



**UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE DISTINTAS  
ENFERMEDADES EN FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.),  
SOYA (*Glycine max* L.) Y GIRASOL (*Helianthus annuus* L.), CULTIVADOS  
BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO: ASPERSIÓN MEDIANTE PIVOTE  
CENTRAL Y RIEGO POR SURCOS.**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PABLO ANDRÉS RAMÍREZ HERRERA**

**TALCA – CHILE**

**- 2005 -**

UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**DETERMINACIÓN DE LA INCIDENCIA DE DISTINTAS  
ENFERMEDADES EN FREJOL (*Phaseolus vulgaris* L.),  
SOYA (*Glycine max* L.) Y GIRASOL (*Helianthus annuus* L.), CULTIVADOS  
BAJO DOS SISTEMAS DE RIEGO: ASPERSIÓN MEDIANTE PIVOTE  
CENTRAL Y RIEGO POR SURCOS.**

**Por:**

**PABLO ANDRÉS RAMÍREZ HERRERA**

**MEMORIA DE TÍTULO**

Presentada a la  
Universidad de Talca como  
parte de los requisitos para optar  
al título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

TALCA, 2005

## **APROBACIÓN**

---

Profesor Guía

Claudio Sandoval Briones  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.  
Profesor Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca

---

Profesor Informante

Eugenio Rodríguez Herrera  
Ingeniero Agrónomo, Master en Ing. de  
Regadíos  
Profesor Facultad de Ciencias Agrarias  
Universidad de Talca

**Fecha Presentación de Defensa de Memoria: 20 de Julio del 2005.**

## Agradecimientos

**E**n primer lugar agradezco a Dios, por que fue su voluntad que yo alcanzara mi meta, y a la Virgen María que atendió a todas mis plegarias.

**A** mis padres por su comprensión y apoyo incondicional. Lamento profundamente todas las privaciones que sufrieron para yo pudiese estudiar, muchas gracias. Siempre me sentiré en deuda con ustedes, pero quiero que sepan que lo pagaré en infladas cuotas de amor y cariño. Los amo.

**M**is hermanos Renecito y Claudia, gracias por ser mis hermanos. Aunque a veces no los comprenda, les quiero decir que los amo mucho y que siempre tendrán el apoyo y consejo de su sabio hermano mayor.

**A** mi abuela Enza y a mi abuelo René, que también me apoyaron durante todo este tiempo, y también a mi abuela Eugenia, que siempre me encomendó a Dios

**A** mis profesores, Claudio Sandoval (mi mentor) y Eugenio Rodríguez (todo un gentleman), por su paciencia y disponibilidad a toda prueba.

**A** Anita “Manos Mágicas”, excelente persona, apasionada por su trabajo. Gran valor. Muy agradecido por tu ayuda Anita.

**A** mi polola, Katherine, por quererme tal como soy, y ser tal como es.

**Al** Guatón Jano (Alejandro Fuentes), mi partner de estudio por casi toda la carrera.

**A** mi gran amigo Pxlao (Rodrigo Farías), mis cuates Guatón Jano, Carlos Tapia, Manatí (Gonzalo Ugarte), Carlos DiBiaggio, Walter Riquelme, Pablo Ibáñez, la Chica Paty (Patricia Abarca), por los incontables carretes de calidad que nos mandamos, sin mencionar las cañas del día siguiente. ...AGROKLIT se viene!, con sede en Qbass.

**Chelo**, muchas gracias por enseñarme a entender a Silvio, te considero un hermano más, igual que al Pato.

**A** Sebastián por prestarme su cámara que es a toda raja, muy biéen! Suerte compadre en sus estudios, y ojala nos encontremos algún día en La Serena.

**A** la Flaca Guzmán (Daniela Guzmán), por reenseñarme a usar Statgraphics, de verdad me salvaste flaquita.

**A** las “chiquillas”: Mackarena Ferrer, Pía Pérez, Melisa Osorio, Karol Castro, y a Fernanda Lobos, por ser mis amiguis (un beso para todas).

**A** mi querida Profesora Flavia Schiapaccasse, mi musa inspiradora.

**A** Javier, por prestarme corchetes, y a su padre Dn. José Miguel.

**Finalmente**, a San Gamyi, porque nunca abandonó a su señor Frodo.

*“Sentado en quietud, no haciendo nada, llega la primavera,  
y la hierba crece por sí misma.”*

*Dicho ZEN.*

Con mucho amor a mis papás, René y Elizabeth,  
y con mucho cariño a mis sobrinas regalonas:  
las bellas Amanda y Florencia.

## RESUMEN

Para lograr altos rendimientos, en la mayoría de los cultivos extensivos ha sido necesaria la incorporación de tecnologías al proceso productivo, entre ellas, sistemas de riego más eficientes, como lo es el sistema de aspersión mediante pivote central. Este sistema de riego considera la aplicación aérea de agua, con el consiguiente mojado del follaje, condición que podría favorecer el desarrollo en mayor medida de enfermedades asociadas principalmente a hongos y bacterias. De acuerdo a lo señalado, la presente memoria se ha planteado como objetivo general determinar la incidencia de distintas enfermedades que afectan soya, frejol y maravilla, bajo dos sistemas de riego: aspersión mediante pivote central y riego por surcos, identificando además las enfermedades asociadas a dichos cultivos, midiendo y comparando su incidencia. Las mediciones se realizaron durante la temporada 2004/05, en una parcela existente en la comuna de Talca, Séptima Región del Maule. Para determinar la incidencia de las distintas enfermedades, se utilizó un diseño de bloques al azar (DCA), con cuatro repeticiones y 2 tratamientos correspondientes a: plantas regadas con un sistema de pivote central y plantas bajo riego por surcos. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 60 plantas. Los resultados del ensayo no indicaron un efecto del sistema de riego sobre la incidencia de enfermedades en los tres cultivos evaluados, a excepción de virosis en frejol y cancrisis del tallo en maravilla. Los niveles de incidencia de las distintas patologías en general fueron altos, a excepción de cancrisis del tallo en maravilla. Los síntomas observados en plantas coinciden con los descritos en literatura, para las distintas enfermedades diagnosticadas.

## ABSTRACT

To reach high yields, in most extensive crops, add new technologies to the production process has been necessary. One of them is more efficient irrigation systems, like center pivot system. This considers the aerial application of water, condition that could increase the development of diseases associated to fungi and bacteria. According to that, the general objective of this experiment was to determine the incidence of different diseases that affects soybean, bean and sunflower, irrigated by two irrigation systems: center pivot and furrow irrigation, identifying the pathologies associated to those crops, measuring and comparing their incidence. The experiment was carried out during the growing season 2004/2005, in a pfield located in Talca, 7<sup>th</sup> region of Maule. Each experiment was conducted in a DCA, whit four repetitions considering two treatments: plants irrigated by center pivot system and plants irrigated by furrow irrigation. Each experimental unit was compound by 60 plants. The results of the experiment do not show an effect of the irrigation system on the incidence of diseases in the crops evaluated, except virus associated diseases in bean and stem cancker in sunflower. In general, the incidence level of the different pathologies was high, except stem cancker in sunflower. The symptoms observed in plants were coincident with those described in literature, for the different diseases diagnosticated.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>1. Introducción</b>	1
<b>2. Revisión bibliográfica</b>	3
2.1. Antecedentes generales de los cultivos	3
2.1.1. Maravilla, girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	3
2.1.2. Frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	3
2.1.3. Soya ( <i>Glycine max</i> L.)	4
2.2. Enfermedades que atacan los cultivos evaluados	5
2.2.1. Enfermedades que atacan al girasol	5
a) Alternariosis o manchas foliares	5
b) Cancrosis del tallo	5
c) Mal del pie, pudrición del tallo y del capítulo	6
d) Mildiú, mildew veloso	7
e) Oídio, mildew polvoso, peste ceniza	7
f) Pudrición carbonosa, tizón ceniciento del tallo	8
g) Pudrición del capítulo	8
h) Roya, polvillo colorado	9
2.2.2. Enfermedades del frejol	9
a) Tizones bacterianos	9
b) Alternariosis, manchas foliares	10
c) Antracnosis	10
d) Esclerotiniosis, podredumbre húmeda, algodonosa, y muscilaginosa, mal del esclerocio	11

e)	Fusariosis, pudrición seca y negra	12
f)	Fusariosis, amarillez vascular	12
g)	Mancha angular	13
		<b>Página</b>
h)	Oídio, cenicilla, peste ceniza, mildiú polvoroso	13
i)	Rizoctoniasis, podredumbre roja del tallo, mustia hilachosa	13
j)	Roya, herrumbe, polvillo	14
k)	Tizón sureño, pudrición blanca algodonosa, pudrición de la corona	14
l)	Tizón ceniciento del tallo, pudrición carbonosa	15
m)	Mosaico amarillo	15
n)	Mosaico común	16
o)	Mosaico del pepino	16
p)	Mosaico de la alfalfa, punto amarillo	17
2.2.3.	Enfermedades de la soya	17
a)	Mancha café	17
b)	Tizón de vaina y tallo	17
c)	Mildiú	18
d)	Pudrición radical	18
e)	Rizoctoniosis	18
f)	Esclerotiniosis	19
g)	Pudrición café del tallo	19
h)	Fusariosis	19
i)	Pudrición carbonosa de la raíz	20
j)	Tizón bacteriano	20
k)	Mancha anillada del tabaco	20
l)	Mosaico de la soya	20

2.3.	Descripción de los sistemas de riego	21
2.3.1.	Riego por surcos	21
2.3.2.	Riego por pivote central	22
<b>3.</b>	<b>Materiales y Método</b>	<b>24</b>
3.1.	Antecedentes del predio	24
3.2.	Medición de la incidencia	25
		<b>Página</b>
3.3.	Diseño experimental y análisis estadístico	25
3.4.	Tratamientos	25
3.5.	Descripción del ensayo	26
a)	Manejo fitosanitario pre y post-emergencia	26
•	Soya	26
•	Frejol	26
•	Maravilla	26
b)	Fertilización	27
c)	Fecha de siembra y dosis de semilla	27
•	Cultivos regados por pivote central	27
•	Cultivos regados por surcos	27
3.6.	Evaluaciones	28
<b>4.</b>	<b>Resultados y Discusiones</b>	<b>29</b>
4.1.	Incidencia de enfermedades en frejol	29
4.2.	Incidencia de enfermedades en maravilla	31
4.3.	Incidencia de enfermedades en soya	33
4.4.	Discusión general	34
<b>5.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>Literatura citada</b>	<b>38</b>
<b>7.</b>	<b>Anexo</b>	<b>41</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

### CAPÍTULO IV

	<b>Página</b>
Cuadro 4.1. Comparación de la incidencia de enfermedades de naturaleza viral y antracnosis detectadas en frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), cultivado bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, Temporada 2004/05.	30
Cuadro 4.2. Comparación de la incidencia de alternariosis y cancrrosis del tallo detectadas en girasol ( <i>Helianthus annuus</i> L.), cultivada bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, Temporada 2004/05.	32
Cuadro 4.3. Comparación de la incidencia de virosis en soya ( <i>Glycine max</i> L.), cultivada bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, temporada 2004/05.	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO IV

	<b>Página</b>
Figura 4.2. Comparación de la severidad de <i>Alternaria alternata</i> entre cultivo de girasol regado por sistema de pivote central y aquel regado por surcos.	33

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, en nuestro país la mayor superficie destinada a semilleros de maravilla, frejol y forrajeras, se ubica en la zona Centro - Sur. En el caso particular de maravilla, éstos se concentran en forma importante en las regiones VI - VII y VIII, siendo las dos últimas las de mayor importancia por tratarse de una zona donde los productores tienen un buen nivel tecnológico, y disponen de infraestructura adecuada para su producción.

Hasta hace algunos años, la maravilla constituía una especie importante para el país, dado que ocupaba una gran superficie destinada tanto a la producción de aceite como a la multiplicación de semilla. Sin embargo, actualmente su cultivo ha dejado de tener importancia para la producción de aceite, sembrándose exclusivamente para la multiplicación de semilla. Se debe tener presente que existe un amplio rango de especies oleaginosas para el propósito de obtención de aceite, las que son mucho más competitivas que maravilla, como es el caso de soya. Esta especie ha ido adquiriendo importancia a nivel mundial como materia prima para la producción de aceite vegetal, si bien en Chile su cultivo es aún producido y destinado exclusivamente a la producción de semilla. En cuanto a frejol, este constituye un cultivo de importancia dentro de la producción nacional en el rubro chacras, y además tiene una importante utilización hortícola como poroto verde o granado. Su cultivo se destina principalmente a la obtención de grano seco, ocupando una superficie total de 26.500 ha en la temporada 2003/04, y 4.690 ha de superficie destinadas a exportación (Odepa, 2005).

En general, en la mayoría de los cultivos extensivos, para lograr altos rendimientos ha sido necesaria la incorporación de tecnologías al proceso productivo, entre ellas, sistemas de riego más eficientes que permitan suplir de manera oportuna y adecuada los requerimientos hídricos de la planta. Entre estos sistemas, el uso sistema de aspersión mediante pivote central se ha hecho más frecuente. Sin embargo, este tipo de riego considera la aplicación aérea de agua, con el consiguiente mojamiento del follaje. Esta condición podría favorecer el desarrollo en mayor medida de algunas enfermedades asociadas principalmente a hongos y bacterias.

Hasta la fecha no se han realizado evaluaciones a través de ensayos, que permitan afirmar lo anterior.

De acuerdo a lo señalado, la presente memoria se ha planteado como objetivo general determinar la incidencia de distintas enfermedades que afectan soya, frejol y maravilla, bajo dos sistemas de riego: aspersión mediante pivote central y riego por surcos.

Por otra parte, como objetivos específicos se señalan:

- Identificar las enfermedades asociadas a soya, frejol y maravilla regados por aspersión mediante pivote central y riego por surcos.
- Medir y comparar la incidencia de estas patologías en los distintos cultivos, cultivados bajo los dos sistemas de riego.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes generales de los cultivos

2.1.1. Maravilla, girasol (*Helianthus annuus* L.). El girasol pertenece a la familia *Asteraceae*. Corresponde a una planta anual, de desarrollo vigoroso en todos sus órganos. Dentro de esta especie existen numerosos tipos o subespecies cultivadas como plantas ornamentales, oleaginosas y forrajeras.

Desde el punto de vista adaptativo, es un cultivo poco exigente en el tipo de suelo, aunque prefiere los arcillo-arenosos y ricos en materia orgánica, pero es esencial que el suelo tenga un buen drenaje y la capa freática se encuentre a poca profundidad. Es una planta muy poco tolerante a la salinidad, y el contenido de aceite disminuye cuando ésta aumenta en el suelo. En su desarrollo, la temperatura es un factor muy importante, adaptándose muy bien a un amplio margen de temperaturas que van desde 25 - 30 a 13 -17 °C (Infoagro, 2004).

En la temporada actual, se destinaron aproximadamente 1.780 ha para su cultivo en nuestro país, con un volumen de producción de 3.218 ton en la temporada 2003/04, ocupando así el cuarto lugar en importancia relativa dentro de las exportaciones de semillas

Bajo condiciones óptimas de desarrollo, su rendimiento potencial puede alcanzar los 14,6 qqm/ha (Odepa, 2005).

2.1.2. Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.). El frejol es una especie dicotiledónea anual, perteneciente a la familia de las fabáceas. Una de sus características es la enorme variabilidad genética que presenta, existiendo miles de cultivares que producen semillas de los más diversos colores, formas y tamaños. Este cultivo requiere condiciones de clima templado a

cálido, con temperaturas promedio de 18 a 21 °C, y se desarrolla bien en suelos sueltos con buen drenaje.

Actualmente en nuestro país (temporada 2004/05), la superficie sembrada de frejol fue de 23.510 ha, obteniendo rendimientos 18,4 qqm/ha y una producción total estimada en 48.712 ton (Odepa, 2005).

2.1.3. Soya (*Glycine max* L.). Especie perteneciente a la familia de las leguminosas. Su centro de origen se sitúa en el Extremo Oriente (China, Japón, Indochina), y procede de la especie silvestre *Glycine ussuriensis*.

Corresponde a una planta herbácea anual, de primavera-verano, cuyo ciclo vegetativo oscila de tres a siete meses, pudiendo alcanzar tamaños que varían entre los 40 a 100 cm. Las hojas, los tallos y las vainas son pubescentes, variando el color de los pelos de rubio a pardo más o menos grisáceo.

Las temperaturas óptimas para el desarrollo de la soja están comprendidas entre los 20 y 30° C, siendo las temperaturas próximas a 30° C las ideales para su desarrollo. No es un cultivo que exija suelos muy ricos en nutrientes, por lo cual a menudo se emplea como alternativa para aquellos terrenos poco fertilizados que no son aptos para otros cultivos, además tiene cierto grado de resistencia a la salinidad. Se desarrolla en suelos neutros o ligeramente ácidos, consiguiéndose buenos rendimientos con un pH entre 6 y neutro (Infoagro, 2004).

Este cultivo ocupa el primer lugar en superficie sembrada a nivel mundial entre las especies leguminosas, y el quinto lugar entre todas las especies cultivadas mundialmente (Falguenbaum *et al.*, 2004), destinándose en nuestro país para su cultivo, un área de aproximadamente 618,2 ha. durante esta temporada (I.N.E., 2005).

## 2.2. Enfermedades que atacan los cultivos evaluados

### 2.2.1. Enfermedades que atacan al girasol

a) Alternariosis o manchas foliares. Esta patología puede ser producida por distintos hongos del género *Alternaria*, entre los que señalan las especies: *alternata* (Fr.) Keissler (sin. *A. tenuis* Nees), *helianthi* (Hansf.) Tubaki y Nishihara (sin. *Helminthosporium helianthi* Hansf.), *helianthicola* G.N. Rao y K. Rajagopalan, *leucanthemi* E.S. Nelen (sin. *A. chrysanthemi* E.G. Simmons y Crosier), *tenuísima* (Kunze) Wiltshire (sin. *Helminthosporium tenuissimum* Kunze) y *zinniae* M.B.Ellis.

Como síntomas característicos, produce pequeñas manchas necróticas, circulares u ovaladas, rodeadas por un halo clorótico y estrías necróticas que aparecen tanto en las hojas, capítulos y tallos. Éstas, al confluir, pueden comprometer gran parte de la lámina foliar, produciendo la muerte y la caída anticipada de las hojas. Producto de lo anterior, reduce significativamente los rendimientos y la calidad de la semilla. Su presencia se favorece con ambientes cálidos (25-27 °C) y húmedos. *Alternaria alternata* y *Alternaria helianthi* tienen una amplia distribución, mientras que las otras especies tienen una distribución geográfica restringida, no habiendo sido descritas en Latinoamérica.

Los agentes causales se diseminan por efecto del salpicado y del escurrimiento producido por las lluvias, por el riego por aspersión y por el viento. Además pueden diseminarse a largas distancias junto a semilla infectada.

Las distintas especies de *Alternaria* involucradas, tienen la capacidad de sobrevivir en restos enfermos que permanecen sobre el suelo, o bien como poblaciones epifitas en maravilla u otros cultivos y en semilla infectada (Latorre, 2004).

b) Cancrosis del tallo. Esta patología es causada por los hongos *Phoma macdonaldii* Boerema (sin. *P. Oleracea* var. *Helianthi-tuberosi* Sacc.) (tel. *Leptosphaeria lindquistii* Frezzi) y

*Phomopsis helianthi* M. Muntanola-Cvetkovic *et al.* (tel. *Diaporthe helianthi* M. Muntanola-Cvetkovic *et al.*).

Se manifiesta a través de lesiones necróticas de color café oscuro que se desarrollan en los tallos, provocando una marchitez, desecación y eventualmente muerte de las plantas. Sobre los tejidos muertos es posible observar pequeños puntitos negros que corresponden a los picnidios del agente causal. Plantas infectadas muestran una maduración anticipada y menores rendimientos. Los síntomas producidos por *Phoma* y *Phomopsis* son muy similares, excepto por el color de las lesiones en los tallos, siendo éstas café oscuro en el caso del primero o café claro en el caso del segundo.

Ambos hongos se diseminan por efecto del salpicado y del escurrimiento producido por las lluvias o el riego por aspersion y posiblemente en forma pasiva por algunos insectos. Persisten asociados a restos enfermos, en semilla contaminada y posiblemente en otros hospederos (Latorre, 2004). En cuanto a la distribución de esta enfermedad, ha sido descrita en Chile y en muchas de las áreas productoras de maravilla en el mundo, sin embargo no está clara su exacta distribución en Latinoamérica.

c) Mal del pie, pudrición del tallo y del capítulo. Enfermedad causada por los hongos *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (sin. *S. libertiana* Fuckel) [sin. *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf. y Dumont] y *Sclerotinia trifoliorum* Eriks.

Las plantas infectadas por ambos patógenos muestran marchitez y flacidez generalizada, desecación y muerte de plantas. Además, es posible observar lesiones acuosas, necróticas o cancosas y pudrición de la parte media y basal de los tallos, los que además muestran decoloración y ahuecamiento. Esclerocios negros, variables en forma y tamaño, se desarrollan sobre o internamente tejidos parasitados. En ambientes muy húmedos se produce la pudrición parcial o total de las inflorescencias, desarrollando un micelio superficial blanco algodonoso. Ambos patógenos se favorecen con ambientes templados.

La principal forma de diseminación de esta patología es a través de esclerocios, estructuras de sobrevivencia del patógeno, los que son dispersados junto a semilla

contaminada, que también puede presentar micelio en su superficie. Los esclerocios también pueden diseminarse por labores de cultivo y por el agua de riego. Estos mantienen su viabilidad por alrededor de 7 años (Latorre, 2004). Además *Sclerotinia* puede permanecer en residuos de cosecha infectados y otros hospederos, incluyendo malezas.

d) Mildiú, mildew velloso. Enfermedad causada por *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. y De Toni (sin. *P. Helianthi* Novot.) (sin. *Peronospora halstedii* Farl.). Se manifiesta a través de amarillez, enanismo y deformación de las hojas. Es posible observar la presencia de un tenue moho blanquecino, especialmente en el envés de las hojas y en la parte basal de los tallos. El patógeno infecta las raíces durante la emergencia, desarrollándose sistémicamente en los órganos aéreos, siendo diseminado en el campo por el salpicado y escurrimiento producido por las lluvias, y al trasladar suelo con residuos de maravilla infectados. También se disemina en semilla infectada.

En ausencia del hospedero, el patógeno persiste como oosporas en restos de cultivos enfermos, en semilla infectada o asociado a otros hospederos, incluyendo algunas malezas. Constituye un hongo invasor del suelo (Latorre, 2004).

e) Oídio, mildew polvoso, peste ceniza. *Golovinomyces cichoracearum* (D.C) V.P. Gelyuta (sin. *Erysiphe cichoracearum* DC.) (anam. *Euoidium* sp.) constituye el agente causal de esta enfermedad, la cual se manifiesta por la presencia de un moho blanquecino en las hojas y tallos, la que primeramente aparece en las hojas basales. Las hojas severamente parasitadas se tornan cloróticas, se necrosan y eventualmente caen. Además, es posible observar pequeños puntitos negros en las hojas infectadas y senescentes, los que corresponden a cuerpos frutales del agente causal.

Las ascosporas y las conidias son diseminadas por el viento, persistiendo como cleistotecios en tejidos parasitados o asociado a otros hospederos, incluyendo algunas malezas (Latorre, 2004).

f) Pudrición carbonosa, tizón ceniciento del tallo. Patología causada por *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich [sin. *M. phaseoli* (Maubl.) Ashby] [sin. *Rhizoctonia bataticola* (Taubenh.) Butler] (sin. *Sclerotium bataticola* Taubenh.). Produce una maduración anticipada conjuntamente con una marchitez y desecación del follaje. Al examinar la base de los tallos o las raíces es posible observar una pudrición carbonosa debida a la presencia de pequeños microesclerocios negros. Estos síntomas conducen a una menor producción, generalmente asociado a un alto porcentaje de semillas vanas. Se favorece con suelos húmedos y temperaturas de 28 a 30 °C.

El patógeno se disemina básicamente por traslado de suelo infectado junto a los utensilios y maquinaria de uso agrícola, por el riego y en semilla contaminada. Persiste de una temporada a otra como microesclerocios en el suelo, o bien asociado a otros hospederos o en semilla contaminada (Latorre, 2004).

g) Pudrición del capítulo. Esta enfermedad es causada por los hongos *Rhizopus stolonifer* (Ehrenb.) Vuill. (sin. *R. Nigricans* Ehrenb.), *Rhizopus arrhizus* A. Fischer (sin. *R. Nodosus* Namyslawski) (sin. *R. Oryzae* Went y Prins. Geerl.) y *Rhizopus microsporus* Tiegh., y se manifiesta por el desarrollo de manchas café oscuras, acuosas o necróticas en la base de los capítulos, lo que finalmente ocasiona su marchitez, pudrición y muerte. La infección solo ocurre al existir heridas provocadas por insectos, aves, granizos y daños mecánicos, reduciendo rendimientos y afectando la calidad industrial de la semilla cuando la infección ocurre temprano en el desarrollo vegetativo de la planta.

Su presencia se favorece con ambientes húmedos y cálidos (20-30°C). *Rhizopus* se disemina por el viento, por efecto del salpicado y escurrimiento producido por las lluvias, por el riego por aspersión y eventualmente por algunos insectos y aves. Persiste de una temporada a otra, asociado a restos vegetales en forma saprófita, en otros cultivos y en malezas. Eventualmente producen zigosporas (esporas de resistencia de origen sexual) en tejidos parasitados (Latorre, 2004).

h) Roya, polvillo colorado. *Puccinia helianthi* Schwein, es el agente causal de esta enfermedad, la que se manifiesta a través de la aparición de pequeñas pústulas anaranjadas café rojizas (uredosoros) en las hojas. Estas se transforman en pústulas negras (teleutosoros) en tejidos senescentes, a fines del verano. Las hojas severamente atacadas se tornan cloróticas y caen anticipadamente. Las esporas del hongo se diseminan fundamentalmente por el viento y en semilla contaminada.

En zonas con inviernos templados sobrevive como uredosoros y teliosoros en residuos de cultivos enfermos o en plantas voluntarias. Corresponde a una roya autoica, es decir, desarrolla su ciclo completo en un solo hospedero (Latorre, 2004).

#### 2.2.2. Enfermedades del frejol

a) Tizones bacterianos. Dentro de los tizones bacterianos, se mencionan el Tizón común, causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Vauterin, et al. [sin. *X. campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye] [sin. *X. Phaseoli* (Smith) Dowson], el Tizón del halo o añublo, ocasionado por *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Gardan, et al. [sin. *P. syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young, et al.] [sin. *P. phaseolicola* (Burk.) Dowson] y la Mancha bacteriana café, causada por *Pseudomonas syringae* pv. *Syringae* van Hall.

En el caso de tizón común y mancha bacteriana, los síntomas se manifiestan como manchas foliares, inicialmente acuosas y luego necróticas, pardas con un pequeño halo clorótico. En el caso de tizón del halo, las manchas foliares están rodeadas por un prominente halo verde amarillento. Los síntomas se desarrollan primeramente en las hojas inferiores, pudiendo observarse una clorosis generalizada y presencia de exudados bacterianos amarillentos o blanquecinos en ambientes muy húmedos. En las vainas aparecen manchas esféricas, acuosas o pardo rojizas, ligeramente hendidas. En la semilla, se observan manchas necrosadas, pardas o rojizas y relativamente circulares, las que comprometen la testa. Los tejidos infectados se deshidratan y se arrugan. El tizón común prevalece en zonas cálidas (28-

30°C), mientras que el tizón del halo y la mancha bacteriana café son frecuentes en zonas templadas.

Los tres patógenos se favorecen con precipitaciones elevadas, ya que se diseminan por efecto del salpicado y del escurrimiento producido por las lluvias, asociado al viento, además algunos insectos pueden diseminar pasivamente esta enfermedad. La semilla también puede constituir otra forma de diseminación, ubicándose las bacterias ya sea en la testa o internamente. De ésta forma, pueden sobrevivir en la semilla o en residuos infectados que permanecen sobre el suelo y en forma epífita en frejol y otros hospederos incluyendo algunas malezas (Latorre, 2004).

b) Alternariosis, manchas foliares. Esta enfermedad se asocia al hongo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler (sin. *A. tenuis* Nees) (sin. *A. macrospora* Zimm.), el que produce en el huésped desarrollo de pequeñas manchas foliares esféricas, pardo rojizas, rodeadas por un halo clorótico difuso. A menudo aparecen círculos concéntricos en la parte central y posteriormente caen, dejando pequeñas perforaciones. Es posible observar moteados pardo rojizos en las vainas, pudiendo el patógeno infectar también la semilla.

Se favorece con una alta humedad relativa y temperaturas templadas, diseminándose el hongo a través de conidias transportadas por el viento y por el salpicado producido por las lluvias. Sobrevive de una temporada a otra asociado a residuos enfermos o en otros cultivos hospederos. Persiste también como epífita en diferentes cultivos y en algunas malezas (Latorre, 2004).

c) Antracnosis. Patología causada por el hongo *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. y Magnus) Briosi y Cavara. (sin. *Gloeosporium lindemuthianum* Sacc. y Magnus) (tel. *Glomerella lindemuthiana* Shear). Su presencia ocasiona necrosis y enrojecimiento de las venas secundarias y terciarias, visibles preferentemente en el envés de las hojas basales. Además es posible observar clorosis foliar leve o moderada, y lesiones necróticas rojizas que se desarrollan en los peciolo y en los tallos. En las vainas y en la semilla aparecen manchas necróticas,

rojizas, hendidas y rodeadas por un halo oscuro. El patógeno se favorece con agua libre o alta humedad relativa (>95%) y temperaturas templadas (17-20°C). Se conocen al menos seis razas (alfa, beta, gama, delta, lambda y epsilon) del agente causal, diferenciables por el genotipo de frejol que infectan.

Su diseminación ocurre principalmente por efecto del salpicado y del escurrimiento producido por las lluvias. También puede transmitirse en la semilla, que puede estar infectada externa o internamente y pasivamente por algunos insectos. De una temporada a otra, sobrevive como micelio en la semilla y junto a residuos enfermos de frejol, que persisten sobre el suelo (Latorre, 2004).

d) Esclerotiniosis, podredumbre húmeda, algodonosa, y muscilaginosa, mal del esclerocio. Esta enfermedad de importancia en frejol, es causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (sin. *S. libertiana* Fuckel) [sin. *Whetzelinia sclerotiorum* (Lib.) Korf y Dumont]. Los síntomas que ocasiona en plantas infectadas corresponden a lesiones acuosas que aparecen en la base de los tallos, en las hojas o en las vainas, y pudrición blanda, con presencia de moho blanco algodonoso y esclerocios negros, de forma y tamaño. El follaje de la planta se marchita y deseca de manera progresiva cuando persisten condiciones húmedas (agua libre) y temperaturas templadas a cálidas (20-25 °C).

La principal forma de diseminación del patógeno es en semilla infectada. También puede diseminarse a nivel de campo por las labores de cultivo, agua de riego, y contacto de tejidos sanos y enfermos.

*Sclerotinia* es capaz de sobrevivir por más de 5 años como esclerocios en el suelo o junto a residuos de plantas enfermas. Puede sobrevivir además en numerosas especies cultivadas y en algunas malezas (Latorre, 2004).

e) Fusariosis, pudrición negra y seca. Esta patología, causada por *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* W.C. Zinder H.N. Hansen, se caracteriza por el desarrollo de estrías necróticas y rojizas en las raíces y en la base de los tallos a nivel del suelo. Induce una severa destrucción

del sistema radical cuando persisten condiciones anóxicas o estrés hídrico en el suelo, lo que lleva a una amarillez, defoliación, enanismo y desecación parcial o total de la planta y desarrollo de raíces adventicias en plantas severamente infectadas. Se favorece con temperaturas del suelo entre 26 y 28 °C.

Su diseminación ocurre por labores de cultivo, riego, y el salpicado y escurrimiento producido por las lluvias. También se disemina a través de semilla contaminada y junto a los utensilios de uso agrícola. El patógeno sobrevive en el suelo como clamidosporas, asociado a residuos de cultivos enfermos o saprofiticamente (Latorre, 2004).

f) Fusariosis, amarillez vascular. *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* J.B. Kendrick y W.C. Zinder es el agente causal de esta enfermedad. Se manifiesta inicialmente el follaje con una amarillez tenue, la que luego pasa a ser severa, asociada a una senescencia anticipada de las hojas, necrosis y enrojecimiento del tejido vascular, visible al examinar la base de los tallos en cortes transversales. Los síntomas progresan desde las hojas más viejas a las más jóvenes, y eventualmente las plantas severamente atacadas mueren. Su desarrollo se favorece con ambientes templados a cálidos (20 °C), diseminándose junto a semilla infectada, por el riego o bien al trasladar suelo infectado junto con las herramientas y maquinaria de uso agrícola. Persiste en el suelo como clamidosporas o asociado a restos de frejol u otros hospederos. Corresponde a un hongo invasor del suelo (Latorre, 2004).

g) Mancha angular. Esta enfermedad es causada por *Phaseoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris (sin. *Isariopsis griseola* Sacc.), y se caracteriza por el desarrollo de pequeñas manchas angulosas, delimitadas por la nervadura secundaria y que se presentan inicialmente en las hojas más bajas del cultivo. Eventualmente cubren gran parte de la lámina produciendo amarillez y defoliación. Por otra parte, es posible observar manchas alargadas café rojizas en los tallos y pecíolos. En las vainas se desarrollan lesiones necróticas ovaladas o circulares café rojizas con márgenes difusos, pudiendo también atacar la semilla. Se favorece con abundante humedad ambiental y temperaturas entre 20 y 25 °C.

El patógeno se disemina por el viento, por efecto del salpicado producido por las lluvias y en semilla infectada. Sobrevive en los residuos de cosecha o en el suelo por 6 a 18 meses y externa o internamente en la semilla (Latorre, 2004).

h) Oídio, cenicilla, peste ceniza, mildiú polvoroso. *Erysiphe polygoni* DC., causante de oídio, puede infectar hojas, tallos y vainas, incluyendo la semilla, siendo mayor su incidencia en plantas adultas y bajo condiciones templadas y secas. Inicialmente produce manchas cloróticas en los folíolos de las hojas de la base, las que posteriormente se recubren de un moho blanquecino. Lesiones necrosadas, café rojizas y numerosos puntos negros (cleistotecios) se observan en los tejidos parasitados. En ataques severos se produce defoliación anticipada y deformación de las vainas. Manchas pardas o grisáceas se desarrollan en semillas infectadas.

El hongo puede diseminarse ya sea por semilla infectada, o bien como conidias transportadas por el viento o ascosporas diseminadas por las lluvias. Sobrevive asociado en residuos de frejol, en plantas voluntarias y en restos de otros hospederos entre las cuales están especies de *Medicago*, *Lupinus* y *Lens* (Latorre, 2004).

i) Rizoctoniasis, podredumbre roja del tallo, mustia hilachosa. Esta enfermedad causada por *Rhizoctonia solani* Kühn [tel. *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk] produce inicialmente pequeñas lesiones necróticas, hendidas y enrojecidas en el hipocotilo, en la base de los tallos o en las vainas. Eventualmente, el avance de estas lesiones estrangula la base de los tallos, produciendo el colapso de la planta. También se puede observar desarrollo de lesiones foliares acuosas irregulares de color verde pálido, las cuales se tornan de color café, con márgenes bien definidos y bordes de color café rojizo. La infección se favorece con temperaturas de 1 a 18 °C durante la emergencia. A menudo ocurre conjuntamente con fusariosis. En zonas cálidas (20-30 °C) y lluviosas aparece un moho grisáceo como resultado de las infecciones sobre los tejidos parasitados.

El agente causal se disemina posiblemente junto a suelo infectado durante las labores de cultivo, en el agua de riego o internamente en la semilla. De una temporada a otra, persiste

como esclerocios o saprofiticamente en el suelo. Puede también mantenerse en restos de cultivos enfermos o asociado a numerosas especies hospederas, incluyendo algunas malezas. Puede sobrevivir además en semilla infectada (Latorre, 2004).

j) Roya, herrumbe, polvillo. *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger [sin. *U. phaseoli* (Pers.) Wint.], causante de roya, desarrolla pequeñas pústulas uredosóricas (1-3 mm de diámetro), circulares, rojizas y rodeadas por un prominente halo clorótico, en las hojas y en las vainas. Ataques severos provocan una fuerte defoliación, siendo la incidencia y severidad mayor en zonas o épocas con clima templado a cálido (16-25 °C) y húmedo (sobre 10 h de follaje mojado). Bajo 15 °C o sobre 28 °C se limita el desarrollo de esta enfermedad. A fines de temporada aparecen pústulas teliosóricas, negras, en tejidos senescentes.

El viento disemina las ecidiosporas y uredosporas, responsables de las infecciones primarias, persistiendo al estado de uredosporas o teliosporas asociada a restos de cultivos enfermos, en plantas voluntarias o en otras leguminosas hospederas. Corresponde a una roya autoica (Latorre, 2004).

k) Tizón sureño, pudrición blanca algodonosa, pudrición de la corona. *Sclerotium rolfsii* Sacc. [tel. *Athelia rolfsii* (Curzi) Tu y Kimbrough] [sin. *Pellicularia rolfsii* (Cuzi) West.] (sin. *Corticium rolfsii* Curzi), agente causal de esta enfermedad, produce una pudrición blanda y acuosa en la base de los tallos, que lleva inicialmente a una clorosis leve o moderada del follaje, seguido de una marchitez y colapso generalizado en estadios más avanzados de la enfermedad. Es posible observar presencia de un moho superficial, blanco algodonoso, con un característico crecimiento abanicado y esclerocios esféricos de color pardo oscuro sobre los tejidos parasitados. Se favorece con ambientes cálidos (30 °C) y húmedos, en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Su diseminación ocurre a través de las labores de cultivo, maquinaria y utensilios de uso agrícola contaminados, por el agua de riego o por efecto del drenaje superficial provocado

por las lluvias. El patógeno sobrevive como esclerocios en residuos de cultivos enfermos, en el suelo y asociado a otros hospederos. Es un habitante del suelo (Latorre, 2004).

l) Tizón ceniciento del tallo, pudrición carbonosa. *Macrophonima phaseolina* (Tassi) Goidanich [sin. *M. phaseoli* (Maubl.) Ashby] [sin. *Rhizoctonia bataticola* (Taubenh.) Butler] (sin. *Sclerotium bataticola* Taubenh.), produce lesiones cancrasas alargadas y secas que aparecen en la base de los tallos. Ambientes cálidos (28-30 °C) y húmedos favorecen el rápido progreso de esta enfermedad, afectando totalmente los tallos y vainas. En tales condiciones se observa marchitez foliar, necrosis generalizada, defoliación y enanismo. Las vainas quedan adheridas a la planta. Abundantes microesclerocios negros aparecen externa e internamente en los tejidos afectados, los que otorgan el aspecto ceniciento a los tallos. Estos tienden a ahuecarse.

La diseminación del patógeno ocurre básicamente por el traslado de suelo infectado junto a los utensilios y maquinaria de uso agrícola, por el riego y en semilla contaminada. Puede persistir de una temporada a otra como microesclerocios en el suelo, asociado a otros hospederos o en semilla contaminada (Latorre, 2004).

m) Mosaico amarillo. *Bean yellow mosaic virus*, BYMV, es el agente causal de esta enfermedad, la que produce en el huésped desarrollo de moteados verde amarillento, difusos o prominentes, deformación de folíolos, con curvamiento de sus márgenes, entrenudos cortos y enanismo. Algunos cultivares desarrollan lesiones locales necróticas, muerte de los brotes apicales, marchitez y muerte de las plantas. La severidad de los ataques depende del cultivar, de la raza del BYMV, del momento en que ocurra la infección y de las condiciones ambientales.

Se transmite por áfidos vectores en forma no persistente (*Aphis fabae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Mizus persicae*) y por semilla de lupino, vicia y trébol, pero no en semilla de frejol. Además, se transmite experimentalmente de manera mecánica a hospederos herbáceos. Persiste asociado a plantas voluntarias de frejol y en otros hospederos, como gladiolos, tréboles, lupinos, garbanzo, lenteja, arveja y alfalfa (Latorre, 2004).

n) Mosaico común. *Bean common mosaic virus*, BCMV, produce presencia de moteados foliares verde claro y oscuro, ampollamiento, deformación y folíolos pequeños. Los síntomas varían considerablemente de acuerdo con la raza del virus. Las razas necróticas inducen necrosis local y sistémicamente aparecen bandas de tejidos necrosados a lo largo de los tallos, necrosis a lo largo de la sutura de las vainas y una necrosis apical o generalizada de la planta. Además de las razas del virus, la severidad depende del cultivar, del estado de desarrollo del cultivo al momento de la infección y de las condiciones ambientales.

Se transmite en la semilla y por áfidos (*Acyrosiphon pisum*, *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *Myzus persicae*) en forma no persistente, por polen y mecánicamente a hospederos herbáceos. Persiste casi exclusivamente asociado a cultivos de frejol enfermos o en semilla de frejol infectada (Latorre, 2004).

o) Mosaico del pepino. *Cucumber mosaic virus*, CMV. Inicialmente ocurre una severa epinastia y posteriormente aparece un mosaico foliar, elongación o curvamiento de los folíolos, ampollamiento foliar intenso, moteados cloróticos o verdosos, bandeado venal. Las vainas pueden presentar un menor tamaño y una leve deformación. Esta virosis tiende a enmascararse y su expresión sintomatológica varía considerablemente con el cultivar.

Se disemina a través de áfidos vectores en forma no persistente. Algunas razas son diseminadas por la semilla. Persiste en plantas de frejol voluntarias, en otros hospederos, incluyendo algunas malezas y en semilla infectada (Latorre, 2004).

p) Mosaico de la alfalfa, punto amarillo. *Alfalfa mosaic virus*, AMV. Los síntomas varían con la raza, las especies y el cultivar. En frejol puede producir un mosaico o bronceamiento leve del follaje y un punteado foliar amarillo en forma sistémica de la enfermedad. Puede desarrollar lesiones locales necróticas en algunos cultivares.

Se disemina en forma no persistente por numerosas especies de áfidos (ej. *Myzus persicae*). Se transmite en semilla infectada, y en forma experimental presenta transmisión mecánica. Se transmite por polen en alfalfa y posiblemente en otras especies.

Persiste asociado a cultivos enfermos de frejol y a numerosos hospederos adicionales, entre los cuales se incluyen algunas malezas (Latorre, 2004).

### 2.2.3. Enfermedades de la soya

a) Mancha café. Patología causada por *Septoria glycines*, que produce como síntomas característicos lesiones irregulares color café-claro, las que varían en tamaño y se producen principalmente en las hojas, pero también aparecen en tallo, pecíolos y vainas, variando su coloración de oscuras a café-oscuro.

Infecciones tempranas afectan las primeras hojas unifoliadas y trifoliadas, siendo diseminada por esporas, las cuales son transportadas por el aire. El patógeno sobrevive de una temporada a otra, en semillas y residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

b) Tizón de vaina y tallo. Esta enfermedad es causada por los hongos *Diaporthe phaseolorum* var. *Sojae* y *Phomopsis longicola*. Bajo condiciones de campo, no se desarrollan lesiones foliares o en el tallo claramente diferenciadas. Los picnidios aparecen como manchas negras en los tallos muertos y en las vainas poco desarrolladas. Su diseminación es a través de esporas, las que son transportadas por el aire. Es capaz de sobrevivir en la semilla y residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

c) Mildiú. Enfermedad causada por el hongo *Peronospora manshurica*. Su presencia se manifiesta en la superficie de las hojas a través de manchas verde pálido a amarillo, las que luego se tornan café oscuro con un margen amarillo o verde claro. Las hojas muy dañadas necrosan y caen. Puede haber crecimiento del hongo en el interior de las vainas y cubierta de las semillas. Es una enfermedad muy común, pero rara vez provoca pérdidas de rendimiento importantes.

La principal forma de diseminación de esta patología es a través de esporas, las cuales son transportadas por el aire. Sobrevive de una temporada a otra en semilla infectada y residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

d) Pudrición radical. *Phytophthora sojae* es el agente causal de esta enfermedad, la cual se manifiesta por muerte de raicillas y lesiones necróticas color café en las raíces mas grandes (Agrios, 1988), además de provocar la pudrición de semillas y caída de plántulas. En plantas adultas, produce clorosis y marchitamiento de las hojas, y la aparición de una lesión café oscuro en la parte baja del cuello, la cual avanza progresivamente desde el nivel del suelo.

También puede ocurrir pudrición de raíces en plantas más viejas. Generalmente las plantas afectadas se encuentran agrupadas en el campo. El patógeno se disemina por traslado de suelo contaminado con esporas, siendo capaz de persistir en el suelo y en residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

e) Rizoctoniosis. Esta patología, causada por *Rhizoctonia solanii*, se caracteriza por producir la caída de plántulas en pre o post-emergencia, produciendo lesiones color café o café rojizo, en el tallo de plantas jóvenes y adultas. Los tallos infectados pueden quebrarse en el área lesionada.

Puede diseminarse por fragmentos de hifas transportados en suelo infectado, y sobrevive de una temporada a otra en el suelo y en residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

f) Esclerotiniosis. Causada por *Sclerotinia sclerotiorum*, se manifiesta a través de lesiones color tostado a blancas en los nudos, que provocan marchitez y muerte de plantas. Las hojas muertas quedan adheridas a la planta. El hongo puede presentar crecimiento algodonoso en partes enfermas de la planta. Estructuras negras (esclerocios) se forman en la médula y tallos infectados. Se disemina mediante esporas transportadas por el viento desde esclerocios, siendo

capaz de Persistir como esclerocios en el suelo, semillas y residuos de cosecha infectados. Los esclerocios pueden sobrevivir más de 7 años (Rane *et al*, 2004).

g) Pudrición café del tallo. Esta patología es producida por el hongo *Phialophora gregata*, el cual se manifiesta con una pérdida repentina de coloración en las hojas, dejando un color verde en las venas y tejido color café entre éstas. La médula toma un color café, y las hojas permanecen unidas a la planta. Generalmente los síntomas no son evidentes hasta tarde en la temporada de cultivo. Su diseminación ocurre mediante fragmentos de hifas transportadas en suelo infectado y por esporas, pudiendo sobrevivir entre 3-5 años en el suelo (Rane *et al*, 2004).

h) Fusariosis. Esta enfermedad es producida por el hongo *Fusarium solani* raza A. Las plantas infectadas por este patógeno presentan manchas amarillas entre las venas, las que se vuelven necróticas, dejando un tejido verde en las venas. Se produce la caída de los bordes de las hojas, dejando los pecíolos unidos al tallo. En el tejido interno del tallo ocurre una decoloración color café claro o grisáceo, mientras que la médula permanece blanca.

La diseminación de esta enfermedad ocurre por esporas en suelo infectado y fragmentos de hifas, siendo capaz de sobrevivir en el suelo y en residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

i) Pudrición carbonosa de la raíz. *Macrophonima phaseolina* es el agente causal de esta enfermedad, la que se manifiesta por una pérdida de vigor en plantas maduras, las hojas se tornan amarillas, pero permanecen adheridas a la planta. Luego de la floración ocurre una leve decoloración gris o plateada en el tallo y en el cuello de la planta, apareciendo pequeñas estructuras fungosas negras (microesclerocios) en tallo y cuello. Esta enfermedad se disemina por microesclerocios transportados en tierra contaminada, sobreviviendo como microesclerocios en la tierra o en restos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

j) Tizón bacteriano. Enfermedad causada por la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *Glycinea*, cuyos síntomas iniciales corresponden a pequeñas manchas angulares húmedas en las hojas, donde el centro de la lesión se seca y se torna café - negruzco, con márgenes húmedos y halos amarillos. Las lesiones pueden unirse, resultando en grandes áreas de la hoja destruidas. El tejido afectado a veces se desprende.

El inóculo es diseminado por el salpicado de lluvia y transmisión mecánica. Sobrevive en la semilla y en residuos de cosecha infectados (Rane *et al*, 2004).

k) Mancha anillada del tabaco. El agente causal es Tobacco ringspot virus (TRSV), y su presencia se manifiesta con síntomas como detención del crecimiento de la planta infectada, enrollamiento de la parte terminal del tallo, decoloración café de los tallos, comenzando en los nudos, las yemas laterales se vuelven color café y caen, las hojas quedan enanas y se enrollan. La mayoría de las veces se produce aborto de las vainas, o éstas quedan mal desarrolladas. Las plantas infectadas permanecen verdes por más tiempo que las plantas sanas (retraso de la madurez), y los síntomas frecuentemente aparecen primero en las plantas ubicadas a los bordes del cultivo (Rane *et al*, 2004).

l) Mosaico de la soya. Es una enfermedad muy común, causada por el virus del mosaico común del frejol (BVMV), conocida como una de las más importantes en soya, pudiendo causar una disminución de rendimientos de 25% o más. Las hojas muestran síntomas de mosaico, con áreas cloróticas entre áreas verde oscuro enrolladas y arrugadas (Agris, 1988). Las vainas enfermas pueden presentar menor crecimiento y curvamiento, y sus semillas pueden mostrar decoloración (Rane *et al*, 2004).

Estos síntomas son más severos a temperaturas frescas (cerca de 18°C), que a temperaturas cercanas a 25°C, enmascarándose a temperaturas sobre 30°C.

Se transmite por semillas infectadas, siendo también diseminado por al menos 20 especies de áfidos de manera no persistente (Agris, 1988).

### 2.3 Descripción de los sistemas de riego

2.3.1. Riego Por Surcos. El método de riego por surcos, se realiza haciendo fluir agua en pequeños canales (surcos) paralelos que conducen el agua a medida que desciende desde puntos altos hacia sectores de cotas inferiores del campo (Gurovich, 1985), infiltrándose en el suelo por el fondo y paredes de los surcos, reponiéndose así el agua del suelo consumida por los cultivos (Gurovich, 1997), sin que la superficie del suelo quede mojada en su totalidad (Yagüe, 2003).

El riego por surcos es frecuentemente usado en cultivos anuales y en algunos frutales, parronales y viñas, establecidos en hileras paralelas siguiendo el sentido de la pendiente. Para que este método tenga una eficiencia y adecuación convenientes, es esencial la nivelación cuidadosa del terreno para obtener una pendiente uniforme, ya que el riego por surcos funciona más eficientemente en terrenos planos con pendientes de menos del 0,2%. Sin embargo, este método puede emplearse también con pendientes de hasta un 3%, dependiendo de la textura del suelo; en caso que la pendiente sea muy alta, las hileras deben ser establecidas en ángulo con respecto a la máxima pendiente (Gurovich, 1997).

En el diseño de riego por surcos, se deben combinar todos los factores que intervienen con la infiltración (forma, anchura, pendiente y longitud del surco y caudal preciso) para que la distribución del agua sea lo más uniforme posible (Yagüe, 2003). Es así, como con un buen diseño, y uso de caudales controlados, mediante este método se puede lograr una eficiencia de aplicación de 50 a 60%; aún así, se necesita mano de obra con una considerable experiencia para dividir el agua llevada por la acequia de abastecimiento en los caudales necesarios para cada surco, y mantener las velocidades de agua correctamente para conseguir un riego adecuado (Gurovich, 1985). La mano de obra requerida es, generalmente mayor para este método que para cualquier otro sistema de riego superficial.

Algunas de las principales ventajas de la utilización de este método son las siguientes: permite regar cultivos sensibles al exceso de humedad en el cuello, tallo y parte aérea, se

adapta a cultivos sembrados o plantados en hileras (hortalizas, frejoles, papas, frutales, remolacha, maíz, girasol, etc.), y la posibilidad de lograr un buen control sobre el caudal de agua aplicado a los surcos.

2.3.2. Riego por Pivote Central. El Pivote Central, creado en 1948 por Frank Zybach en los Estados Unidos y patentado en 1952 (Uribe, Lagos y Holzaphel, 2001), se ha perfilado a través de los años en dicho país, como una de las máquinas de riego más populares, lo que se evidencia al predominar en las 125.000 unidades de equipos autopropulsados que riegan más de 7,9 millones de hectáreas, equivalentes al 29% de área total de riego (Evans, 1999).

Como equipo de riego, los pivotes centrales disponen de un importante nivel tecnológico en la aplicación del agua mediante aspersion en los cultivos, con grandes ventajas que han incentivado su adopción durante los últimos años en Chile. Definidos por Tarjuelo (1999) como unidades autodesplazables, están compuestos en términos de sistema por: estación de bombeo (fuente de agua, sistema de impulsión y tablero de control), equipo de Pivote propiamente tal, red eléctrica, red hidráulica y emisores (aspersores de alta presión tipo impacto, media presión tipo spray, wobblers, rotadores, spiners y de baja presión, LDN y LEPA) localizados sobre o bajo el equipo. Las unidades se dividen en tramos soportados por un número variable de torres automotrices que se desplazan en círculo sobre el terreno, alrededor del punto fijo denominado punto pivote (Martínez, Sánchez y Serrano, 2001). Este último, integra además, la interconexión hidráulica proveniente del sistema de impulsión y el suministro eléctrico que permiten el accionamiento de toda la unidad. El equipo termina en un voladizo soportado por la última torre, la cual recibe las señales eléctricas de movimiento desde el tablero de comando ubicado en el punto pivote.

Entre las grandes ventajas del uso de pivote central como sistema de riego, se encuentra no solo el menor costo de inversión por hectárea regada (mientras mayor longitud tiene la unidad), sino también por otras tales como: versatilidad para ser utilizado en diferentes condiciones de suelo, clima y cultivo, alto grado de automatización, posibilidad de aplicar cargas diferenciadas de agua acorde a las reales necesidades del cultivo, facilidad para inyección de

agroquímicos y dos aspectos fundamentales como son la eficiencia de aplicación y uniformidad en la aplicación del agua (Allen, Keller y Martin, 2000). Lo anterior siempre y cuando el diseño en fábrica, montaje en terreno y operación, se ajusten a las características de la explotación y demanda hídrica del cultivo según la fenología.

### 3. MATERIALES Y MÉTODO

#### 3.1. Antecedentes del predio.

Las mediciones se realizaron durante la temporada 2004 - 2005, en la parcela N° 1 del predio Brisas del Edén, propiedad de la empresa Semameris Ltda., el cual se localiza en la Séptima Región del Maule, Provincia de Talca, 35°23'379" latitud sur y 71°36'571" longitud oeste, al costado oriente de ruta 5 sur, Km. 248. Este predio cuenta con una superficie total de 81 ha.

El suelo corresponde a la serie Talca, franco arcilloso, profundo y sin estratas compactadas, de topografía plana.

Por otra parte, el clima de esta zona es templado mesotermal inferior estenotérmico mediterráneo semiárido, correspondiente al distrito climático 87,2. Éste se caracteriza por temperaturas que varían, en promedio, entre una máxima en enero de 30,1°C y una mínima en julio de 4,0°C, con un período libre de heladas de 231 días, y un promedio de 12 heladas por año. Posee un registro anual de 1.788 grados-día y acumulación de 1.238 horas frío. El régimen hídrico presenta una precipitación media anual de 837 mm un déficit hídrico de 911 mm y un período seco de 7 meses. Su posición baja precostera y abrigada lo hace cálido y seco en verano, a la vez que más frío en invierno, aumentando el riesgo de heladas. Este clima presenta predominancia de los vientos del sur entre octubre y mayo, mientras que en invierno la predominancia de los vientos es del norte. La evapotranspiración potencial del mes de enero es de 192 mm y la evapotranspiración potencial anual es de 837 mm (Cirén-Corfo, 1990).

El suministro de agua para el sistema de aspersión mediante pivote central fue proporcionado por un pozo profundo surgente de 80 m de profundidad, mientras que el agua para el sector destinado a riego por surcos se extrajo del Canal Pencahue.

### 3.2. Medición de la incidencia.

Para calcular la incidencia, se utilizó la fórmula de Ogawa (1986), siendo expresada en porcentaje de acuerdo a la ecuación:

$$\text{Incidencia (I)} = (\text{N}^\circ \text{ de individuos infectados} / \text{Total de individuos}) \cdot 100$$

### 3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.

Para determinar la incidencia de las distintas enfermedades en cada uno de los cultivos, se utilizó un diseño de bloques al azar (DCA), con cuatro repeticiones y 2 tratamientos. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 60 plantas.

Los datos obtenidos fueron sometidos a un ANDEVA, con el programa estadístico Statgraphics Plus para Windows, previa transformación de los datos para homogeneizar las varianzas, según fuera al caso. En aquellos en los que el ANDEVA resultó significativo, se realizó la separación de medias mediante la prueba LSD ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.4. Tratamientos.

Se consideraron dos tratamientos para los tres cultivos, correspondientes a: plantas regadas con un sistema de aspersion mediante pivote central (Anexo 7.1) y plantas bajo riego por surcos.

3.5. Descripción del ensayo.

a) Manejo fitosanitario pre y post-emergencia

- Soya

Insumo	Ingrediente activo	Control	Aplicaciones
Flex	Fomesafen	Malezas de hoja ancha	2
Decis	Piretroide	Polilla del frejol y gusanos	2

- Frejol

Insumo	Ingrediente activo	Control	Aplicaciones
Flex	Fomesafen	Malezas de hoja ancha	2
Decis	Piretroide	Polilla del frejol y gusanos	2
M.T.D.	-	Polilla del frejol y gusanos	2
Citocur	-	Fertilizante foliar	2

- Maravilla

Insumo	Ingrediente activo	Control	Aplicaciones
Clorpirifos	Clorpirifos	Mosca de la semilla, gusanos cortadores y barrenador	2
Triflurex	Trifluralina	Malezas gramíneas y hoja ancha	2
Farmon	Paraquat + Diquat	Malezas gramíneas y hoja ancha	2

c) Fertilización

<b>Cultivo</b>	<b>Siembra (kg/ha)</b>	<b>Aporca (kg/ha)</b>	
	<b>Mezcla 17:20:20<sup>(1)</sup></b>	<b>Urea</b>	<b>Ureasul<sup>(2)</sup></b>
Maravilla	550	180	240
Soya	545,5	-	-
Frejol	500	100	-

<sup>(1)</sup> N:P:K

<sup>(2)</sup> 35%N, 6%Mg, 5%S

d) Fecha de siembra y dosis de semilla

- Cultivos regados por pivote central

Fueron sembrados el 30 de diciembre de 2004, y la dosis de semilla se detalla a continuación:

<b>Cultivo</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Semilla/m</b>
Maravilla	5	5
Soya	5,5	30
Frejol	1,1	24

- Cultivos regados por surcos

Fueron sembrados el 17 de enero de 2005, y la dosis de semilla utilizada se detalla a continuación:

<b>Cultivo</b>	<b>Número de hileras</b>	<b>Largo de hileras</b>	<b>Semilla/m</b>
Maravilla	4	100	24 <sup>(*)</sup>
Soya	4	100	24
Frejol	8	100	24

<sup>(\*)</sup>Posteriormente se raleó a 5 plantas/m lineal.

### 3.6. Evaluaciones.

Con el fin de determinar el efecto de los sistemas de riego sobre la incidencia de enfermedades en los cultivos evaluados, las mediciones de incidencia se inician 15 días después de la emergencia de las plántulas, con visitas al ensayo y evaluaciones cada 2 semanas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Incidencia de enfermedades en frejol

La incidencia de enfermedades en frejol se determinó en base a sintomatología visual. De esta forma, aquellas plantas que presentaron mosaico, moteados, necrosis y deformación de folíolos, fueron consideradas infectadas con algún tipo de virus (Latorre, 2004). Por otra parte, aquellas que presentaron lesiones necróticas hendidas en las vainas, rojizas y rodeadas por un halo oscuro, fueron consideradas infectadas con *Colletotrichum lindemuthianum*, causante de antracnosis (Latorre, 2004). No fue posible observar otro tipo de síntomas en las plantas que se pudiesen asociar a otras patologías descritas para esta especie en Chile.

De acuerdo a esto, solo fueron analizadas las incidencias para enfermedades de naturaleza viral y antracnosis. Lo anterior no descarta que otros patógenos pudiesen haber estado presentes, cuya sintomatología en el cultivo se hubiese confundido con la causada por virus o *Colletotrichum lindemuthianum*.

Al analizar los valores de incidencia de antracnosis y enfermedades de naturaleza viral obtenidos para frejol bajo dos sistemas de riego (cuadro 4.1), se observa claramente para el caso del segundo tipo de patología, un mayor porcentaje de plantas enfermas entre aquellas regadas por aspersión mediante pivote central. Una posible explicación para esto podría ser que estas plantas en general, presentaron un mayor crecimiento vegetativo respecto a aquellas regadas por surcos, lo que probablemente las hizo más atractivas a insectos vectores de virosis, como los áfidos. Cabe recordar que existen más de 20 especies de áfidos transmisores de virus en frejol, algunos de los cuales son: *Acyrtosiphon pisum*, *Aphis fabae*, *Aphis craccivora*, *Aulacortum solani*, *Macrosiphum euphorbiae* y *Myzus persicae* (Apablaza, 2000).

Se debe hacer notar que los niveles de incidencia obtenida para enfermedades virales fueron muy altos, lo cual indica la existencia de fuentes de inóculo desde muy temprano en el cultivo y la presencia de vectores. De esta forma, en el caso de riego por aspersión mediante pivote central, la totalidad de las plantas regadas por este sistema mostraron síntomas como mosaico, moteados, necrosis y deformación de folíolos.

**Cuadro 4.1.** Comparación de la incidencia de enfermedades de naturaleza viral y antracnosis detectadas en frejol (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivado bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, Temporada 2004/05.

Tipo de enfermedad	Sistema de riego utilizado <sup>1</sup>		Significancia <sup>3</sup>
	Aspersión mediante pivote central	Riego por surcos	
Virosis <sup>2</sup>	100a	39,58b	**
Antracnosis <sup>2</sup>	46,16	21,24	n.s.

<sup>1</sup> Promedios en una misma fila seguidos por letras diferentes, difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ), según prueba LSD para separación de medias.

<sup>2</sup> Valores promedio de cuatro repeticiones por tratamiento. Análisis en base a datos transformados a valores angulares, a través de la fórmula  $\text{Arcsen}(x/100)^{1/2}$ .

<sup>3</sup> \*\*: Altamente significativo ( $p \leq 0,01$ ); n.s.: No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

Otra explicación para la elevada incidencia de enfermedades virales en frejol regado bajo aspersión mediante pivote central, es que este sistema favorece un mayor crecimiento de malezas en la entrehilera y en los sectores adyacentes al cultivo, producto de la distorsión de la distribución del agua causada por el viento (Gurovich, 1997). Es sabido que muchas de ellas constituyen hospederos alternantes de áfidos, además de fuentes de inóculo viral y albergue de otros insectos vectores. En el caso de riego por surcos, debido a que la humedad disponible se encuentra restringida solo al sector inmediato al cultivo, la presencia de malezas es relativamente menor, y por ende, existe una menor presencia de hospederos alternantes, fuentes de inóculo viral y de insectos vectores.

En el caso de antracnosis, contrario a lo esperado, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre plantas regadas por surcos y aquellas regadas por aspersión mediante pivote central. Lo esperado era que estas últimas presentaran un porcentaje mayor de plantas enfermas, ya que al mojar el follaje se están produciendo las condiciones necesarias para el desarrollo del hongo. Una explicación para esto podría ser el nivel de inóculo presente en el campo, el cual al ser alto (dados los niveles de incidencia superiores a 20% bajo ambos sistemas de riego), no permitió que se notaran diferencias. De igual modo, la aparición del patógeno fue errática, lo que queda demostrado al observar los datos del cuadro 4.1, donde a pesar de existir una diferencia porcentual de 24,92 puntos entre tratamientos, éstos no fueron estadísticamente diferentes. De acuerdo a esto, es recomendable en futuros ensayos aumentar el tamaño de la unidad experimental, o bien el número de repeticiones con el fin de reducir el C.V.

Se debe destacar que a pesar de no existir diferencias estadísticas entre tratamientos, es clara una tendencia a una mayor presencia de *Colletotrichum lindemuthianum* en las plantas regadas por aspersión mediante pivote central.

#### 4.2. Incidencia de enfermedades en maravilla

La incidencia de enfermedades en maravilla también se determinó en base a sintomatología visual. Aquellas plantas que presentaron manchas necróticas en sus hojas, circulares u ovaladas, se consideraron infectadas con alternariosis (Latorre, 2004). Por otra parte, aquellas que presentaron lesiones necróticas color café oscuro en los tallos, marchitez y desecación fueron consideradas infectadas por los hongos *Phoma macdonaldii* y *Phomopsis helianthi*, agentes causales de cancrrosis del tallo (Latorre, 2004). De acuerdo a esto y los síntomas observados, no fue posible diagnosticar otro tipo de enfermedad para esta especie. En el caso de cancrrosis del tallo, se llevaron muestras al laboratorio para identificar con

seguridad al agente causal. A través de cultivo en medio agar papa dextrosa (PDA), fue posible aislar el hongo *Phoma* spp. el que se identificó en base a características de la colonia y morfología de las conidias, las que fueron observadas bajo microscopio.

**Cuadro 4.2.** Comparación de la incidencia de alternariosis y cancrrosis del tallo detectadas en girasol (*Helianthus annuus* L.), cultivada bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, Temporada 2004/05.

Tipo de enfermedad	Sistema de riego utilizado <sup>1</sup>		Significancia <sup>4</sup>
	Aspersión mediante pivote central	Riego por surcos	
Alternariosis <sup>2</sup>	100	62,92	n.s.
Cancrosis del tallo <sup>3</sup>	1,25a	0b	*

<sup>1</sup> Promedios en una misma fila seguidos por letras diferentes, difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ), según prueba LSD para separación de medias.

<sup>2</sup> Valores promedio de cuatro repeticiones por tratamiento. Análisis en base a datos transformados a valores angulares, a través de la fórmula  $\text{Arcsen}(x/100)^{1/2}$ .

<sup>3</sup> Análisis en base a datos transformados a través de la fórmula SQRT.

<sup>4</sup> \*: Significativo ( $0,01 \leq p \leq 0,05$ ); n.s.: No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

Al examinar en el cuadro 4.2. los resultados obtenidos para las enfermedades alternariosis y cancrrosis del tallo, se advierte que para el caso de *Alternaria*, contrario a lo esperado, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre plantas regadas por surcos y aquellas regadas por aspersión mediante pivote central. El resultado esperado era que esta enfermedad presentara una mayor incidencia bajo riego por aspersión, ya que mediante este sistema de riego se moja el follaje, y por efecto del salpicado, se diseminan las conidias del agente causal de esta patología (Latorre, 2004). Una explicación para esto podría ser el elevado nivel de inóculo presente en el campo (niveles de incidencia superiores a 60% bajo los dos sistemas de riego), el cual no permitió que se notaran diferencias. Sin embargo, a pesar que para este parámetro en ambos tratamientos el número de plantas enfermas respecto al total fue estadísticamente similar, cabe destacar que los individuos regados bajo el sistema de aspersión

presentaron una severidad muy por encima de aquella detectada en plantas regadas por surcos, lo que sería producto de la mayor diseminación del agente causal por el salpicado producido por el riego por aspersión. Estos resultados se muestran en la figura 4.2.



**Figura 4.2.** Comparación de la severidad de *Alternaria alternata* entre cultivo de girasol regado por sistema de pivote central (izquierda) y aquel regado por surcos (imagen de la derecha).

Para el caso de canchros del tallo, se observa una mayor incidencia en aquellas plantas regadas por el sistema de aspersión mediante pivote central (cuadro 4.2.). Esto se explica porque los agentes causales de esta enfermedad pudieron diseminarse por efecto del salpicado provocado por el riego por aspersión (Latorre, 2004).

#### 4.3. Incidencia de enfermedades en soya

La incidencia de enfermedades de naturaleza viral en soya, al igual que en los cultivos anteriores, se determinó en base a sintomatología visual. De esta forma, aquellas plantas que presentaron hojas con síntomas de mosaico, desarrollo de áreas cloróticas en la lámina con áreas verde oscuro y deformación (Agrios, 1988), se consideraron infectadas con algún tipo de virus. De acuerdo a esta metodología, no se consideró la presencia de ninguna otra patología en el cultivo, ya que no se observaron síntomas que se pudiesen atribuir a otras enfermedades que afectan soya.

**Cuadro 4.3.** Comparación de la incidencia de virosis en soya (*Glycine max* L.), cultivada bajo dos sistemas de riego. Fundo Providencia, temporada 2004/05.

<b>Sistema de riego utilizado<sup>1</sup></b>			
<b>Tipo de enfermedad</b>	<b>Aspersión mediante pivote central</b>	<b>Riego por surcos</b>	<b>Significancia<sup>3</sup></b>
Virosis <sup>2</sup>	42,91	14,16	<b>n.s.</b>

<sup>1</sup> Promedios en una misma fila seguidos por letras diferentes, difieren estadísticamente ( $p \leq 0,05$ ), según prueba LSD para separación de medias.

<sup>2</sup> Valores promedio de cuatro repeticiones por tratamiento. Análisis en base a datos transformados a valores angulares, a través de la fórmula  $\text{Arcsen}(x/100)^{1/2}$ .

<sup>3</sup> n.s.: no existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos.

Para este cultivo, al comparar los valores de incidencia de enfermedades de naturaleza viral bajo los dos sistemas de riego (resultados mostrados en cuadro 4.3.), se puede observar que, contrario a lo esperado, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos. Lo esperado era que el cultivo de soya regado por aspersión mediante pivote central mostrara un mayor grado de incidencia de este tipo de patología, debido a que presentó un mayor desarrollo vegetativo y succulencia de la parte aérea respecto al cultivo regado por surcos. Esta condición podría haber provocado una mayor atracción de insectos transmisores de virosis, como áfidos. Recordemos que los virus que afectan soya, pueden ser transmitidos por al menos 20 especies de pulgones (Agrios, 1988).

#### 4.4. Discusión general

Contrario al resultado esperado, en general los niveles de incidencia de enfermedades causadas por hongos fueron similares bajo ambos sistemas de riego. La excepción la constituyó cancrisis del tallo en maravilla, enfermedad fungosa causada por los hongos *Phoma macdonaldii* y *Phomopsis helianthi*. De igual modo, no fue posible observar síntomas de una

serie de otras patologías descritas para estos cultivos causadas por hongos y bacterias. El reducido número de enfermedades observadas podría ser producto de un adecuado manejo fitosanitario en los cultivos, considerando que se trata de un semillero. Esto habría llevado a la ausencia de inóculo de estos patógenos.

Sin embargo esta situación se contradice con la alta presión de inóculo existente en el ensayo para las distintas enfermedades evaluadas causadas por hongos, lo que queda de manifiesto al observar los porcentajes de incidencia. De acuerdo a esto se podría señalar que los programas de manejo integrado en los tres cultivos podrían haber favorecido estos patógenos. Otra explicación es simplemente que en el predio solo se encuentra presente inóculo de las enfermedades descritas. Como ya se ha señalado, podrían ser una explicación a los resultados obtenidos en los que no se observa un efecto del sistema de riego sobre los niveles de presencia de estas patologías, ya que, al parecer, el método de riego pasa a ser un elemento determinante solo en aquellos casos en que el inóculo presente en el campo es bajo, lo que fue observado en el caso de cancrisis del tallo. En esta enfermedad, probablemente el riego por aspersión mediante pivote central permitió que el inóculo inicial se dispersara de manera más fácil (salpicado de agua) desde malezas hospederas, iniciando así el ciclo de infección.

Por otra parte, el factor trascendente que pudo haber determinado una mayor incidencia de antracnosis en el frejol cultivado bajo riego por aspersión mediante pivote central respecto a aquel bajo riego por surcos, pudo ser que en el sector donde se ubicaba el primer tratamiento, el cultivo anterior en la rotación fue haba (*Vicia faba* L.), especie hospedante de *Colletotrichum lindemuthianum* (Apablaza, 2000). El patógeno tiene la capacidad de sobrevivir en residuos de cosecha infectados, sin embargo, para comprobar si esta condición se dio, sería necesario tener antecedentes respecto a la incidencia de antracnosis en el cultivo de haba cabeza de rotación. Como medida de control para esta enfermedad, es recomendable una rotación de 2 a 3 años con cultivos no hospedantes (Apablaza, 2000), para reducir el inóculo inicial en restos de cosecha afectados, práctica que no fue realizada en esta oportunidad. Por otro lado, hubo presencia de numerosas plantas voluntarias de haba en todo el sector regado por sistema de

aspersión mediante pivote central, producto de la existencia de semillas en el terreno, las cuales se desprendieron de las vainas durante la cosecha. Haba también es afectada por el mosaico común del frejol (BCMV), y no se descarta que plantas de este cultivo existentes fueran fuente de inóculo de esta enfermedad, debido a que se ha demostrado su transmisión por semilla infectada (Apablaza, 2000). Este factor también podría explicar la elevada incidencia de esta patología en frejol y soya regada por sistema de aspersión mediante pivote central.

La condición explicada en el párrafo anterior, no se repitió en los cultivos regados por surcos, que fueron establecidos en un sector adyacente al regado por aspersión mediante pivote central, el cual anteriormente había sido ocupado por cultivo de maíz.

Otra causa importante que puede haber determinado la alta presión de inóculo de las enfermedades evaluadas, es que el predio donde fue realizado el ensayo se dedica a la producción permanente de estos tres cultivos, efectuando normalmente rotaciones relativamente cortas. Este factor pudo haber favorecido la presencia de un mayor número de esporas de los distintos hongos causantes de enfermedades (hongos del género *Alternaria*, causante de alternariosis en frejol, *Phoma macdonaldii* y *Phomopsis helianthi*, agentes causales de canchosis del tallo en girasol, y *Colletotrichum lindemuthianum*, causante de antracnosis en frejol).

Considerando que las distintas enfermedades encontradas en los distintos cultivos se transmiten en semilla infectada, excepto BCMV en frejol, es necesario destacar que como los cultivos evaluados fueron establecidos con la finalidad de multiplicación de semilla, es poco probable que las semillas utilizadas se hayan encontrado infectadas, debido a que en este rubro se utiliza material certificado de comprobada calidad fitosanitaria.

Para mejorar el ensayo y así poder determinar de forma fehaciente el efecto de los distintos sistemas de riego sobre la incidencia de enfermedades, en futuras experiencias se debe asegurar la uniformidad del material de propagación en cuanto a calidad fitosanitaria, eliminando cualquier tipo de inóculo primario, hospederos, plantas voluntarias y restos enfermos de cultivo anterior, realizando para este fin un efectivo control de malezas, plagas y una adecuada rotación de cultivos.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados del ensayo no indican un efecto del sistema de riego sobre la incidencia de enfermedades en los tres cultivos evaluados, a excepción de virosis en frejol y cancrrosis del tallo en maravilla.

Los niveles de incidencia de las distintas patologías en general fueron altas, a excepción de cancrrosis del tallo en maravilla, enfermedad fungosa causada por *Phoma macdonaldii* y *Phomopsis helianthi*.

En el caso de cancrrosis del tallo, fue posible aislar *Phoma* spp. en medio de cultivo desde tejido enfermo.

Los síntomas observados en plantas coinciden con los descritos en literatura, para las distintas enfermedades diagnosticadas.

## 6. LITERATURA CITADA

Agrios, G. 1988. Plant Pathology. Third Edition. Academic Press Inc. 803 p.

Allen, R., Keller, J., Martin, D. 2000. Center Pivot System Design. The Irrigation Association. 300 p.

Apablaza, G. 2000. Patología de cultivos. Epidemiología y control holístico. Ediciones Universidad Católica de Chile. 347 p.

Cirén-Corfo, 1983. Descripciones de suelos. Estudio agrológico complementario semi-detallado. Tomo 2. VII región. Publicación Cirén N° 45.

Evans, R. 1999 Center pivot irrigation. Washington State University, Biological System Engineering Department. Disponible en <http://www.bsyse.prosser.wsu.edu/report/center>.

Falguenbaum M. *et al.* Biología de cultivos anuales (en línea). Disponible en [http://www.uc.cl/sw\\_educ/cultivos/](http://www.uc.cl/sw_educ/cultivos/). Consultado el 28 de octubre de 2004.

Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. San José. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. 433 p.

Gurovich, L. 1997. Riego superficial tecnificado. Un libro de texto para la agricultura. Ediciones Universidad Católica de Chile. 538 p.

I.N.E. Cultivos anuales esenciales: superficie sembrada, producción y rendimiento, según especies a nivel nacional, año agrícola 2000/01 (en línea). Disponible en [www.ine.cl](http://www.ine.cl). Consultado el 02 de junio de 2005.

Infoagro. 2004. El cultivo del girasol (en línea). Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/girasol4.asp>. Consultado el 16 de marzo de 2005.

Infoagro. 2004. La soya (en línea). Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/industriales/soja3.asp>. Consultado el 16 de marzo de 2005.

Latorre, B. 2004. Enfermedades de las plantas cultivadas. Sexta edición. Ediciones Universidad Católica de Chile.

Martínez, J., Sánchez, J., Serrano, I. 2001. Evaluación del sistema de riego por aspersión en pivote central, instalado en Chapingo, México. Departamento de Irrigación, Universidad Autónoma de Chapingo, México. 14 p.

ODEPA. 2005. Perspectivas comerciales de los porotos (en línea). Disponible en [www.odepa.cl](http://www.odepa.cl). Consultado el 02 de junio de 2005.

Rane, K., Ruhl, G. 2004. Crop diseases in corn, soybean, and wheat. Department of Botany and Plant Pathology Purdue University (en línea). Disponible en <http://www.btny.purdue.edu/Extension/Pathology/CropDiseases/Soybean/soybean.html#soybean>. Consultado el 29 de enero 2005.

Revista Chile riego. Diario Chile Riego N°3. Reportaje al riego: Riego en papas (en línea). Disponible en [http://www.chileriego.cl/revista/diario3/diar3\\_13.htm](http://www.chileriego.cl/revista/diario3/diar3_13.htm). Consultado el 28 de octubre de 2004.

Tarjuelo, J. M. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Madrid. Ediciones Mundi-Prensa. 670 p.

Uribe, H., Lagos, L., Holzaphel, E. 2001. Pivote central. Comisión Nacional de Riego, Instituto de Investigación Agropecuaria. Facultad de Ingeniería Agrícola. Universidad de Concepción. Chillán. 25 p.

Yagüe, J. 2003. Técnicas de riego. Cuarta edición. Madrid. Coedición Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, ediciones Mundi-prensa. 483 p.

**ANEXO**

## 7. ANEXO

### Anexo 7.1. Especificaciones técnicas de Pivote N° 3, predio Brisas del Edén.

Fecha instalación	: Agosto-septiembre 2002
Marca	: Fockink
Modelo	: S2 AF3000-15
Procedencia	: Brasil
Largo	: 273,9 m
Punto Pivote	: 1
Tramos largos de 5 9/16"	: 2
Tramos medios de 5 9/16"	: 3
Número de torres	: 5
Voladizo	: 20,50 m
Aspersores	: 124 Superspray, con regulador de presión
Mangueras de bajadas	: 124, hasta 1,5 m del suelo
Ruedas	: 14.9x24"
Motores torre	: 1 HP
Área de funcionamiento	: Semicírculo
Altura aproximada	: 3 m
Superficie bruta	: 11,79 hectáreas
Superficie neta	: 11,73 hectáreas (descontando canales)
Lámina teórica a aplicar	: 9,49 mm en 24 horas
Caudal de operación teórico	: 19,74 L/seg – 43, 58 m <sup>3</sup> /h
Altura manométrica	: 57,98 m
Sistema de impulsión	: Bomba Vogt N629, motor trifásico de 20 HP
Longitud tubería alimentación	: 444 m en PVC 125/6 y 354 m en PVC 125/4
Cota tranque	: 51 m
Cota punto pivote	: 67 m
Diferencia elevación	: 16 m
Fuente de agua	: Pozo profundo surgente, 80 m perforación, en 14"