron que el peso de los 1000 granos es uno de los factores mas adversamente afectado por la enfermedad, mostrando reducciones entre un 4-19% debido a la infección por escaldadura, mientras que el mallaje presentó reducciones de un 3-30% dependiendo de la variedad. El porcentaje de proteína, presentó una pequeña pero significativa correlación negativa con la escaldadura en solo dos experimentos.

KHAN y D'ANTUONO (1985), mediante un estudio evaluaron tres modelos para determinar la relación entre el rendimiento y la infección de la escaldadura, concluyendo que no hay diferencias dramáticas entre los datos entregados por estos modelos (modelo del punto critico, modelo de regresión lineal múltiple y área bajo la curva). Determinaron mediante 11 ensayos de campo, que el rendimiento de granos muestra una significativa correlación negativa con los niveles de escaldadura en la mayoría de los tratamientos, excepto aquellos que exhiben un coeficiente alto de variación en el rendimiento o con niveles bajos de escaldadura.

El modelo que permite expresar en porcentaje las pérdidas del rendimiento, se calcula a partir de la introducción en cada ensayo de un tratamiento libre de la enfermedad durante todo el tiempo por medio de la aplicación de varios aerosoles (KHAN y D'ANTUONO, 1985).

El % de pérdida de rendimiento era calculado así:

$$\frac{\text{Rendimiento "sin enfermedad"} - \text{Rendimiento tratado}}{\text{Rendimiento "sin enfermedad"}} \times 100 \quad (2.1)$$

Se ha determinado que según el nivel de escaldadura, se producen pérdidas significativas en el rendimiento entre 19-47 % (KHAN y CROSBIE, 1988), mientras otros autores señalan pérdidas de rendimiento de un 10 a 40 % bajo condiciones favorables para el patógeno (KHAN, 1986; McDONALD *et al.*, 1999).

2.6.1.3 Ciclo de la enfermedad y factores predisponentes. *R. secalis* es particularmente peligroso durante temporadas húmedas, sobreviviendo como micelio en semillas, suelo, hojas infectadas y rastrojos, y se dispersa por el salpicado de gotas de agua (SKOROPAD, 1959; AYESU-OFFEI y CARTER, 1971; STEDMAN, 1980).

Este patógeno puede también infectar semillas, aunque el inóculo nacido de la semilla es mas bien una fuente menor de la enfermedad. Las conidias de *R. secalis* se caracterizan por poseer dos células, hialinas aguzadas en un extremo, las cuales son producidas directamente del micelio, sin verdaderos conidióforos sobre las lesiones presentes en residuos infectados del hospedero bajo condiciones frías y húmedas (CALDWELL, 1937; SKOROPAD, 1957). Las conidias son dispersadas relativamente a cortas distancias desde el residuo infectado o lesiones foliares a través del salpicado de gotas de lluvia (SKOROPAD, 1957). La germinación de las conidias presenta un rango óptimo de temperatura entre 15-21°C con por lo menos un 95% de humedad relativa (BEER, 1991). Estas condiciones de temperatura y humedad favorecen la infección del hospedero y el desarrollo de la enfermedad, con síntomas típicos producidos aproximadamente dentro de 14 días (SKOROPAD, 1957). Las temperaturas cercanas o sobre 30 ° C restringen las infecciones al hospedero y al desarrollo de la enfermedad (CALDWELL, 1937; SHIPTON *et al.*, 1974). El periodo de latencia de este hongo presenta un rango de entre 8 a 14 días con una temperatura de 20°C (BEER, 1991).

Los síntomas de la escaldadura pueden ocurrir sobre hojas a partir de la etapa de plántula, pero su desarrollo tiende a ser mayor durante la etapa de encañado.

2.6.1.4 Manejo de la enfermedad. Según McMULLEN y LAMEY (2001), debe existir la interacción de tres factores para que se produzca la enfermedad, que son el hospedero, el patógeno y el medio ambiente. Si uno de estos factores falta o es desfavorable, la enfermedad no se desarrollará.

Los cuatro métodos básicos para el manejo de enfermedades infecciosas son la exclusión, erradicación, resistencia del hospedero, y protección (incluyendo el uso de fungicidas). Estos cuatro métodos reducen las poblaciones del patógeno o retardan su desarrollo. El método de exclusión tiene el objetivo de excluir al patógeno del hospedero, lo que para esta enfermedad se consigue por medio del uso de semilla certificada libre de patógeno (McMULLEN y LAMEY, 2001), ya que según un estudio de SKOROPAD (1959), la transmisión del patógeno vía semilla si podría ocurrir bajo condiciones adecuadas de humedad y temperaturas bajas.

La erradicación significa la eliminación del patógeno. En la práctica real, este término puede ser utilizado cuando el patógeno no se elimina totalmente pero si cuando se reduce a las poblaciones considerablemente (McMULLEN y LAMEY, 2001). Dentro de este método esta la rotación de cultivos, la cual es una herramienta efectiva para reducir las poblaciones de muchos patógenos, sin embargo para el control de enfermedades foliares en cebada la rotación tiene generalmente un efecto menor, pero con una menor incidencia de enfermedad que la práctica del monocultivo de cebada (OXLEY, 2005). Otra medida que incluye este método es la eliminación de hospederos alternantes y de restos de cosecha, lo que permite reducir la fuente de inóculo del patógeno (McMULLEN y LAMEY, 2001).

El método de resistencia del hospedero, consiste en la habilidad del hospedero de resistir la infección por parte del patógeno (McMULLEN y LAMEY, 2001). FAIGUENBAUM (2003), señala que el uso de variedades genéticamente resistentes es el mejor método de control para esta enfermedad. Sin embargo, dado que las variedades disponibles llegan a ser sólo moderadamente resistentes, es preferible realizar un tratamiento químico preventivo.

El método de protección tiene como objetivo proteger al cultivo de la infección del patógeno, lo que se consigue por medio de prácticas culturales como el laboreo del suelo, además del manejo de insectos vectores y la aplicación de fungicidas (McMULLEN y LAMEY, 2001). Esta última herramienta es efectiva, sin embargo la resistencia a fungicidas en *R. secalis* se ha vuelto muy común, particularmente a los benzimidazol carbamatos y a los inhibidores de la demetilación del ergosterol (CROFT, 2002). Sin embargo, algunos ingredientes activos de la nueva generación, como particularmente del tipo químico de las estrobilurinas, continúan siendo bastante efectivos (O'SULLIVAN, 2004).

2.6.2 Helmintosporiosis (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker). La helmintosporiosis o mancha reticulada es causada por el patógeno *Drechslera teres*, anamorfo de *Pyrenophora teres* Drechs., la cual es una importante enfermedad fúngica foliar de la cebada (*Hordeum vulgare* L.) (TOUBIA-RAHME *et al.*, 1995).

Taxonómicamente la forma anamórfica del hongo pertenece a los Hongos mitospóricos, orden Moniliales, familia Dematiaceae y especie *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker (CHONG y SHERIDAN, 1982; ALCORN, 1988). La forma telomórfica pertenece a la clase Ascomycotina, división Loculoascomycetes,

orden Pleosporales, familia Pleosporaceae, especie *Pyrenophora teres* (CARMONA *et al.*, 1999).

2.6.2.1 Síntomas de la enfermedad. Los síntomas de la infección primaria consisten en pequeñas lesiones de color café rodeadas por un margen clorótico. La infección secundaria generalmente provoca una red de líneas oscuras a través de la lesión (Figura 2). Algunas veces las lesiones se vuelven cintas cafés largas y angostas (ARNST *et al.*, 1978). En ataques intensos, varias lesiones pueden confluir hasta producir largas franjas necróticas que secan totalmente las hojas (FAIGUENBAUM, 2003).

El organismo causal de la mancha reticulada es *D. teres*. Al igual que otras especies de *Drechslera*, el hongo inverna en el pericarpio como micelio al interior de la semilla o como conidia en la superficie de la semilla. La infección primaria ocurre en la primera hoja después de la emergencia de las plántulas. Los conidióforos son producidos sobre estas lesiones, en formas simples o en grupos de 2-3. Las conidias se caracterizan por ser sub-hialinas de color café, con 1-10 pseudoseptos. Las medidas de las conidias (valores promedios entre paréntesis) son de 69.7-133.7 (102.5) X 12.4-19.8 (15.7) μm . Además de las características antes mencionadas, las conidias presentan un color más claro que los conidióforos (ARNST *et al.*, 1978).

La conidia producida en lesiones primarias puede infectar tejidos saludables y por lo tanto diseminar la enfermedad dentro del cultivo. Durante la infección secundaria no se producen conidias normalmente, pero si pueden ser inducidas en laboratorio a través de condiciones de alta humedad (ARNST *et al.*, 1978).

El telomórfo de *D. teres* conocido como *P. teres* se puede encontrar sobre los rastrojos de cebada, los cuales quedan después de la cosecha y

permanecen a través del invierno. Este estado se desarrolla sobre hojas y tallos, presentando pseudotecios negros y largos, y comienzan a madurar durante la primavera. Las ascosporas maduras, formadas al interior del pseudotecio, son capaces de infectar plantas sanas de cebada (ARNST *et al.*, 1978).

Según CARMONA *et al.* (1999), a veces es posible la observación de conidióforos con conidios de *D. teres* sobre la parte apical de sus pseudotecios crecidos sobre el rastrajo. Cuando se presentan los conidios sobre la forma sexual, los pseudotecios generalmente no maduran y no es posible encontrar ascosporas.

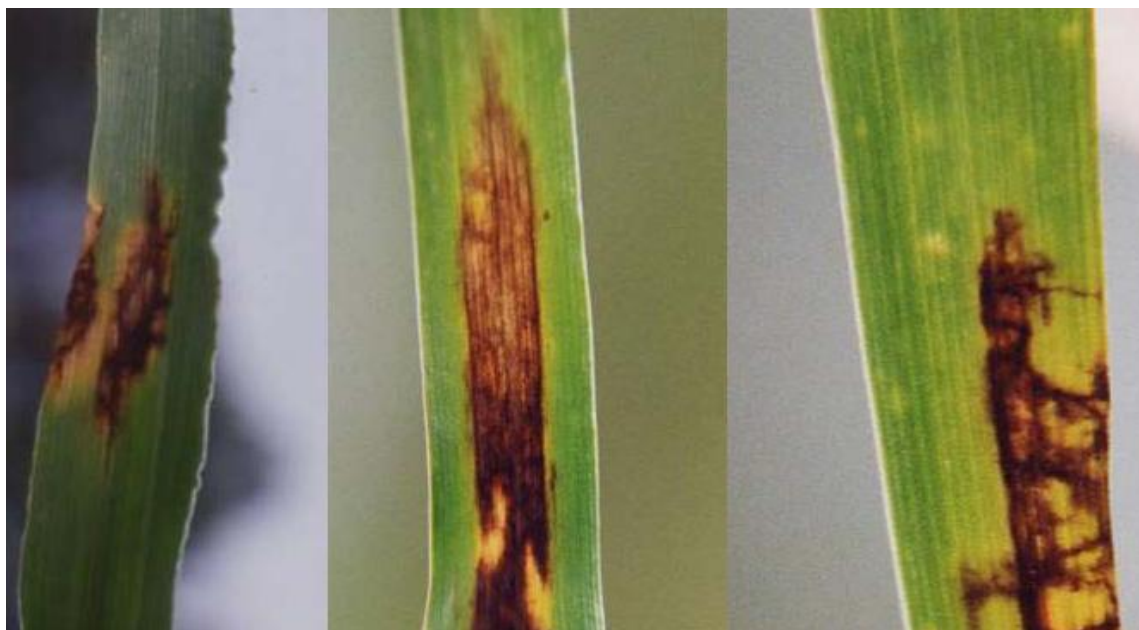


FIGURA 2 Síntomas de helmintosporiosis sobre hojas de cebada.

2.6.2.2 Efectos de la enfermedad en el rendimiento de granos. Según DEADMAN y COOKE (1986), la respuesta más importante de la cebada frente a la infección de la mancha reticulada ocasionada por *D. teres* es la pérdida del rendimiento de grano. En un estudio realizado por Rintelen (1969), citado por

DEADMAN y COOKE (1986), se observaron pérdidas de rendimiento del 20% en plantas infectadas antes de la etapa de macollaje, y pérdidas del 10% en aquellas infectadas entre el periodo de macollaje y floración.

Otro estudio realizado por KHAN (1989), en el oeste de Australia demostró el efecto en el rendimiento de granos en 14 experimentos de campo durante siete años. Se determinó una pérdida en rendimiento de grano del 26%, la cual varía según el año, fecha de siembra y cultivar. También se demostró que la enfermedad afectó negativamente el peso de los 1000 granos y el número de espigas por metro cuadrado, aunque el número de granos por espiga no se vio afectado.

2.6.2.3 Ciclo de la enfermedad y factores predisponentes. La cadena de sucesos en el desarrollo de una enfermedad se denomina "ciclo de la enfermedad". Una parte del ciclo de vida del parásito esta en asociación con el hospedante vivo, causando enfermedad, y la otra fase esta en asociación con los tejidos muertos, constituyendo la fase saprofítica del parásito (CARMONA *et al.*, 1999).

Según ARNST *et al.* (1978), algunas plantas voluntarias y rastrojo permanecen sin duda como una fuente de inóculo para nuevos cultivos, en donde conidias o ascosporas son producidas, sin embargo la diseminación de la enfermedad desde esta fuente, sería de poca importancia comparado con el inóculo de la semilla. HAMPTON (1980), señala la importancia que presenta en Nueva Zelanda la fuente de inóculo primario presente en la semilla, en donde por medio de tratamientos químicos aplicados a la semilla se logra reducir significativamente la importancia de la enfermedad.

Sin embargo, es fundamental la necesidad de realizar un tratamiento efectivo a todas las semillas sembradas, ya que ha sido demostrada la habilidad

que presenta el hongo de experimentar una rápida infección secundaria por medio de la diseminación por el viento, lo que quiere decir que el cultivo que ha sido tratado puede ser infectado desde semillas sembradas sin tratar, en lugares vecinos (HAMPTON, 1980).

Según HOLLAWAY *et al.*, (2004), la fuente de inóculo primario viene del residuo infectado. Sin embargo, condiciones húmedas durante la maduración del grano puede permitir que el patógeno infecte la semilla, presentándose como fuente de inóculo para el cultivo al año siguiente. El patógeno puede sobrevivir hasta por 2 años en los residuos infectados de la cosecha. Las esporas producidas en los residuos se pueden dispersar por el salpicado de gotas de agua o por medio del viento, para infectar plantas vecinas. SHAW (1986) señala que la germinación de la conidia requiere la presencia de agua o 100% de humedad relativa, con un rango de temperatura óptima de 15-25°C. Las conidias que son producidas sobre las lesiones en las hojas, son la fuente de la infección secundaria. Las conidias producidas en las hojas más bajas infectarán las hojas superiores ya que emergen durante condiciones favorables. Las conidias pueden viajar distancias considerables, pero la probabilidad de que ocurra la infección disminuye con distancias lejanas a la fuente (HOLLAWAY *et al.*, 2004). Bajo condiciones de alta humedad, las conidias inician el crecimiento del tubo germinativo y posteriormente se distingue una estructura especializada de la infección llamado apresorio. Después de la penetración de la hifa en una célula epidérmica, el hongo desarrolla vesículas intracelulares de la infección que pueden actuar como haustorios. Eventualmente las lesiones se van desarrollando bajo condiciones de alta humedad, provocando la esporulación del hongo y la dispersión de una mayor cantidad de conidias que van a reiniciar el ciclo de la infección (RUIZ-ROLDÁN *et al.*, 2001). El período de latencia del hongo (período de duración desde infección a esporulación) presenta rangos de 8-25 días dependiendo de la temperatura, presentando generalmente un rango de 10-14 días con

temperaturas entre 15-25°C, mientras que la liberación de esporas presenta una correlación positiva con la temperatura y negativa con la humedad y mojado de la hoja (MARTIN *et al.*, 1984; SHAW, 1986).

Mientras que la cebada comienza a senecer, el hongo crece en el tallo como saprófito. Después de la cosecha, sobrevive en el rastrojo y puede producir esporas a partir de éste. Además, ocurre que hay una relación positiva entre la cantidad de rastrojo de la cosecha anterior y la severidad de la mancha reticulada en la cosecha del siguiente año (HOLLAWAY *et al.*, 2004).

2.6.2.4 Manejo de la enfermedad. Una medida es el uso de semillas libres del patógeno para minimizar la infección, ya que la enfermedad se puede dispersar a partir del rastrojo o las semillas (LATORRE, 2003).

Otra medida primaria de control incluye la rotación de cultivos. Para esta enfermedad es necesario realizar una rotación larga, ya que el patógeno que causa la mancha reticulada también infecta los tallos de la cebada, los cuales pueden persistir por un mayor período de tiempo (YAHYAOU *et al.*, 2003).

La resistencia del hospedero es otra medida de control, la cual es la más económica y efectiva; sin embargo hay solo algunas variedades que poseen una resistencia adecuada a las principales enfermedades foliares de la cebada (PLATZ, 2004).

En cuanto a las medidas de control químico, junto con desinfectar la semilla debe aplicarse un fungicida a comienzos del encañado (FAIGUENBAUM, 2003).

2.7 Control químico de enfermedades en cebada.

Tradicionalmente, el empleo de fungicidas para el control de enfermedades en cereales ha estado dirigido al uso de desinfectantes de semilla, para controlar patógenos que se transmiten por esta vía, y a la aplicación al follaje para controlar enfermedades que afectan hojas y tallos (ANDRADE, 1995).

2.7.1 Desinfección a la semilla. Los tratamientos fungicidas aplicados a la semilla son comúnmente usados para asegurar un establecimiento uniforme del cultivo a través de la protección contra inóculos de patógenos presentes tanto en el suelo como en la semilla. Los tratamientos a la semilla han tenido un gran éxito frente a la supresión a la erradicación de patógenos de la semilla como carbones del trigo, sorgo, cebada y avena. Además, algunos de los tratamientos sistémicos a la semilla mas recientes, pueden suplir o servir como alternativa a los fungicidas foliares aplicados para el control de enfermedades foliares de estación temprana (PAULSRUD *et al.*, 2005).

Los tratamientos a la semilla protegen típicamente solamente cerca de 10-14 días después de la siembra, con la interrupción de la acción del fungicida más rápidamente bajo condiciones de calor y humedad. Sin embargo, algunos ingredientes activos pueden proteger las plantas de semillero por períodos mucho más largos cuando están aplicados en la dosis recomendada más alta. Aunque la duración de la protección sea limitada, produce un retraso en la infección que puede reducir el impacto de las pérdidas de rendimiento ocasionado por las enfermedades (PAULSRUD *et al.*, 2005).

2.7.1.1 Grupos químicos utilizados. Tanto para la desinfección de las semillas como para el control foliar de enfermedades existe el grupo químico de los triazoles y el de las estrobilurinas.

2.7.1.1.1 Triazoles. Entre los ingredientes activos pertenecientes a este grupo químico para la desinfección de semillas destacan triadimenol y difeconazole.

Los fungicidas inhibidores de la biosíntesis de esteroides (IBE) han tenido un amplio uso en el tratamiento de importantes micosis foliares en cultivos anuales y perennes. Todos interfieren la biosíntesis del ergosterol, principal componente de las membranas celulares de la mayoría de los hongos. En función del sitio de acción existen fungicidas IBE capaces de inhibir reacciones de isomerización (morfolinas), mientras que otros, inhiben la demetilización (DMI) de los carbonos C₄ o C₂₄, en dos posibles precursores del ergosterol, lanosterol y 24-metilen dehidrolanosterol, respectivamente. Químicamente, los fungicidas DMI corresponden a imidazoles, piperazinas, piridinas, pirimidinas y triazoles, siendo estos últimos el grupo más importante en atención al alto número de compuestos con acción fungicida que actualmente se comercializan (POBLETE y LATORRE, 2001).

Los fungicidas triazoles a diferencia de las estrobilurinas no previenen la germinación de las esporas y el crecimiento temprano del tubo germinativo, debido a que el patógeno obtiene un abastecimiento a partir del ergosterol o de sus precursores de reserva dentro de la espora (BARLETT *et al.*, 2002).

Tanto el triadimenol como difeconazole son fungicidas formulados para ser utilizados como desinfectante de semillas. Ambos se caracterizan por presentar acción sistémica. El primero presenta esta acción sistémica a nivel de la semilla y en el proceso de germinación, prolongándose su acción hasta estados juveniles de cereales, evitando enfermedades del follaje, mientras que el difeconazole es absorbido por la semilla y translocado a la plántula (AFIPA, 2002-2003).

2.7.1.1.2 Estrobilurina. El descubrimiento de los funguicidas estrobilurinas fue inspirado por un grupo de funguicidas derivados del ácido β -metoxiacrílico, en donde se encuentra la Strobilurina A que es un producto fungicida natural encontrado en el hongo Basidiomycete *Strobilurus tenacellus* (KNIGHT *et al.*, 1997; BARLETT *et al.*, 2002).

La actividad fungicida de las estrobilurinas, radica en su capacidad de inhibir la respiración mitocondrial al unirse al llamado sitio Q_0 del citocromo b. El citocromo b es una parte del complejo citocromo bc1, localizado en la membrana mitocondrial más interna de hongos y otros eucariotas. Cuando uno de los inhibidores se une, bloquea la transferencia de electrones entre el citocromo b y el citocromo c1, lo cual se traduce en una interrupción del ciclo energético en el hongo al detener la producción de ATP (BARLETT *et al.*, 2002).

Entre las estrobilurinas se encuentra azoxystrobin la cual presenta un amplio espectro de control sobre los patógenos de mayor impacto económico presentes en los cuatro grupos taxonómicos de hongos (Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycetes y Oomycota) (BARLETT *et al.*, 2002).

Se caracteriza por poseer acción sistémica y de contacto, con amplio espectro de control. Presenta actividad preventiva, curativa y antiesporulante, dependiendo de la enfermedad. Se mueve vía xilema y tiene sistemicidad y movimiento translaminar, protegiendo completamente las hojas. Además retarda la senescencia y mantiene verdes las hojas por más tiempo, debido a su efecto sistémico y de contacto y su alta residualidad (AFIPA, 2002-2003).

Estudios en azoxystrobin y otras estrobilurinas han demostrado que la etapa de germinación de la espora es particularmente sensible al efecto de estos funguicidas, lo que se puede explicar por su modo bioquímico de acción,

en donde son particularmente efectivos contra las etapas de desarrollo del hongo, en las que requieren altas demandas de energía. Es por esto que muestra una excelente actividad preventiva, aunque adicionalmente se ha demostrado que presenta propiedades curativas (KNIGHT *et al.*, 1997; BARLETT *et al.*, 2002).

Según Godwin *et al.* (1992), citados por GULLINO *et al.* (2000), las propiedades que presenta azoxystrobin de fungicida erradicante, preventivo y translaminar, le entregan el potencial para ser utilizado en tratamientos foliares, a la semilla o al suelo.

2.7.2 Aplicaciones al follaje. Aunque el uso del tratamiento químico a la semilla retrasa el inicio de la enfermedad proporcionando control y/o la supresión de muchas enfermedades por un período de tiempo, resulta inevitable la necesidad de suplir esto con el uso de fungicidas foliares. Los fungicidas foliares cuando se utilizan conjuntamente con un tratamiento a la semilla, son utilizados principalmente para proteger al cultivo de infecciones mas tardías del patógeno (BLOWERS y DE MONTE, 2004).

El ingrediente activo propiconazole pertenece al grupo de los triazoles, el cual se caracteriza por ser un fungicida foliar, sistémico, protectivo y curativo. En cebada controla tanto la helminthosporiosis como la rinosporiosis (AFIPA, 2002-2003). El modo de acción de propiconazole es la inhibición de la demetilación del C₁₄ durante la biosíntesis del ergosterol. La biosíntesis de estos ergosteroles es crítica a la formación de las paredes celulares de los hongos. Esta carencia de la producción normal del esterol retarda o para el crecimiento del hongo, con eficacia previniendo la infección y/o la invasión adicionales de los tejidos finos del hospedero. Por lo tanto, el propiconazole se considera fungistático o que inhibe el crecimiento. Este producto es fácilmente absorbido por los tejidos de la planta, y transportado sistémicamente dentro de

ésta. De esta forma las hojas que emergen después de la aplicación también serán protegidas de la infección del hongo. El movimiento sistémico es predominantemente hacia arriba (desde las raíces al follaje, o desde las hojas básales hacia las hojas superiores) (CORNELL UNIVERSITY, 1997).

El ingrediente activo cyprodinil corresponde al grupo químico de las anilinopirimidinas, que constituye una nueva clase de fungicidas protectivos con un amplio espectro de actividad en contra de diferentes patógenos. El modo de acción de las anilinopirimidinas difiere de otras clases de fungicidas, el cual consiste en la interferencia específica en la biosíntesis de metionina y la inhibición de la secreción de enzimas hidrolíticas (HILBER y HILBER-BODMER, 1998).

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Ubicación del ensayo.

El ensayo se realizó en el fundo “San Pablo”, el cual esta ubicado en el kilómetro 27 del camino que une Victoria-Curacautín, en la provincia de Malleco, IX Región. Se puede acceder al predio por el norte, desde el Cruce Tres Esquinas, camino de la ruta Victoria-Curacautín a Selva Oscura, kilómetro 1 (S 38°18'37.01"- W 72°03'10.88").



FIGURA 3 Ubicación del fundo “San Pablo” (●).

3.2 Características del suelo.

El suelo donde se realizó el ensayo, pertenece a la clase III de seco, corresponde a la serie Santa Bárbara, caracterizada por ser suelos derivados de cenizas volcánicas, correspondiente a suelos trumaos de lomajes suaves, de textura media y buen drenaje, lo que facilita el laboreo, de una profundidad sobre los 80 centímetros y de buena fertilidad (ROUANET, 1983).

En el Cuadro 2 se presenta el análisis químico de una muestra de suelo del fundo “San Pablo” efectuado previo al ensayo el día 1 de agosto del 2005 en el Laboratorio del Instituto de Agroindustria de la Universidad de la Frontera.

CUADRO 2 Análisis químico de suelo.

Parámetros	“San Pablo”
pH al agua	5,57
Materia orgánica (%)	16
Fósforo aprovechable (ppm-Olsen)	12
Potasio intercambiable (ppm)	196
% Saturación de aluminio	1,09
Aluminio extractable (ppm)	750
Suma de bases (meq/100g)	6,35

3.3 Antecedentes climáticos.

La caída pluviométrica promedio anual, en un año normal, es de 2300 mm con una desviación máxima positiva de 600 mm y una desviación máxima negativa de 700 mm. La evapotranspiración es de 800 mm, lo que origina un balance hídrico positivo durante casi once meses del año con bajas posibilidades de agotamiento del agua del perfil del suelo. Entre los meses de

abril y mayo la pluviometría alcanza a 540 mm, lo que representa el 21 % del agua caída en el año. La acumulación de frío, es de 600 horas frío y la acumulación de calor de 270 grados días base 5 grados Celsius. La temperatura media del aire presenta una fuerte oscilación, siendo el valor de la máxima media para este periodo 15 °C y la mínima media 2,7 °C. Entre junio y agosto, la caída pluviométrica es de 1050 mm, lo que representa el 41 % de la caída total anual. Durante los meses de mayo a septiembre, no se contabiliza acumulación de temperatura efectiva sobre 10 °C., temperatura sobre la cual los vegetales en general logran su óptima tasa de crecimiento y desarrollo. Desde septiembre, se experimenta una sensible alza de la temperatura, no obstante, la temperatura mínima media del mes, 2,5 °C, nos indica presencia de heladas, fenómeno con probabilidad de ocurrencia sobre 30% durante todo el año (ROUANET, 1983).

El perfil del suelo se encuentra con un alto contenido de humedad hasta el mes de noviembre, no presentando problemas de falta de humedad para los cultivos tradicionales. (ROUANET, 1983).

3.4 Materiales

En el presente estudio se utilizaron materiales para el establecimiento del ensayo en terreno y además se utilizaron materiales de laboratorio para la identificación de cada uno de los patógenos y para el análisis de calidad de los granos. Dichos materiales se detallan a continuación:

3.4.1 Equipos y material que se utilizaron en terreno.

- Equipos: Sembradora Great Plaine, tractor John Deere 6005, equipo aspersor Jacto con inyección de aire, motobomba de espalda Solo (boquilla 11002), regla graduada en cm, tijeras, cooler, bolsas plásticas.

- Fertilizantes: Fosfato monoamónico (MAP) (11-50-0) y Nitrobalance (35-0-5).
- Herbicidas: sulfosato (Touchdown ®Syngenta), triasulfuron (Logran ®Syngenta) y metsulfuron metil (Aliado ®Arysta).
- Fungicidas: difeconazole (Dividend 150 FS ®Syngenta), azoxystrobin (Priori ®Syngenta), triadimenol (Baytan 150 FS ®Bayer) y propiconazol+cyprodinil (Stereo 312.5 EC ®Syngenta).
- Insecticida: pirimicarb (Pirimor ®Syngenta)
- Material biológico: semillas de cebada cv Barke.

3.4.2 Material e instrumental de laboratorio. Para poder realizar la identificación de los patógenos se utilizó el siguiente instrumental de laboratorio: cámara de flujo laminar Labconco (Modelo 36139-00B), destilador de agua GFL (Modelo 2008), estufa de cultivo, microscopio óptico Motic (100X) y lupa estereoscópica Motic (10 X). Dentro de los materiales de laboratorio se utilizó además un micrómetro objetivo, micrómetro ocular, refrigeradores, vaso precipitado, pinza, bisturí, aguja enmangada, sacabocado de 9 mm, agua destilada, alcohol de quemar, alcohol 96%, algodón, papel absorbente estéril, placas estériles, agar, portaobjetos y cubreobjetos.

Para determinar la composición química del grano de cebada (porcentaje de humedad y proteína) y el mallaje se utilizó el siguiente instrumental de laboratorio: balanza electrónica Sartorius mod. PT-600, equipo NIRS INFRAMATIC 8100, molino de laboratorio (Laboratory Mill 3100) y el equipo Sortimat Tipo K para la determinación de mallaje.

3.5 Diseño experimental, tratamientos y tamaño de las parcelas.

Se usó un diseño de bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos se pueden observar a continuación en el Cuadro 3.

CUADRO 3 Tratamientos para evaluar eficacia de los fungicidas en el control de helmintosporiosis y rinosporiosis en cebada cv Barke.

T	Nombre común	Nombre distintivo	Dosis a la semilla ¹		Dosis al follaje ²	
			F	Dosis comercial	F	Dosis comercial
1	Testigo	-----	----	----	----	----
2	Difeconazole	Dividend 150 FS	S.C	80 cc		
3	Difeconazole Azoxystrobin	Dividend 150 FS Priori	S.C	80 cc	S.C	500 cc/ha
4	Difeconazole	Dividend 150 FS	S.C	80 cc		----
	Azoxystrobin Propiconazole+ Cyprodinil	Priori Stereo 312,5 EC	S.C	250 cc	E.C	1,5 L/ha
5	Triadimenol	Baytan 150 ES	S.C	250 cc		----
6	Triadimenol Propiconazole+ Cyprodinil	Baytan 150 ES Stereo 312,5 EC	S.C	250 cc ----	E.C	1,5 L/ha

T= Tratamiento

¹ Por cada 100 kg de semilla + 2 litros de agua

² Por hectárea en 100 litros de agua

F= Formulación S.C = Suspensión concentrada E.C = Concentrado emulsionable

Cada parcela contó con un área de 15 m² con 3 metros de ancho y 5 metros de largo. Cada una de ellas constaba de 17 hileras de 5 metros de largo, con una distancia de 0,17 metros entre hileras.

3.6 Establecimiento del ensayo.

Para establecer el ensayo se realizó un barbecho químico, previo a la siembra, con sulfosato (Touchdown ®Syngenta) con una dosis de 2 litros de producto comercial por hectárea. Los surcos fueron realizados con una máquina sembradora Great Plaine cero labranza en donde se fertilizó con una dosis equivalente a 240 kilos de fosfato monoamónico/ha (MAP) en el surco (120 unidades de fósforo/ha y 24 unidades de nitrógeno/ha). Posteriormente se realizó la siembra manualmente de las semillas de cebada cv Barke el día 10 de septiembre del 2005, con una dosis de semilla equivalente a 160 kilos por hectárea.

3.7 Manejo del cultivo.

El manejo agronómico de este estudio fue el mismo para todas las parcelas, en cuanto al cultivar, control de malezas, fertilización y control de áfidos, con la finalidad de evitar cualquier efecto sobre el rendimiento o la calidad del grano de estas variables externas al objetivo principal que es evaluar la incidencia de las enfermedades en cebada y su control.

3.7.1 Cultivar. Se utilizó el cultivar Barke de tipo de crecimiento semierecto, hábito primaveral, altura de 50-60 cm, la cual presenta una excelente calidad maltera y buen potencial de rendimiento.

3.7.2 Control de malezas. Las malezas gramíneas se controlaron en forma manual en todos los tratamientos, todas las veces que fue necesario con

el objetivo de mantener la parcela libre de estas malezas. La aplicación de herbicidas para el control de hoja ancha fue realizado en el estado de crecimiento (GS) 24 según Zadoks (Tallo principal y cuatro macollos) (ZADOKS *et al.*, 1974) con equipo con inyección de aire. Se aplicó triasulfuron (Logran ®Syngenta) en dosis de 5 g mas 8 g de metsulfuron metil (Aliado ®Arysta) y 70 cc de un coadyuvante que trae un tensioactivo y un adherente (Tactic ®UAP), toda esta mezcla en 100 litros de agua por hectárea.

3.7.3 Fertilización. Además de la fertilización inicial se realizó una aplicación a estado de 3 hojas de 400 kilos de Nitrobalance (35-0-5) por hectárea (140 U de N y 20 U de K₂O).

3.7.4 Insecticidas. Para el control de áfidos se aplicó pirimicarb (Pirimor ®Syngenta), cuya aplicación se realizó al estado de crecimiento (GS) 31, según la escala de Zadoks (primer nudo) (ZADOKS *et al.*, 1974), en una dosis de 200 g/ha con 80 litros de agua, por medio de una motobomba de espalda.

3.7.5 Fungicidas. La aplicación de los tratamientos fungicidas a la semilla se realizó en laboratorio por medio de micropipetas en las dosis presentadas en el Cuadro 3. La aplicación de fungicidas al follaje se realizó al estado de crecimiento (GS) 41 (elongación de la vaina de la hoja bandera), por medio de una motobomba de espalda. La boquilla utilizada fue de abanico plano (11002), a una presión de 40 libras, con un ancho de pasada de 0,5 metro y 0,4 metros de altura, en las dosis comerciales presentadas en el Cuadro 3.

3.8 Evaluaciones.

Se realizaron distintas evaluaciones durante el desarrollo del cultivo y a la cosecha, en donde en cada una de ellas se estableció el estado fenológico del cultivo de acuerdo a la escala de Zadoks (ZADOKS *et al.*, 1974).

3.8.1 Emergencia y características de las plantas. Se estimó a emergencia de los diferentes tratamientos por medio de una observación visual del porcentaje de plantas presentes en 1m^2 . Además se determinó el desarrollo de la primera hoja, donde se midió el largo (cm) y ancho (mm) en 20 plantas por parcela, tomadas al azar por medio del lanzamiento de una vara paralela a las hileras, al estado fenológico (GS) 12 según la escala de Zadoks (2 hojas) (ZADOKS *et al.*, 1974). En estado de macollaje, el vigor de las plantas se determinó visualmente por medio de una escala del 1 al 3 (1= bajo, 2= intermedio, 3= alto).

3.8.2 Evaluación de la incidencia de las enfermedades. Durante el desarrollo del cultivo se hicieron evaluaciones del grado de infección de rincosporiosis y helmintosporiosis cada dos semanas (GS 23-29, GS 33-34, GS 37-39, GS 61 y GS 75) con un total de dos muestras al azar por parcela, mediante el lanzamiento de una vara de 1,5 metros paralela a las hileras, midiendo la incidencia de las enfermedades por muestra, en un total de 20 plantas por parcela. Para cada enfermedad y en cada fecha de muestreo se midió su incidencia en las tres últimas hojas desplegadas.

3.8.2.1 Infección por rincosporiosis. Se determinó la incidencia de rincosporiosis mediante un método presente en el manual de la FAO de evaluación y prevención de pérdidas por pestes, enfermedades y malezas (CHIARAPPA, 1971). Este método proviene de un estudio realizado por James *et al.* (1968), el cual permite estimar la incidencia de las enfermedad expresada

en porcentajes, con el objetivo de estimar pérdidas en rendimiento por esta enfermedad. Este método consiste en dividir la lamina de la hoja bandera y la segunda hoja superior en diez segmentos iguales en el estado de crecimiento (GS) 75 según la escala de Zadoks (Grano lechoso) (ZADOKS *et al.*, 1974), equivalentes cada uno a un 10 % del total de la hoja, los cuales permitían determinar por medio de los síntomas la incidencia de la enfermedad en el cultivo expresada en porcentaje, lo cual se utilizó para ir evaluando durante diferentes estados fenológicos la evolución de esta en los diferentes tratamientos en las ultimas tres hojas desplegadas de cada planta.

3.8.2.2 Infección por helmintosporiosis. Para determinar la incidencia de helminthosporiosis se utilizó el método de Hampton y Arnst (1978), citado por KHAN (1987), el cual presenta 6 categorías porcentuales (1-5-10-25-50-75) dependiendo del área total de las 3 hojas superiores de cualquier estado fenológico, que presenten síntomas de la enfermedad.

Para realizar la toma de muestras, las plantas se cortaron a nivel de suelo mediante una tijera y posteriormente se colocaron en el interior de bolsas plásticas, en un contenedor para ser almacenadas en una hielera a 3 ° C.

3.8.3 Identificación de los patógenos. El aislamiento de los patógenos se realizó por medio de la metodología de French y Hebert (1980), citados por LOURDES (1991), a partir de muestras de hojas de cebada con síntomas de ambas enfermedades, las cuales fueron desinfectadas por 10 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 10% (ingrediente activo) en el interior de un vaso precipitado. Posteriormente se trabajo en la cámara de flujo laminar, con el flameado de todo el material, en donde se secaron las hojas de cebada con toallas de papel estéril, de las cuales se cortaron pequeños trozos con síntomas de cada una de las enfermedades a partir de la zona de avance de la enfermedad, trozos que fueron puestos sobre placas Petri con agar cebada. Los

cultivos se mantuvieron en una cámara a una temperatura de 21° C por 4 días, y a partir de esto se obtuvo cultivo puro, manteniéndolo a 23° C durante 14 días para obtener la formación de conidióforos y conidias características del hongo (ARNST *et al.*, 1978).

3.8.4 Cosecha. Se dividió cada una de las parcelas por medio de cuerdas en 15 cuadrantes de 1 m² de superficie (Figura 4). Los 4 cuadrantes a cosechar por parcela fueron seleccionados al azar, los cuales ya habían sido identificados previamente por un número. La cosecha de los cuatro cuadrantes elegidos por parcela se realizó en forma manual el día 10 de febrero del 2006, cortando por medio de una echona las espigas con sus tallos, introduciéndolas posteriormente al interior de un saco rotulado con el número del tratamiento correspondiente. Cuando el cuadrante correspondió a un costado de la parcela, se utilizó un marco de 1 m² para correr el cuadrante hacia el centro en 25 cm, para eliminar el efecto de borde.

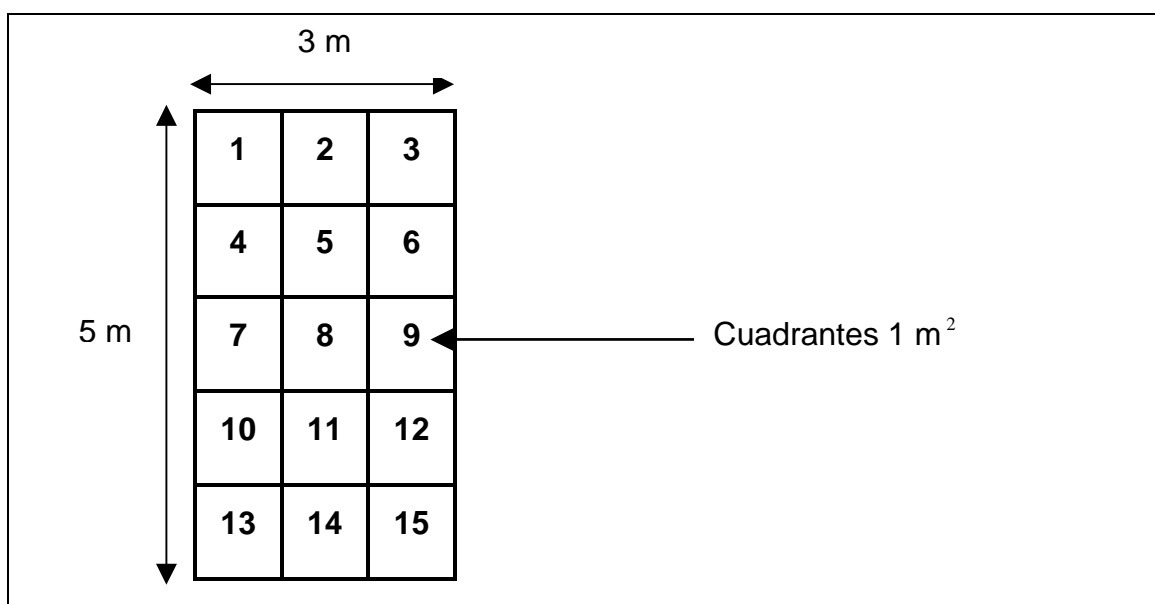


FIGURA 4 Esquema de la división de las parcelas en cuadrantes.

3.8.4.1 Rendimiento. Una vez realizada la cosecha se realizó el conteo de espigas de cada parcela cosechada (4 m^2), para posteriormente determinar el número de granos por espiga, el cual se obtuvo a partir del conteo de 200 espigas tomadas al azar. Una vez realizado esto se procedió a trillar las espigas por medio de una cosechadora de ensayos de la empresa Syngenta, en donde se introdujeron manualmente los ejes de cada saco por separado, por medio del cual se obtuvo el peso con el que se calculó el rendimiento de cada parcela en qq/ha. Finalmente se contó 1000 granos de cada una de las parcelas y se pesaron obteniéndose el peso de mil granos.

3.8.4.2 Calidad de grano para producción de malta. Esto fue determinado en el laboratorio de la planta de malteo de Agroinversiones S.A en Cajón.

Se determinó por medio de análisis en laboratorio: la humedad (%), contenido de proteína (%) y mallaje del grano. Este último se determinó por medio del porcentaje de granos retenidos en tamices con diferentes tamaños de orificio (2,8 mm – 2,5 mm – 2,2 mm) en el equipo Sortimac tipo K, a partir de una muestra de 100 g de granos de cebada pesados en la balanza electrónica.

La composición química del grano (proteína bruta) de cebada y su contenido de humedad se determinó por medio de la técnica NIRS, empleando el equipo NIRS INFRAMATIC 8100, a partir de la molienda realizada de una muestra de granos de cebada por un molino de laboratorio (Laboratory Mill 3100).

3.9 Análisis estadístico.

Se estableció la normalidad y homogeneidad de los datos, en aquellos casos en que no se cumplió esta condición los datos fueron transformados antes de su análisis estadístico (Porcentaje de hojas basales necrosadas en cada tratamiento, número de granos por espiga, peso 1000 granos, número espigas/m², porcentaje de proteína del grano y porcentaje de humedad del grano).

En aquellas situaciones en que no se pudo lograr la normalidad y homogeneidad de los datos, ellos fueron analizados por pruebas no paramétricas (Desarrollo de la 1ª hoja, vigor durante el macollaje y efecto de los fungicidas aplicados a la semilla y al follaje en el porcentaje de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la hoja 3, hoja 2 y hoja apical).

En el caso en que los datos mostraron normalidad y homogeneidad de la varianza, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA).

En aquellas situaciones en que hubo diferencias estadísticamente significativas, los promedios entre tratamientos fueron separados a través de la prueba de Tukey (p 0.05) (Porcentaje de hojas basales necrosadas en cada tratamiento, rendimiento de grano, número de granos por espiga, peso 1000 granos, número espigas/m², mallaje, porcentaje de proteína del grano y porcentaje de humedad del grano).

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se procederá a analizar el control sobre ambas enfermedades realizado por tratamientos a la semilla y al follaje utilizando triazoles y estrobilurina, y como este control incidió sobre el rendimiento y la calidad del grano de cebada.

4.1 Identificación de los patógenos.

Se corroboró la presencia del hongo *D. teres* determinado en terreno a partir de los síntomas característicos de la enfermedad (Figura 2), por medio de preparaciones microscópicas del hongo realizadas en laboratorio, a partir de los cultivos del hongo durante un periodo de 14-15 días, lapso en el cual fue posible la formación de conidias y conidióforos del hongo.

Similar a lo señalado por ARNST *et al.*, (1978), se observó que las conidias de *D. teres* observadas en laboratorio presentan un color pajizo claro con 2-6 pseudoseptos, mientras que los conidióforos se caracterizan por ser de un color pajizo mas oscuro. Las medidas de las conidias observadas fueron de 50.1-110.4 x 11.1-18.5 μm .

La presencia del hongo *R. secalis* se determinó solamente por medio de los síntomas característicos de la enfermedad a nivel de campo (Figura 1), debido a que no fue posible lograr en laboratorio el desarrollo del micelio del hongo sobre el medio de cultivo agar cebada.

4.2 Efecto de los tratamientos en la emergencia y vigor de las plantas.

La siembra de las parcelas fue realizada el día 10 de septiembre del 2005, en donde se pudo observar que las parcelas del testigo fueron las primeras en emerger, lo cual ocurrió el día 20 de septiembre. Para el resto de los tratamientos se observó un leve retraso en la emergencia de las parcelas, lo cual fue de aproximadamente un día para los tratamientos con aplicación de fungicidas a la semilla, permitiendo que para el día 21 de septiembre se pudiera observar la emergencia de todas las parcelas del ensayo. Esto indica que los fungicidas producen un leve retraso en la emergencia de las plantas, lo cual según lo observado en terreno sería provocado principalmente por los triazoles, ya que las semillas tratadas con la mezcla de estrobilurina mas difeconazole emergieron el mismo día que las semillas tratadas solamente con difeconazole, lo cual permite suponer que la estrobilurina no presenta este efecto de retraso en la emergencia o que al menos no produce un efecto sinérgico al ser absorbido con difeconazole. Este atraso en la emergencia de las plantas se puede explicar por el trabajo realizado por RADFORD y WILDERMUTH (1987), quienes demostraron que el triazol triadimefon aplicado a la semilla reduce la longitud del coleóptilo de la cebada entre 13-18 mm, lo cual provocó en ese ensayo una reducción en el establecimiento a profundidades de siembra de 65 mm y un retardo en la emergencia en un día en relación al testigo sin tratamiento fungicida. Este efecto de reducción de la longitud del coleóptilo se ha observado también para el triazol triadimenol en trigo, lo cual incidió en que las semillas tratadas con triadimenol en ese ensayo presentaran un retraso y una reducción de la emergencia de las plantas (MURRAY y KUIPER, 1988).

En cuanto al porcentaje de emergencia de cada una de las parcelas de los distintos tratamientos, no se encontraron diferencias al realizar la estimación visual en 1 m² de cada una de ellas al azar, presentándose para todas las parcelas un porcentaje de emergencia de prácticamente el 100% (Figura 5), lo

cual se puede deber a que las semillas fueron sembradas a mano a una profundidad de aproximadamente 20-30 mm, además del nivel adecuado de humedad del suelo al momento de la siembra, factores que incidieron en que se produjera un buen porcentaje de emergencia en todos los tratamientos. Además las temperaturas apropiadas permitían un rápido desarrollo del coleóptilo y una adecuada formación de giberelinas (BARCELÓ *et al.*, 2001).



FIGURA 5 Emergencia de las plantas en el estado de desarrollo GS 12.

El 1 de octubre del 2005, las plantas de todos los tratamientos se encontraban en el estado GS 12, momento en que se determinó el desarrollo de la primera hoja de las plantas de los distintos tratamientos, a través de la medición del largo y ancho de la primera hoja de 20 plantas tomadas al azar de cada una de las parcelas. En el Cuadro 4 se muestran los valores promedios obtenidos por tratamiento.

CUADRO 4 Valores promedio del largo y ancho de la primera hoja desplegada en los distintos tratamientos, en el estado GS12

T	Semilla	Follaje	Largo de la hoja (cm)	Ancho de la hoja (mm)
1	Ninguno	Ninguno	8,13 a	7,25 a
2	Difeconazole	Ninguno	7,93 a	7,36 a
3	Difeconazole	Azoxystrobin	7,74 a	7,48 a
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole + cyprodinil	8,25 a	7,80 a
5	Triadimenol	Ninguno	7,87 a	7,27 a
6	Triadimenol	Propiconazole + cyprodinil	7,92 a	7,20 a

T= Tratamiento fungicida aplicado a la semilla.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Friedman).

Los resultados presentados en el Cuadro 4, muestran que no hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos para ninguna de estas dos mediciones, lo cual permite suponer que los fungicidas no tuvieron ningún efecto sobre el largo y ancho de la hoja evaluada, lo cual indicaría que el follaje de las plantas era morfológicamente similar.

Posteriormente durante el periodo de macollaje se evaluó el vigor de cada una de las parcelas de los distintos tratamientos, las cuales se calificaron con una escala del 1 al 3 (1= bajo vigor; 2= vigor intermedio; 3= alto vigor). Los resultados se presentan a continuación en el Cuadro 5.

CUADRO 5 Vigor de los distintos tratamientos durante el periodo de macollaje.

T	Semilla	Follaje	Vigor
1	Ninguno	Ninguno	1,75 ab
2	Difeconazole	Ninguno	1,50 a
3	Difeconazole	Azoxystrobin	1,75 ab
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole+ cyprodinil	3,00 c
5	Triadimenol	Ninguno	2,25 b
6	Triadimenol	Propiconazole+ cyprodinil	2,50 bc

T= Tratamiento fungicida aplicado a la semilla.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

En el Cuadro 5 se puede observar que solo el tratamiento con azoxystrobin presentó diferencias significativas en comparación al testigo, lo cual se vió reflejado en terreno por una mejor condición de las plantas de ese tratamiento en cada una de sus parcelas (mayor macollaje). Para el resto de los tratamientos no se observaron claras diferencias en cuanto al vigor, observándose para estos tratamientos y para el testigo un vigor similar, lo cual se ve reflejado estadísticamente.

4.3 Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de rincosporiosis.

Para analizar el efecto de los tratamientos en este ensayo es importante señalar que la siembra de la cebada fue realizada sobre rastrojo de cebada del

año anterior, por lo que se puede asumir una mayor fuente de inóculo que en una situación de rotación de cultivo, ya que *R. secalis* persiste desde una temporada a otra como micelio en residuos de cosecha de cebada y hospederos alternantes, siendo la fuente primaria de inóculo (SKOROPAD, 1959; AYESU-OFFEI y CARTER, 1971; McMULLEN y LAMEY, 2001). Según STEDMAN (1980), el micelio de hojas muertas puede producir nuevas esporas dentro de 24 horas, bajo condiciones de alta humedad, mientras que SKOROPAD (1966) descubrió que las lesiones de escaldadura retienen la habilidad para producir conidias por más de 340 días, dependiendo de las condiciones ambientales. Todos estos factores favorecen una rápida infección en condiciones de siembras continuas, como las que corresponden a este ensayo.

En el Anexo 1 se encuentran la temperatura promedio y la precipitación total durante el mes de agosto previo a la siembra de la cebada, en donde hubo un valor promedio de temperatura de 6,1° C y 243,3 mm de lluvia caída, lo cual nos indica que es posible la esporulación del hongo a partir de micelios presentes en los residuos de cosecha del año anterior, sin embargo se deduce que esta esporulación fue en una baja intensidad considerando el periodo de latencia de *R. secalis*, el cual según SHAW (1986) presenta rangos entre 8-25 días dependiendo de la temperatura, siendo generalmente de 10-14 días con temperaturas entre 15-25° C, lo cual permite deducir que hubo una esporulación lenta del hongo debido a las bajas temperaturas que existieron durante el mes de agosto. Estas condiciones climáticas si bien no son las óptimas para el desarrollo del hongo, si son suficientes para que se produzca la esporulación y el desarrollo de síntomas en el hospedero.

Las precipitaciones por otro lado indican que puede haber existido una buena dispersión de las esporas producidas de *R. secalis*, ya que según los resultados obtenidos por AYESU-OFFEI y CARTER (1971), la esporulación

ocurre mas abundantemente cuando existe la presencia de agua libre, liberándose las conidias simultáneamente con las precipitaciones.

Según STEDMAN (1980), usualmente las primeras lesiones en el hospedero ocurren antes del encañado, en donde la mayor concentración de esporas se encuentra en las partes más bajas de los tallos y en las hojas basales. Esto concuerda con lo observado en terreno durante la primera evaluación realizada en la etapa de macollaje el día 23 de octubre del 2005, en donde se encontró que la incidencia mas fuerte por rincosporiosis fue en las hojas basales de todos los tratamientos, provocando generalmente una necrosis total de estas hojas, aunque también fue posible encontrar síntomas de helmintosporiosis en ellas, aunque con un notable menor grado de incidencia. En el Cuadro 6 se observan las diferencias entre tratamientos para el porcentaje promedio de hojas basales necrosadas producto del ataque principalmente de rincosporiosis y en menor grado de helmintosporiosis para este período de evaluación, en donde se aprecia que las semillas desinfectadas con azoxystrobin mas difeconazole presentaron las hojas basales de cada planta con un mayor porcentaje de área foliar fotosintéticamente activa, observándose una reducción de 3,6 veces el área foliar necrosada en comparación al testigo. Además este tratamiento mantuvo verdes por mas tiempo las hojas básales sanas, a diferencia de los tratamientos restantes en que las hojas básales sanas generalmente se encontraban en proceso de senescencia, provocando que las plantas de este tratamiento mostraran un mayor vigor durante el periodo de macollaje, lo cual puede estar influenciado por los efectos fisiológicos que presenta el ingrediente activo azoxystrobin, el cual según WU y VON TIEDEMANN (2001) hace decrecer la producción de etileno en las plantas, provocándose una lenta degradación de las citoquininas, dando como resultado un retardo en la senescencia de las hojas, y por lo tanto un mayor tiempo de actividad fotosintética por parte de esas hojas, lo cual permite que la planta acumule una mayor cantidad de asimilatos.

CUADRO 6 Número de macollos y porcentaje promedio de hojas basales necrosadas en cada tratamiento.

T	Nº macollos		% Hojas basales necrosadas
	Mínimo	Máximo	
1	3	7	60,00 a
2	3	7	46,30 ab
3	3	8	51,30 ab
4	4	9	16,30 d
5	3	7	25,00 cd
6	3	8	37,50 bc

T= Tratamiento

% Hojas basales necrosadas= Promedio obtenido a partir del número de hojas basales necrosadas sobre un total de 160 hojas por tratamiento (80 plantas).

Medición realizada el día 23 de octubre.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Tukey).

Durante esta primera evaluación (GS 23-29), se midió la incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis, en donde se consideró el área afectada (%) de las 3 hojas más jóvenes desplegadas de cada eje principal. A continuación se presenta en los Cuadros 7, 8 y 9, el grado de ataque (%) de ambas enfermedades registrado en cada una de estas hojas (hoja 3, hoja 2 y hoja 1) durante los tres primeros estados fenológicos evaluados del cultivo (GS 23-29, GS 33-34 y GS 37-39).

CUADRO 7 Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical.

T	Semilla	Rincosporiosis			Helmintosporiosis		
		GS 23-29 DDS 43	GS 33-34 DDS 56	GS 37-39 DDS 70	GS 23-29 DDS 43	GS 33-34 DDS 56	GS 37-39 DDS 70
1	Testigo	4,16 ab	3,20 a	5,24 a	2,56 a	1,79 a	1,21 a
2	Difeconazole	3,93 b	2,06 ab	3,55 ab	0,54 b	0,93 b	0,96 ab
3	Difeconazole	7,01 a	2,46 a	2,69 bc	1,85 a	1,38 b	0,65 b
4	Difeconazole Azoxystrobin	1,24 c	0,88 c	1,99 c	0,14 c	0,01 c	0,09 c
5	Triadimenol	2,55 b	2,05 b	2,4 c	0,98 b	1,06 b	0,73 ab
6	Triadimenol	3,08 b	1,63 b	2,21 c	0,81 b	0,51 b	0,49 b

T= Tratamiento fungicida aplicado a la semilla.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas (P = 0,05; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

CUADRO 8 Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la segunda hoja desde la hoja apical.

T	Semilla	Rincosporiosis			Helmintosporiosis		
		GS 23-29 DDS 43	GS 35 DDS 56	GS 37-39 DDS 70	GS 23-29 DDS 43	GS 33-34 DDS 56	GS 37-39 DDS 70
1	Testigo	0,19 a	0,09 a	0,29 a	0,76 a	0,00 a	0,15 a
2	Difeconazole	0,06 a	0,00 a	0,14 a	0,58 a	0,00 a	0,06 a
3	Difeconazole	0,14 a	0,00 a	0,21 a	0,34 a	0,06 a	0,08 a
4	Difeconazole Azoxystrobin	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 a	0,00 a
5	Triadimenol	0,10 a	0,00 a	0,13 ab	0,14 ab	0,06 a	0,09 a
6	Triadimenol	0,00 a	0,06 a	0,00 b	0,21 ab	0,00 a	0,00 a

T= Tratamiento fungicida aplicado a la semilla.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

CUADRO 9 Efectos de los fungicidas aplicados a la semilla en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la hoja apical (Hoja 1).

T	Semilla	Rincosporiosis			Helmintosporiosis		
		GS 23-29 DDS 43	GS 33-34 DDS 56	GS 37-39 DDS 70	GS 23-29 DDS 43	GS 33-34 DDS 56	GS 37-39 DDS 70
1	Testigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Difeconazole	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Difeconazole	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	Difeconazole Azoxystrobin	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Triadimenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Triadimenol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

T= Tratamiento fungicida aplicado a la semilla.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Friedman).

DDS= Días desde la siembra.

En el análisis de la incidencia de rincosporiosis en la penúltima y última hoja más joven (hoja 2 y 1, respectivamente), se puede observar que los tratamientos de aplicaciones de fungicidas a la semilla no presentaron diferencias significativas con respecto al testigo en la incidencia por esta enfermedad, observándose para todos los tratamientos una nula o insignificante aparición de síntomas para las 2 hojas más nuevas (Cuadros 8 y 9), lo cual puede estar dado por las condiciones de temperatura mas bien bajas, durante los meses de septiembre y octubre, registrándose temperaturas promedio de 7,6 y 8,7° C (Anexo 1) respectivamente, lo cual explica la lenta infección de rincosporiosis en estas hojas, además de ser hojas mas nuevas que estuvieron

expuestas por un menor tiempo, a la posible infección de esporas de rincosporiosis, en comparación a hojas mas viejas.

Sin embargo, a diferencia de los resultados presentados para las 2 últimas hojas, en el Cuadro 7 se observan los porcentajes de infección promedio por tratamiento para la hoja 3, los cuales demuestran que los tratamientos con triadimenol (5 y 6) y con difeconazole (2 y 3) no presentaron diferencias significativas frente al testigo con respecto al porcentaje de área foliar afectada por rincosporiosis, mientras que la mezcla de difeconazole con azoxystrobin (4) presento diferencias significativas frente al testigo (1) siendo el tratamiento más efectivo contra la infección por *R. secalis* a 43 días de realizada la siembra, presentando aproximadamente tres veces menor porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis en comparación al testigo. El mayor control de la estrobilurina en comparación a los triazoles triadimenol y difeconazole puede estar dado por el efecto preventivo que presentan los primeros, en donde según GRAIN RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION, GRDC, (2005) las estrobilurinas actúan previniendo la infección y germinación de las esporas, por lo cual se evita la formación del tubo germinativo y la posterior penetración del hongo en los tejidos del hospedero, a diferencia de los triazoles que no tienen actividad sobre la germinación de la spora, presentando además una actividad media en la formación del tubo germinativo. En cuanto a los tratamientos a la semilla con difeconazole (2 y 3) se puede observar que aplicado solo no fue diferente con el testigo, para la infección por rincosporiosis (Cuadros 7, 8 y 9).

La segunda evaluación de la incidencia de rincosporiosis se realizó el día 5 de noviembre del 2005, a 8 semanas de realizada la siembra, momento en el cual las plantas se encontraban encañadas con 3-4 nudos palpables (GS 33-34). En el Cuadro 8 y 9 se pudo observar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos para el porcentaje de área foliar afectada

por rinosporiosis en las 2 hojas mas nuevas desplegadas, presentándose al igual que en la primera medición porcentajes insignificantes de infección para la segunda hoja y nulos para la hoja mas nueva, debido a la falta de las condiciones ambientales ideales (15-25° C y alta humedad) para la infección por parte de la espora, registrándose del día 15 de octubre al 5 de noviembre una temperatura promedio de 9,08° C y 35,5 mm de lluvia caída (Anexo 9 y 10).

A diferencia de las 2 hojas mas nuevas durante el GS 33-34 en donde prácticamente no se observaron síntomas de rinosporiosis, para la hoja 3 se observan diferencias significativas en el grado de infección por rinosporiosis de los tratamientos 4, 5 y 6 con respecto al testigo sin tratamiento fungicida a la semilla, presentando el menor porcentaje promedio de área foliar afectada por rinosporiosis el tratamiento con difeconazole mas azoxystrobin. Sin embargo, nuevamente los tratamientos con difeconazole sólo a la semilla no se diferenciaron con el testigo, mientras que los tratamientos con triadimenol fueron distintos al testigo, pero inferiores a la estrobilurina (Cuadro 7).

La tercera evaluación se realizó el día 19 de noviembre del 2005, a 10 semanas de realizada la siembra, fecha en la cual las plantas se encontraban en el GS 37-39 (hoja bandera aún enrollada – hoja bandera desenrollada), considerándose para la evaluación las últimas 3 hojas totalmente desplegadas de cada planta, manteniéndose al igual que en la medición anterior diferencias significativas entre los tratamientos 4, 5 y 6 con el testigo, y presentando la menor incidencia el tratamiento 4 con la estrobilurina. Además se puede observar que a diferencia de las dos mediciones anteriores, existen diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad en la hoja 2 entre los tratamientos 4 y 6 con el testigo (Cuadro 8), pero esta situación no se presentó para la hoja mas nueva u hoja 1, para la cual no se observaron síntomas de rinosporiosis en ninguna de las tres primeras evaluaciones (Cuadro 9). La incidencia de rinosporiosis en la penúltima hoja u hoja 2 se puede explicar por

las condiciones ambientales imperantes desde la segunda hasta la presente evaluación en donde hubo un aumento de la temperatura, registrándose un valor promedio de 14,2° C con un valor de temperaturas máximas promedio de 22,8° C (Anexo 10), lo cual junto con condiciones de alta humedad puede haber provocado una rápida infección en la hoja 2 y 3. Sin embargo, para esta evaluación no se observa un aumento considerable en el porcentaje de infección promedio con las evaluaciones anteriores (Cuadro 7 y 8), probablemente debido a que una vez que se dan las condiciones favorables para que ocurra la infección y el posterior desarrollo de la enfermedad, la sintomatología típica se observa dentro de aproximadamente 14 días (SKOROPAD, 1957). Otro factor que explica los menores porcentajes de infección de las hojas superiores en relación a las hojas basales mas viejas durante las tres primeras mediciones, es la diferencia de tiempo que hay entre una hoja nueva expandida en relación a la que le antecede, en donde según YOUNG *et al.*, (2006) para la cebada el filocrono (intervalo entre la emergencia de una hoja a la siguiente) presenta rangos de 7-14 días (media de 10), lo cual indica el porque durante el GS 23-29 y GS 33-34 se observaban síntomas de ambas enfermedades en mayor grado sobre las hojas basales y de las hojas evaluadas (tres hojas desplegadas mas nuevas) principalmente sobre la hoja 3.

A pesar de que durante las primeras 10 semanas el tratamiento con difeconazole mas azoxystrobin presentó los menores porcentajes de infección por rinosporiosis, los tratamientos con triadimenol presentaron también un grado de control interesante durante este periodo de tiempo, no presentando diferencias significativas con el tratamiento 4 para esta tercera evaluación. El control sobre rinosporiosis otorgado por triadimenol, ha sido reportado por KHAN y YOUNG (1989), en el caso de un experimento realizado el año 1987, en donde se inoculó artificialmente la escaldadura por medio de la aplicación de 15 g/m² de rastrojo de cebada, infectado con *R. secalis* tres semanas después de la siembra de la cebada, en donde las semillas desinfectadas con

triadimenol presentaron una significativa reducción en la incidencia de enfermedades en comparación al testigo sin fungicida a 11 semanas de realizada la siembra.

Este resultado concuerda además con el estudio de laboratorio realizado por HOLLOMON (1984), en donde se determinó la sensibilidad de 30 esporas aisladas de *R. secalis* a este fungicida, presentando resultados que describen una significativa sensibilidad por parte del patógeno al ingrediente activo triadimenol en dosis similares a las aplicadas en campo. Además se menciona que los niveles de triadimenol en la punta de la hoja eran más que suficientes para inhibir el desarrollo de la enfermedad, los análisis sugirieron que incluso en la base de la hoja puede haber suficiente concentración de fungicida para restringir el desarrollo de las esporas aisladas, que se utilizaron en ese estudio.

A pesar de toda la información disponible sobre el control que ejerce el triazol triadimenol sobre rinosporiosis, se puede observar en este ensayo que si bien presentó diferencias significativas en el grado de infección con el testigo en el GS 33-34 y GS 37-39 para la hoja 3, no presentó esta diferencia con el triazol difeconazole durante las dos primeras evaluaciones, el cual según los antecedentes que se dispone no está recomendado para el control de rinosporiosis en cebada, sino que principalmente para el control de carbones en cereales como trigo, cebada y avena (AFIPA, 2002-2003), aunque existe información de que tiene un grado de control sobre la helmintosporiosis.

Durante los tres primeros estados fenológicos se pudo observar que los promedios de infección de rinosporiosis en las últimas tres hojas desplegadas del testigo alcanzó promedios de infección relativamente bajos, lo cual como se explicó anteriormente estuvo influenciado por las condiciones ambientales, pero además existe un efecto del manejo del residuo de cosecha de la cebada en el predio donde se realizó el ensayo que puede explicar los bajos porcentajes de

infección en las primeras evaluaciones. Allí se efectuó la quema de los rastrojos de cebada de la temporada anterior, lo cual según MAYFIELD y CLARE (1984) es una práctica de manejo de residuos que reduce la cantidad de inóculo primario de *R. secalis* responsable del subsecuente desarrollo de la enfermedad. Los resultados de ese estudio arrojaron que la quema de los rastrojos redujo la incidencia y la severidad de la enfermedad, sin embargo cuando el cultivo de la cebada estaba en el periodo de llenado de granos, la severidad de la enfermedad no se vio afectada significativamente por ese manejo, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo, en donde en los estados fenológicos GS 61 y GS 75 se observa un aumento considerable de la incidencia de la enfermedad en las tres últimas hojas desplegadas (Cuadros 10, 11 y 12), lo cual se discutirá mas adelante.

Los resultados muestran un comportamiento distinto de ambos triazoles, siendo levemente más efectivo en el control otorgado sobre rincosporiosis el triazol triadimenol. Azoxystrobin mezclado con difeconazole dio un buen control, sin embargo, debido al bajo control ejercido por el triazol, debería analizarse su efecto al ser usado solo. Considerando la presencia de resistencia que presentan las poblaciones de hongos sometidas a aplicaciones de estrobilurina y la menor incidencia de resistencia en el caso de triadimenol, sería adecuada la alternancia de triadimenol y estrobilurina en el combate de esta enfermedad a fin de reducir la posibilidad de aparición de resistencia, en el caso de usar estos fungicidas a la semilla.

4.4 Efecto de los tratamientos al follaje en la incidencia de rincosporiosis.

La aplicación de los fungicidas al follaje se realizó el día 25 de noviembre al GS 41, basándose en los momentos de aplicación realizados durante años en Chile, el cual al igual que en el trigo es durante la aparición de la hoja bandera y en algunos casos en estado de buche, con el objetivo principal de

proteger hasta el final del cultivo, las últimas 3 hojas de este, que son las que mas influyen en el rendimiento. Según GRDC (2005), la hoja bandera aporta entre un 5-9%, mientras que la hoja 2 o F-1 contribuye aproximadamente en el rendimiento entre un 20-40% y la hoja 3 o F-2 entre un 10-15%, aportando lo restante la espiga con un 13% y la vaina de la hoja con un 25%.

En los Cuadros 10, 11 y 12 se presentan los resultados del porcentaje de incidencia (%) de rinosporiosis y helmintosporiosis en las ultimas 3 hojas desplegadas del cultivo en los estados GS 61 y GS 75.

CUADRO 10 Efecto de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rinosporiosis y helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical.

T	Semilla	Follaje	Rinosporiosis		Helmintosporiosis	
			GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109
1	Ninguno	Ninguno	27,44 a	72,80 a	1,60 a	5,04 a
2	Difeconazole	Ninguno	25,20 a	68,15 a	0,64 a	2,38 b
3	Difeconazole	Azoxystrobin	13,24 c	59,54 b	0,26 b	0,98 c
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole + cyprodinil	4,11 e	58,95 b	0,03 c	0,38 d
5	Triadimenol	Ninguno	21,03 b	69,84 a	1,88 a	2,34 b
6	Triadimenol	Propiconazole + cyprodinil	7,91 d	57,20 b	0,05 c	1,59 b

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas (P = 0,05; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

CUADRO 11 Efectos de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la segunda hoja desde la hoja apical.

T	Semilla	Follaje	Rincosporiosis		Helmintosporiosis	
			GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109
1	Ninguno	Ninguno	16,49 a	65,20 a	0,58 a	2,73 a
2	Difeconazole	Ninguno	12,70 b	58,10 a	1,50 a	3,18 a
3	Difeconazole	Azoxystrobin	5,61 c	48,75 b	0,11 b	1,55 b
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole + cyprodinil	3,19 d	47,30 bc	0,08 b	0,49 c
5	Triadimenol	Ninguno	12,90 b	65,65 a	1,66 a	1,6 b
6	Triadimenol	Propiconazole + cyprodinil	6,20 c	46,83 c	0,04 b	1,18 b

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.* (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

CUADRO 12 Efectos de los fungicidas aplicados al follaje en el porcentaje promedio de incidencia de rincosporiosis y helmintosporiosis en la hoja apical (hoja 1).

T	Semilla	Follaje	Rincosporiosis		Helmintosporiosis	
			GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109
1	Ninguno	Ninguno	9,75 ab	59,69 a	0,75 b	1,61 a
2	Difeconazole	Ninguno	7,31 b	50,48 b	2,36 a	1,01 a
3	Difeconazole	Azoxystrobin	2,99 cd	32,06 c	0,14 c	0,64 a
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole + cyprodinil	1,66 d	36,20 c	0,69 bc	0,5 a
5	Triadimenol	Ninguno	10,56 a	56,54 ab	0,58 b	1,03 a
6	Triadimenol	Propiconazole + cyprodinil	3,23 c	37,44 c	0,28 c	0,74 a

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

En los Cuadros 10, 11 y 12 se puede observar que durante el estado GS 61 (11 de diciembre) hubo un aumento significativo de la incidencia de rincosporiosis en las últimas tres hojas desplegadas en relación a la medición anterior (Cuadros 7, 8 y 9), lo cual se puede explicar por las condiciones ambientales que existieron desde el GS 37-39 al GS 61, produciéndose un incremento de la temperatura y lluvia caída (Anexo 10 y 11), periodo que registró una temperatura promedio de 12,2° C y 179 mm de lluvia caída, lo cual indica que durante ese periodo de tiempo existieron las condiciones de humedad y temperatura adecuadas para la esporulación, dispersión y desarrollo de la enfermedad sobre las hojas evaluadas. También se puede apreciar que

este aumento en el grado de infección por rinosporiosis, se mantiene desde el GS 61 al GS 75, lo cual está influenciado por el aumento en la temperatura promedio, registrándose desde el día 11 al 28 de diciembre una temperatura promedio de 16,3° C, lo cual es favorable para el desarrollo de la enfermedad, y que las hojas evaluadas fueran las mismas.

La primera evaluación de la incidencia de rinosporiosis en las últimas tres hojas desplegadas después de la aplicación de los fungicidas al follaje, se realizó el día 11 de diciembre cuando las plantas se encontraban en el estado GS 61 según ZADOKS *et al.*, (1974), mientras que la última evaluación se realizó el día 28 de diciembre en el GS 75. En el Cuadro 10 se puede observar que para la hoja 3 o F-2 durante el GS 61 los tratamientos a la semilla que no recibieron aplicaciones al follaje presentaron en general niveles de infección por rinosporiosis similares al testigo. Todos los tratamientos que recibieron aplicación al follaje mostraron diferencias significativas en el grado de infección por rinosporiosis en relación al testigo, presentando el mayor control el tratamiento 4, seguido en eficacia de control por los tratamientos 6 y 3, registrándose un porcentaje de control de la incidencia por rinosporiosis con respecto del testigo de un 85, 71 y 52% respectivamente (considerando que el testigo presentó un 27,44% de infección). Para esta misma hoja en el GS 75 el tratamiento 4 registró un control del 19%, similar a lo obtenido por los tratamientos 6 y 3 que tuvieron un control del 21 y 18% respectivamente, no observándose diferencias estadísticas entre los tratamientos al follaje para el grado de infección por rinosporiosis durante la última evaluación.

Si se comparan los tratamientos que presentaron el mismo fungicida a la semilla, como en el caso del tratamiento 2 con el 3 (desinfección con difeconazole) y el tratamiento 5 con el 6 (desinfección con triadimenol) se puede apreciar el efecto que tuvo en los tratamientos 3 y 6 la aplicación del fungicida

al follaje sobre la incidencia de la enfermedad en comparación a los tratamientos que solo tuvieron la desinfección a la semilla.

Para el primer caso se puede observar que para la hoja 3 durante el GS 61 el tratamiento 3 con aplicación de azoxystrobin al follaje presentó un porcentaje de control del 47,5% con respecto al tratamiento 2 (Cuadro 10). El mediano grado de control que presentó el fungicida azoxystrobin se podría explicar en este caso, por el bajo control sobre rinosporiosis que presentó el desinfectante de semillas difeconazole en el follaje, durante las tres mediciones previas a la aplicación de fungicidas al follaje, en donde no se observaron diferencias significativas con el testigo en cuanto al porcentaje promedio de incidencia de la enfermedad (Cuadros 7, 8 y 9), lo cual permite suponer que el porcentaje de infección observado en el GS 37-39 para la hoja 3 de 2,69% (Cuadro 7) podría haber aumentando levemente, debido a las condiciones ambientales que hubieron desde esa medición hasta el día de la aplicación al follaje (Anexo 10), en donde hubo una temperatura promedio de 12,3° C y 84,6 mm de lluvia caída, lo cual nos indica que la hoja se encontraba infectada y con presencia de síntomas al momento de aplicar el fungicida azoxystrobin, el cual según BARLETT *et al.*, (2002), presenta un máximo control de la enfermedad al ser aplicado de manera preventiva previo a la infección o en estados tempranos de desarrollo de la enfermedad para capitalizar sus efectos sobre la germinación de las esporas. Sin embargo, azoxystrobin también ha demostrado actividad curativa contra un rango de enfermedades, lo cual es usualmente evidenciado por un colapso en el micelio del patógeno, además de observarse en algunas ocasiones actividad erradicante y/o antiesporulante, lo cual explicaría el control alcanzado.

Para el segundo caso se observó que el tratamiento 6 con aplicación al follaje del fungicida en mezcla de propiconazole mas cyprodinil presentó porcentaje de control del 62,5% en comparación al tratamiento 5 que presentó

solamente una aplicación del fungicida triadimenol a la semilla, el cual disminuye en el estado GS 75 a un 18%. El mejor control de esta mezcla de fungicidas en comparación a la estrobilurina azoxystrobin puede estar influenciado por el menor porcentaje de infección que presentaron las últimas 3 hojas previo a la aplicación foliar (Cuadros 7, 8 y 9), además del diferente modo de acción que presenta tanto propiconazole como cyprodinil en comparación a las estrobilurinas, en donde existe una ventaja por parte de los primeros. Según GRDC (2005), propiconazole presenta un buen control curativo actuando al interior de la hoja, mientras que las estrobilurinas presentan un control limitado. En el caso del ingrediente activo cyprodinil también presenta un buen control al ser aplicado cuando existe la presencia de síntomas, ya que según KNAUF-BEITER *et al.*, (1995) la actividad antifúngica de cyprodinil se basa en su actividad sistémica, actuando posterior a la infección por parte del hongo y limitando el efecto de la infección a pequeñas lesiones necróticas aparentes, lo que explica el efecto curativo que presenta este fungicida. Sin embargo, tal como en el caso de azoxystrobin, su mejor control ocurre al ser aplicado en forma preventiva.

En el Cuadro 11 se observa que para la hoja 2 se mantienen las diferencias significativas entre los tratamientos 3, 4 y 6 con el testigo durante el GS 61 y 75. A diferencia del control de rincosporiosis otorgado por los fungicidas sobre la hoja 3, se aprecia que durante el GS 61 el tratamiento 3 aumentó el porcentaje de efectividad en el control de rincosporiosis en la hoja 2 en comparación al testigo, presentando un porcentaje de control del 66%, lo que denota un aumento del 18% en comparación al control que se registró para la hoja 3, mientras que los tratamientos 4 y 6 presentaron un control del 80,6 y 62,4 % respectivamente. Durante el estado GS 75 se observó una disminución en el porcentaje de control de estos tratamientos en la hoja 2, en donde se registró para el tratamiento 3 un control del 25%, mientras que el tratamiento 4 y 6 presentaron un mayor control con un 27,4 y 28% respectivamente.

Si se compara el tratamiento 3 con el 2, se establece que el porcentaje de control que presentó el fungicida azoxystrobin en la hoja 2 fue del 55,8, siendo mayor al que alcanzó la mezcla de propiconazole mas cyprodinil al comparar los tratamientos 5 y 6. Este aumento en el control por parte de azoxystrobin en la segunda hoja se puede deber al efecto antiesporulante que presenta este fungicida, el cual probablemente debe haber reducido la fuente de inóculo presente en las hojas inferiores, además de presentarse a seis días de su aplicación un porcentaje promedio de infección del 0,21% (Cuadro 8), lo cual indica que el fungicida puede haber actuado en estados mas tempranos del desarrollo de la enfermedad, lo cual maximiza su control debido a las características que presenta por su modo de acción.

Si se compara la incidencia de rinosporiosis que presentó el tratamiento 5 en comparación al tratamiento 6 con aplicación de fungicida al follaje, se observa un porcentaje de control por parte de la mezcla de propiconazole mas cyprodinil en la hoja 2 del 52%, lo cual se ve reflejado estadísticamente por la diferencia significativa que presentaron ambos tratamientos (Cuadro 11). En el caso de los tratamientos 4 y 6 que presentan aplicación al follaje de la mezcla de propiconazole más cyprodinil, se observa que el primero presentó un 18% mas de eficacia en el control de la enfermedad, lo cual es similar a lo observado para la hoja 3 (Cuadro 10), en donde se presentó una diferencia del 14%. Esto se ve reflejado en los Cuadros 10 y 11, en donde estos tratamientos presentaron diferencias significativas entre si, lo cual puede ser explicado por el mejor control que otorgó la desinfección con difeconazole mas azoxystrobin en comparación a triadimenol, en donde los primeros mantuvieron las hojas superiores con el menor porcentaje de infección promedio durante los primeros tres estados fenológicos (Cuadros 7, 8 y 9), lo cual influyó positivamente en el desempeño del fungicida aplicado al follaje, asumiendo por las primeras tres evaluaciones que azoxystrobin redujo de manera importante la fuente de inóculo, puesto que además de inhibir la germinación e infección de la espora,

también muestra una reducción en el crecimiento del patógeno durante la fase de latencia del hongo (BARLETT *et al.*, 2002).

En el Cuadro 12 se observan los porcentajes de infección promedio para la hoja bandera, en donde se aprecian diferencias significativas de los tratamientos 3, 4 y 6 con respecto del testigo durante el GS 61 y 75. Para estos tratamientos los porcentajes de control con respecto del testigo durante el GS 61 fueron de 69,3, 82,9 y 66,8% respectivamente, lo que muestra una mayor eficiencia en el control por parte de estos tratamientos en comparación a la hoja 2. Durante el GS 75 los porcentajes de control para estos mismos tratamientos fueron del 46, 39 y 37% respectivamente.

Si se compara el tratamiento 5 con el 6, se puede decir que el control que presentó el fungicida propiconazole mas cyprodinil para la hoja bandera fue del 69,41%, lo cual muestra un aumento en el control de aproximadamente un 17% con respecto de la hoja 2 (Cuadro 12). El mayor control de rinosporiosis en la hoja bandera se explica por los factores mencionados anteriormente para la hoja 2, en donde se deduce que el fungicida redujo la fuente de inóculo, además de la diferencia de tiempo que lleva expandida la hoja bandera en comparación a la hoja 2 o F-1 y probablemente a las mejores condiciones de ventilación lo cual redujo las condiciones ambientales (humedad y temperatura) para el desarrollo de la enfermedad.

Debido a la importancia de la hoja bandera y especialmente de la segunda hoja en el llenado del grano; el que los tratamientos al follaje hayan reducido la incidencia de ambas enfermedades, indicaría la importancia de aplicaciones en ese estado de desarrollo de la planta, aunque seria interesante ver el control de los fungicidas y su efecto en el rendimiento, al ser aplicados en estados mas tempranos del desarrollo del cultivo, para que los fungicidas actúen en estados mas tempranos del desarrollo de la enfermedad.

En cuanto a el momento óptimo de aplicación de los fungicidas al follaje para el control de rinosporiosis en cebada, existe un trabajo reciente realizado en Inglaterra por YOUNG *et al.*, (2006), en donde destacan que la cebada necesita ser tratada en estados mas tempranos que en trigo, para lograr un control efectivo de la enfermedad, basándose en que las hojas inferiores en cebada pueden contribuir mas en el rendimiento que en trigo, consiguiendo que tratamientos fungicidas aplicados más tempranamente sean importantes.

Paveley *et al.* (2003) citados por YOUNG *et al.* (2006) indican que la relación entre el momento óptimo de aplicación y la eficacia de la dosis aplicada dependen del filocrono, como también del periodo de latencia del hongo, y podría esperarse que difiera entre cultivos en caso de existir diferencias en alguna de estas variables, aunque para trigo y cebada el filocrono pareciera ser similar. En ese experimento se aplicó, en ocho momentos diferentes un tratamiento fungicida en cuatro dosis con intervalos de 10-11 días entre momentos de aplicación. Los resultados indicaron que los tratamientos fungicidas en cebada fueron efectivos por un mayor periodo de tiempo antes de la emergencia de la hoja que se deseaba proteger que después de esta, probablemente por que los tratamientos fungicidas aplicados antes de la emergencia de la hoja que se pretende proteger reducen la producción de inóculo sobre las hojas inferiores, lo que explica en parte porque en Inglaterra los fungicidas tienden a ser aplicados en estados de crecimiento mas tempranos en cebada que en trigo. Según GRDC (2005) en el caso de realizar solo una aplicación de fungicida al follaje, el momento óptimo en trigo es en el GS 39, mientras que para cebada es en el GS 33, que es el estado en que aparece aproximadamente la hoja 2 o F-1, que es la mas importante para el rendimiento en la cebada.

El efecto de los diferentes tratamientos fungicidas sobre el rendimiento y calidad de la cebada se analizara más adelante, al relacionar la protección

otorgada por los fungicidas en el nivel de infección y la producción de la cebada, sus componentes de rendimiento y de calidad del grano.

4.5 Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de helmintosporiosis.

Según HAMPTON (1980), las semillas infectadas son la principal fuente de inóculo de esta enfermedad en Nueva Zelanda, pero después de que las desinfección de semillas con nuevos fungicidas sistémicos se hizo una práctica estándar en 1977-1978, la enfermedad dejó de prevalecer en los cultivos de ese país. Sin embargo, el rol que presenta el inóculo de la semilla como fuente primaria de infección presenta una menor importancia en algunos países (SHIPTON *et al.* 1973 citados por HAMPTON, 1980). ANDRADE (1986a) señala que el hongo puede ser acarreado en la semilla, pero que se transmite principalmente por el viento, desde otras plantas afectadas, y desde malezas o pastos gramíneos hospederos. Basándose en esta última afirmación, se asume que los rastrojos del año anterior y posibles gramíneas hospederas serían la principal fuente de inóculo de la enfermedad para este ensayo, lo cual se ve apoyado por el estudio realizado por KHAN (1988), en donde se observó el efecto que producen los residuos de rastrojos infectados sobre las enfermedades foliares y en el rendimiento en cebada. Los experimentos realizados por KHAN (1988), mostraron que los residuos de rastrojo incrementan las enfermedades foliares, predominando en ese ensayo la helmintosporiosis o mancha reticulada en algunas locaciones.

En cuanto al grado de infección de mancha reticulada se puede observar que durante las tres primeras evaluaciones (GS 23-29, GS 33-34 y GS 37-39) no hubo diferencias significativas en el grado de infección por helmintosporiosis entre los tratamientos a la semilla con respecto del testigo para la hoja más nueva (hoja 1), en donde no se presentaron síntomas en ninguno de los

tratamientos (Cuadro 9), al igual que en el caso de rincosporiosis. Una situación similar se observó para el grado de infección en la hoja 2, donde no se presentaron diferencias de los tratamientos en relación al testigo durante la segunda y tercera evaluación (GS 33-34 y GS 37-39), encontrándose solo durante la primera evaluación (etapa de macollaje) diferencias significativas en el grado de infección por helmintosporiosis entre el tratamiento con difeconazole mas azoxystrobin con el testigo, mientras que para los tratamientos con triazoles no se observaron diferencias con el testigo (Cuadro 8).

En el Cuadro 7 se puede apreciar un mayor grado de ataque de mancha reticulada en la tercera hoja en comparación a las dos hojas mas nuevas, lo que indica que las conidias que se producen en las hojas mas bajas van infectando a las hojas superiores, ya que emergen cuando se dan las condiciones favorables (HOLLAWAY et al., 2004). Para el grado de infección en la hoja 3 durante la primera evaluación (GS 23-29) se observaron diferencias significativas del tratamiento con difeconazole mas azoxystrobin en comparación al testigo, al igual que los dos tratamientos desinfectados con triadimenol, mientras que para los tratamientos 2 y 3 con desinfección con difeconazole, se observó solo para uno de ellos diferencias con el testigo, siendo el tratamiento mas efectivo la mezcla de difeconazole mas azoxystrobin.

El fungicida triadimenol mostró un grado de control de helmintosporiosis inferior a azoxystrobin, pero redujo la enfermedad significativamente en relación al testigo. Esta menor eficacia de triadimenol en el control de helmintosporiosis podría deberse, a que triadimenol es uno de los fungicidas que ha sido utilizado durante varios años en Chile para el control de enfermedades foliares en cebada y podría presentar algún grado de resistencia.

SHERIDAM *et al.*, (1987), indican casos de resistencia a triadimenol por parte de algunas razas de *D. teres* en Nueva Zelanda, observándose el primer

caso entre los años 1981-1982. Aunque existan aparentemente razas resistentes de *D. teres* en las poblaciones naturales, los brotes de mancha reticulada en Nueva Zelanda son el resultado de la introducción de razas de *D. teres* altamente resistentes, presentes sobre semillas de cebada desde otros países.

Los resultados observados para este ensayo, indican que el fungicida triadimenol aún presenta un buen grado de control sobre la enfermedad, sin poder descartar la posible aparición de formas resistentes, manteniéndose para el tratamiento 5, desinfección con triadimenol, la diferencia con el testigo en el grado de infección por helmintosporiosis para la tercera hoja, hasta la segunda medición en el estado de 3-4 nudo, mientras que para el tratamiento 6 con la misma desinfección se presentan diferencias con el testigo en las siguientes dos mediciones (GS 33-34 y GS 37-39).

El control conseguido a 8 y 10 semanas de realizada la siembra para el tratamiento 5 y 6 respectivamente, puede estar dado por el mayor efecto residual que se obtiene al emplear las dosis altas recomendadas de este fungicida (250 cc/100 kg de semilla), prolongando su acción hasta estados juveniles en los cereales (AFIPA, 2002-2003). Para este mismo periodo de 10 semanas, se observa en el Cuadro 7 que para la tercera hoja la mezcla de difeconazole mas azoxystrobin tuvo el mejor control de helmintosporiosis durante los primeros tres estados fenológicos en que se evaluó la incidencia de la enfermedad, al igual que en el caso del control de rincosporiosis, mientras que para los tratamientos con difeconazole se observan diferencias con el testigo para ambos en la segunda evaluación y solo para uno de ellos en la tercera evaluación, lo cual indicaría que difeconazole presenta un grado limitado de control sobre la enfermedad. Este control obtenido por difeconazole pareciera ser menor que el otorgado por este producto en un estudio realizado en Australia por JAYASENA *et al.*, (2002), en donde el fungicida difeconazole

presentó un control sobre la mancha reticulada, lo cual se vio reflejado en un aumento del rendimiento en relación al testigo sin aplicación de un 26%.

En el Cuadro 7 se puede apreciar que existe un desarrollo más lento y un menor grado de infección por parte de helmintosporiosis en relación a la rincosporiosis para la hoja 3 durante las tres primeras evaluaciones, lo cual puede estar dado principalmente por las condiciones ambientales imperantes desde la siembra en septiembre, hasta el momento de la tercera evaluación el 19 de noviembre, registrándose para los meses de septiembre y octubre temperaturas promedio de 7,6 y 8,7° C (Anexo 1), mientras que para los primeros 19 días de noviembre se registró una temperatura promedio de 13,2° C (Anexo 10), siendo temperaturas que están por debajo de las óptimas requeridas por el patógeno para realizar la infección, ya que según HOLLAWAY *et al.*, (2004) la infección requiere condiciones húmedas con temperaturas de 15-25° C, a lo cual se le agrega el efecto que tiene la quema de rastrojos sobre la fuente de inóculo de las enfermedades, en donde al igual que para *R. secalis* se asume un efecto similar de reducción de la fuente de inóculo de *D. teres*. Otro factor que incide en la menor incidencia de *D. teres* es la interacción antagónica que existe entre este patógeno y *R. secalis*, lo cual se analizará en el punto 4.6.

4.6 Efectos de los tratamientos al follaje en la incidencia de helmintosporiosis.

En los Cuadros 10, 11 y 12 se puede observar que durante el estado GS 61 y GS 75 hubo un bajo grado de incidencia de helmintosporiosis en las últimas tres hojas desplegadas del testigo en comparación al grado de incidencia de rincosporiosis, aunque es posible ver un leve aumento de helmintosporiosis en relación a las mediciones anteriores, lo cual puede estar dado por la temperatura promedio de 12,2° C y 179 mm de lluvia caída que

hubo desde la tercera a la cuarta evaluación en el GS 61 (Anexos 10 y 11), manteniéndose un leve aumento en el grado de infección al pasar del estado GS 61 al GS 75, lo cual debe estar dado por la temperatura promedio de 16,3°C que existió durante ese periodo de tiempo (Anexo 11). Esto permite el desarrollo de la enfermedad, ya que necesita temperaturas entre 15-25° C, con condiciones de alta humedad (HOLLAWAY *et al.*, 2004), y al mayor tiempo de exposición de las hojas, ya que al ser un hongo necrotrófico a medida que transcurre el tiempo se produce un efecto acumulativo en el área dañada.

Considerando que en este ensayo se evaluó la incidencia de ambas enfermedades simultáneamente, es importante destacar la interacción que existe entre ambos patógenos y como esta interacción influye sobre el desarrollo de una u otra enfermedad, entendiendo como interacción todo tipo de relación que ocurre simultáneamente entre dos especies.

CHRISTIANSEN y FENCHEL (1977) señalan que existen una serie de términos genéricos que han sido definidos para describir los rangos de las diferentes relaciones interespecificas positivas o negativas, entre los que se encuentran la indiferencia (0/0), mutualismo (+/+), y competencia (-/-), aunque para la disciplina de la patología de las plantas cuando se habla de la relación interespecifica entre dos patógenos, estos dos últimos términos reciben el nombre de sinergismo y competencia. El término de competencia se divide en dos tipos, entre los que se encuentra la interferencia, la cual describe la situación cuando procesos fisiológicos llevan a cabo la interacción (por una interacción química directa o induciendo resistencia). El segundo tipo de competencia es la explotación, que describe la situación en la cual el grado de crecimiento del patógeno es reducido por el incremento de la densidad de otra especie, simplemente debido a un número reducido de sitios apropiados para la infección, lo que se conoce también como dependencia de la densidad, que describe la influencia de la disminución de disponibilidad de recursos debido al

aumento en la densidad de la población creciente que los esta consumiendo (BEGON *et al.*, 1997).

En un experimento realizado por XUE y BURNETT (1995) se estudio la interacción entre ambos patógenos necrotróficos (*R. secalis* y *D. teres*) sobre cebada, en donde 4 variedades no resistentes de cebada fueron inoculadas al estado GS 15 según un diseño de reemplazo, con las dos especies solas o juntas. Los niveles de enfermedad causados por *R. secalis* fueron en general considerablemente menores en las inoculaciones mixtas, en comparación a la causada en la inoculación de las especies solas, en donde los síntomas causados por *D. teres* fueron aproximadamente la mitad de lo observado cuando se aplicó la especie sola. Esto indica que existe una interacción de tipo competencia entre ambos patógenos, considerando la reducción en los síntomas de la enfermedad, lo cual fue confirmado en un experimento en el cual se retraso la inoculación en 24 horas, en donde el desarrollo mayor de los síntomas fue cuando el mismo patógeno fue inoculado en ambos tiempos de aplicación. Lo cual indica que además de la competencia de tipo interferencia existe competencia de tipo explotación.

En este estudio fue posible observar una supremacía en el grado de incidencia de rincosporiosis en comparación a helmintosporiosis sobre las últimas tres hojas desplegadas desde la primera a la ultima evaluación, lo cual como se a discutido anteriormente se vio favorecido por las condiciones ambientales mas favorables para el desarrollo de rincosporiosis, a lo que se le puede agregar la competencia que existe entre ambos patógenos, asumiendo que hubo una competencia en donde se vio perjudicado *D. teres* por las condiciones de temperatura y humedad que favorecían el mayor desarrollo de rincosporiosis, además de la interferencia que existe entre ambos patógenos, lo cual según los grados de infección de ambas enfermedades observados en este estudio indica que *R. secalis*, afectó directamente el desarrollo de *D. teres*

en el follaje de la cebada, lo cual se pudo apreciar en terreno al evaluar el desarrollo de ambas enfermedades en conjunto sobre cada una de las últimas tres hojas desplegadas. En terreno se observó que el mayor desarrollo de helmintosporiosis sobre alguna de esas hojas en particular ocurrió en ausencia de síntomas de rincosporiosis sobre la misma hoja, en estos casos fue posible observar en algunas ocasiones porcentajes sobre el 50% de incidencia de helmintosporiosis solo cuando no había presencia de síntomas de rincosporiosis sobre la misma hoja, o cuando esta se encontraba en un bajo grado de incidencia, no ocurriendo lo mismo para la mayoría de las hojas evaluadas en donde se observaban principalmente síntomas de rincosporiosis acompañados casi siempre de síntomas de helmintosporiosis en un bajo grado de incidencia.

Continuando con el efecto de los tratamientos al follaje sobre el grado de infección de helmintosporiosis se puede observar en el Cuadro 10, que para el estado GS 61 los tratamientos a la semilla que no recibieron aplicaciones al follaje no presentaron diferencias con el testigo en el grado de infección por helmintosporiosis en la hoja 3, sin embargo, los que recibieron aplicación de fungicidas al follaje presentaron diferencias con el testigo, reflejándose en niveles más bajos de ataque de la enfermedad, siendo el tratamiento 4 el más efectivo, presentando un control en relación al testigo de un 98,1%. Mientras que para el tratamiento 3 y 6 se registró un control en relación al testigo de un 83,8 y 96,9% respectivamente. Para el estado GS 75 se mantienen las diferencias de los tratamientos con aplicación de fungicidas al follaje en relación al testigo, registrándose para la hoja 3 un control del 92,5% para el tratamiento 4, mientras que para los tratamientos 3 y 6 se observó un control del 80,5 y 68,5% respectivamente.

Al comparar el grado de incidencia de helmintosporiosis del tratamiento 2 con que presentó el tratamiento 3, se puede determinar que el fungicida

azoxystrobin tuvo un porcentaje de control del 59,4% con un 0,26% de infección promedio en la hoja 3 en el GS 61. Este porcentaje de control por parte de azoxystrobin se debe a que el tratamiento 2 con difeconazole tuvo un cierto grado de control sobre la helmintosporiosis, presentando un control en relación al testigo de un 60%, lo que contrasta con lo sucedido para el grado de infección por rincosporiosis, en donde el fungicida difeconazole no tuvo ningún control (Cuadro 10). Esto permite estimar que el fungicida difeconazole puede haber sido capaz de reducir la fuente de inóculo de la enfermedad durante los primeros estados fenológicos, permitiendo que el fungicida azoxystrobin actuara de mejor forma sobre estados tempranos del desarrollo del patógeno, debido a que en la evaluación previa en la tercera hoja (GS 37-39) se registró un porcentaje de infección promedio del 0,65% para el tratamiento 3, el cual puede haber aumentado muy poco debido a que la temperatura promedio desde el GS 37-39 hasta la evaluación en el GS 61 fue de 12,3° C con 84,6 mm de lluvia caída (Anexos 10 y 11).

Al comparar el tratamiento 5 con el 6 se puede observar que la mezcla de propiconazole más cyprodinil tuvo un control del 97,34%, existiendo diferencias significativas para ambos tratamientos durante esta primera evaluación post aplicación de fungicidas al follaje. Sin embargo, se puede apreciar que en la última medición en el GS 75 no se registran diferencias entre estos tratamientos para el control otorgado en la hoja 3, en donde la mezcla de propiconazole más cyprodinil tuvo un control sobre la helmintosporiosis del 32,1% (Cuadro 10).

En el caso del tratamiento 4 no es posible determinar cual fue el porcentaje de control que otorgó la mezcla de propiconazole mas cyprodinil, aunque si se puede deducir por los bajos porcentajes de infección en la hoja 3 durante el GS 61 y GS 75, que la mezcla aplicada al follaje tuvo un buen control debido a que el tratamiento a la semilla de difeconazole mas azoxystrobin

mantuvo por mas tiempo las hojas con un grado de infección bajo en relación a los otros tratamientos (Cuadros 7 y 8).

Para la hoja 2 o F-1 se observan diferencias significativas en el grado de infección por helmintosporiosis en el GS 61 de todos los tratamientos con aplicación de fungicidas al follaje en comparación al testigo, no ocurriendo lo mismo para los tratamientos que no recibieron esta aplicación al follaje (Cuadro 11). Para la hoja 2 el tratamiento 3 presentó un control en relación al testigo del 81%, mientras que para los tratamientos 4 y 6 se registró un control del 86,2 y 93,1% respectivamente. Para el GS 75 se mantienen las diferencias significativas de los tratamientos 3, 4 y 6 con el testigo en cuanto al grado promedio de infección por helmintosporiosis en la hoja 2, presentándose para esta última evaluación un control del 43,2, 82,1 y 56,8% respectivamente.

En cuanto al control ejercido por los fungicidas al follaje en la hoja 2, se registró un control del 92,6% para azoxystrobin y de un 97,6% para la mezcla de propiconazole mas cyprodinil, lo cual indica que ambos fungicidas presentaron un buen control sobre la helmintosporiosis en la hoja 2 o F-1, la cual es la que tiene mayor importancia en el llenado de los granos. Sin embargo, se observó una disminución del control de azoxystrobin y de la mezcla de propiconazole mas cyprodinil en el GS 75, registrándose un control del 51,3 y 26,3% respectivamente (Cuadro 11).

En un estudio de KNAUF-BEITER *et al.*, (1995), determinaron la actividad protectora y curativa de cyprodinil en contra de *D. teres* en cebada. Los resultados arrojaron que cyprodinil ejerció un excelente control de las lesiones en el área foliar con dosis entre 50-200 mg/L. Con una dosis de 200 mg/L la ventana de tiempo de aplicación se extiende desde 7 días antes a 2 días después de la inoculación (evaluación de rangos de porcentaje de infección después de 8 días de la inoculación). Aumentos en la dosis de 50 a

200 no aumentó el control de cyprodinil en tratamientos curativos, en contraste con lo sucedido para aplicaciones protectivas en donde con dosis de 200 mg/L se prolongo el periodo de de eficiencia de aplicación de 3 a 7 días.

Similar al comportamiento de cyprodinil, la actividad protectora de propiconazole (50 mg/L) no fue más allá de 7 días con buenos resultados de control (evaluación de rangos de porcentaje de infección después de 8 días de la inoculación). Ninguno de los 2 fungicidas detuvo el desarrollo de los síntomas completamente. En todos los casos, las infecciones se limitaron a pequeñas lesiones necróticas aparentes (KNAUF-BEITER *et al.*, 1995).

El porcentaje de germinación y el suceso de penetración para *D. teres* no fue influenciado, ni por la dosis, ni por aplicaciones protectivas o curativas. Penetraciones satisfactorias se indicaban por la formación de vesículas en las células epidermales del hospedero. Lesiones primarias se desarrollaron en los sitios de infección a pesar de los tratamientos con cyprodinil, sin embargo se observo un retraso en su formación. La formación de vesículas primarias en las células epidermales coincide con una mayor necrosis de las células penetradas. Aproximadamente el 90% de los intentos de penetración fue acompañado por la formación de lesiones necróticas primarias en las plantas no tratadas como también en las plantas tratadas. La aplicación con cyprodinil no previno la formación de lesiones iniciales, sin embargo, el desarrollo de los síntomas fue controlado excelentemente (KNAUF-BEITER *et al.*, 1995).

El periodo más corto de actividad curativa, con respecto a la protectora se puede explicar por la rápida infección del hongo en los tejidos del hospedero bajo las condiciones controladas del ensayo, en donde los primeros síntomas aparecieron entre 2-3 días después de la inoculación (KNAUF-BEITER *et al.*, 1995).

En cuanto al sitio de acción sobre el patógeno por parte de cyprodinil se observó un efecto moderado en el proceso de penetración. Sin embargo, el mayor sitio de acción fue en la etapa de infección inter e intracelular. Esto nos indica que la actividad antifúngica de cyprodinil se basa en su actividad sistémica, lo que explicaría el efecto curativo que presenta este fungicida (KNAUF-BEITER *et al.*, 1995).

Debido a que la actividad curativa del fungicida cyprodinil aumenta en eficiencia mientras exista una menor cantidad de días en donde se encuentre inoculado el patógeno, se puede explicar el buen control que tuvo la mezcla de propiconazole más cyprodinil en el GS 61 sobre las hojas 2 y 3 (Cuadros 10 y 11), en donde la mezcla de propiconazole más cyprodinil si bien no evito la aparición de síntomas, debido a que ya existían leves síntomas previo a su aplicación al follaje, si tuvo un buen efecto sobre el desarrollo de estos desde la evaluación en el GS 37-39, lo cual concuerda con el estudio realizado por KNAUF-BEITER *et al.*, (1995).

En el Cuadro 12 se observa que para el grado de infección en la hoja bandera hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos 3 y 6 con el testigo en el GS 61, presentando un control del 81,3 y 62,6% respectivamente. Para el GS 75 no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos con el testigo, aunque se puede apreciar un menor grado de ataque en los tratamientos con aplicación de fungicidas al follaje.

En cuanto al control ejercido por los fungicidas al follaje se registró un control del 94% para azoxystrobin y de un 51,7% para la mezcla de propiconazole más cyprodinil en el GS 61, mientras que para el GS 75 fue del 36,6 y 28,2% respectivamente.

4.7 Efecto de los tratamientos a la semilla en la incidencia de carbones.

Durante la evaluación en el estado GS 61 fue posible observar síntomas y signos de carbón volador (*Ustilago nuda*) en algunas espigas del testigo sin aplicación de fungicidas, no encontrándose síntomas y signos para el resto de los tratamientos. Según ANDRADE (1986a), esta enfermedad causada por el hongo *Ustilago nuda* (Jenses) Kell et Schw., se transmite por medio de semilla infectada. Los síntomas no son evidentes hasta la aparición de las espigas enfermas, las cuales emergen poco antes de las sanas, y están constituidas por masas carbonosas cubiertas por una delicada membrana. Por efecto del viento y del roce, la membrana se rompe liberando esporas.

Las esporas desde estas plantas enfermas son dispersadas por el viento e infectaran otras espigas al momento de floración. Las semillas provenientes de estas espigas infectadas llevan en su interior el micelio del hongo, reiniciándose el ciclo al momento de sembrar, originando plantas enfermas (ANDRADE, 1986a).

Para el control de este problema se debe considerar el uso de variedades resistentes, uso de semilla certificada y tratamientos de desinfección de semilla con fungicidas sistémicos (ANDRADE, 1986a).

La aparición de esta enfermedad justifica la mezcla de la estrobilurina azoxystrobin con el triazol difeconazole para el tratamiento a la semilla, no siendo necesaria esta mezcla para el caso del triazol triadimenol, debido a que este producto también presenta un control sobre carbones (AFIPA, 2002-2003).

En la Figura 6 se puede observar una de las espigas infectadas con *U.nuda* tomada de una de las parcelas del testigo durante la evaluación en el GS 61.



FIGURA 6 Espiga con síntomas y signos de *U. nuda*.

4.8 Efecto del control ejercido por los tratamientos fungicidas sobre la rincosporiosis y helmintosporiosis en el rendimiento de la cebada.

Para poder analizar el efecto del control de ambas enfermedades sobre el rendimiento y sus componentes, es conveniente distinguir entre las dos fuentes que aportan materia seca para el grano. Según GALLAGHER *et al.*, (1975), está la materia seca producida en el período de post-antesis y la materia seca formada antes de la antesis, que si es translocada puede estar disponible para el llenado de los granos. En cuanto a esta última fuente existe evidencia que la máxima contribución posible que tiene sobre el rendimiento de granos es menor a un 20%, y por ello su importancia es menor a la de post antesis (GALLAGHER *et al.*, 1975). Esto indica que a pesar de la menor importancia que tiene la incidencia de enfermedades sobre el follaje en estados

tempranos de desarrollo del cultivo de la cebada, ello tiene un efecto sobre el rendimiento y por ello la importancia del control en esos estados de desarrollo.

Esto podría quedar manifestado por un incremento en el rendimiento de los tratamientos 2 y 5 con respecto del testigo, los cuales presentan solamente la aplicación de fungicidas a la semilla, sin embargo estos tratamientos no presentaron diferencias significativas estadísticamente con el testigo (Figura 5). En el caso del tratamiento 5, aun cuando el grado de control de la enfermedad fue bueno, ello no se vio reflejado en un incremento del rendimiento producto de una mayor disponibilidad de asimilatos que pudieran ser translocados al momento del llenado del grano. En el Anexo 2 se puede observar que en cuanto al rendimiento, sólo existen diferencias estadísticas con el testigo de los tratamientos que presentaron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje. Una de las explicaciones a esta falta de respuesta podría deberse a un efecto del fungicida sobre controladores naturales de las enfermedades (otros hongos presentes en el follaje), lo cual se traduce en un incremento en la incidencia de enfermedades al producirse un desequilibrio biológico.

En la Figura 7 se puede observar las diferencias en el rendimiento de granos entre los diferentes tratamientos, en donde se puede apreciar que los tratamientos que recibieron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje (3, 4 y 6) presentaron los mayores rendimientos de grano, lo cual se vio reflejado estadísticamente por medio de diferencias significativas de estos tratamientos con el testigo.

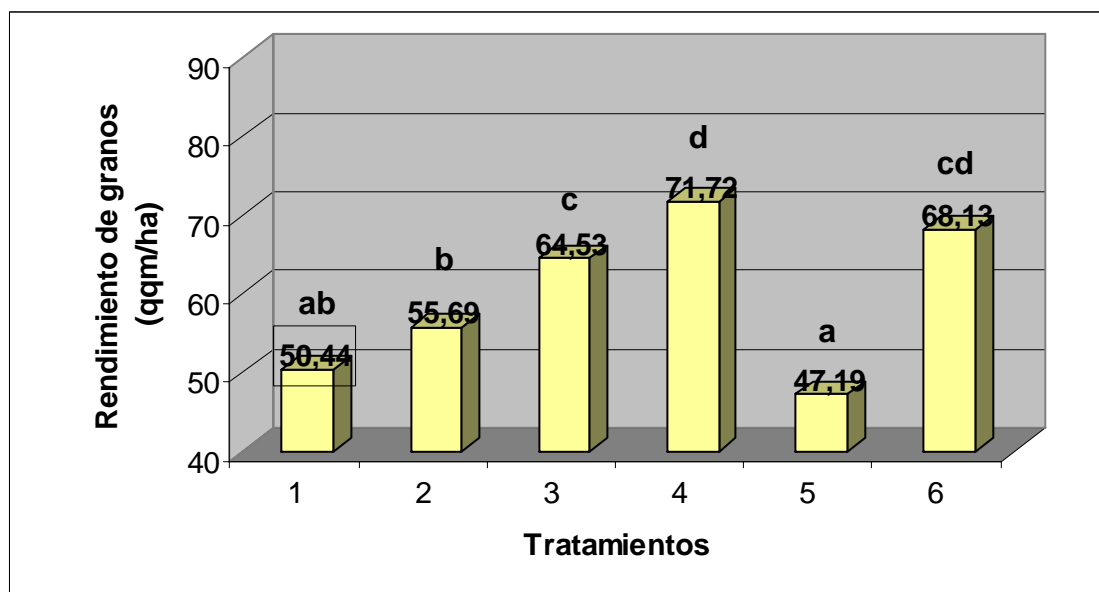


FIGURA 7 Rendimientos promedios de cebada para los distintos tratamientos.

En las Figuras 8 y 9 (diferencias estadísticas en el cuadro 7) es posible observar una menor incidencia de ambas enfermedades sobre la hoja 3 en los tratamientos 2 y 5 con respecto del testigo, aunque esto sólo se vio reflejado en un leve aumento del rendimiento en el caso del tratamiento 2 y que no fue estadísticamente significativo al testigo, lo cual confirma que el grado de infección de ambas enfermedades en el follaje durante el llenado de los granos en adelante es más importante en el rendimiento final que durante los primeros estados fenológicos, por lo cual la sola aplicación de fungicidas a la semilla no asegura un aumento en el rendimiento de granos, a diferencia de lo que sucedió para los tratamientos con aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje (tratamientos 3, 4 y 6), en donde se observan aumentos significativos del rendimiento en relación al testigo (Figura 7).

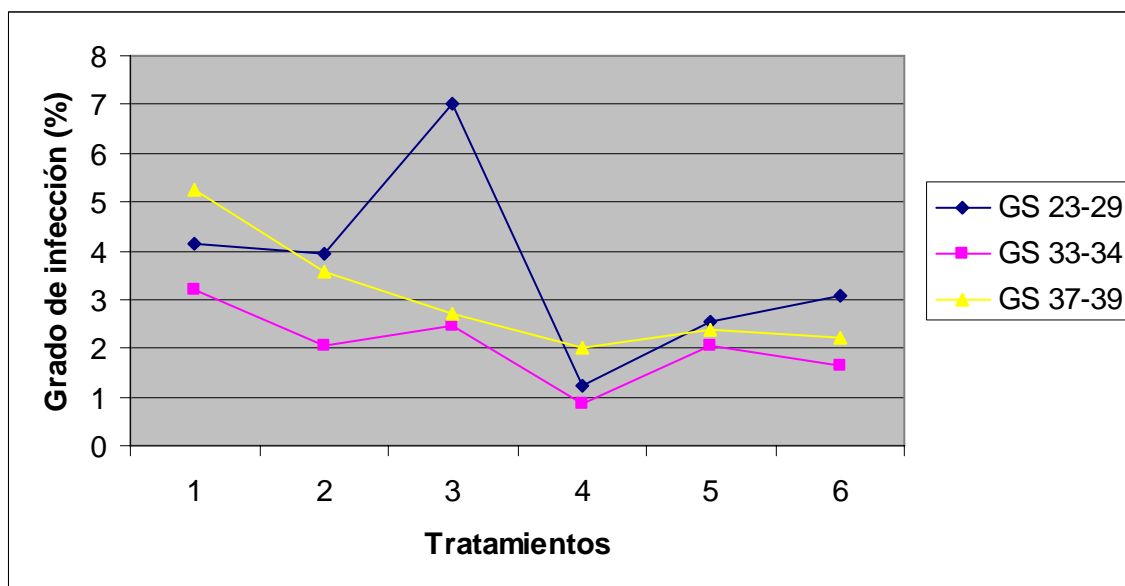


FIGURA 8 Grado de infección promedio de rincosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical durante los tres primeros estados fenológicos evaluados.

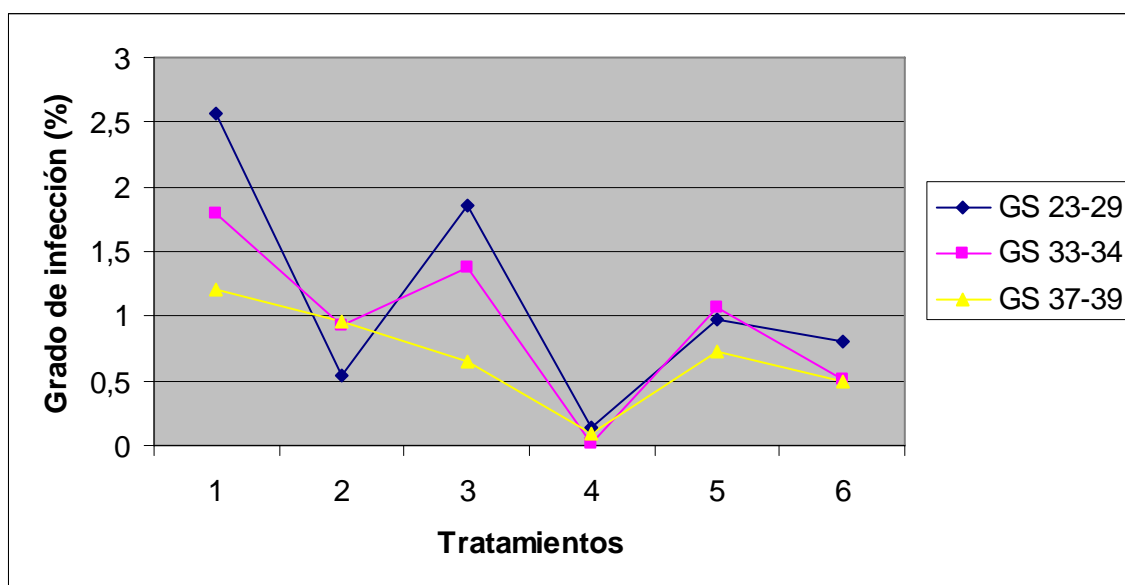


FIGURA 9 Grado de infección promedio de helmintosporiosis en la tercera hoja desde la hoja apical durante los tres primeros estados fenológicos evaluados.

Es posible que bajo una mayor incidencia de estas enfermedades durante estados tempranos del cultivo, el control otorgado por la desinfección de fungicidas a la semilla se vea reflejado en el rendimiento final como resultado de una mayor fuente de reservas de asimilatos pre-antesis que aporten en el llenado de los granos.

Considerando el menor rendimiento del tratamiento con desinfección de triadimenol a la semilla en comparación al testigo y el buen rendimiento que registró el tratamiento 6 con triadimenol a la semilla mas la aplicación de fungicida al follaje, es posible deducir que el bajo rendimiento del tratamiento 5 se debe al escaso control que presentó el fungicida aplicado a la semilla sobre ambas enfermedades en las tres hojas superiores durante el GS 61 y GS 75, siendo la rincosporiosis la que se presentó en mayor magnitud (Cuadros 10, 11 y 12). Esto concuerda con el trabajo realizado por KHAN y JOUNG (1989), en donde la desinfección con triadimenol otorgó una protección temprana en contra de rincosporiosis, no ocurriendo lo mismo en estados mas tardíos durante la temporada, registrándose para el GS 75 porcentajes similares de infección por rincosporiosis en el tratamiento con triadimenol en relación al testigo sin aplicación de fungicida. En otro trabajo realizado por KHAN (1986) se observó el control sobre rincosporiosis otorgado por el triazol triadimefon aplicado en diferentes estados fenológicos del cultivo de cebada, en donde se observó que al ser aplicado entrega un pobre control al GS 75, lo cual se vio reflejado en un menor rendimiento en relación al testigo para uno de los dos sitios investigados, mientras que al ser aplicado al GS 12 se registró un control significativo en relación al testigo al GS 75, pero que no se vio reflejado en un aumento considerable del rendimiento. En cuanto al efecto sobre los componentes del rendimiento, sólo el peso de los 1000 granos mostró un efecto significativo consistente por el control de rincosporiosis otorgado por la aplicación de fungicidas.

Diferente es la situación que se observa para los tratamientos con aplicación de fungicidas al follaje, en donde se aprecia para los tres casos aumentos significativos en el rendimiento en relación al testigo (Figura 7), lo cual se ve reflejado en diferencias en los componentes del rendimiento (Anexo 3). Esto indica que los tratamientos fungicidas a la semilla necesariamente deben ser complementados con aplicaciones al follaje para que tengan un efecto sobre los componentes del rendimiento. De estos tratamientos el 4 fue el que presentó el mejor rendimiento, que fue un 42% mayor al obtenido por el testigo sin protección de fungicidas, mientras que los tratamientos 3 y 6 tuvieron incrementos en el rendimiento en relación al testigo de un 28 y 35% respectivamente.

Considerando que la rinosporiosis fue la enfermedad más importante para este ensayo, se asume que las pérdidas de rendimiento que fueron de entre un 9-30% estuvieron dadas principalmente a esta enfermedad. Este rango de pérdida de rendimiento coincide con los resultados obtenidos por otros trabajos que señalan pérdidas de un 10 a un 40% dependiendo del nivel de rinosporiosis presente sobre el follaje (KHAN, 1986; MCDONALD *et al.*, 1999).

En la Figura 10 se puede observar las diferencias que hubo entre los tratamientos para el componente del rendimiento de número de granos/espiga, en donde se puede apreciar que los tratamientos con aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje presentan los mayores valores de este componente, mientras que los tratamientos que presentaron solamente aplicación de fungicidas a la semilla presentaron un número de granos/espiga similar al testigo, siendo el tratamiento 5 el que presentó el menor valor de este componente del rendimiento, lo cual si bien no es una diferencia significativa estadísticamente con el testigo, explica de cierta forma el menor rendimiento que presentó ese tratamiento en comparación al resto de los tratamientos incluyendo el testigo.

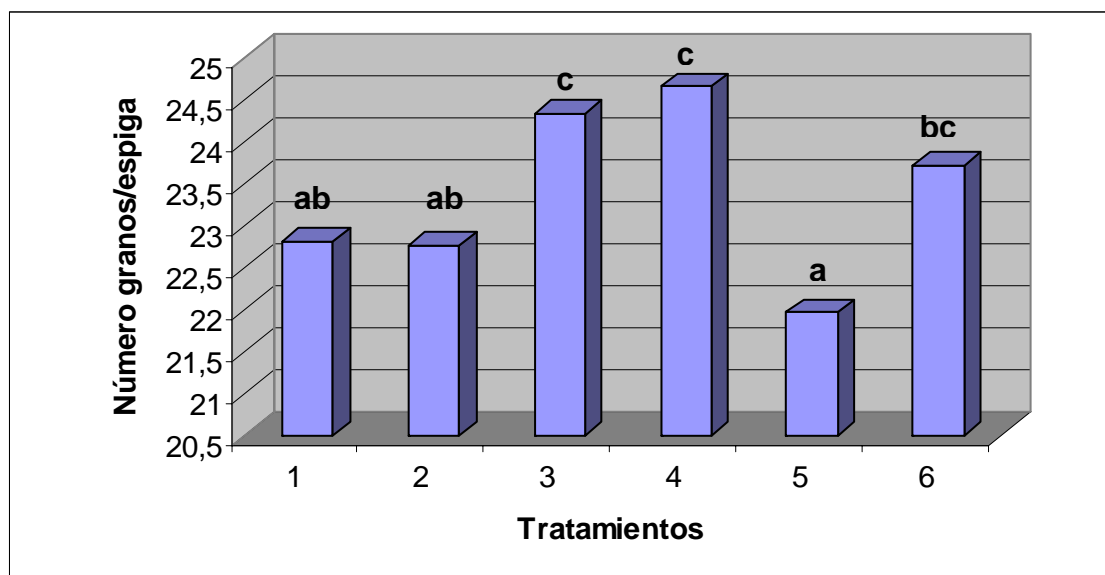


FIGURA 10 Número de granos por espiga obtenido en cada tratamiento (Número de granos promedio de un total de 150 espigas).

Para este componente de número de granos/espiga, se puede observar que para el tratamiento 3 la aplicación del fungicida azoxystrobin incidió significativamente en un aumento del 6,5% de este componente del rendimiento en relación al tratamiento 2 que no recibió esta aplicación fungicida, lo que incidió en que el tratamiento 3 presentara diferencias significativas con el testigo. En el caso del tratamiento 6 se observa un efecto de la mezcla de propiconazole más cyprodinil sobre el número de granos/espiga que incidió en un incremento de este factor en un 8% en relación al tratamiento 5, aunque a diferencia del tratamiento 3 no presentó diferencias significativas con el testigo. Aunque no es posible determinar para el tratamiento 4 el efecto de la aplicación foliar sobre el número de granos/espiga, se puede decir que el efecto de las aplicaciones a la semilla y al follaje tuvo un efecto positivo sobre este componente, que se manifestó en un incremento del 8% en relación al testigo.

En cuanto al peso de los 1000 granos se puede observar en la Figura 11 las diferencias que existieron entre los diferentes tratamientos.

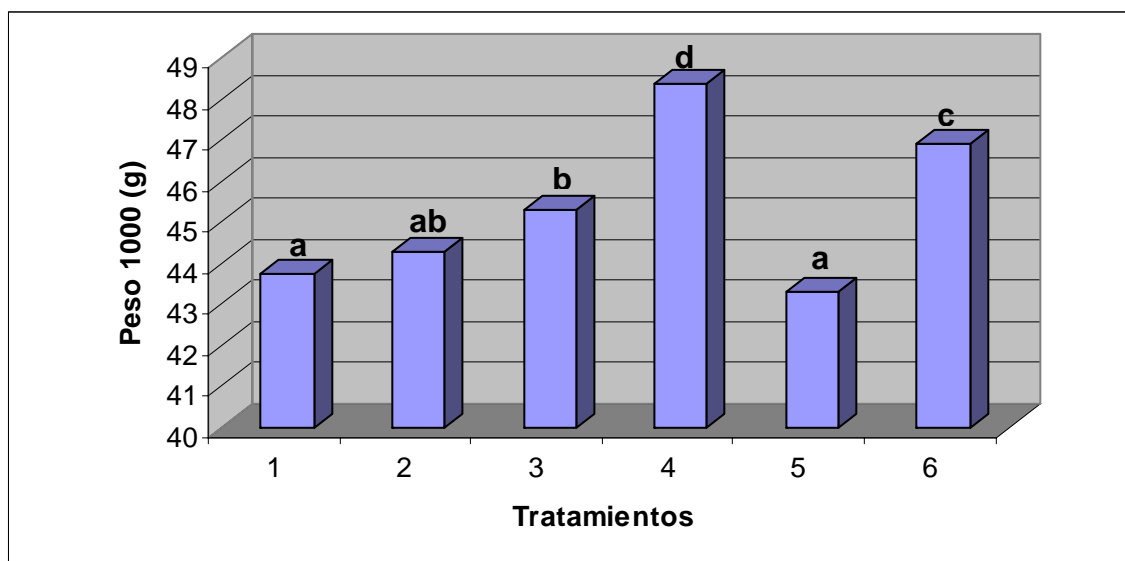


FIGURA 11 Peso de mil granos obtenidos por los diferentes tratamientos.

Se puede señalar que no hay diferencias entre el testigo y los tratamientos a la semilla únicamente, por lo cual se deduce que las enfermedades afectaron de manera similar el peso de los granos tanto en el tratamiento 5 como en el testigo. Situación similar se observa para el tratamiento 2 que no presentó diferencias significativas con el testigo para este componente del rendimiento. Al igual que para el componente de número de granos/espiga, se observan diferencias significativas con el testigo de los tratamientos con aplicación de fungicidas a la semilla y follaje, siendo el tratamiento 4 el que presentó el mayor peso 1000, seguido del tratamiento 6 y 3, los cuales son distintos estadísticamente entre sí, esto puede explicar las diferencias en rendimiento obtenido por estos tres tratamientos, considerando que para los componentes del rendimiento de número de granos/espiga y número de espigas/m² no hay diferencias entre estos tratamientos (Anexo 3). Por ello es posible asumir que el control otorgado por los tratamientos fungicidas sobre ambas enfermedades en el follaje durante el periodo de llenado los granos es lo que determinó estas diferencias, además del posible aporte en el llenado de granos de las reservas de asimilatos obtenidos previos a

la antesis. Los resultados del experimento realizado por KHAN y CROSBIE (1988), demostraron que el peso de los 1000 granos es uno de los factores mas adversamente afectado por la rinosporiosis, mostrando reducciones de entre un 4-19% debido a la infección por escaldadura, lo cual se pudo apreciar también en este ensayo en donde al comparar el tratamiento de mejor mallaje con el testigo, se puede observar que existe una reducción en el peso de los 1000 granos de aproximadamente el 10%, lo cual está dentro del rango presentado en ese experimento.

En los Anexos 4 y 5 se presenta la información del porcentaje de control de los diferentes tratamientos durante los estados fenológicos GS 61 y GS 75, obtenido a partir del control de rinosporiosis y helmintosporiosis en las tres hojas superiores en relación al testigo. Esta información nos permite comparar las diferencias de control de cada enfermedad en los diferentes tratamientos durante el periodo en donde el grano se encontraba en crecimiento, y de esta manera poder dilucidar las diferencias en el peso de los granos entre tratamientos.

Si se compara el control del tratamiento 3 con el del 6 para el GS 61 se observa que este último tratamiento presentó un mejor control de helmintosporiosis en la hoja 2 y 3, observándose un control similar de rinosporiosis en ambos tratamientos para las dos últimas hojas desplegadas, pero no así para la hoja 3 en donde el tratamiento 6 presentó un 19% mas de control (Anexos 4 y 5), lo que puede haber incidido en que el tratamiento 6 obtuviera un rendimiento superior en un 5,5% al tratamiento 3, debido al mayor peso del grano que presentó, considerando que la hoja 3 o F-2 aporta en el rendimiento entre un 10-15% (GRDC, 2005). También es posible relacionar el porcentaje de control de ambas enfermedades con el mayor rendimiento obtenido por el tratamiento desinfectado con difeconazole en comparación al tratamiento a la semilla con triadimenol, en donde se observó un menor control

de este último en ambas enfermedades para las tres hojas evaluadas durante el GS 61 y 75, siendo el tratamiento 4 el que presentó el mejor control durante este periodo de tiempo.

En la Figura 12 se pueden apreciar las diferencias que hubo entre tratamientos para el componente del rendimiento de número de espigas/m².

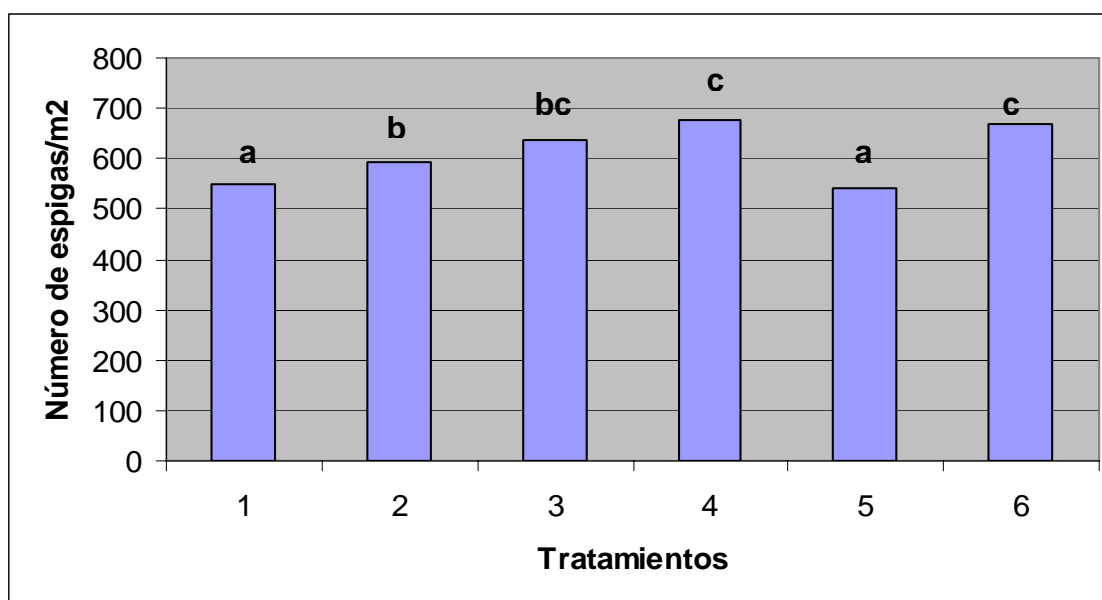


FIGURA 12 Número de espigas/m² obtenidos por los diferentes tratamientos

Se puede observar que existen diferencias significativas de los tratamientos con dos aplicaciones de fungicidas en relación al testigo, lo cual indica que este componente del rendimiento incidió en el mayor rendimiento de estos tratamientos. Situación similar se observa para el tratamiento 2, el cual presentó un mayor número de espigas/m² que el testigo, siendo el único componente del rendimiento que presentó diferencias significativas con el testigo (Figura 10), lo cual indica que el control que presentó el fungicida difeconazole sobre helmintosporiosis incidió en que hubiera un mayor número

de ejes fértiles una vez finalizada la etapa de macollaje, lo cual se tradujo en un mayor rendimiento del tratamiento 2 en relación al testigo.

En el trabajo realizado por KHAN (1986), se presentaron reducciones de todos los componentes del rendimiento producto del grado de infección por rincosporiosis, de los cuales el número de espigas/m² resultó ser uno de los factores que más influyó sobre las pérdidas de rendimiento, lo cual coincide con los resultados de este estudio, observándose diferencias significativas de los tratamientos 2, 3, 4 y 6 con el testigo para este componente del rendimiento. Si se compara el tratamiento con mayor número de espigas/m² con el testigo se observó que para este ensayo se registró una pérdida del 19% de este componente del rendimiento, lo cual se debe principalmente a la mayor incidencia de rincosporiosis que presentó el testigo durante el desarrollo del cultivo.

El efecto de los distintos tratamientos funguicidas sobre los componentes del rendimiento, muestra que las enfermedades especialmente rincosporiosis, afecta principalmente la sobrevivencia de las macollas y el llenado del grano, esto último es entendible debido a la contribución de las hojas superiores en la producción de fotosintetatos (GRDC, 2005), lo cual se traduce en granos de mayor peso al tener hojas con una mayor capacidad de fotosintetizar.

No se observó un efecto contundente de azoxystrobin sobre el peso de 1000 granos, lo cual no era esperable atendiendo a las características de este funguicida de retardar la senescencia de las hojas y así prolongar la capacidad fotosintética de las plantas en la fase de llenado del grano (BARLETT *et al.*, 2002).

4.9 Efecto del control ejercido por los tratamientos fungicidas sobre la rincosporiosis y helmintosporiosis en la calidad del grano de cebada.

En la cebada que tiene como destino la producción de malta, además de conseguir buenos rendimientos es muy importante obtener granos de buena calidad de malta, considerando que es la característica de mayor importancia en la producción de este grano, ya que BERATTO (2001), señala que el 81% del grano de cebada, se usa en la producción de malta para cerveza en Chile.

Para evaluar la calidad física del grano de cebada maltera, una de las variables más utilizadas es la clasificación por calibre, que permite subdividir un volumen de granos en fracciones que son comparativamente uniformes en tamaño y grosor, lo que en Chile se conoce como mallaje. Esta variable es importante considerando que el grano para industrialización se castiga cuando el porcentaje de grano bajo la criba de 2,2 mm o resto supera el 3%. Por el contrario, el productor recibe bonificación cuando el mallaje sobre la criba de 2,5 mm es superior a 85%.

Otro aspecto fundamental es el contenido de proteína del grano, ya que si sobrepasa el 12% se produce una disminución en el extracto de malta.

Los resultados del trabajo realizado por KHAN y CROSBIE (1988) demuestran que la infección por rincosporiosis tiene un efecto pronunciado sobre el mallaje, observándose para ese ensayo reducciones del 3-30% dependiendo de la variedad. En el Cuadro 13 se entregan los resultados de mallaje obtenidos en este ensayo, en donde se pueden diferenciar los porcentajes de granos retenidos por tratamiento en cada una de las cribas.

CUADRO 13 Incidencia de los distintos tratamientos sobre el mallaje del grano de cebada.

T	Semilla	Follaje	Clasificación				
			2,8 mm	2,5 mm	Mallaje	2,2 mm	resto
1	Ninguno	Ninguno	39,83 a	41,48 c	81,30 a	14,47 d	4,23 d
2	Difeconazole	Ninguno	45,43 b	37,95 b	83,38 b	12,62 c	4,00 cd
3	Difeconazole	Azoxystrobin	48,98 c	36,50 b	85,48 c	10,94 b	3,58 bc
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole + cyprodinil	53,85 d	33,28 a	87,13 d	9,52 ab	3,35 b
5	Triadimenol	Ninguno	41,20 a	40,20 c	81,40 a	14,4 d	4,20 d
6	Triadimenol	Propiconazole + cyprodinil	55,30 d	32,83 a	88,13 d	9,09 a	2,78 a

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Tukey).

Si se compara el mallaje industrial (2,8 mm + 2,5 mm) del tratamiento con mejor mallaje en relación al testigo se observó una reducción del 8% de esta variable, lo cual está dentro del rango de pérdida obtenido por KHAN y CROSBIE (1988). También es importante destacar que los únicos tratamientos que presentaron sobre un 85% de mallaje sobre la criba de 2,5 mm son los que recibieron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje, provocando además que tuvieran un menor porcentaje de granos partidos e impurezas (resto). Además es posible observar que estos tratamientos tuvieron un mayor porcentaje de granos retenidos en la criba de 2,8 mm que en la de 2,5 mm, presentando diferencias significativas con el resto de los tratamientos que no tuvieron aplicación al follaje, los cuales presentaron un porcentaje muy similar de granos sobre 2,8 y 2,5 mm.

Si se compara el tratamiento 2 con el 3 se observa que el fungicida azoxystrobin incidió en que existiera un aumento aproximadamente del 3% en el mallaje, lo cual se debe a la diferencia significativa que presentan ambos tratamientos en los granos retenidos en la criba de 2,8 mm. Ello indica que el control otorgado por este fungicida incidió en que aumentara el tamaño del grano y por lo tanto a conseguir una mejor calidad de grano para uso industrial, debido a que al obtener granos mas grandes se consigue un mayor poder de germinación lo cual es importante en la producción de la malta.

Según BARTLETT *et al.*, (2002) hay estudios de rendimiento y calidad de granos con fungicidas estrobilurinas en cebada, con resultados que indican claros beneficios en términos de rendimiento y tamaño del grano, lo cual es producto del buen control que ejercen sobre las enfermedades en los cereales. Estas mejoras en el rendimiento y en el tamaño del grano están muy asociadas con la capacidad de las estrobilurinas de mantener el área verde de la hoja del cultivo hasta tarde en la temporada, por lo cual se maximiza el período de llenado del grano con los resultantes beneficios en el rendimiento. Situación que aparentemente, no ocurrió en este ensayo, pues el efecto fue mas claro al usar la mezcla de propiconazole más cyprodinil al comparar el tratamiento 5 con el 6, en donde se registró un aumento del mallaje del 8%. Además se puede observar que existen diferencias en el mallaje entre el tratamiento 3 y 6, al igual que en el peso del grano, lo cual indica que existe una correlación positiva entre el mallaje y el peso del grano que es en donde se diferenciaron ambos tratamientos, relación que se presenta también para el resto de los tratamientos.

En el Cuadro 14 se observan los porcentajes de proteína del grano obtenidos por cada uno de los tratamientos, en donde se puede apreciar que los tratamientos que tuvieron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje presentaron en general los menores porcentajes de proteína del grano,

existiendo diferencias significativas para esta variable entre estos tratamientos, con el testigo y con los tratamientos 2 y 5 que tuvieron solo tratamiento a la semilla. Siendo el tratamiento 5 el que presentó el porcentaje de proteína más alto con un 13,1% promedio, lo que indica que los granos de ese tratamiento presentan un menor potencial de extracción de malta.

CUADRO 14 Porcentaje promedio de proteína del grano de cada tratamiento.

T	Semilla	Follaje	Proteína (%)
1	Ninguno	Ninguno	12,7 b
2	Difeconazole	Ninguno	12,5 b
3	Difeconazole	Azoxystrobin	11,8 a
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole+ cyprodinil	12,6 b
5	Triadimenol	Ninguno	13,1 c
6	Triadimenol	Propiconazole+ cyprodinil	11,8 a

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Tukey).

En el estudio realizado por KHAN y CROSBIE (1988), se observó que el porcentaje de proteína de los granos de cebada presentó en 2 de los 4 experimentos una pequeña pero significativa correlación negativa con la rincosporiosis, lo que difiere aparentemente con los resultados obtenidos en este trabajo en donde se observa que los tratamientos que presentaron un mayor grado de ataque por rincosporiosis presentaron mayores porcentajes de proteína en los granos.

Los menores porcentajes de proteína obtenidos por los tratamientos con aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje, se puede explicar por los efectos que tuvieron los fungicidas en el periodo de llenado de grano, en donde se asume una mayor duración de este periodo en estos tratamientos por el hecho de haber mantenido por un mayor tiempo un área foliar fotosintéticamente activa al ejercer un mayor control sobre ambas enfermedades en el follaje. Según SHELLING *et al.* (2003) una mayor duración del periodo de llenado de los granos tiene un efecto positivo sobre el rendimiento y la calidad de los granos de cebada. En ese trabajo se determinó que a medida que aumentó el periodo de llenado de los granos (días) existió una óptima relación con respecto al rendimiento de los granos, mientras que la concentración de proteínas (%) presenta una tendencia decreciente bastante débil.

SHELLING *et al.*, (2003) señala además que se han observado importantes efectos negativos en la calidad de la malta como consecuencia de situaciones de estrés durante el llenado del grano. Se han encontrado aumentos en la concentración de proteínas de este, las que se asocian a altas temperaturas y/o a causas de sequía. El estrés durante la etapa de llenado de los granos parece tener un efecto menos pronunciado en la acumulación de proteína que en la síntesis de almidón, obteniendo rendimientos más bajos y en consecuencia una concentración de proteína más alta bajo estas condiciones. Esto permite suponer que al existir una mayor incidencia de enfermedades en el periodo de llenado de los granos se produce un estrés en la planta lo que causa que la planta tenga una menor tasa fotosintética y por lo tanto una menor translocación de asimilatos hacia los granos lo que se traduce en menores rendimientos y mayores porcentajes de proteína.

Otros estudios confirman esta relación entre menor rendimiento y mayor concentración de proteína. RUSKE *et al.*, (2003), estudiaron el efecto de los

fungicidas triazoles y estrobilurinas sobre el porcentaje de proteína del grano en trigo, en donde señalan que entre ambientes, a menudo existe una fuerte relación negativa entre la concentración de proteína y el rendimiento de cultivares. Similar a esto, los factores ambientales que llevan a altos rendimientos también pueden llevar a la reducción de la concentración de proteína, en parte debido a que al parecer la cantidad de nitrógeno por grano es relativamente conservada cuando el peso del grano es modificado por el aumento de temperaturas y restricciones de agua. Basándose en esta información se podría esperar que aumentos en el rendimiento producto del uso de fungicidas para el control de enfermedades, también podrían reducir la concentración de proteína de los granos. En un trabajo previo realizado por DIMMOCK y GOODING (2002) se concluyó que los fungicidas podían mejorar la acumulación y partición del grano de trigo tanto en materia seca como en nitrógeno. El efecto del fungicida en la concentración de proteína varía con el cultivar. Esta interacción a veces parece ser dependiente del patógeno controlado. El control de patógenos biotrofos a menudo dio como resultado ningún efecto o aumento en la concentración de proteína del grano. Por el contrario el control de hongos necrotróficos dio como resultado una disminución en la concentración de proteína, aunque esas pérdidas eran por lo general bajas, lo que concuerda con lo observado en este trabajo.

Los resultados del trabajo de RUSKE *et al.*, (2003) indicaron que en todos los años evaluados, los tratamientos fungicidas aumentaron significativamente el contenido de nitrógeno en el grano, producto de un incremento en la duración de acumulación de N en el grano durante el periodo de llenado de los granos; esto ayuda a mantener la concentración de proteína del grano, como también aumentos del rendimiento. Se encontró además que retrasos en la senescencia producto del control de enfermedades, da como resultado aumentos en la captación de nitrógeno del suelo, índice de cosecha de N, movilización de N desde tejidos vegetativos después de la antesis, y

aumentos en la duración del periodo de llenado de N en los granos. Sin embargo los efectos de los fungicidas en la concentración de proteína del grano y su relación con la duración del área foliar verde de la hoja bandera fueron inconsistentes durante años y cultivares.

En los Cuadros 15 y 16 se puede observar que los tratamientos que presentaron mayores rendimientos de grano (tratamientos 3, 4 y 6), tuvieron los mayores rendimientos de nitrógeno por espiga y mayores rendimientos de nitrógeno/m², lo que concuerda con los resultados obtenidos en el trabajo realizado por RUSKE *et al.*, (2003), puesto que mencionan que el incremento de N del grano provocado por los fungicidas, esta directamente relacionado con el peso promedio del grano, lo que se traduce en un aumento del N del grano al producirse aumentos en el peso del grano, pero en una disminución del porcentaje de proteína del grano.

CUADRO 15 Rendimiento de nitrógeno por espiga de cada tratamiento.

T	NGE		Peso grano (mg)		Proteína grano	Rendimiento N (mg)
1	22,81	x	43,74	x	0,127	20,272
2	22,76	x	44,28	x	0,125	20,155
3	24,34	x	45,32	x	0,118	20,856
4	24,66	x	48,36	x	0,126	24,042
5	21,96	x	43,29	x	0,131	19,925
6	23,71	x	46,89	x	0,118	20,989

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

NGE= Número de granos por espiga.

CUADRO 16 Rendimiento de N de los granos/m²

T	NG/m ²		Peso grano (g)		Proteína grano	Rendimiento N/m ² (g)
1	12499,88	x	0,4374	x	0,127	111,09
2	13542,20	x	0,4428	x	0,125	119,93
3	15480,24	x	0,4532	x	0,118	132,45
4	16670,16	x	0,4836	x	0,126	162,52
5	11858,40	x	0,4329	x	0,131	107,59
6	15885,70	x	0,4689	x	0,118	140,63

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

NG/ m² = Número de granos por metro cuadrado.

En el Cuadro 17 se puede observar los porcentajes de humedad de los granos de los diferentes tratamientos al momento de la cosecha.

CUADRO 17 Porcentaje promedio de humedad del grano de cada tratamiento al momento de la cosecha.

T	Semilla	Follaje	Humedad (%)
1	Ninguno	Ninguno	13,98 c
2	Difeconazole	Ninguno	12,80 a
3	Difeconazole	Azoxystrobin	13,13 ab
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole+ cyprodinil	13,25 b
5	Triadimenol	Ninguno	14,43 d
6	Triadimenol	Propiconazole+ cyprodinil	13,20 ab

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas (P = 0,05; Test de Tukey).

En este cuadro se aprecia que todos los tratamientos, excepto el tratamiento 5 presentaron menores porcentajes de humedad del grano en relación al testigo, lo cual se vio reflejado estadísticamente. No se dispone de una explicación para esta situación.

5 CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el ensayo realizado bajo condiciones de campo se puede concluir lo siguiente:

La aplicación de estrobilurina más difeconazole a la semilla proporciona un mayor grado de control sobre rinosporiosis y helmintosporiosis durante los primeros estados fenológicos de la planta en comparación a los triazoles triadimenol y difeconazole, lo cual indica que este grupo químico es una buena alternativa para tratamientos a la semilla en cereales.

La aplicación de estrobilurina al follaje proporciona un buen control sobre ambas enfermedades, lo cual se ve reflejado en aumentos de rendimiento y calidad de los granos, lo que también pudo observarse para la mezcla fungicida de propiconazole más cyprodinil.

La eficacia del tratamiento al follaje aumenta, al presentar como tratamiento fungicida a la semilla la aplicación de estrobilurina.

Los tratamientos que presentaron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje tuvieron un efecto positivo sobre la calidad maltera del grano, lo cual se vio reflejado en aumentos significativos del mallaje, mientras que el porcentaje de proteína del grano demostró en general presentar una leve pero significativa reducción en relación al testigo.

6 RESUMEN

La investigación se realizó durante el año agrícola 2005-2006 en el predio "San Pablo" ubicado entre Victoria y Curacautín en la IX región. El objetivo general de la investigación fue determinar la eficacia en el control de rinosporiosis (*R. secalis*) y helmintosporiosis (*D. teres*), en cebada ejercido por fungicidas triazoles y estrobilurina, aplicados a la semilla y al follaje, y como estas diferencias de control de las enfermedades incidieron en el rendimiento y calidad de los granos.

La investigación se realizó usando un diseño de bloques al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones, en parcelas de superficie de 15 m². La siembra de las parcelas se realizó el día 10 de septiembre del 2005, en donde posteriormente se realizaron evaluaciones de la incidencia de ambas enfermedades sobre las últimas tres hojas desplegadas de 20 plantas tomadas al azar de cada una de las parcelas durante cinco estados fenológicos del cultivo según la escala de Zadoks (GS 23-29; GS 33-34; GS 37-39; GS 61 y GS 75).

Según los resultados, se observaron diferencias significativas en el control ejercido por los diferentes tratamientos fungicidas, lo cual se vio reflejado en aumentos significativos en el rendimiento y calidad del grano solamente para los tratamientos que presentaron aplicación de fungicidas a la semilla y al follaje.

Durante las cinco evaluaciones, se observó una supremacía clara de incidencia de rinosporiosis, la cual afectó significativamente los componentes

del rendimiento en los tratamientos que presentaron un escaso control, en donde el más afectado fue el número de espigas/m², seguido del peso de 1000 granos y número de granos por espiga.

La calidad maltera del grano de cebada, fue afectada por la rinosporiosis y helmintosporiosis. La aplicación de funguicidas a la semilla y al follaje (GS 41), mejora la calidad maltera del grano.

SUMMARY

The present experiment was carried out during 2005-2006 agricultural season, at a private farm named "San Pablo" located between Victory and Curacautín in the 9th region. The main general objective of the research was determine the effectiveness in the control of scald (*R.secalis*) and net blotch (*D.teres*) on barley, by using triazole and strobilurin fungicides applied to the seed and foliage, and how these differences of barley disease control, affected the yield and quality of the grains.

The experimental design used was a complete random blocks design, with six treatments and four repetitions, in surface plots of 15 m². The sowing of the plots took place on September 10th of 2005. Afterwards evaluations of the incidence of both diseases on the last three unfolded leaves of 20 plants, taken at random of each of the plots during five crop's growth stages according to Zadoks scale (GS 23-29; GS 33-34; GS 37-39; GS 61 and GS 75) were performed.

According to the results, significant differences were observed in the control done by the different fungicides treatments, which accomplished for the significant increases in the yield and quality of the grain, only for fungicides treatments that received applications to the seed and foliage.

During five evaluations, observed a clear supremacy of incidence of scald in relationship net blotch was observed, wich affected significantly the barley yield components in the treatments that presented a poor control. The most

affected component was the number of spikes / m², followed by the weight of 1000 grains and number of grains per spike.

The barley malt quality of grain was affected by scald and net blotch diseases, fungicide application at seed and foliage (FS 41), improved grain quality.

7 BIBLIOGRAFÍA

AFIPA, 2002-2003. Manual Fitosanitario. 1213 p.

AGRIOS, G.N. 1985. Fitopatología. Mexico. Editorial Limusa. 756 p.

ALCORN, J.L. 1988. The taxonomy of "*Helminthosporium*" Species. Annual Review of Phytopathology 26:37-56.

ALI, S.M. 1973. Factors Influencing Infection, Colonization and Symptom Expression in Barley by *Rhynchosporium secalis*. Australian Journal of Agricultural Research 25(1): 9-20.

ANDRADE, O. 1986a. Enfermedades que afectan a la cebada en la IX Región. IPA Carillanca 5(2):2-4.

ANDRADE, O. 1986b. Pérdidas en rendimiento y calidad de grano causadas por la rinosporiosis en cebada en la IX Región. IPA Carillanca 5(2):9-10.

ANDRADE, O. 1995. Seminario de protección vegetal. Fitopatología. Fungicida al suelo aplicado al momento de la siembra para el control de enfermedades en cereales. Centro regional de investigación INIA-CARILLANCA. 258 p.

ARNST, B.J., SHERIDAN, J.E., y GRBAVAC, N. 1978. Two important fungal seed-borne diseases of barley in New Zealand: net blotch caused by *Drechslera teres* (Sacc.) Shoemaker and leaf stripe caused by *Drechslera*

graminea (Rabenh. Ex Schlecht.) Shoemaker. New Zealand Journal of Agricultural Research 21:697-701.

AYESU-OFFEI, E.N. y CARTER, M.V. 1971. Epidemiology of leaf scald of barley. Australian Journal of Agricultural Research 22: 383-390.

BARCELÓ, J., NICOLÁS, G., SABATER, B. y SÁNCHEZ, R. 2001. Fisiología Vegetal. Madrid, España. Editorial Pirámide. 566 p.

BARLETT, D.W., CLOUGH, J.M., GODWIN, J.R., HALL, A.A., HAMER, M., y PARR-DOBRZANSKI, B. 2002. Review The strobilurin fungicides. Pest management science 58:649-662.

BEER, W.W. 1991. Leaf blotch of barley (*Rhynchosporium secalis*). Microbiological Research 146:339-358.

BEGON, M., HARPER, J.L. y TOWNSEND, C.R. 1996. Ecology: Individuals, populations and communities. Oxford: Blackwell Science. 1068 p.

BERATTO, E. 2001. Cebada y Avena. In: Agenda del Salitre. Sociedad Química y Minera de Chile S.A (Soquimich) (ed). 11 edición. Capitulo XII. pp. 577-591.

BERATTO, E y SANTANDER, F. 1985. Incidencia de la época de siembra en el rendimiento y calidad del grano en cebadas de primavera en la provincia de Cautin. IPA Carillanca 4(3):11-12.

BLOWERS, K y DE MONTE, A. 2004. Integrated seed and foliar fungicide treatments into a strategy to manage cereal disease. (Online)

<http://www.grdc.com.au/growers/res_upd/irrigation/i04/blowers.htm>
(Accessed 22/05/2006).

CALDWELL, R.M. 1937. *Rhynchosporium* scald of barley, rye and other grasses. Journal of Agricultural Research 55: 175-98.

CARMONA, M.; REIS, E. M. y CORTESE, P. 1999. Mancha Amarilla y Septoriosis de la Hoja. Diagnóstico, Epidemiología y Nuevos Criterios para el Manejo. 32 pp.

CHIARAPPA, L. 1971. Crop Loss Assessment Methods. FAO Manual on the evaluation and prevention of losses by pest, disease and weeds. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Special methods. 118 p.

CHILE, OFICINA DE PLANIFICACIÓN AGRÍCOLA (ODEPA). 2006. Estadísticas macrosectoriales y productivas. (online) <<http://www.odepa.cl> > (accesed 2/4/2006).

CHONG, L.M. y SHERIDAN, J.E. 1982. Mycoflora of barley (*Hordeum vulgare* L.) seed in New Zealand. New Zealand Journal of Botany 20 : 187-189.

CHRISTIANSEN, F.B. y FENCHEL, T.M. 1977. Theories of Populations in Biological Communities. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag. 144 p.

CORNELL UNIVERSITY, 1997. Extension Toxicology Network: Propiconazole. (Online) <<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/metiram-propoxur/propiconazole-ext.html>> (Accessed 23/05/2006).

- CROFT, M. 2002. The fitness cost of fungicide resistance in *Rhynchosporium secalis*, causal agent of leaf blotch of barley. (Online) <<http://www.bspp.org.uk/bsppnews/bsppnews41/bsppnews41bursariesb.htm>> (Accessed 15/06/2006).
- DIAZ, J. 1995. Seminario de protección vegetal. Malherbología. Efecto de las malezas en los cultivos y su control. Centro regional de investigación INIA-CARILLANCA. 258 p.
- DEADMAN, M.L. y COOKE, B.M. 1986. Effects of the net blotch on growth and yield of springs barley. *Annals of applied Biology* 110:33-42.
- DIMMOCK, J.P. y GOODING, M.J. 2002. The influence of foliar diseases, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. *Journal of Agricultural Science* 138:349-366.
- ESPINOZA, N. 1982. Pérdidas producidas por malezas. *IPA Carillanca* 1(3):13-16.
- FAIGUENBAUM, H. 2003. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Cebada. Santiago, Chile. Editorial Ograma S.A. 760 p.
- FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), 2006. Faostat Agricultural Data. (online) <<http://faostat.fao.org/>> (accesed 2/4/06).
- GALLAGHER, J.N., BISCOE, P.V. y SCOTT, R.K. 1975. Barley and its Environment. V. Stability of Grain Weight. *Journal of Applied Ecology* 12(1):319-336.

- GRAIN RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION (GRDC). 2005. Cereal Growth Stages. Disease Management in Cereals. 35 p.
- GULLINO, M. L; LEROUX, P y SMITH, C.M. 2000. Uses and challenges of novel compounds for plant disease control. *Crop Protection* 19:1-11.
- HAMPTON, J.G. 1980. The role of seed-borne inoculum in the epidemiology of the net blotch of barley in New Zealand. *New Zealand of Experimental Agriculture* 8:297-299.
- HILBER, U. W., y HILBER-BODMER, M. 1998. Genetic basis and monitoring of resistance of *Botryotinia fuckeliana* to anilinopyrimidines. *Plant Disease* 82:496-500.
- HOLLAWAY, G., WEPPLER, R., y BEDGGOOD, W. 2004. Agriculture notes. Net Blotches of barley. Grain Research and Development Corporation. 2 p.
- HOLLOMON, D.W. 1984. laboratory assay to determine the sensitivity of *Rhynchosporium secalis* to the fungicide triadimenol. *Plant pathology* 33:65-70.
- JAYASENA, K.W., LOUGHMAN, R. y MAJEWSKI, J. 2002. Evaluation of fungicides in control of spot-type net blotch on barley. *Crop Protection* 21:63-.69.
- KHAN, T. N. 1986. Effects of fungicide treatments on scald (*Rhynchosporium secalis* (Oud.) J . Davis) infection and yield of barley in Western Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 26: 231-235.

- KHAN, T. N. 1987. Relationship between net blotch (*Drechslera teres*) and losses in grain yield of barley in Western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 38: 671-9.
- KHAN, T.N. 1988. Effects of stubble-borne fungal inoculum on incidence of leaf diseases and yields of barley in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 28:529-532.
- KHAN, T.N. 1989. Effect of spot-type Net Blotch (*Drechslera teres* (Sacc.) Shoem) Infection on Barley Yield in Short Season Environment of Northern Cereal Belt of Western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 40: 745-752.
- KHAN T.N y CROSBIE G.B. 1988. Effect of scald (*Rhynchosporium secalis* (Oud.) J. Davis) infection on some quality characteristics of barley. Australian Journal of Experimental Agriculture 28: 783-5.
- KHAN, T. N. y D'ANTUONO, M. F. 1985. Relationship between scald (*Rhynchosporium secalis*) and losses in grain yield of barley in Western Australia. Australian Journal of Agricultural Research 36:655-61.
- KHAN, T. N. y YOUNG, K. J. 1989. Effects of fungicide seed dressings and fungicide-treated fertiliser on the severity of leaf diseases and yield of barley in Western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 29:565-8.
- KNAUF-BEITER, G., DAHMEN, H., HEYE, U. y STAUB, T. 1995. Activity of cyprodinil: Optimal treatment timing and site of action. Plant Disease 79(11):1098-1103.

- KNIGHT, S. C., ANTHONY, V. M., BRADY, A. M., GREENLAND, A. J., HEANEY, S. P., MURRAY, D. C., POWELL, K. A., SCHULZ, M. A., SPINKS, C. A., WORTHINGTON, P. A., y YOULE, D. 1997. Rationale and Perspectives on the Development of Fungicides. Annual Review of Phytopathology 35: 349-372.
- LATORRE, B. 2003. Enfermedades de las plantas cultivadas. Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile. 638 p.
- LOURDES DE LA I. DE BAUER, M. 1991. Fitopatología. México D.F. Editorial Limusa S.A. 517 p.
- MAYFIELD, A.H. y CLARE, B.G. 1984. Effects of common stubble treatments and sowing sequences on scald disease (*Rhynchosporium secalis*) in barley crops. Australian journal of agricultural research 35 (6):799-806.
- MARTIN, R.A., CLOUGH, K.S. Y JOHNSTON, H.W. 1984. Vertical and horizontal distribution of conidia of *Pyrenophora teres* in barley fields. Canadian Journal of Plant Pathology 6:280-282.
- McDONALD, B.A. ZHAN, J., BURDON, J.J., 1999. Genetic structure of *Rhynchosporium secalis* in Australia. Phytopathology 89: 639-645.
- McMULLEN, M.P. y LAMEY, A.H. 2001. Plant Diseases Development and Management. (Online)
<<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/pests/eb31w.htm>>(Accessed 25/05/2006).

- MURRAY, G.M. y KUIPER, J. 1988. Emergence of wheat may reduced by seed weather damage and azole fungicides and is related to coleoptile length. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 28:253-261.
- NEWMAN, P.L. OWEN, H. 1985. Evidence of asexual recombination in *Rhynchosporium secalis*. *Plant Pathology* 34: 338-340.
- O'SULLIVAN, E. 2004. Fungicides resistance in cereal pathogens. (Online) <<http://www.farmersjournal.ie/cp2004/>> (Accessed 15/05/2006).
- OXLEY, S. 2005. Barley Disease Control. Technical Note. SAC: Suporting the land based industries for over a century. 20 p.
- PAULSRUD, B.E., MONTGOMERY, M., BRETTHAUER, S., MONTGOMERY, N. 2005. Report on Plant Disease. Characteristics of Fungicides Used In Field Crops. Department of Crop Sciences University of Illinois at Urbana. RPD No. 1002. 18 p.
- PLATZ, G. 2004. Barley leaf diseases. Epidemiology, commercial impact and strategies for management. (Online) <http://www.grdc.com.au/growers/res_upd/south/s04s/platz.htm> (accessed 27/05/06).
- POBLETE, J.A. y LATORRE B.A. 2001. Efecto preventivo y curativo de los fungicidas inhibidores de esteroides en el control de *Venturia inaequalis* del manzano. *Ciencia e Investigación Agraria* 28(3): 145 - 150.
- PEYRELONGUE, A. 1990. Manejo de la fertilización para producción de cebada para malta en la IX Región. Estación experimental Carillanca. Temuco, Chile. 20 p.

- RADFORD, B.J. y WILDERMUTH, G.B. 1987. Effects of sowing depth, seed dressings, a press wheel, cultivars and trifluralin on the establishment of barley. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27:579-584.
- ROUANET, J.L. 1983. Clasificación Agroclimática IX región. 2ª aproximación Macroárea IV. Investigación y Progreso Agropecuario. Carillanca. *Temuco* 2(4):25-27.
- RUIZ-ROLDÁN, M.C., MAIER, F.J., y SCHÄFER, W. 2001. PTK1, a Mitogen Activated-Protein Kinase Gene, Is Required for Conidiation, Appressorium Formation, and Pathogenicity of *Pyrenophora teres* on Barley. *The American Phytopathological Society* 14(2): 116–125.
- RUSKE, R.E., GOODING, M.J. y JONES, S.A. 2003. The effects of triazole and strobilurin fungicide programmes on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain accumulation in winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science* 140:395-407.
- SHAW, M.W. 1986. Effects of temperature and leaf wetness on *Pyrenophora teres* growing on barley cv Sonya. *Plant Pathology* 35:294-309.
- SCHELLING, K., BORN, K., WEISSTEINER, C. y KÜHBAUCH, W. 2003. Relationships between Yield and Quality Parameters of Malting Barley (*Hordeum vulgare* L.) and Phenological and Meteorological Data. *Journal of Agronomy and Crop Science* 189:113-122.
- SHERIDAN, J.E; GRBAVAC, N. ; SHERIDAN, M.H y SOTEROS, J.J. 1987. Further studies on triadimenol resistance in the barley net blotch

pathogen *Pyrenophora teres*. New Zealand Journal of Agricultural Research 30:101-105.

SHIPTON, W.A., BOYD, W.J. R., ALI, S.M. 1974. Scald of barley. Review Plant Pathology 53: 840-861.

SKOROPAD, W.P. 1957. Temperature and humidity relationships in securing infection of barley with *Rhynchosporium secalis*. Phytopathology 47: 32-33.

SKOROPAD, W.P. 1959. Seed and seedling infection of barley by *Rhynchosporium secalis* on naturally infected leaves of barley. Phytopathology 49: 623-626.

SKOROPAD, W.P. 1966. Sporulating potencial of *Rhynchosporium secalis* on naturally infected leaves of barley. Canadian Journal of Plant Science 46:243-247.

STEDMAN, O. J. 1980. Observation on the production and dispersal of spores, and infection by *Rhynchosporium secalis*. Annals of Applied Biology 95:163-175.

TOUBIA-RAHME, H., ALI-HAIMOUD, D.E., BARRAULT, G., y ALBERTINI, L. 1995. Inhibition of *Drechslera teres* sclerotoid formation in barley straw by application og glyphosate or paraquat. Plant Disease 79(6):595-598.

VERGARA, M, CRISTANI, C Y VANNACCI, G. 2003. Differential Transcripts in *Pyrenophora graminea* and *Pyrenophora teres* Putatively Related to Pathogenicity. Journal of Plant Pathology 85 (3):157-164.

- WALLWORK, M.A.B., LOGUE, S.J., MACLEOD, L.C., Y JENNER, C.F. 1998. Effect of high temperature during grain filling on starch synthesis in the developing barley grain. *Australian Journal Plant Physiology* 25:173-181.
- WIKIPEDIA. 2006. La enciclopedia libre. (Online) <<http://es.wikipedia.org/wiki/Cebada>> (accessed 10/05/2006).
- WU, Y. X. y VON TIEDEMANN, A. 2001. Physiological Effects of Azoxystrobin and Epoxiconazole on Senescence and the Oxidative Status of Wheat. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 71: 1–10.
- XUE, A.G y BURNETT, P.A. 1995. Evaluation of interactions between *Rhynchosporium secalis* and *Pyrenophora teres* on barley. *Phytoprotection* 76:1-7.
- YAHYAOU, A.H., BRADER, L., TEKAUZ, A., WALLWORK, H., y STEFFENSON, B. 2003. Meeting the Challenges of Barley Blights. Proceedings of the Second International Workshop on Barley Leaf Blights. 7-11 April 2002, (ICARDA) Aleppo, Syria.
- YOUNG, C.S., THOMAS, J.M., PARKER, S.R. Y PAVELEY, N.D. 2006. Relationship between leaf emergence and optimum spray timing for leaf blotch (*Rhynchosporium secalis*) control on winter barley. *Plant Pathology* 55:413-420.
- ZADOKS, J. C., CHANG, T. T., y KONZAK, C. F. 1974. A decimal code for growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-21.
- ZILLINSKY, F.J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades en cereales de grano pequeño. México, D.F. CIMMYT. 141 p.

ANEXO

ANEXO 1 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el periodo de duración del ensayo.

Año	Mes	Temperatura			Lluvia caída (mm)
		Promedio (° C)	Máxima	Mínima	
2005	Agosto	6,1	12,0	2,2	249,3
2005	Septiembre	7,6	13,3	2,1	68,7
2005	Octubre	8,7	14,6	3,3	43,2
2005	Noviembre	12,7	20,5	6,6	160,4
2005	Diciembre	14,9	23,3	8,0	47,9
2006	Enero	16,4	26,1	8,4	70,0
2006	Febrero	16,7	27	8,9	43,2

ANEXO 2 Rendimientos de grano obtenidos por los diferentes tratamientos

T	Semilla	Follaje	Rendimiento (qq/ha)
1	Ninguno	Ninguno	50,44 ab
2	Difeconazole	Ninguno	55,69 b
3	Difeconazole	Azoxystrobin	64,53 c
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole+ cyprodinil	71,72 d
5	Triadimenol	Ninguno	47,19 a
6	Triadimenol	Propiconazole+ cyprodinil	68,13 cd

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas (P = 0,05; Test de Tukey).

ANEXO 3 Diferencias entre tratamientos para cada uno de los componentes del rendimiento.

T	Semilla	Follaje	Factores del rendimiento		
			NGE	Peso 1000 (g)	NE x m ²
1	Ninguno	Ninguno	22,81 ab	43,74 a	548 a
2	Difeconazole	Ninguno	22,76 ab	44,28 ab	595 b
3	Difeconazole	Azoxystrobin	24,34 c	45,32 b	636 bc
4	Difeconazole Azoxystrobin	Propiconazole+ cyprodinil	24,66 c	48,36 d	676 c
5	Triadimenol	Ninguno	21,96 a	43,29 a	540 a
6	Triadimenol	Propiconazole+ cyprodinil	23,71 bc	46,89 c	670 c

T= Tratamiento fungicida aplicado al follaje.

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas (P = 0,05; Test de Tukey).

ANEXO 4 Porcentaje de control de rinosporiosis en las últimas tres hojas de los diferentes tratamientos en relación al testigo durante los dos últimos estados fenológicos evaluados.

T	Hoja bandera		Hoja 2 o F-1		Hoja 3 o F-2	
	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109
2	25 b	15 b	23 b	11 a	8 a	6 a
3	69 c	46 c	66 c	25 b	52 c	18 b
4	83 d	39 c	81 d	28 c	85 e	19 b
5	0 a	5 ab	22 b	0 a	23 b	4 a
6	67 c	37 c	62 c	28 c	71 d	21 b

T= Tratamiento

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

ANEXO 5 Porcentaje de control de helmintosporiosis en las últimas tres hojas de los diferentes tratamientos en relación al testigo durante los dos últimos estados fenológicos evaluados.

T	Hoja bandera		Hoja 2 o F-1		Hoja 3 o F-2	
	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109	GS 61 DDS 92	GS 75 DDS 109
2	0 a	37 b	0 a	0 a	60 a	53 ab
3	81 d	60 c	81 b	43 b	84 b	81 d
4	8 a	69 c	86 b	82 c	98 b	93 e
5	23 b	36 ab	0 a	41 b	0 a	54 b
6	63 c	54 c	93 b	57 b	97 b	69 c

T= Tratamiento

Estado de desarrollo (GS), según la escala de Zadoks *et al.*, (1974).

Tratamientos con la misma letra de cada columna no presentan diferencias significativas ($P = 0,05$; Test de Wilcoxon).

DDS= Días desde la siembra.

ANEXO 6 Estados de crecimiento escala Zadoks, Chang y Konzak.

Valor en escala	Estado de desarrollo específico	Estado de desarrollo general
00	Semilla seca	
01-02	Comienzo imbibición	
03-04	Imbibición completa	
05	Radícula emergida de la semilla	Germinación
07-08	Coleóptilo emergido desde la semilla	
09		
10	Primera hoja a través del coleóptilo	
11	Primera hoja desplegada	Emergencia
12-19	Dos a nueve, o mas hojas desplegadas	
20	Solamente eje principal	
21	Eje principal y una macolla	
22-29	Eje principal y 2 a 9 o más macollas	
30	Erección del seudotallo	
31	Primer nudo detectable	
32-36	Segundo al quinto nudo detectable	Elongación tallo
37-38	Hoja bandera aun enrollada	
39	Hoja bandera desenrollada	
40-42	Expansión de la bota	
43-48	Desarrollo de la bota	Embuche

(Continúa)

Continuación Anexo 6.

Valor en escala	Estado de desarrollo específico	Estado de desarrollo general
49	Primeras barbas visibles	
50-51	Primeras espiguillas apenas visibles	
52-58	Desarrollo de la espigadura	Espigadura
59	Espiga completamente emergida	
60-69	Desarrollo de antesis	Antesis
70-79	Grano acuoso-lechoso	Desarrollo lechoso
80-89	Grano harinoso a semiduro	Desarrollo harinoso
90-92	Grano duro	Madurez
93-99	Sobre madurez	

FUENTE: ZADOKS *et al.*, (1974).

ANEXO 7 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de agosto del 2005.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	7,7	10,8	06:00:00	5,3	09:00:00	17
2	6,7	8,6	02:00:00	5,3	01:00:00	0,8
3	6,2	9,1	09:00:00	2,7	12:00:00	13
4	2,8	7,8	04:00:00	-1,1	10:00:00	1,5
5	3,7	7,5	03:00:00	1,1	08:00:00	4,6
6	2,7	9,5	05:00:00	-2,3	12:00:00	4,3
7	1,9	10,7	01:00:00	-2,8	01:00:00	0
8	1,9	21,1	05:00:00	1,4	10:00:00	0
9	8,5	12,3	11:00:00	5,7	10:00:00	8,6
10	9,3	18,9	05:00:00	3,2	08:00:00	0,5
11	9,5	12,6	11:00:00	5,9	05:00:00	14,7
12	8	10,7	01:00:00	4,6	10:00:00	25,9
13	6,2	11,7	03:00:00	3,2	10:00:00	0,3
14	4,8	12,4	04:00:00	-1,1	09:00:00	0,3
15	8,4	15,1	04:00:00	1,9	03:00:00	10,7
16	8	11,2	04:00:00	4,2	12:00:00	28,2
17	4,9	12,5	03:00:00	0,4	12:00:00	0
18	5,7	14,6	03:00:00	0,2	04:00:00	0
19	11,4	23,3	03:00:00	1,4	01:00:00	0
20	8,3	9,6	01:00:00	6,7	05:00:00	12,2
21	7,2	9	01:00:00	4,4	12:00:00	32
22	5,8	10,6	04:00:00	1,3	07:00:00	0
23	6,3	15,2	02:00:00	2,3	12:00:00	0,3
24	7,5	19,1	04:00:00	0,1	08:00:00	0
25	6,7	8,7	02:00:00	5,6	09:00:00	11,9
26	8,2	10,7	05:00:00	6,8	01:00:00	19,3
27	5,3	9,9	04:00:00	3,3	08:00:00	4,6
28	4,4	5,4	05:00:00	2,8	09:00:00	21,1
29	2,7	4,3	01:00:00	-0,6	12:00:00	13
30	3,7	12,3	03:00:00	-2,6	09:00:00	2
31	4,9	15,3	05:00:00	-2,5	07:00:00	2,5
Resumen	6,1	12,0	-	2,2	-	249,3

ANEXO 8 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de septiembre del 2005.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	6,1	13,6	02:00:00	-0,6	07:00:00	0,3
2	5,9	8,6	11:00:00	4,2	05:00:00	0
3	5,8	8,2	04:00:00	4,2	05:00:00	25,1
4	5,6	8,9	02:00:00	2,9	08:00:00	2,3
5	6,4	8,2	11:00:00	4,6	04:00:00	12,4
6	11,3	15,9	01:00:00	7,7	07:00:00	2,5
7	8,7	12,3	03:00:00	5,9	12:00:00	2
8	5,3	7,7	06:00:00	4,2	08:00:00	0
9	3,7	8,8	05:00:00	-0,2	07:00:00	0
10	2,2	8,7	04:00:00	-2,9	05:00:00	0
11	3,9	12,1	03:00:00	-3,5	07:00:00	0,3
12	8,4	14,6	03:00:00	0,1	06:00:00	0
13	10,8	18,2	02:00:00	2,2	12:00:00	0
14	8,1	14,9	02:00:00	0,8	12:00:00	0
15	8	16,7	04:00:00	-1,4	06:00:00	0
16	8,7	18,1	05:00:00	-0,3	05:00:00	0
17	10,2	19,3	03:00:00	1,9	07:00:00	0
18	10,1	18,1	01:00:00	5,1	07:00:00	0
19	10,1	16,6	03:00:00	3,6	07:00:00	0
20	10,2	16,1	04:00:00	2,6	12:00:00	0
21	8,9	17,3	12:00:00	-0,1	06:00:00	0
22	10,3	15,3	02:00:00	6,3	01:00:00	0
23	8,3	9,4	01:00:00	6,9	08:00:00	2,8
24	7,9	13,2	03:00:00	2,4	12:00:00	0
25	7,6	15,8	04:00:00	-0,9	07:00:00	0,3
26	9,9	19,5	02:00:00	-0,6	07:00:00	0
27	8,9	12,2	11:00:00	5,1	05:00:00	0,3
28	6,6	8,8	01:00:00	4,6	11:00:00	16,8
29	4,6	9,7	01:00:00	0,1	06:00:00	3,6
30	5,4	11,8	02:00:00	-1,8	07:00:00	0
Resumen	7,6	13,3	-	2,1	-	68,7

ANEXO 9 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de octubre del 2005.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	7,1	9,2	06:00:00	5,1	06:00:00	1
2	7,4	11,1	01:00:00	4,9	05:00:00	1
3	10,3	17	04:00:00	4,7	05:00:00	10,7
4	10	15,3	04:00:00	6	05:00:00	1,8
5	9,8	17,2	04:00:00	1,8	07:00:00	0
6	7,6	9,7	05:00:00	6,4	09:00:00	0
7	8,4	13,9	05:00:00	3,4	12:00:00	0
8	10,7	18,8	04:00:00	1,7	07:00:00	0
9	10,1	16,9	03:00:00	6,2	07:00:00	0,3
10	11,1	16,4	02:00:00	6	06:00:00	0
11	9,1	13,3	05:00:00	6,2	12:00:00	7,9
12	7,1	12,3	03:00:00	2,5	12:00:00	3,3
13	6,1	11,6	03:00:00	0,1	04:00:00	0
14	6,9	14,6	04:00:00	-1,4	06:00:00	0,3
15	9	14,9	04:00:00	5,9	12:00:00	0
16	7,4	12,7	02:00:00	2,6	12:00:00	0
17	9,8	17,5	03:00:00	0,2	03:00:00	0
18	11,5	18,8	04:00:00	5,9	08:00:00	0
19	13,1	20,9	04:00:00	5,2	06:00:00	0
20	10,6	15,7	01:00:00	6,9	05:00:00	0,3
21	8	11,1	05:00:00	1,6	12:00:00	0,8
22	6,2	12,8	04:00:00	-1,1	06:00:00	0,5
23	5,8	12,6	05:00:00	0,3	05:00:00	0
24	6,7	13,4	05:00:00	0,2	03:00:00	0
25	6,3	13,6	04:00:00	-1,9	06:00:00	0,3
26	6,2	12,8	04:00:00	0,1	12:00:00	0
27	7	12,5	03:00:00	-0,9	02:00:00	5,3
28	7,3	12,2	01:00:00	5,3	06:00:00	9,7
29	8,9	14,4	03:00:00	5,1	04:00:00	0
30	11,1	20,1	12:00:00	6,2	04:00:00	0
31	12,4	20,5	12:00:00	6,6	05:00:00	0
Resumen	8,7	14,6	-	3,3	-	43,2

ANEXO 10 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de noviembre del 2005.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	12,1	20,5	01:00:00	4,4	03:00:00	0
2	10,6	15,9	01:00:00	6,6	03:00:00	17,5
3	6,2	14,3	12:00:00	-0,8	03:00:00	0,8
4	8,6	20,9	12:00:00	-1,1	03:00:00	0,3
5	14,9	25,5	11:00:00	6,4	12:00:00	0
6	15,4	24,8	01:00:00	5,7	03:00:00	0
7	16,7	27,3	10:00:00	6,4	03:00:00	0
8	15,5	27,7	01:00:00	7,8	02:00:00	0
9	14	23,1	01:00:00	9,9	03:00:00	0
10	14,5	23,6	12:00:00	4,6	03:00:00	0
11	15	24,4	12:00:00	5,3	02:00:00	0
12	14,4	24,1	01:00:00	7,3	01:00:00	0
13	12,2	19,1	01:00:00	8,2	02:00:00	3,3
14	12,9	20,7	11:00:00	5,3	03:00:00	0
15	14,2	21,6	11:00:00	7,6	01:00:00	0,5
16	13,1	20,8	01:00:00	10,1	01:00:00	4,1
17	11,6	16,6	12:00:00	7,1	02:00:00	0
18	13,4	20,6	12:00:00	9,6	01:00:00	0,8
19	15,3	22,6	10:00:00	8,3	03:00:00	0
20	14,9	20,3	01:00:00	12,2	01:00:00	0,8
21	13,4	16,7	01:00:00	9,7	12:00:00	33,8
22	7,7	11,6	10:00:00	4,9	04:00:00	27,4
23	8,3	10,3	12:00:00	7	04:00:00	10,2
24	11,8	19,5	12:00:00	9,5	04:00:00	12,4
25	14,7	21,6	11:00:00	8,7	11:00:00	0
26	13,2	20,6	01:00:00	11,2	10:00:00	42,9
27	11,1	18,6	12:00:00	5,8	04:00:00	4,8
28	11,9	17,9	01:00:00	6,9	02:00:00	0,8
29	10,8	19,9	12:00:00	1,3	03:00:00	0
30	12,9	24,1	12:00:00	3,3	03:00:00	0
Resumen	12,7	20,5	-	6,6	-	160,4

ANEXO 11 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de diciembre del 2005.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	15,2	24,1	01:00:00	6,1	02:00:00	0
2	11,3	20,3	01:00:00	7,9	01:00:00	0,3
3	10,6	15,2	01:00:00	5,7	05:00:00	17,5
4	7,7	13,7	12:00:00	3,8	03:00:00	4,3
5	8,8	19,3	12:00:00	1,5	03:00:00	0,5
6	9,8	19,5	01:00:00	5,5	04:00:00	22,4
7	10,8	17,6	11:00:00	3,8	03:00:00	0,5
8	12,1	19,9	12:00:00	4,9	11:00:00	0
9	15,2	26,6	12:00:00	4,6	03:00:00	0
10	16,9	26,8	01:00:00	11,1	03:00:00	0,3
11	15,2	23,3	01:00:00	8,7	12:00:00	0
12	13,9	20,2	02:00:00	9,7	03:00:00	0,8
13	15,2	22,7	12:00:00	11,2	02:00:00	0
14	16,3	24,1	01:00:00	12,8	05:00:00	0
15	15,6	22,5	12:00:00	7,8	02:00:00	0
16	14,9	22,7	12:00:00	5,9	03:00:00	0
17	14,2	22,9	01:00:00	7,9	09:00:00	0
18	15,8	22,7	12:00:00	11,7	03:00:00	1
19	15,8	24,6	12:00:00	7,3	04:00:00	0
20	17,2	25,9	12:00:00	7,7	03:00:00	0
21	18,1	25,5	02:00:00	9,9	01:00:00	0
22	15,7	24,5	01:00:00	4,9	03:00:00	0
23	17,4	28,6	12:00:00	6,7	03:00:00	0
24	20,4	29,7	12:00:00	10,4	03:00:00	0
25	19,9	29,8	01:00:00	11,6	03:00:00	0
26	15,7	23,9	01:00:00	11,9	02:00:00	0,3
27	15,2	24,9	12:00:00	5,8	03:00:00	0
28	15,6	25,3	01:00:00	10,4	03:00:00	0
29	17	24,7	12:00:00	10,9	03:00:00	0
30	17,1	25,7	12:00:00	11,1	03:00:00	0
31	17,1	25,8	01:00:00	9,1	03:00:00	0
Resumen	14,9	23,3	-	8,0	-	47,9

ANEXO 12 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de enero del 2006.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	15,7	25	12:00:00	7,9	03:00:00	3,8
2	17,6	27,1	11:00:00	6,6	03:00:00	0
3	16,2	25,4	01:00:00	11,4	11:00:00	0
4	14,6	19,1	01:00:00	11,9	07:00:00	8,6
5	16	22,1	12:00:00	11,7	03:00:00	11,7
6	15	23,3	01:00:00	8,3	04:00:00	0
7	14,1	21,6	12:00:00	10,6	09:00:00	11,4
8	15,6	21	01:00:00	13,3	08:00:00	23,9
9	13,8	22,3	10:00:00	8,5	11:00:00	0
10	13,8	23,1	01:00:00	5,8	02:00:00	0
11	14,1	21,4	12:00:00	4,9	03:00:00	0
12	13,9	25,6	12:00:00	5,1	01:00:00	0
13	15	25,8	01:00:00	9,2	03:00:00	0
14	13,2	21,4	01:00:00	6,9	03:00:00	4,3
15	11,7	23,8	12:00:00	2,6	02:00:00	0
16	20,4	31,7	12:00:00	9,2	11:00:00	0
17	18,9	33	01:00:00	10,2	03:00:00	0
18	15,8	25,8	01:00:00	9,9	02:00:00	6,3
19	12,9	23,9	12:00:00	2,9	03:00:00	0
20	18,2	28,7	11:00:00	7,8	02:00:00	0
21	17,1	28,9	02:00:00	5,9	03:00:00	0
22	16,8	25,9	01:00:00	11,8	04:00:00	0
23	15,8	24,8	01:00:00	10,7	03:00:00	0
24	16,1	28,3	12:00:00	4,2	04:00:00	0
25	18,6	28,4	01:00:00	7,3	04:00:00	0
26	19,2	30,3	12:00:00	7,3	03:00:00	0
27	20,4	30,6	01:00:00	9,1	03:00:00	0
28	18,5	30,1	01:00:00	8	03:00:00	0
29	17	29,1	12:00:00	8	03:00:00	0
30	20,3	30,8	12:00:00	10,2	03:00:00	0
31	21,1	30,8	01:00:00	11,8	04:00:00	0
Resumen	16,4	26,1	-	8,4	-	70,0

ANEXO 13 Registro de temperatura promedio (° C) y precipitaciones en el predio San Pablo durante el mes de febrero del 2006.

Día	Temperatura					Lluvia Caída (mm)
	Promedio (°C)	Máxima	Hora (Máx)	Mínima	Hora (Min)	
1	18,3	30,2	02:00:00	7,9	03:00:00	0
2	17,8	29,4	01:00:00	9,4	01:00:00	0,3
3	14,8	27,2	01:00:00	8,2	11:00:00	0
4	17,6	25,1	12:00:00	11,6	04:00:00	0,3
5	17,6	29,5	12:00:00	8,2	04:00:00	0
6	16,6	30,1	02:00:00	11,4	03:00:00	0
7	12,9	25,5	12:00:00	2,1	03:00:00	0
8	16,5	29,4	12:00:00	5,4	04:00:00	0
9	20,4	34	12:00:00	9,5	02:00:00	0
10	21,8	34,2	02:00:00	11,2	04:00:00	0
11	18,2	29,2	01:00:00	12,2	11:00:00	0,3
12	23,1	36,4	10:00:00	13,7	11:00:00	0
13	22	36,2	01:00:00	13,8	03:00:00	0
21	15,9	18,1	10:00:00	15,2	12:00:00	0,3
22	12,2	15,2	01:00:00	10,1	03:00:00	36,1
23	14,4	23,3	06:00:00	4,8	09:00:00	0,3
24	16,9	27,7	05:00:00	6,8	08:00:00	0
25	16,8	26,9	05:00:00	8,6	08:00:00	0
26	12,1	17,6	06:00:00	6,2	12:00:00	5,6
27	11,3	20,6	04:00:00	3,1	07:00:00	0
28	13,9	22,1	03:00:00	7,1	09:00:00	0
Resumen	16,7	27,0	-	8,9	-	43,2

ANEXO 14 Análisis de varianza para el porcentaje de hojas básales necrosadas.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	5434,38	5	1086,88	6,95	0,0015
Repeticiones	136,458	3	48,4861	0,29	0,8312
Error	2344,79	15	156,319		
Total	7915,63	23			

ANEXO 15 Análisis de varianza para el rendimiento obtenido por los diferentes tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	1988,13	5	397,627	18,46	0,0000
Repeticiones	38,192	3	12,7307	0,59	0,6303
Error	323,065	15	21,5377		
Total	2349,39	23			

ANEXO 16 Análisis de varianza para el número de granos por espiga obtenido por los diferentes tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	21,8464	5	4,36927	8,72	0,0005
Repeticiones	0,620887	3	0,206962	0,41	0,7460
Error	7,51333	15	0,500889		
Total	29,9806	23			

ANEXO 17 Análisis de varianza para el peso 1000 granos obtenido por los diferentes tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	77,4664	5	15,4933	28,53	0,0000
Repeticiones	6,09302	3	2,03101	3,74	0,0346
Error	8,14668	15	0,543112		
Total	91,7061	23			

ANEXO 18 Análisis de varianza para el número de espigas/m² obtenido por los diferentes tratamientos.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	70387,3	5	14077,5	14,61	0,0000
Repeticiones	1059,5	3	353,167	0,37	0,7782
Error	14453,0	15	963,533		
Total	85899,8	23			

ANEXO 19 Análisis de varianza del porcentaje de proteína del grano de cada tratamiento.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	5,03375	5	1,00675	18,69	0,0000
Repeticiones	0,0845833	3	0,0281944	0,52	0,6727
Error	0,807917	15	0,0538611		
Total	5,92625	23			

ANEXO 20 Análisis de varianza del porcentaje de humedad del grano de cada tratamiento.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F calculado	P-valor
Tratamiento	7,42375	5	1,48475	21,05	0,0000
Repeticiones	0,0745833	3	0,0248611	0,35	0,7880
Error	1,05792	15	0,0705278		
Total	8,55625	23			