

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Efecto de un protocolo (calidad de tubérculo semilla, fecha y profundidad de
plantación) en papa (*Solanum tuberosum* L.) del cultivar Desirée, sobre el
rendimiento y enfermedades de la piel de los tubérculos.**

Tesis presentada como parte de los
requisitos para optar al grado de
Licenciado en Agronomía.

Claudia Andrea Bahamondes Rojas

VALDIVIA – CHILE

2008

PROFESOR PATROCINANTE:

Nancy Andrade Soto
Ing. Agr., M. Sc.

PROFESORES INFORMANTES:

Roberto Carrillo Llorente
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Andrés Contreras Méndez
Ing. Agr.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Generalidades del cultivo	3
2.2	Rendimiento del cultivo	4
2.3	Enfermedades de la piel de los tubérculos	6
2.3.1	Costra negra	7
2.3.1.1	Sintomatología y daños	7
2.3.1.2	Epidemiología	9
2.3.1.3	Condiciones predisponentes	10
2.3.1.4	Importancia económica	10
2.3.2	Sarna común	11
2.3.2.1	Sintomatología y daños	12
2.3.2.2	Epidemiología	13
2.3.2.3	Condiciones predisponentes	13
2.3.2.4	Importancia económica	14
2.3.3	Sarna plateada	15
2.3.3.1	Síntomas y daños	15
2.3.3.2	Epidemiología	16
2.3.3.3	Condiciones predisponentes	17
2.3.3.4	Importancia económica	18
2.3.4	Sarna polvorienta	18
2.3.4.1	Sintomatología y daños	18
2.3.4.2	Epidemiología	20
2.3.4.3	Condiciones predisponentes	20
2.3.4.4	Importancia económica	20
2.4	Control para las distintas enfermedades de la piel	22
2.5	Control cultural	22
2.5.1	Calidad de semilla	22
2.5.2	Época de plantación	24
2.5.3	Profundidad de plantación	24

Capítulo		Página
2.6	Control químico	25
2.6.1	Desinfección de semillas	25
2.7	Características del cultivar utilizado en el ensayo	27
3	MATERIAL Y MÉTODOS	28
3.1	Materiales	28
3.1.1	Material biológico	28
3.1.2	Material para labores culturales	28
3.1.3	Origen y selección de los tubérculos semilla	28
3.1.4	Características medioambientales	28
3.1.4.1	Ubicación del ensayo	28
3.1.4.2	Características del suelo	29
3.1.4.3	Características climáticas	29
3.2	Método	30
3.2.1	Establecimiento del ensayo	30
3.2.1.1	Preparación del suelo	30
3.2.1.2	Fertilización	30
3.2.1.3	Desinfección de semilla	30
3.2.1.4	Plantación	30
3.2.1.5	Prácticas de manejo	30
3.2.1.6	Cosecha	31
3.2.2	Diseño experimental y tratamientos	31
3.2.3	Evaluaciones	32
3.2.3.1	Establecimiento final de plantas (%)	32
3.2.3.2	Presencia de enfermedades que afectan al cultivo durante su desarrollo	32
3.2.3.3	Numero de tallos principales por planta	33
3.2.3.4	Rendimiento	33
3.2.3.4.1	Rendimiento comercial	33
3.2.3.5	Desecho de los tubérculos	33
3.3	Incidencia de enfermedades de la piel de los tubérculos	33
3.3.1	Costra negra	34
3.3.2	Sarna común	34
3.3.3	Sarna polvorienta	35
3.3.4	Sarna plateada	36

Capítulo		Página
3.4	Análisis estadístico	36
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSION DE RESULTADOS	37
4.1	Establecimiento final de plantas	37
4.2	Número de tallos principales por planta	40
4.3	Rendimiento comercial	42
4.4	Desecho de tubérculos	46
4.5	Incidencia de enfermedades de la piel de los tubérculos	47
4.5.1	Costra negra	47
4.5.2	Sarna común	48
4.5.3	Sarna plateada	49
4.5.4	Sarna polvorienta	50
4.5.5	Comparación del área cubierta por cada enfermedad	51
5	CONCLUSIONES	59
6	RESUMEN SUMMARY	62
7	BIBLIOGRAFIA	64
	ANEXOS	76

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Rendimiento promedio de papas en Chile	4
2	Formas de control de las enfermedades que atacan la piel de los tubérculos.	22
3	Tolerancias (%) exigidas por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) para sarna polvorienta, sarna común y costra negra en tubérculos semilla	23
4	Establecimiento del ensayo.	31
5	Porcentaje de establecimiento de plantas en ambos tratamientos.	37
6	Promedio de tallos principales en ambos tratamientos.	41
7	Promedio del rendimiento comercial y número de tubérculos por hectárea de cada tratamiento.	43
8	Promedio del peso del desecho y número de tubérculos de ambos tratamientos.	47
9	Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de costra negra.	48
10	Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna común.	49
11	Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna plateada.	50
12	Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna polvorienta.	51
13	Porcentaje de área cubierta por las enfermedades en cada tratamiento.	51
14	Condiciones climatológicas existentes durante el período de cultivo.	54

INDICE DE FIGURAS

Cuadro		Página
1	Rendimiento comparativo de los principales países productores del mundo.	5
2	Cuantificación de las enfermedades costra negra, sarna plateada, sarna común y pudrición seca en campos y bodegas de agricultores asociados al proyecto.	7
3	Esclerocios sobre la piel del tubérculo.	8
4	Síntomas de sarna común.	12
5	Síntomas de sarna plateada.	16
6	Síntomas de sarna polvorienta.	19
7	Resumen de condiciones favorables para costra negra, sarna plateada y sarna polvorienta	21
8	Diseño experimental y tratamientos.	32
9	Escala de evaluación de costra negra	34
10	Escala de evaluación de sarna común	35
11	Escala de evaluación de sarna polvorienta	36
12	Área cubierta por enfermedades. A) Costra negra, B) Sarna común, C) Sarna plateada, D) Sarna polvorienta.	56

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Análisis de suelo.	77
2	Datos climatológicos comprendidos entre septiembre 2004 y marzo 2005.	78
3	Porcentaje de emergencia y establecimiento de plantas de las prácticas recomendadas.	85
4	Porcentaje de emergencia y establecimiento de plantas de las prácticas realizadas por los agricultores.	85
5	Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas.	86
6	Promedio de tallos principales en cada tratamiento.	86
7	Análisis de varianza del número de tallos principales.	86
8	Número de tubérculos y rendimiento comercial (t/ha) de cada tratamiento.	87
9	Análisis de varianza del rendimiento comercial.	87
10	Análisis de varianza del número de tubérculos de tamaño comercial.	87
11	Número de tubérculos y peso (t/ha) del desecho de ambos tratamientos.	88
12	Análisis de varianza del peso del desecho.	88
13	Análisis de varianza del número de tubérculos del desecho.	88
14	Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en costra negra.	89
15	Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna común.	89
16	Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna plateada.	90
17	Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna polvorienta.	90

1 INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es uno de los cuatro cultivos básicos del mundo, teniendo gran importancia debido al alto contenido de carbohidratos que posee, a su valor energético y a los múltiples usos que se le da, entre los que se puede mencionar el consumo humano directo, materia prima para industrias alimenticias y alimentación de ganado.

Por lo anteriormente señalado es de vital importancia que en la producción de este tubérculo se controlen diversos factores que puedan tener consecuencias negativas tanto en el rendimiento, como también en la calidad de éstos.

Si bien es cierto en Chile los rendimientos de este cultivo han ido en aumento año tras año, aún están muy por debajo de los rendimientos que obtienen los mayores productores a nivel mundial, debido principalmente a la mala calidad del tubérculo semilla y erróneas prácticas culturales que realizan.

Un parámetro que influye fuertemente en el rendimiento y también en la calidad de los tubérculos, es la sanidad de éstos, siendo de suma importancia disminuir la cantidad de organismos patógenos que puedan causar daño al cultivo.

Las formas de mejorar la sanidad vegetal de los cultivos son diversas, abarcando tanto prácticas culturales, control físico, químico y biológico, siendo tal vez la primera de éstas las que están más al alcance de los pequeños y medianos productores, ya que la mayoría de estas prácticas no tiene un costo adicional, por lo tanto es un insumo tecnológico de gran interés en la optimización del cultivo, pudiendo lograrse muy buenos resultados sobre el rendimiento y la sanidad del producto.

Es por ello que en el presente trabajo se plantea como hipótesis que existe un mayor rendimiento y una menor incidencia de enfermedades que afectan la piel de los tubérculos de papa al modificar la calidad de la papa-semilla, la fecha y profundidad de plantación. Estableciéndose como objetivo general evaluar el rendimiento y la incidencia de enfermedades que afectan la piel de los tubérculos, del cultivar Desirée, bajo dos condiciones de manejo: i) fecha de plantación temprana, uso de papa-semilla certificada, desinfección de papa-semilla y plantación superficial, las cuales se denominarán prácticas recomendadas y ii) fecha de plantación tardía, uso de papa-semilla corriente (aparentemente sana) y plantación profunda, las que serán llamadas prácticas realizadas por los agricultores.

Por lo tanto los objetivos específicos son:

- Evaluar el establecimiento de plantas y número de tallos principales por planta al establecer el cultivo bajo dos condiciones de manejo.
- Determinar el efecto en el rendimiento comercial del cultivo, al ser sometidos a dos formas de manejo.
- Evaluar el porcentaje de piel afectada de los tubérculos a causa de costra negra, sarna común, sarna plateada y sarna polvorienta, bajo las dos condiciones de manejo en estudio.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Generalidades del cultivo

La papa es una planta que tiene su origen en la región sudamericana, y es ésta uno de los aportes alimenticios con mayor relevancia a nivel mundial, junto con el maíz, el trigo y el arroz (CONTRERAS, 2003).

Desde el comienzo de los años '90 se ha producido un gran aumento en la producción y en la demanda de papa en sectores como Asia, África y América Latina, lugares en los cuales la producción creció de menos de 30 millones de toneladas en 1960 a 165 millones de toneladas en el 2007 (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION (FAO), 2008).

La superficie mundial que ocupa este cultivo es de aproximadamente 19 millones de hectáreas, teniendo como producción alrededor de 320 millones de toneladas, de las cuales 170 millones se destinan al consumo humano (ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION (FAO), 2008).

Según lo que reporta la ODEPA (2008), en el país este cultivo ocupa el cuarto lugar en relación a la superficie destinada a la producción de cultivos anuales, cuyo promedio en los últimos años ha sido alrededor de 56.000 ha, con una producción anual de 1.445.000 t.

La papa se cultiva en todo el país en distintas zonas climáticas, como por ejemplo el norte chico, zona centro, centro sur y sur, sin embargo la zona más importante es la zona sur, representando el 47% de la superficie y producción (CONTRERAS, 2006)¹.

¹ Andrés Contreras. Ing. Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

Las características de privilegio de la Región de Los Lagos para el cultivo de papa, favorecen la explotación comercial del rubro en los diferentes tipos de producción especializada: tubérculos semilla, consumo fresco, papa temprana, papa para procesamiento agroindustrial (puré escamas, papa frita en hojuelas, papa frita en bastones, congelada, almidón, etc.) y uso en la alimentación animal (LOPEZ, 1994).

2.2 Rendimiento del cultivo

El rendimiento promedio a nivel nacional desde la temporada 1996-97 hasta la del 2006-07 ha sido de 18.58 t/ha, observándose en el Cuadro 1 que en general se ha tenido un aumento durante este periodo de tiempo, sin embargo, éste es muy bajo si se compara con el potencial productivo de esta planta. Por otro lado se observa una clara diferencia entre el rendimiento que obtienen algunos países desarrollados como Holanda, Estados Unidos, Argentina y Canadá, vs los que se logran en Chile. Esta comparación puede apreciarse en la figura 1.

CUADRO 1 Rendimiento promedio de papas en Chile.

Temporada (años)	Rendimiento (t/ha)
1997-1998	14,1
1998-1999	16,5
1999-2000	16,5
2000-2001	19,2
2001-2002	21,2
2002-2003	19,5
2003-2004	19,2
2004-2005	19,2
2005-2006	20,6
2006-2007	22,2
2007-2008	25,7

FUENTE: Adaptado de Oficina de Estudios de Políticas Agrarias (ODEPA 2008).

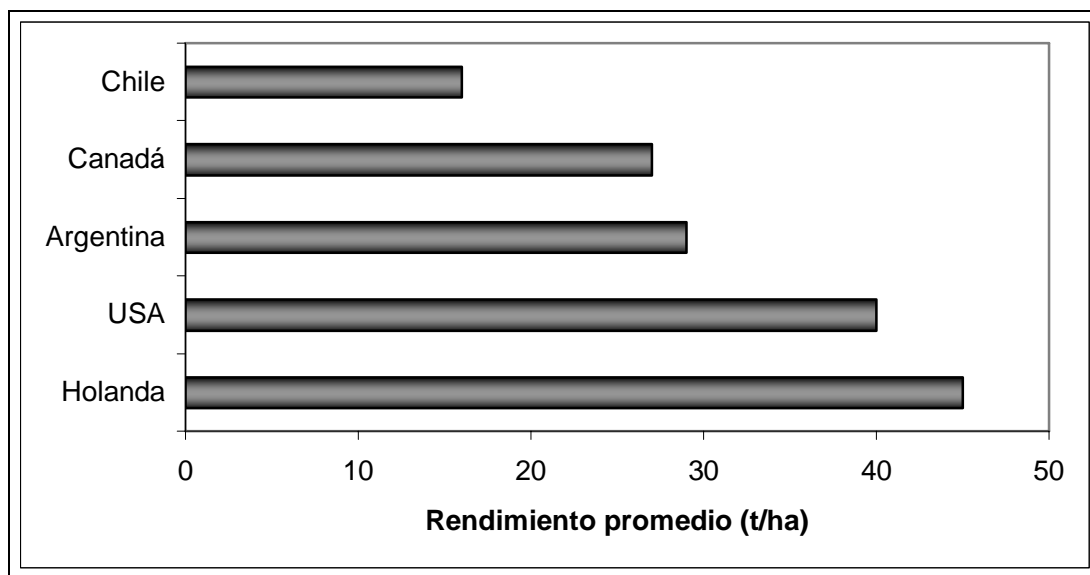


FIGURA 1 Rendimiento comparativo de los principales países productores del mundo.

FUENTE: FUNDACIÓN CHILE (2003).

Según CONTRERAS (2006)¹, este bajo rendimiento se debe principalmente a la mala calidad de la papa-semilla utilizada, deficiente manejo del cultivo y escaso uso del riego. Se suma a lo anterior que esta producción está en manos de pequeños agricultores, los que representan más del 75% de los productores nacionales.

Aunque los rendimientos en la zona sur son los mayores del país (22 t/ha), el producto potencialmente comercializable es sólo de un 55% - 65% de la producción. Lo anterior se debe principalmente a que los tubérculos presentan problemas fitosanitarios que afectan la piel de éstos (costra negra, sarna plateada, sarna polvorienta y sarna común; CONTRERAS, 2006²).

Los mayores rendimientos que se han obtenido en la zona sur han alcanzado, en forma muy excepcional las 70 – 80 t/ha. Sin embargo, en papa para consumo o para guarda pueden considerarse como buenos rendimientos 50-60 t/ha. En contraste

² Andrés Contreras. Ing. Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

a esto existen muchos pequeños agricultores que no logran producciones mayores a 10 t/ha (CONTRERAS, 2003).

2.3 Enfermedades de la piel de los tubérculos

Las enfermedades que afectan a la piel de los tubérculos son principalmente cuatro, las cuales son: costra negra, sarna común, sarna plateada y sarna polvorienta, siendo éstas causadas por *Rhizoctonia solani* Kühn, *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman y Henrici, *Helminthosporium solani* Dur And Mont y *Spongospora subterranea* (Wallr) Lagerh., respectivamente (GUTIERREZ, 2001).

Después de hacer un análisis fitosanitario del cultivo de la papa en la Décima región de Chile se pudo establecer que uno de los principales problemas fitopatológicos que ocurren en bodega son las enfermedades que dañan la piel de los tubérculos (GUTIERREZ, 2001; UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH), 2005; FIGURA 2).

Según lo que indica UACH (2005), las pérdidas producidas por problemas fitosanitarios alcanzan el 17.89% promedio, porcentaje en el cual no se ven incluidos los tubérculos deformes y con tierra, lo que elevaría mucho más esta cifra.

Para los agricultores las cifras anteriormente señaladas son normales, ya que por costumbre se cree que en una producción se debe perder papa, lo que muestra una gran falta de conocimiento fitosanitario (UACH, 2005).

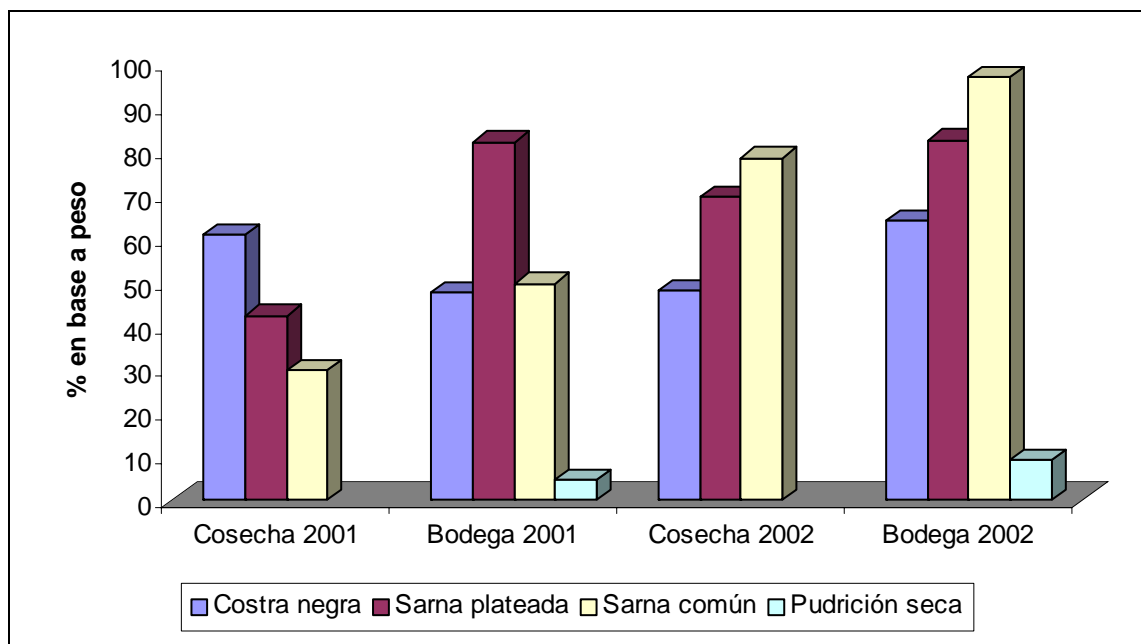


FIGURA 2 Cuantificación de las enfermedades costra negra, sarna plateada, sarna común y pudrición seca en campos y bodegas de agricultores asociados al proyecto.

FUENTE: UACH (2005).

2.3.1 Costra negra. Esta enfermedad es provocada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kühn. Este hongo está presente en la mayoría de las zonas donde se cultiva papa, por lo tanto es de alta importancia en el cultivo. Además de que afecta al cultivo desde que se planta hasta que se cosecha (BANVILLE, 1989; OTRYSKO y BANVILLE, 1992; HIDE y HORROCKS, 1994; JEGER *et al.*, 1996 y ACUÑA, 2001).

La costra negra o rizoctoniasis es una enfermedad de frecuente ocurrencia en la IX y X región de Chile a nivel de campo. Una parte relevante de esta enfermedad es que el inóculo del hongo queda tanto en terreno, como en los tubérculos que posteriormente serán utilizados como semilla corriente en otras regiones de Chile (APABLAZA, 2000).

2.3.1.1 Sintomatología y daños. La sintomatología más común para esta enfermedad es la costra negra (desde donde deriva su nombre), o presencia de esclerocios sobre

la superficie del tubérculo, los que pueden tener un tamaño variable, siendo muy pequeños, planos y puntiagudos, hasta algunos que pueden formar una gran masa, la que cubre gran parte de la superficie del tubérculo. Estos pueden ser fácilmente confundidos con tierra adherida al tubérculo. Esta es una fase del desarrollo de la enfermedad de gran importancia, ya que constituye el inóculo que puede ser transmitido por el tubérculo semilla (APABLAZA, 2000 y ACUÑA y VARGAS, 2004).



FIGURA 3 Esclerocios sobre la piel del tubérculo.

FUENTE : UACH (2002).

Este hongo produce la infección de brotes en los estados de pre y post emergencia, causando lesiones que estrechan y cortan brotes, tallos y estolones. Los brotes secundarios que se desarrollan posteriormente son menos vigorosos, emergiendo en forma tardía, provocando así, una población menos homogénea de plantas. Una vez que el patógeno ataca a los estolones afecta el desarrollo de los tubérculos, ya que en observaciones realizadas en plantaciones sanas se ha visto que la tuberización es más temprana que en plantaciones infectadas, trayendo como consecuencia la obtención de un menor número de tubérculos y además de tamaño pequeño (HIDE y HORROCKS, 1994; AGRIOS, 1996 y ACUÑA y VARGAS, 2004).

Las plantas que sufren una infección temprana ven afectadas la formación y crecimiento de los tubérculos, produciéndose la ausencia total de éstos o su deformación. En infecciones tardías se producen cancros en los tallos principales, lo cual induce la formación de tubérculos aéreos, amarillamiento y enroscamiento de hojas y según el grado de desarrollo del cancro se puede ver afectada la traslocación de nutrientes desde el suelo al follaje, como también desde el follaje a los tubérculos (OTRYSKO y BANVILLE, 1992 y ACUÑA y VARGAS, 2004).

Hay estudios que indican que el cancro de los tallos producido por este hongo, hace variar el tamaño de los tubérculos y la época de maduración, afectando de esta forma la calidad de éstos para el procesamiento industrial (HIDE y HORROCKS, 1994).

Cuando se producen fallas de emergencia, a causa del ataque de este patógeno a brotes, tallos y estolones, se obtiene como resultado, una reducción en el número de plantas por hectárea, un crecimiento desuniforme, plantas débiles, y por lo tanto una reducción en el rendimiento (HOOKER, 1980; SIMONS y GILLIGAN, 1997; SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG), 2000).

En resumen se puede mencionar que el efecto que provoca este hongo en el cultivo de la papa es crecimiento desuniforme, plantas débiles y en definitiva una merma en el rendimiento (ALONSO, 1996).

2.3.1.2 Epidemiología. Este patógeno tiene diversas formas de invernar, lo puede hacer en el suelo, en los tubérculos y en restos de cosecha, como micelio o como esclerocios. También se puede decir que no todos los esclerocios de un tubérculo son patogénicos (JEGER *et al.*, 1996 y APABLAZA, 2000).

Se recomienda la rotación de cultivos, sin embargo, se ha señalado que los esclerocios ubicados en el tubérculo semilla pueden ser una importante fuente de inóculo, todo esto ha sido comprobado en diversos estudios, donde se ha visto que esta patología se origina principalmente de este tipo de inóculo, ya que al estar situados sobre la piel de los tubérculos, infectan en forma más fácil los brotes que

emergen desde éste (ADAMS *et al.*, 1980; FRANK y LEACH, 1980; SHOLTE, 1987 y SIMONS y GILLIGAN, 1997).

Según KEIJER (1996), el hongo sobrevive en el suelo como micelio, ya sea en los residuos de plantas o como esclerocios libres, pudiendo permanecer así durante varios años (JAGER *et al.*, 1991 y SAG, 2000).

Su disseminación es por medio de agua de lluvia o riego, así como también por los órganos de propagación contaminados. Cuando germinan los esclerocios, la invasión se produce principalmente por heridas en brotes y tallos emergentes. En la primera fase del ciclo, la infección se desarrolla temprano en la estación de crecimiento, afectando a brotes, tallos y estolones. La segunda fase del ciclo consiste en la formación de esclerocios sobre los tubérculos, lo cual se puede producir en cualquier etapa del cultivo, sin embargo se ha visto que esto sucede principalmente cuando la planta ha muerto y los tubérculos permanecen en el suelo (HOOKER, 1980 y AGRIOS, 1996;).

2.3.1.3 Condiciones predisponentes. Las temperaturas bajas favorecen mayormente el desarrollo de esta enfermedad, junto con una alta humedad del ambiente, como también del suelo. Los niveles altos de humedad en el suelo y sobretodo la falta de drenaje aumenta la formación de esclerocios en los tubérculos recién formados (APABLAZA, 2000).

La temperatura óptima para el desarrollo de este patógeno se encuentra entre los 15 y 18 °C. La temperatura mínima a la que se desarrolla el hongo es de 8 °C y la máxima es de 35 °C. También se ha visto que bajo los 5 °C, los daños disminuyen (HOOKER, 1980; CARLING, 1990, SIMONS y GILLIGAN, 1997, y APABLAZA, 2000).

2.3.1.4 Importancia económica. Según ACUÑA y VARGAS (2004), esta enfermedad es realmente seria, ya que produce importantes efectos en la apariencia y disminución en la calidad, debido a que los tubérculos presentan esclerocios, protuberancias y partiduras, además de lo anterior existe una baja en el rendimiento del cultivo. Por otro

lado señalan que es una de las patologías más recurrentes en los tubérculos de papa producidos en la zona sur de Chile.

A diferencia de lo que señalan ACUÑA y VARGAS (2004), hay otros autores que mencionan que las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad sobre el cultivo de papas es menor y no la consideran de importancia (BANVILLE, 1989).

Según BANVILLE *et al.* (1996), la importancia económica depende principalmente del mercado objetivo del cultivo, ya que por ejemplo para los prefritos congelados, esta enfermedad no presenta gran importancia, sin embargo para el mercado de las papas frescas, los esclerocios no son atractivos para el consumidor. En el mercado de la papa semilla es donde repercute de mayor forma, porque presenta dificultades en su comercialización, debido a las tolerancias que imponen los países importadores.

2.3.2 Sarna común. Esta es una enfermedad originada por la bacteria *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman y Henrici, cuya importancia radica en que se produce una disminución en la calidad del tubérculo, debido a la apariencia que éste adquiere cuando está infectado (LORIA *et al.*, 1997; ACUÑA y ANDRADE *et al.*, 2003 y HILTUNEN *et al.*, 2005).

Se han descrito dos tipos de sarna, una de ellas es la sarna común, la que está distribuida en la mayoría de los suelos en los que se cultiva papa, y es más severa en los suelos que tienen un pH sobre 5.5; y también se ha descrito la sarna ácida, la que se presenta en forma menos frecuente y lo hace en suelos con un pH menor a 5.5. La sarna ácida es producida por *Streptomyces acidiscabies* Lambert y Loricé (ACUÑA, 2001 y HILTUNEN *et al.*, 2005).

La bacteria que causa esta enfermedad se ha encontrado en Chile desde hace muchos años, pero sólo se presenta en forma eventual. Ha causado serios problemas en la VII región, en las localidades de Pelarco y San Clemente (APABLAZA, 2000).

Esta bacteria produce un micelio rudimentario, con conidióforos y ramas terminales enrolladas. Es un patógeno aeróbico (APABLAZA, 2000).

2.3.2.1 Sintomatología y daños. En general se puede mencionar que esta patología presenta síntomas muy variables, encontrándose por lo general sobre la piel de los tubérculos, generando lesiones corchosas, de forma irregular, levantadas y de coloración canela a castaño, las que se pueden localizar en cualquier parte del tubérculo (LORIA *et al.*, 1997).

Los síntomas de esta enfermedad no se presentan en la parte aérea de la planta, sino que sólo afecta a los tubérculos, pudiendo formar dos tipos de lesiones; uno de éstos es la formación de una capa corchosa sobre la piel (sarna rusett), el otro síntoma que se puede presentar son lesiones de hasta 1 cm de profundidad, de color café oscuro y las lesiones bajo la piel son café claro y translúcido (sarna profunda). En un tubérculo pueden existir los dos tipos de lesiones. Las lesiones superficiales son las más frecuentes de encontrar, siendo lesiones en constante aumento (LORIA *et al.*, 1997; ACUÑA, 2001).

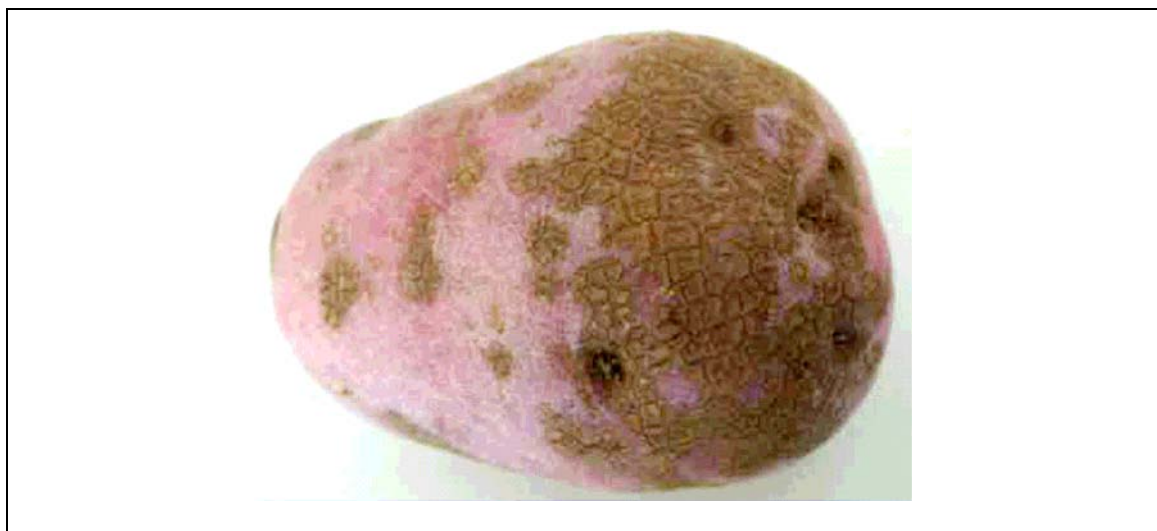


FIGURA 4 Síntomas de sarna común.

FUENTE : UACH (2002).

2.3.2.2 Epidemiología. Este patógeno es un organismo saprófito que sobrevive en forma micelial vegetativa o en forma de esporas en la mayoría de los suelos, exceptuando los más ácidos. Es principalmente un patógeno del suelo, aunque también puede ser transmitido a través de semilla. Una vez que el patógeno se ha establecido en el terreno, este puede sobrevivir por períodos muy extendidos en restos vegetales, por lo que la rotación de cultivos provee un limitado control. Esta bacteria se disemina a través del agua del suelo, del suelo transportado por el viento y en menor cantidad sobre tubérculos que ya han sido infectados (AGRIOS, 1996; WATERER, 2002 y HILTUNEN *et al.*, 2005).

Esta bacteria penetra a los tubérculos a través de las lenticelas inmaduras y aparentemente también lo puede hacer a través de los estomas. También le facilita mucho la penetración las heridas que pueda poseer el tubérculo, de esta forma cuando los tubérculos se están formando son más susceptibles a la infección y esto puede continuar por 6 a 8 semanas aproximadamente. Una vez que el peridermo se ha diferenciado los tubérculos no son tan susceptibles. Sin embargo, infecciones establecidas en tubérculos maduros, también se expande y el patógeno continúa colonizando, dando como resultado lesiones con tejido corchoso e incrementando la severidad de la enfermedad (LORIA *et al.*, 1997 y APABLAZA, 2000).

Cuando el patógeno penetra la piel del tubérculo, la bacteria crece entre las capas de células, las que mueren y así este permanece en calidad de saprofito. Además el patógeno secreta una sustancia que estimula a las células vivas que están en torno a la lesión para que éstas se reproduzcan con rapidez y formen células de corcho (AGRIOS, 1996 y LORIA *et al.*, 1997).

Se ha reportado que la sarna común es más severa en peridermos delgados y se sugiere que peridermos gruesos están directamente relacionados con la resistencia de algunas variedades (DAVIS *et al.*, 1974).

2.3.2.3 Condiciones predisponentes. En cuanto a la temperatura se puede mencionar que se desarrolla con más rapidez cuando éstas son de alrededor de 20 a 22 °C, pero también aparece entre 11 y 30 °C. La severidad de la enfermedad se incrementa a

medida que aumenta la temperatura del suelo. Cuando la humedad del suelo es alta al momento de la formación de los tubérculos y durante varias semanas después, la frecuencia con la que ocurre la enfermedad disminuye en forma considerable, lo cual ocurre, probablemente, porque al aumentar la humedad del suelo se ven favorecidas las condiciones para que los microorganismos antagonistas de este patógeno se desarrollen (LAPWOOD y HERING, 1970; LAPWOOD *et al.*, 1973 y AGRIOS, 1996).

En lo que respecta a las características del suelo es posible decir que éstas tienen gran relevancia en la sarna común sobre papas, ya que esta enfermedad se ha presentado severamente en suelos con pH de 5.2 a 7.0, teniendo una incidencia mayor con un pH más cercano a la neutralidad. Con relación a la humedad del suelo, se ha señalado que esta bacteria se ve inhibida con altos niveles de humedad del suelo, es por lo mismo que se usa la irrigación como forma de control (LORIA *et al.*, 1997).

En resumen se puede mencionar que esta enfermedad es más severa bajo condiciones de clima cálido, suelos secos, textura gruesa, bien drenados y deficientes en materia orgánica (RANDALL *et al.*, 2002).

2.3.2.4 Importancia económica. Según lo que indica APABLAZA (2000), esta patología presenta una importancia secundaria a moderada en Chile. Sin embargo, lo anterior no concuerda con lo que menciona el SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, (2000), ya que en la Décima Región de Chile, esta patología es la tercera en nivel de importancia.

La sarna común no influye de gran manera en una disminución del rendimiento del cultivo, sino que afecta principalmente a la calidad estética del cultivo, ya que al tratar de comercializar tubérculos con esta patología se producen rechazos durante las exportaciones, debido a que sobrepasan las tolerancias permitidas (ROWE *et al.*, 1993; LORIA *et al.*, 1995; MELEGARI, 1997 y ANDRADE *et al.*, 2004).

LORIA *et al.*, (1997), señala que en Estados Unidos ésta es la cuarta enfermedad más importante del cultivo, principalmente, porque se ve afectada la utilización de este tubérculo en la industria, debido a que se incurre en gastos extra de

pelado, como también se ve directamente afectado el precio del producto (ANDRADE *et al.*, 2004).

2.3.3 Sarna plateada. El patógeno que provoca esta enfermedad es *Helminthosporium solani* Dur. y Mont. y lo que genera es que se vea afectado el peridermo del tubérculo, provocando la alteración de la apariencia y calidad de procesamiento, sin afectar en gran medida el rendimiento. Esta enfermedad ha llegado a ser importante en los últimos años, reportándose un incremento en la incidencia en los años '70 (ACUÑA, 2001 y ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

2.3.3.1 Síntomas y daños. Los síntomas que se presentan en forma inicial son puntos circulares de color castaño claro, que tienen márgenes indefinidos, los que se agrandan, pudiendo llegar a cubrir gran parte del tubérculo. Las áreas que se ven afectadas tienen un color plateado brillante y metálico de lo cual deriva el nombre de la enfermedad. Esta sintomatología se aprecia de mejor forma cuando el tubérculo tiene su superficie humedecida (FRAZIER *et al.*, 1998 y ACUÑA, 2001).

Con el progreso de la infección las células del peridermo colapsan, la disrupción y subsecuente colapso de esta capa de la piel causa un aumento significativo en el encogimiento de los tubérculos infectados. La desecación de las células y el depósito de suberina en el área afectada da a la papa la característica apariencia plateada y un degradado de colores, sobretodo en variedades de piel roja. Las lesiones maduras pierden su capacidad para esporular (FRAZIER *et al.*, 1998 y ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

Si el área de los tubérculos que presenta esta sintomatología es muy extensa la deshidratación que puede llegar a sufrir es considerable, lo que se expresa mayormente durante el almacenaje (ACUÑA, 2001).



FIGURA 5 Síntomas de sarna plateada.

FUENTE : UACH (2002).

Inspecciones en diversas zonas donde se cultiva papa indicaron que la infección severa de este hongo no provoca el retraso en la emergencia de las plantulas de plantaciones tempranas, pero sí puede afectar a los cultivares que tengan un bajo vigor en la brotación (ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

2.3.3.2 Epidemiología. El ciclo de esta enfermedad tiene dos fases, una en el campo y otra en el almacenaje. La infección primaria ocurre en el campo y en el almacenaje, y la conidia producida en las papas almacenadas sirve como inóculo del ciclo de la infección secundaria (RODRIGUEZ *et al.*, 1996).

El hongo puede infectar a los tubérculos durante la época de crecimiento y también durante el almacenaje. Se sabe que el tubérculo semilla es la principal fuente de inóculo, pero el mecanismo exacto de cómo se produce la infección es aún desconocido, aunque algunas evidencias indirectas indican que la transferencia del inóculo puede ocurrir cuando el tubérculo semilla tiene contacto directo con la progenie o si está muy cerca de ellos (RODRIGUEZ *et al.*, 1996; FRAZIER *et al.*, 1998).

En algunos estudios se ha reportado que la infección de los tubérculos en el campo no se ha detectado después de 4 a 6 semanas de iniciada la formación de los

tubérculos. Aunque la mayoría de los reportes indican que la infección se produce sólo después que éstos han madurado, es decir antes de la cosecha, aunque algunas pueden ocurrir al momento de la cosecha (ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

Cuanto más tiempo permanecen los tubérculos maduros en el suelo se encuentran más propensos a la infección y además puede llegar a ser más severa la enfermedad (ACUÑA, 2001).

Aunque la infección inicial de los tubérculos hijos ocurre durante la época de crecimiento, la mayor problemática, tanto en rendimiento como en calidad toma lugar en el almacenaje, ya que este hongo esporula sobre las papas almacenadas, propagándose así a los tubérculos sanos. Las conidias son diseminadas a través del viento, viéndose muy favorecidas con sistemas de ventilación en las bodegas (ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

H. solani es considerado un inóculo de enfermedad presente en el tubérculo, sin embargo, puede invernar en el suelo, aunque esto no juega un rol importante en la epidemiología. A pesar de esto hay reportes que indican que el inóculo del suelo puede sobrevivir por un período. En condiciones de laboratorio el hongo puede sobrevivir 9 meses (FIRMAN y ALLEN, 1995).

2.3.3.3 Condiciones predisponentes. El mayor desarrollo de la infección de *H. solani* es en almacenaje, por lo tanto es en esta instancia donde se deben tomar las debidas precauciones. La temperatura y humedad relativa (HR) en este período influyen la severidad de la enfermedad. La patología comienza a desarrollarse cuando los tubérculos están almacenados a 6 °C y la severidad aumenta si se incrementan las temperaturas (hasta 27 °C) y más aún si el período de almacenaje es largo (alrededor de 5 meses). El desarrollo de la enfermedad es bajo con temperaturas de 5 °C y es inhibida a menos de 4 °C (LENNARD, 1980).

La humedad relativa bajo la cual se almacenan comúnmente los tubérculos (85-95%) favorecen de gran manera el desarrollo de esta enfermedad, pero este es un factor difícil de manejar, ya que es complicado mantenerla y además si se disminuye

se ven afectados otros parámetro, como lo son la pérdida de peso fresco. Bajo 55% de humedad relativa se detiene el crecimiento del patógeno (LENNARD, 1980 y ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

2.3.3.4 Importancia económica. La importancia económica que se le atribuye a esta enfermedad, es debido a que las papas para procesamiento y consumo directo han sido rechazados por la industria, ya que los compradores de este tubérculo son cada vez más exigentes en cuanto a estándares de calidad y sanidad (ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

En Chile este patógeno ha pasado, de ser intrascendente, a presentar una gran importancia, llegando a ser uno de los más relevantes en el cultivo de papa (UACH, 2002).

A pesar de la importancia que tiene esta enfermedad, en Chile no está considerada por las Normas Específicas de Certificación de Semillas de Papa, impuestas por el Servicio Agrícola y Ganadero, sin embargo, aunque en Chile no existan estas normas, el mercado brasileño (el mayor comprador de papa – semilla chilena), permite sólo un 2% de infección por sarna plateada sobre los tubérculos (NAVARRO, 2002).

2.3.4 Sarna polvorienta. El organismo causal de esta enfermedad es *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagehr. Es un hongo perteneciente a la Clase Plasmodiophoromycetes. Presenta un parasitismo obligado, careciendo de micelio y posee un plasmodio intracelular (HARRISON *et al.*, 1997).

2.3.4.1 Sintomatología y daños. Los síntomas de esta enfermedad son pústulas de color castaño purpúreo, las cuales se extienden en forma lateral por debajo de la piel, y llegan a formar lesiones similares a erupciones volcánicas. Al aumentar de tamaño y multiplicación celular, las células de la piel comienzan a empujar y a romper la piel, formando así una especie de verrugas de un color oscuro (ALONSO, 1996).

Las pústulas que forman miden entre 0,5 y 4,0 mm de diámetro con un contenido polvoriento pardo rojizo, lo cual corresponde a la presencia de soros ovals a esféricos que contienen zoosporangios de resistencia. Además se observa hiperplasia e hipertrofia en las células de los tejidos adyacentes a la peridermis (HARRISON *et al.*, 1997).

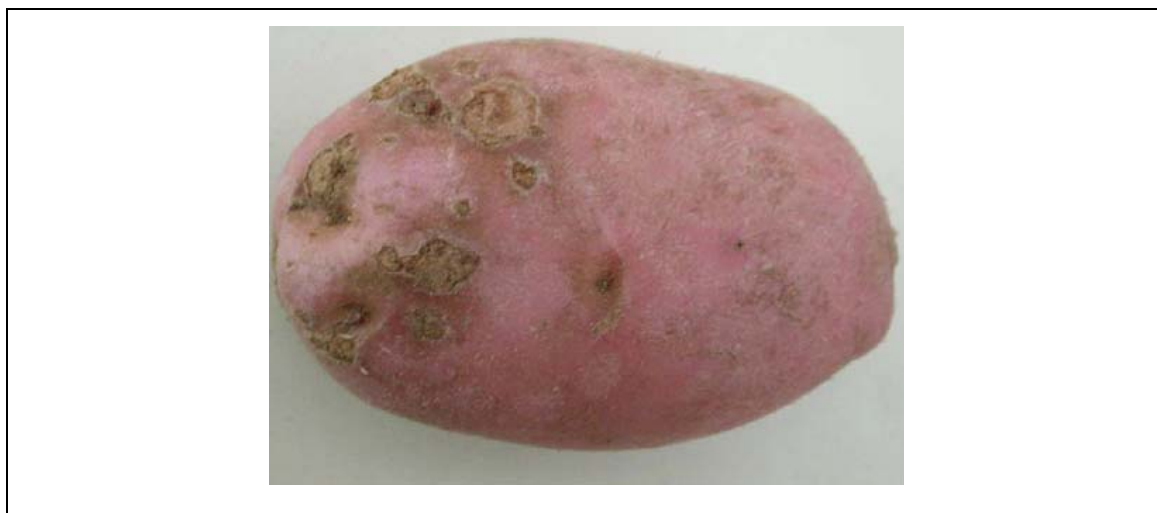


FIGURA 6 Síntomas de sarna polvorienta.

FUENTE : UACH (2002).

Con frecuencia se observan lesiones en cadena, con forma de semicírculo o hilera, lo que es consecuencia de la división de una célula infectada al principio del desarrollo del tubérculo. Esto corresponde a un tejido cicatrizante de defensa por parte de la planta que limita la colonización del patógeno a los tejidos adyacentes (ADAMS *et al.*, 1987).

Además de causar la sarna polvorienta en papa, este hongo puede ser el vector de un virus llamado el virus de la punta loca de la papa (Potato Mop-Top Virus), esta enfermedad provoca una marcada disminución en los rendimientos y afecta severamente la calidad comercial de los tubérculos. Esta patología está ampliamente distribuida a nivel mundial, pero sólo causa daños graves en algunos ambientes, relacionados con climas y suelos fríos y húmedos (AGRIOS, 1996 y HARRISON *et al.*, 1997).

2.3.4.2 Epidemiología. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el suelo, lugar donde inverna como esporas de reposo. Las zoosporas nadan en la fracción acuosa del suelo y al ponerse en contacto con los órganos subterráneos (raíces, tallos y tubérculos) penetran al tejido generalmente por las lenticelas, aunque también lo pueden hacer por heridas y estomas (AGRIOS, 1996 y HARRISON *et al.*, 1997).

Una vez que las zoosporas están en el interior de las células, éstas crecen formando plasmodios multinucleados, posterior a esto se forman zoosporas secundarias, las que invaden células vecinas o se dirigen a otros órganos para así iniciar una nueva infección (HARRISON *et al.*, 1997).

Las células del hospedero son estimuladas por las zoosporas secundarias, estas células se agrandan y se multiplican, dando origen a agallas, las cuales se unen y forman áreas de infección más grandes, hasta abarcar una parte importante de la superficie del tubérculo. Cuando las agallas alcanzan la madurez, el peridermo que encierra los quistosoros, se rompe por la presión y libera los esporangios en receso (TORRES, 2002).

2.3.4.3 Condiciones predisponentes. Para el desarrollo de la enfermedad, se requiere de temperaturas que oscilen entre los 16 y 18 °C, como también de suelos pobremente drenados (JEGER *et al.*, 1996 y ANDRADE *et al.*, 2004). El mínimo de temperatura para que actúe este patógeno es de 9 °C y el máximo es de 25 °C. por sobre los 21 °C se produce un daño menor por parte del patógeno al tubérculo.

Si existen precipitaciones en los primeros estados de crecimiento, se ve favorecida esta enfermedad. En forma posterior la susceptibilidad va disminuyendo (HARRISON *et al.*, 1997).

2.3.4.4 Importancia económica. Hasta hace un tiempo atrás esta era una enfermedad que no se presentaba frecuentemente en la zona sur de Chile, pero hoy en día a través de investigaciones realizadas durante los últimos 3 años se han podido encontrar tubérculos con altos niveles de daños (ANDRADE *et al.*, 2004).

Al igual que en la sarna plateada, esta enfermedad causa un daño cosmético principalmente, lo que dificulta su comercialización, afectando también a la exportación de papa semilla (HARRISON *et al.*, 1997).

En la Figura 7 se puede observar un resumen de las condiciones favorables que deben existir para la presencia de las enfermedades costra negra, sarna común y sarna plateada.

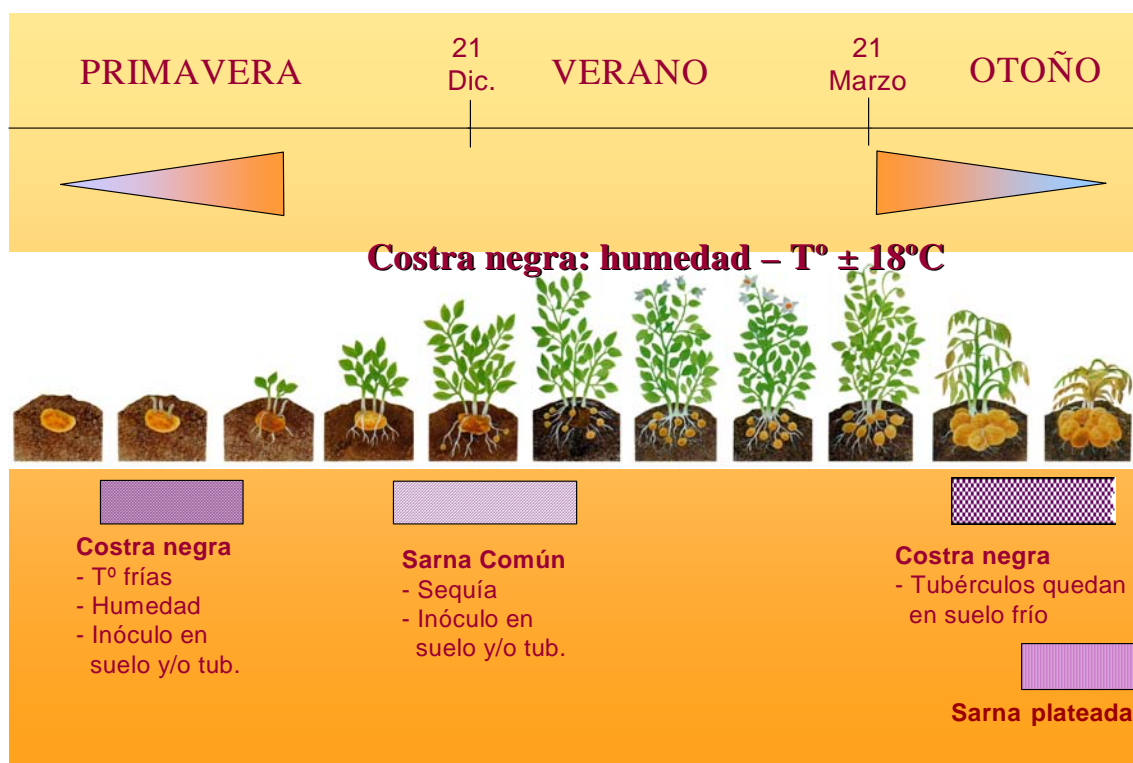


FIGURA 7 Resumen de condiciones favorables para costra negra, sarna plateada y sarna polvorienta.

FUENTE : UACH (2005).

2.4 Control para las distintas enfermedades de la piel

ALONSO (1996) indica que para evitar las enfermedades que atacan al cultivo de la papa existen diversas formas de combatirlas, tanto con controles culturales como químicos. Las formas de control para las cuatro enfermedades de la piel de los tubérculos se presentan en forma resumida en el Cuadro 3.

2.5 Control cultural

APABLAZA (2000) define a este tipo de prácticas como las que tratan de evitar el contacto de los patógenos y las plantas; así como también de eliminar o reducir la cantidad de patógeno en una planta, potrero o área, utilizando las medidas productivas de la especie vegetal a favor de la planta y en contra del patógeno. Algunas de estas medidas de control se detallan a continuación.

CUADRO 2 Formas de control de las enfermedades que atacan la piel de los tubérculos.

Manejo	Enfermedades			
	Costra Negra	Sarna Común	Sarna Plateada	Sarna polvorienta
Usar papa semilla sana	✓	✓	✓	✓
Rotación de cultivo (3/7 años)	✓	✓	✓	✓
Usar variedades resistentes	✓	✓	✓	✓
Plantar en suelos con pH menor a 5.5	---	✓	---	---
Plantación superficial (8-10cm)	✓	✓	✓	✓
Fertilización con S y Mn	---	✓	---	---
Uso de papa semilla prebrotada	✓	---	---	---
Incorporación de avena como abono verde	---	✓	---	---
Plantar en suelo con buen drenaje	✓	✓	✓	✓
Evitar plantaciones tempranas	✓	---	---	---
No usar estiércoles frescos	✓	✓	✓	✓
Realizar cosecha temprana	✓	✓	✓	✓
Tratamiento químico a la papa semilla	✓	✓	✓	✓
Evitar movimientos en bodega para evitar la dispersión de esporas	---	---	✓	---
Ventilar la bodega y almacenar a baja temperatura	---	---	✓	---

FUENTE: Adaptado de AGRIOS (1996) y ANDRADE *et al.*, (2004).

2.5.1 Calidad de semilla. Para obtener como resultado del cultivo un producto de alta calidad, es de crítica importancia poseer tubérculos semilla sanos y que éstos sean certificados. Las características de este tipo de tubérculos tienen relación con la

capacidad de mantener y reproducir sus características genéticas, fenotípicas y potencialidad productivas. En otras palabras son tubérculos que poseen una elevada pureza varietal y estado sanitario, además de presentar una gran capacidad de brotación al momento de ser plantados. Junto con lo anterior se puede agregar que los tubérculos semilla certificados poseen tolerancias establecidas a ciertas enfermedades y plagas, son físicamente aptos y poseen mínimos daños mecánicos, están libres de restos de suelo, presentan una adecuada edad fisiológica y por último se encuentran correctamente inspeccionados y certificados (MOSLEY y CHASE, 1993; SLACK, 1993 y ROJAS, 1994).

CUADRO 3 Tolerancias (%) exigidas por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) para sarna polvorienta, sarna común y costra negra en tubérculos semilla

Enfermedad	Pre-Básica	Básica	Certificada	
			C1 y C2	C3
Sarna polvorienta (a)	0	0	0,2	0,5
Sarna común (b)	5,0	10,0	15,0	20,0
Costra negra (b)	5,0	10,0	15,0	15,0

a. Tubérculos no deben presentar más de 5 pústulas, las que en conjunto no podrán exceder los 5 mm.

b. Tubérculos con ataque máximo permitido para sarna común no podrá sobrepasar el 20% de la superficie total del tubérculo y para costra negra no deberá exceder el 10% de la superficie.

FUENTE: SAG (1997).

El uso de papa semilla certificada es el fundamento de muchos programas que tienen como finalidad mantener un buen estado sanitario del cultivo. La certificación de semilla se estableció para disminuir la presencia de inóculo de patógenos en el tubérculo-semilla y también para proveer un stock de semillas sin mezclas de cultivares (MOSLEY y CHASE, 1993 y ACCATINO, 1994).

Es deseable seleccionar semillas que provengan de áreas o regiones en las cuales no se presenten las enfermedades más importantes para el cultivo, es decir utilizar semilla sana, ya que si se inicia el cultivo con semilla contaminada se corre el serio riesgo de sufrir una epifitía (APABLAZA, 2000).

KALAZICH (2002) menciona que la baja calidad sanitaria de los tubérculos que hoy en día se utiliza como semilla en Chile, influyen negativamente sobre los rendimientos. En la Décima Región de Los Lagos existe una amplia brecha entre los grandes y pequeños productores, produciendo en promedio 75 t/ha y 15 t/ha respectivamente, siendo la principal causa de esto el escaso uso de semilla certificada que se utiliza en el país. Además este autor señala que en Chile se utiliza sólo el 1% de semilla certificada, a diferencia de los grandes países productores de este tubérculo, donde se utiliza alrededor del 100 % de esta semilla.

2.5.2 Época de plantación. SECOR y GUDMESTAD (1993), indican que la fecha de plantación está estrechamente relacionada con la temperatura y humedad del suelo, siendo estos los factores más importantes para asegurar un cultivo de papas sano. La temperatura ideal del suelo para la plantación de este tubérculo es de 13-16 °C, ya que con esa temperatura se incita a una rápida emergencia, dándole menos tiempo a los microorganismos para atacar la planta. En cuanto a la humedad estos autores señalan que debe existir en el suelo un 70-80% de agua disponible.

La temperatura óptima del suelo para la plantación del tubérculo semilla que señalan SECOR y GUDMESTAD (1993), está basada principalmente en que el hongo *R. solani* se ve favorecido por suelos fríos y húmedos, por lo que la plantación debe efectuarse lo más temprano posible, pero dentro de los límites establecidos (CONTRERAS *et al.*, 2002 y SECOR, 2003).

2.5.3 Profundidad de plantación. En Chile generalmente se tiene como norma realizar la plantación por sobre los 15 cm de profundidad, esto es independiente del lugar de plantación, lo que ciertamente está determinado por los implementos utilizados, pero esta profundidad es excesiva en ciertas áreas, ya que afecta la rapidez con la que emerge la plántula, atrasándose el inicio del proceso de fotosíntesis, junto con dejarla más tiempo expuesta a la acción de los patógenos (CONTRERAS, 2003).

DARABI (2002) y PAVEK y THORTON (2004), analizaron distintas profundidades de plantación y observaron que mientras aumentaba la profundidad, disminuía en gran medida el porcentaje de establecimiento, además de eso,

aumentaba el número de días a la emergencia e incrementaba la severidad del ataque de *R. solani*. Estos autores creen que el plantar en forma superficial, compensa el hecho de que al momento de la plantación existan bajas temperaturas, ya que si bien es cierto el tubérculo demorará en emerger, éste no estará tanto tiempo expuesto a la acción de *R. solani*

Cabe señalar además que, al realizar la plantación más profunda, los brotes de los tubérculos se ven más debilitados, debido al mayor trayecto que éstos deben recorrer y la debilidad de los brotes emergidos favorece la acción de *R. solani*, ya que se ha demostrado que los tejidos maduros y resistentes presentan una menor susceptibilidad a este patógeno (JEGER, *et al.*, 1996).

2.6 Control químico

Estas prácticas tienden a proteger las plantas del inóculo de los patógenos que pueden llegar a ellas, así como también tratan de producir un efecto curativo de las infecciones que están presentes (APABLAZA, 2000).

Algunas prácticas recomendables en este cultivo es sumergir los tubérculos en este tipo de sustancias antes de la plantación, como también aplicar en forma curativa algún producto, es decir cuando el patógeno ya está actuando y produciendo un daño considerable, teniendo en consideración que esto último debe realizarse sólo si es necesario (APABLAZA, 2000).

2.6.1 Desinfección de semillas. Con este proceso se puede eliminar a la mayoría de los patógenos fúngicos de la superficie del tubérculo, además de protegerlos de la infección de hongos una vez que estén en el suelo. Este tratamiento no controla virus y presenta un bajo control sobre bacterias que atacan el cultivo. La desinfección de semillas es conveniente realizarla una vez lavados los tubérculos, esto es debido a que la mayoría de los desinfectantes no son efectivos sobre superficies sucias, ya que se ven rápidamente inactivados por la materia orgánica y el suelo (SECOR y GUDMESTAD, 1993).

La elección del fungicida a utilizar como tratamiento previo a la plantación depende en gran manera de la calidad del tubérculo semilla, la susceptibilidad del cultivar, la época de plantación, el objetivo de la producción, el equipo de aplicación disponible y los costos del tratamiento (ACUÑA y VARGAS, 2004).

La desinfección de los tubérculos está enfocado principalmente al control de *R. solani*, ya que según ACUÑA (2001) y BAINS *et al.* (2002), mencionan que la aplicación de estos productos protegerán los primeros brotes emergentes y tallos nuevos, pero no lo harán en la formación de esclerocios o sarna negra sobre los tubérculos. Además señalan que se han probado productos como: mancozeb, metil tiofianato, fludioxonil, pencycuron, azoxistrobin, iprodione y carbendazim, todos éstos en distintas combinaciones, sin embargo, no han tenido un efectivo resultado sobre costra negra ni rendimiento final, pero sí se ha logrado un buen efecto sobre los canchales en brotes, tallos jóvenes, tallos adultos y tubérculos deformes.

Pese a lo anterior hay numerosas investigaciones que han hecho uso de la aplicación de productos químicos antes de la plantación para controlar las otras sarnas, encontrando buenos resultados en el control de las enfermedades. Por ejemplo UR REHMAN KHAN *et al.* (2003), mencionan los buenos efectos que tuvo la aplicación de la solución de ácido bórico al 3%, sin embargo HIDE *et al.* (1994), HALL y HIDE (1994), TSROR y PERETZ (2002), TSROR y PERETZ (2004), coinciden en que los tratamientos pre plantación no son efectivos por sí solos, señalando que su eficacia aumenta si son combinados con tratamientos de pre y post almacenaje. En lo que respecta a sarna polvorienta hay autores como BRAITHWAITE *et al.* (1994) y LUCERO (1998) que indican que con el uso de productos químicos antes de la plantación obtuvieron buenos resultados de control; los productos que estos autores utilizaron fueron hidróxido de estaño, óxido de zinc, mancozeb, solución formaldehído, fluazinam, propineb, dicloropheno-Na y mezclas de maneb + óxido de zinc, mancozeb + óxido de zinc, propineb + óxido de zinc, fluazinam + óxido de zinc e hidróxido cúprico.

2.7 Características del cultivar utilizado en el ensayo

En Chile existen alrededor de 18 cultivares inscritos en los registros de variedades aptas para la certificación que mantiene el Servicio Agrícola y Ganadero

(SAG). Dentro de estos cultivares se encuentra Desirée, la que junto a Cardinal y Ultimus ocupan más del 80% del mercado (KALAZICH, 1994).

El origen del cultivar Desirée es el cruzamiento entre Urgenta por Depesche y su creador es ZPC de Holanda. Fue liberada el año 1962. La clasificación que se le da es para consumo fresco y procesamiento (KALAZICH, 1994).

KALAZICH *et al.* (1997) y BAARVELD *et al.* (2003) describen al cultivar Desirée con una forma ovalalargada, con ojos superficiales, la coloración de su piel es roja, la pulpa es de color amarillo claro y la planta tiene un desarrollo intermedio, además es semierecta, de buen vigor, con follaje de color verde grisáceo oscuro y con muchas flores de color rosado pálido.

En cuanto al rendimiento se puede mencionar que éste es alto, con una producción de aproximadamente un 22% de materia seca en zonas de secano en el sur de Chile. Es una variedad semitardía (145 – 150 días) en plantaciones de octubre en el sur de Chile (KALAZICH *et al.*, 1997).

Con respecto a las enfermedades de la piel BAARVELD *et al.* (2003), manifiestan que el cultivar Desirée es inmune a la sarna polvorienta y que es sensible a la sarna común.

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Materiales

El material utilizado en este trabajo se divide en material biológico y en el utilizado para las labores culturales, los cuales se describen detalladamente a continuación.

3.1.1 Material biológico. El material biológico utilizado fueron tubérculos de semilla de papa del cultivar Desirée.

3.1.2 Material para labores culturales. Dentro de esta clasificación se encuentran la maquinaria y herramientas que se usaron para la preparación del suelo, que son las siguientes: tractor, arado y rastra. Para la aporca y cosecha se emplearon hualatos. También se utilizaron fertilizantes, fungicidas, mallas y balanza.

3.1.3 Origen y selección de tubérculos semilla. Se usó semilla certificada y corriente de la variedad antes mencionada. La semilla certificada se obtuvo de la Empresa Certificadora Semillas SZ, ubicada en Frutillar, Décima Región de Chile. En cuanto a la semilla corriente, esta se obtuvo de la cosecha realizada durante la temporada anterior en la Estación Experimental Santa Rosa, en Valdivia. Los tubérculos se cosecharon a fines de marzo. La selección de semilla corriente se hizo en base a calibre, debiendo tener 3,5 - 4,5 cm de diámetro ecuatorial y 90 g de peso aproximadamente. Se seleccionó semilla corriente que estuviera aparentemente sana.

3.1.4 Características medioambientales. El ensayo se llevó a cabo en la Décimo Cuarta Región de Chile, en la Provincia de Valdivia, específicamente en la ciudad de Valdivia, entre los meses de septiembre de 2004 a marzo del 2005.

3.1.4.1 Ubicación del ensayo. El ensayo se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile. Este sector se encuentra ubicado entre los paralelos 39° 45' y 39° 47' latitud sur y entre los meridianos 73° 14" y 73° 13'

longitud oeste. Distante aproximadamente a 6 kilómetros al norte de la ciudad de Valdivia. Se encuentra a una altura de 14 m s.n.m. (HUBER *et al.*, 1998).

3.1.4.2 Características del suelo. El suelo donde se ubicó el ensayo corresponde a la Serie Valdivia (andisol), el que es un suelo profundo con textura moderadamente fina tanto en superficie, como también en profundidad. Son suelos friables, sueltos, ligeramente plásticos y adhesivos en la superficie, mientras que en la profundidad son duros, firmes, plásticos y adhesivos. Presentan un buen arraigamiento hasta los 70 cm, mientras que en profundidad las raíces se hacen escasas. Son suelos fuertemente ácidos en superficie y ligeramente ácidos en profundidad. El suelo posee una topografía plana (INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS NATURALES y UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 1978).

La fertilización se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo, en relación al análisis de suelo hecho en el Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos de la Universidad Austral de Chile. Dicho análisis se puede observar en el Anexo 1.

3.1.4.3 Características climáticas. Este sector presenta un clima de tipo templado húmedo con influencia mediterránea. El promedio de pluviometría es muy abundante, alcanzando los 2.200 mm anuales. Las precipitaciones tienen una distribución muy dispar (HUBER *et al.*, 1998).

La evaporación en bandeja llega a 800 mm anuales, teniendo en enero su máximo, con un valor de 152 mm y el mínimo es en junio con solo 11 mm. Durante los meses de enero y febrero la evapotranspiración es mayor que la precipitación, por lo tanto es en este período en el cual se puede hablar de estación seca. En lo concerniente al periodo libre de heladas se menciona que éste tiene una duración de 5 meses, abarcando el período de noviembre a marzo (NOVOA *et al.*, 1989).

Los datos de precipitaciones y temperaturas se obtuvieron de la Estación Meteorológica Isla Teja de la Universidad Austral de Chile durante el período que estuvo establecido el cultivo. Estos se pueden ver en el Anexo 2.

3.2 Método

El método que se empleó para cumplir los objetivos anteriormente señalados se describen en forma detallada a continuación.

3.2.1 Establecimiento del ensayo. El establecimiento del ensayo se realizó en fechas y formas diferentes, según el tratamiento del que se trate. A continuación se detalla cada tratamiento y en el Cuadro 4 se puede ver en forma resumida el establecimiento del ensayo.

3.2.1.1 Preparación del suelo. Esta labor se realizó a principios de abril, lo cual se hizo con arado de vertedera y luego se utilizó una rastra. Posteriormente se sembró avena y a fines de otoño ésta se incorporó al suelo.

3.2.1.2 Fertilización. La fertilización se realizó en la plantación y en la aporca. Para los dos tratamientos se utilizó la misma dosis de fertilizantes, aplicándose en la plantación 543 kg/ha de fosfato di-amónico y 200 kg/ha de muriato de potasio (97-250-120). En la aporca se aplicaron 174 kg/ha de urea (80-0-0).

3.2.1.3 Desinfección de semilla. La desinfección se realizó sólo en el tratamiento de las prácticas recomendadas. Esta labor se hizo el mismo día de la plantación, durante la mañana, posteriormente se dejó secar la semilla antes de plantarla. La dosis utilizada fue de 800 g/t de semilla del ingrediente activo carbendazima y mancozeb (250 + 31,2 g. ia/t sem., respectivamente)

3.2.1.4 Plantación. En ambos tratamientos la plantación se hizo en forma manual. En un tratamiento se plantó semilla certificada, a una profundidad de 8 cm y la fecha de plantación fue el 15 de septiembre. En el otro tratamiento se plantó semilla corriente, a una profundidad de 18 cm y la fecha de plantación fue el 1 de octubre. La profundidad de plantación se midió con regla.

3.2.1.5 Prácticas de manejo. En relación a algunas prácticas de manejo se puede mencionar que para ambos tratamientos se realizaron aporcadas, control de malezas en

forma manual y se aplicó fungicidas contra tizón tardío y tizón temprano. Además se aplicaron insecticidas.

3.2.1.6 Cosecha. Para el primer tratamiento la cosecha fue el día 7 de marzo y para el segundo tratamiento fue el día 21 de marzo.

CUADRO 4 Establecimiento del ensayo.

Práctica cultural	Prácticas recomendadas	Prácticas realizadas comúnmente por agricultores
Preparación de suelo	Fines de agosto	Fines de agosto
Fertilización en plantación	Fosfato di-amónico 543 kg/ha Muriato de potasio 200 kg/ha	Fosfato di-amónico 543 kg/ha Muriato de potasio 200 kg/ha
Semilla	Certificada	Corriente (aparentemente sana)
Desinfección de semilla	Sí (Carbendazima y Mancozeb)	No
Fecha de plantación	15 septiembre	01 octubre
Profundidad	8 cm	18 cm
Fertilización en aporca	Urea 174 kg/ha	Urea 174 kg/ha
Cosecha	7 de marzo	21 de marzo

3.2.2 Diseño experimental y tratamientos. Este correspondió a un diseño completamente aleatorio, de dos tratamientos. Cada tratamiento tuvo 10 hileras (de 50 tubérculos cada una). Fueron evaluadas cinco hileras de cada tratamiento (Figura 2).

3.2.3 Evaluaciones. Los parámetros que se evaluaron durante el desarrollo del cultivo, como también una vez cosechados los tubérculos, se describen detalladamente en los puntos siguientes.

3.2.3.1 Establecimiento final de plantas (%). Esta evaluación se realizó 30 y 60 días después de haber establecido cada tratamiento. La evaluación se efectuó contando todas las plantas emergidas de cada hilera del tratamiento en cuestión.

Hileras T1									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2
S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48
S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49
S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50

Hileras T2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2
S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48	S48
S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49	S49
S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50	S50

¹: S= Semilla; T1= Prácticas recomendadas; T2= Prácticas realizadas por agricultores.

FIGURA 8 Diseño experimental y tratamientos¹.

3.2.3.2 Presencia de enfermedades que afectan al cultivo durante su desarrollo. Se realizaron observaciones periódicas de distintas enfermedades provocadas por diversos patógenos durante el desarrollo del cultivo. Las enfermedades que fueron observadas periódicamente fueron las siguientes: *Phytophthora infestans* (Mont De Bary), *Alternaria solani* (Ell. y Mart.), *Erwinia crotonovora spp atroseptica* (Dye.) May. y *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. La finalidad de esto es que aquellas

enfermedades que pudiesen afectar el desarrollo normal del cultivo fueran controladas. El control se realizó con funguicidas en aquellas enfermedades en que sí se pueda utilizar esta medida (*P. infestans* y *A. solani*). Todo lo anterior se realizó para que las evaluaciones finales de este ensayo no se vean afectadas.

3.2.3.3 Número de tallos principales por planta (Nº tallos/planta). Esta medición se llevó a cabo previo al momento de la cosecha. Esto se hizo en forma manual y se contó el número de tallos principales por cada planta, para posteriormente sacar un promedio de cada tratamiento.

3.2.3.4 Rendimiento (t/ha). Para evaluar este parámetro los tubérculos cosechados se separaron en dos categorías, las cuales son rendimiento comercial y desecho.

3.2.3.4.1 Rendimiento comercial (t/ha). Los tubérculos que pertenecen a esta categoría fueron aquellos que presentaron el calibre de semilla (3,5 – 4,5 cm de diámetro ecuatorial y 90 g de peso aprox.), y los que presentaron el calibre de consumo (>4,5 cm de diámetro ecuatorial). Los tubérculos que tenían estas características fueron contados y pesados.

3.2.3.5 Desecho (t/ha). La selección de estos tubérculos se realizó por medio de tamaño, perteneciendo a esta categoría aquellos que miden menos de 3,5 cm de diámetro ecuatorial. Además de estos, se seleccionaron como desecho los tubérculos que presentaban daños mecánicos, pudriciones, deformaciones y daños causados por insectos.

3.3 Incidencia de enfermedades de la piel de los tubérculos

Este parámetro se evaluó en cada tubérculo de tamaño comercial, lo cual se hizo en forma independiente, es decir se observó el porcentaje de piel cubierta con cada una de las cuatro enfermedades por tubérculo y se comparó con una escala creada por el MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD (1976) para cada enfermedad, a excepción de la sarna polvorienta, ya que ésta se midió con una escala adaptada de la utilizada para sarna común. A continuación se describe detalladamente la evaluación de cada una de las enfermedades.

3.3.1 Costra negra. Esta evaluación se realizó observando el porcentaje de piel cubierta por los esclerocios que genera el patógeno *R. solani* y se observó a qué rango de la escala pertenecía, la que indica diferentes porcentajes de infección del hongo en cuestión. Los rangos de la escala para medir esta enfermedad son los que se describen a continuación: 0= sano; 1= 0,1% - 5% del área del tubérculo cubierta por esclerocios; 2= entre 5,1% – 10% del área cubierta por esclerocios y 3= entre 10,1% y 25% del área cubierta.

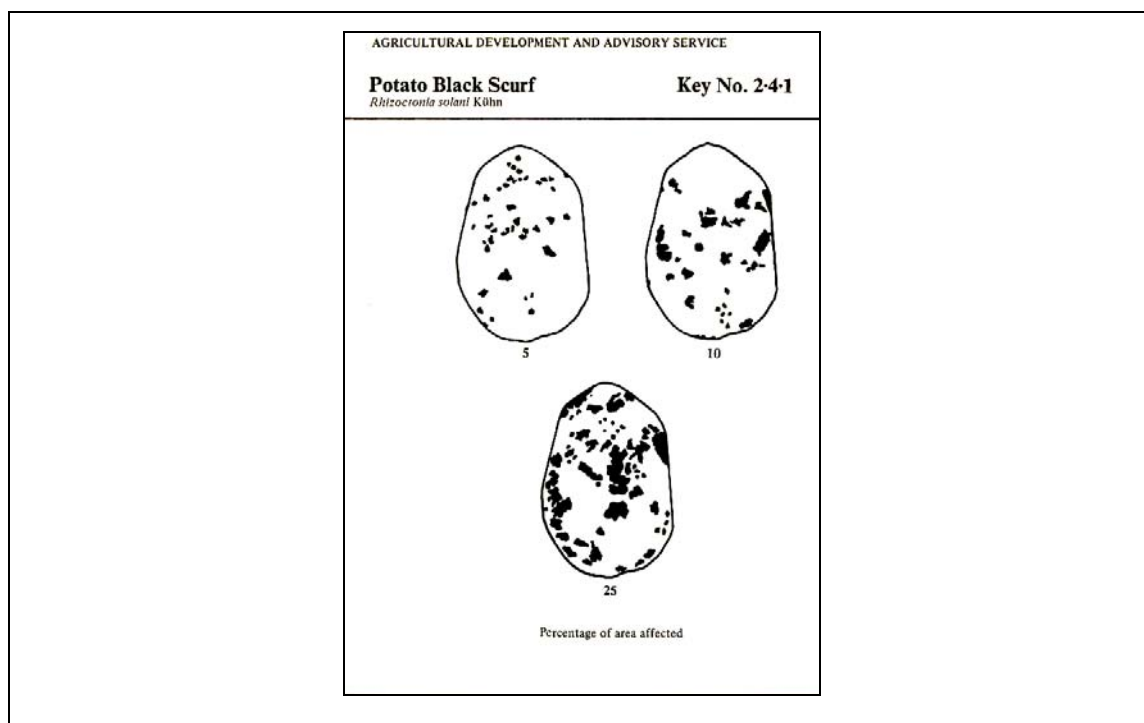


FIGURA 9 Escala de evaluación de costra negra

FUENTE: MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD (1976).

En forma posterior a que se hubo determinado el porcentaje de área cubierta por los signos del patógeno se procedió a separar los tubérculos por rango de incidencia para luego contarlos y pesarlos.

3.3.2 Sarna común. Esta enfermedad es causada por el patógeno *S. scabies*, esta enfermedad se evaluó a través de las lesiones que causa sobre los tubérculos, las

cuales pueden ser superficiales o profundas. Al igual que en la enfermedad anterior se evaluó el porcentaje de área cubierta con el daño que causa la bacteria y se comparó con la escala. Para medir esta enfermedad se utilizó una escala que posee 5 rangos, los cuales se detallan a continuación: 0= sano; 1= 0,1% – 5% del área cubierta por las lesiones; 2= 5,1% - 10% del área cubierta; 3 = 10,1% - 25% del área cubierta y 4= 25,1% - 50% del área cubierta.

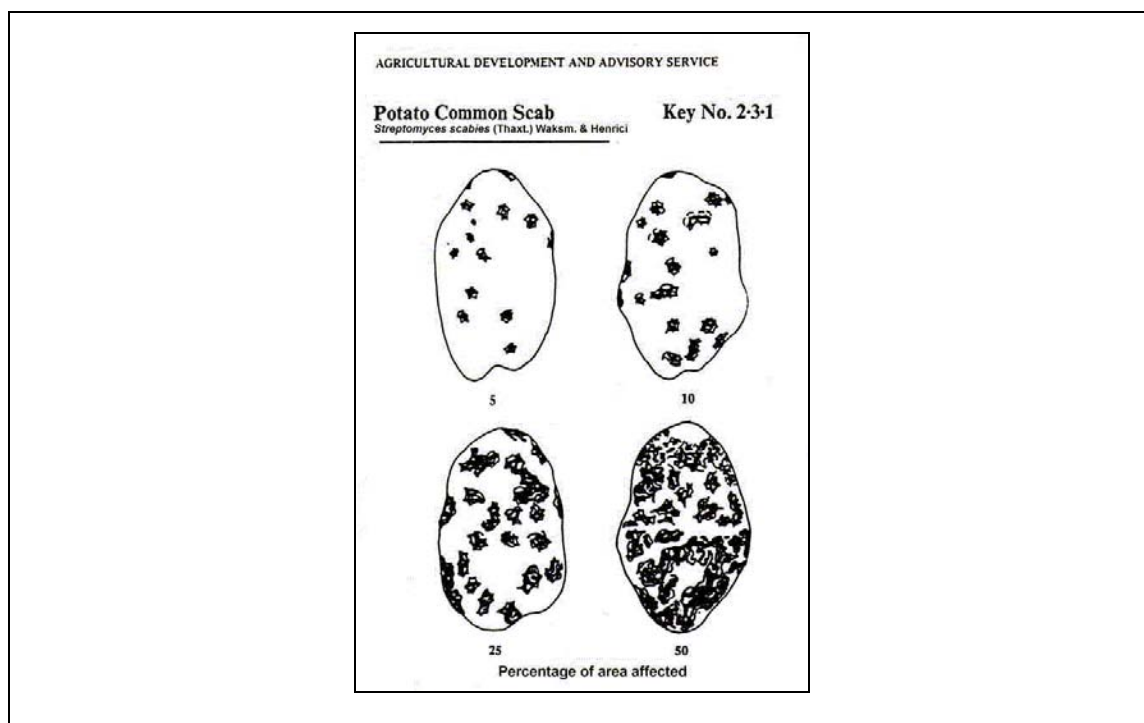


FIGURA 10 Escala de evaluación de sarna común

FUENTE: MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD (1976).

3.3.3 Sarna polvorienta. Esta patología la causa el hongo *S. subterranea* y al igual que en las otras enfermedades se evaluó el porcentaje de tubérculo dañado por el hongo. Para realizar la evaluación se utilizó una escala adaptada de la empleada para evaluar la sarna común (Figura 10). La escala utilizada para medir esta enfermedad es la misma que se utilizó en la medición del daño causado por sarna común, la cual se detalla a continuación: 0= sano; 1= 0,1% – 5% del área cubierta por las lesiones; 2=

5,1% - 10% del área cubierta; 3 = 10,1% - 25% del área cubierta y 4= 25,1% - 50% del área cubierta.

3.3.4 Sarna plateada. *H. solani* es el causante de esta enfermedad, el que genera en la superficie del tubérculo un área con un brillo plateado característico, lo que al momento de ser evaluado se comparó con la escala de daño. Al igual que en la enfermedad anterior la escala para medir el daño causado posee 5 rangos, los cuales son: 0= sano; 1= entre 0,1% – 10% del área cubierta por las lesiones; 2= entre 10,1% - 25% del área cubierta; 3= 25,1% – 50% del área dañada y 4= 50,1% - 75% del área cubierta.

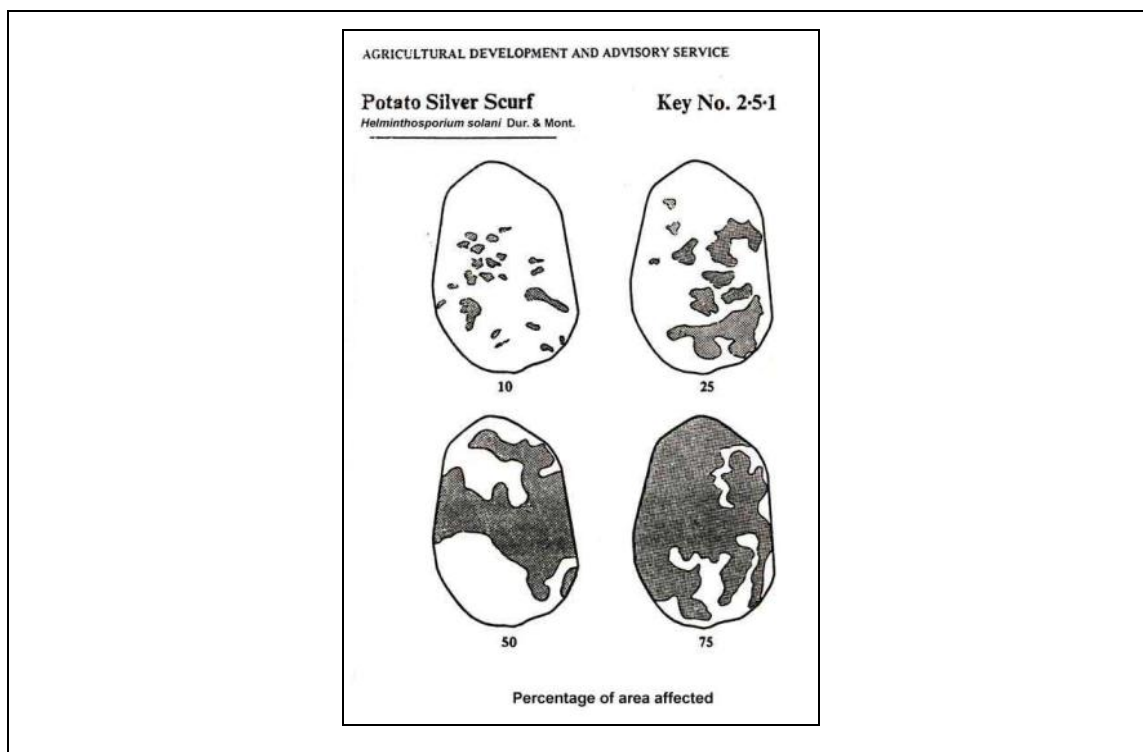


FIGURA 11 Escala de evaluación de sarna polvorienta

FUENTE: MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD (1976).

3.4 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza para un modelo completamente aleatorio, previo análisis de normalidad y homocedasticidad de varianza, utilizándose para ello el programa estadístico SYSTAT 11.0.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En Chile existe un cierto desconocimiento por parte de los pequeños agricultores en relación al manejo adecuado del cultivo de papa, lo cual produce mermas en el rendimiento, como también en la calidad del producto obtenido.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en este ensayo, en el cual se comparan las prácticas comúnmente realizadas por los agricultores, versus las prácticas que en conjunto podrían elevar los parámetros anteriormente señalados.

4.1 Establecimiento final de plantas

La medición del establecimiento final de plántulas se llevó a cabo a los 81 días de plantación de cada tratamiento, lo cual se hizo contando todas las plantas por hilera que hasta esa fecha habían emergido.

CUADRO 5 Porcentaje de establecimiento de plantas en ambos tratamientos.

Tratamiento	Plantas promedio	DE	Porcentaje (%)
Prácticas realizadas por agricultores	46,7	2,91	93,4 b
Prácticas recomendadas	50	0,00	100 a

(*) Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($P < 0,01$).
DE: Desviación estándar.

Del Cuadro 5 se desprende que el promedio de plantas establecidas al momento de la medición para el tratamiento de las prácticas realizadas por agricultores es de 46,7 plantas por hilera, en cambio para el otro tratamiento es de 50 plantas por hilera. Si lo anterior es expresado en plantas por hectárea se puede mencionar que al obtener el 100 % de emergencia y de establecimiento definitivo, se lograría tener un stand de 50.000 plantas- y esto fue lo que ocurrió en el tratamiento de las prácticas recomendadas-, en cambio en el segundo tratamiento se obtuvo sólo un 93,4 % de

plantas establecidas en forma definitiva, lo que daría como resultado un stand de 46.700 plantas.

El análisis estadístico realizado mostró que al comparar ambos tratamientos existe una diferencia significativa entre el porcentaje de establecimiento de cada uno, ya que, si se observan los resultados obtenidos en este punto se puede decir que en las prácticas recomendadas la emergencia fue mayor, llegando incluso a establecerse el stand total de plantas, en cambio en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores, la emergencia se vio disminuida, logrando así un menor establecimiento final de plántulas.

En este ensayo solo se midió el establecimiento final de las plantas, pero no se evaluó la causa que generó el bajo establecimiento en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores.

La diferencia existente entre ambos tratamientos pudiese ser atribuible al hongo *R. solani*, ya que las condiciones que se presentaron en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores, ayudan de gran manera el desarrollo de este patógeno; es decir, *R. solani* se ve ampliamente favorecido cuando el tubérculo está expuesto por mucho tiempo a la acción de éste, ya que, al establecer la plantación a una mayor profundidad no se potencia una rápida emergencia, sino todo lo contrario, aumentando así la posibilidad de que el tubérculo sea atacado por este hongo, por lo tanto, acá se manifiesta la importancia de la profundidad de plantación. Otra consecuencia de una mayor profundidad de plantación, es que los brotes emergen más débiles, debido al mayor trayecto que deben recorrer y de esta forma *R. solani* también se ve potenciado, ya que, puede atacar más fácilmente los brotes debilitados.

Todo lo anterior concuerda con lo indicado por CONTRERAS *et al.*, (2002), quienes indican que el ataque de este patógeno al cultivo, da como resultado una reducción en la emergencia y una disminución en el *stand* de plantas.

Por otro lado *S. subterranea* también pudiese haber influido en los resultados obtenidos en este ensayo, ya que, AGUILAR (2006), menciona que al plantar semilla infectada por sarna polvorienta, se ve afectado el porcentaje de emergencia de las plantas, el cual se retrasa; sin embargo al hacer posteriores mediciones, el establecimiento de las plantas logra repuntar y recuperarse.

Al analizar las condiciones climatológicas imperantes durante el ciclo del cultivo, es posible señalar, que al momento de la plantación y emergencia de las plántulas del tratamiento de las prácticas recomendadas, las temperaturas fueron bajas (11,6 °C promedio) y existió una alta pluviometría (185,6 mm, durante el mes de septiembre); sin embargo esto no tuvo tanta influencia sobre el establecimiento final de plantas, ya que estas condiciones climáticas pudiesen haber sido compensadas por la baja profundidad de plantación. En cambio en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores (establecido el 01 de octubre), además de la alta profundidad de plantación hay que sumarle las malas condiciones climáticas que existieron durante el establecimiento y emergencia de las plántulas, donde se presentaron las temperaturas más bajas de todo el ciclo (9,38 °C promedio) junto con la más alta pluviometría de todo el período del cultivo (230,4 mm durante el mes de octubre).

Obviamente existen factores que no se pueden controlar, como los son las condiciones climáticas, ya que pueden variar mucho de un año a otro; sin embargo UACH (2005), han realizado estudios en varios años consecutivos y mencionan que con respecto a la fecha de plantación y el establecimiento final de plantas, ésta ha tenido mejores resultados en los meses de septiembre y noviembre, teniendo en estos meses la mejor obtención del establecimiento final de plantas.

Todo lo mencionado anteriormente concuerda con lo que señala ACUÑA (2005³), quien dice, que el hecho de plantar en forma superficial y además de esto, que se plante semilla de buena calidad, compensan las bajas temperaturas existentes, ya que si bien es cierto, el tubérculo va a demorar una cantidad de tiempo en emerger, no se verá expuesto por mucho tiempo a la acción de *R. solani*, junto con que no existirá

³ Ivette Acuña. Ing. Agrónomo, PhD Fitopatología. INIA Remehue. Comunicación personal.

una gran cantidad de inóculo de este patógeno sobre la semilla, porque se plantó semilla de buena calidad, evitándose así el daño a los brotes por este hongo.

Hay autores como DARABI (2002) y PAVEK y THORTON (2004) que probaron distintas profundidades de plantación y observaron que mientras aumentaba la profundidad, disminuía en gran medida el porcentaje de establecimiento, además aumentaba el número de días a la emergencia, como también, decrecía el número de tallos principales por unidad de área. Estos autores atribuyen los resultados obtenidos a *R. solani*, debido a que al plantar a una mayor profundidad la severidad de este hongo se incrementó.

El hecho de establecer el cultivo de papas con semilla de buena calidad, como se realizó en el tratamiento de las prácticas recomendadas tiene sus bases en lo que indican UACH (2005), debido a que ellos plantean que al utilizar semilla sana se produce un buen stand final de plantas, a diferencia de lo que ocurre si se plantan semillas con más de un 5% de su superficie cubierta por esclerocios de *R. solani*.

4.2 Número de tallos principales por planta

En cuanto al número de tallos principales por planta, se puede mencionar que en el tratamiento de las prácticas recomendadas el promedio de tallos de cada hilera evaluada fue superior a 3 tallos por planta y llegó a tener un máximo de 4,28 tallos principales por planta, obteniéndose un promedio total de 3,95 tallos en ese tratamiento. Lo anterior no ocurrió en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores, ya que la hilera que obtuvo el mayor número de tallos principales sólo alcanzó el promedio de 2,18 tallos por planta, obteniéndose un promedio total de 2,06 tallos principales por planta en dicho tratamiento. La diferencia estadística entre ambos tratamientos fue significativa.

CUADRO 6 Promedio de tallos principales en ambos tratamientos.

Tratamiento	Prácticas recomendadas	Prácticas realizadas por los agricultores
Promedio *	3,95 a	2,06 b
DE	0,22	0,1

(*) Letras distintas en la fila indican diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,001$).
DE: Desviación estándar.

Antes de discutir este punto es necesario definir qué es un tallo principal. LEMAGA y CAESAR (1990) mencionan que este tipo de tallos se definen como una unidad independiente de una planta de papa, la cual es originada directamente del tubérculo madre, y es a su vez, capaz de producir sus propias raíces y estolones.

Al analizar los resultados y compararlos con los obtenidos en investigaciones realizadas por ZIMMER (1988), DARABI (2002) y PAVEK y THORTON (2004), es posible indicar que la incidencia de *R. solani* en el cultivo de papas produce una disminución en el número de tallos principales por planta. Por otro lado AGUILAR (2006), señala que al plantar semilla con presencia de sarna polvorienta, también se ve afectado el número de tallos principales, haciéndolo disminuir considerablemente en las plantas que provienen de tubérculos infectados por esta enfermedad, en cambio SALAS (2005), manifiesta que la presencia de sarna polvorienta no afecta el número de tallos principales.

HIDE *et al.* (1973), mencionan que en relación a *R. solani* sólo una severa infección de este patógeno podría llegar a afectar el número de tallos principales por planta, lo cual está de acuerdo con lo que señalan HIDE y BELL (1978), quienes al inocular semillas con *R. solani*, tuvieron como resultado la disminución del número de tallos por planta, pero esto sucedió sólo en una de las dos parcelas donde se realizó la investigación, ya que en la otra no existió ninguna diferencia entre semilla inoculada y semilla sana. Este resultado lo atribuyen a que en el sitio donde sí hubo diferencia, además de la semilla inoculada con el patógeno, existía una alta carga de inóculo en el suelo, por lo tanto como lo menciona HIDE *et al.* (1973), al presentar una muy fuerte infección de *R. solani* podría verse afectado el número de tallos principales por planta.

HIDE y BELL (1978), indican que para evitar la disminución de tallos principales por planta, los esfuerzos se deben concentrar en una rápida emergencia, usando baja profundidad de plantación, como también realizar plantaciones con tubérculo semilla prebrotado, aunque también mencionan que si existe una alta carga de inóculo en el suelo no se asegura tener buenos resultados.

Por otro lado WATERER y WAHAB (2000) señalaron que las variedades plantadas en forma temprana y más superficial produjeron más tallos principales y ocasionalmente más tallos secundarios, y por consecuencia más tubérculos que las variedades plantadas en forma más tardía, lo cual coincide con lo logrado en este ensayo. Todo lo anterior está directamente relacionado al menor tiempo de exposición con el patógeno *R. solani*.

Al analizar lo discutido en este punto se puede hacer una anañogía con lo mencionado en el punto 4.1 de establecimiento de plantas, ya que, es posible observar que las diferencias significativas existentes entre ambos tratamientos podrían deberse a los mismos factores, los cuales son el ataque de *R. solani* y *S. subterranea*, como también a la mayor profundidad de plantación en el tratamiento convencional.

ZIMMER (1988), menciona que además de la incidencia de *R. solani* sobre el número de tallos principales, también influye otro factor, como lo es la densidad de plantas, aunque aún no se tiene clara certeza de cual es la relación que existe entre ambos parámetros. Por otro lado ALONSO (1996) y ROJAS (2003), indican que el número de tallos principales por planta tiene una estrecha relación con la densidad del cultivo, pero esto está más bien relacionado con el rendimiento, ya que a mayor número de tallos por planta existiría un mayor rendimiento.

4.3 Rendimiento comercial.

En papa el rendimiento comercial se mide según el diámetro y peso que alcancen los tubérculos, es decir pertenecen a esta categoría los que tengan un diámetro ecuatorial entre 3,5 - 4,5 cm o que pesen más de 90 g. Según lo anterior se puede mencionar que el rendimiento comercial fue levemente menor en el tratamiento de las prácticas recomendadas, ya que el rendimiento obtenido fue de 34,35 t/ha, a

diferencia de lo que ocurrió en las prácticas realizadas por los agricultores donde se logró un peso total de 34,87 t/ha, sin embargo al realizar un análisis estadístico de estos parámetros se puede ver que no hay una diferencia significativa entre ambos.

En relación al número de tubérculos es posible señalar que en el tratamiento de las prácticas recomendadas se obtuvo un mayor número de tubérculos promedio, alcanzando éstos un total de 371,80, en cambio en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores se obtuvo un promedio de 259,0 tubérculos pero éstos pesaban más, es por ello que este tratamiento logró un mayor rendimiento. Al someter estos resultados a un análisis estadístico se observó que a diferencia del rendimiento comercial aquí sí existe una diferencia significativa entre ambos tratamientos.

CUADRO 7 Promedio del rendimiento comercial y número de tubérculos por hectárea de cada tratamiento.

	Prácticas recomendadas	Prácticas realizadas por los agricultores	Significancia*
Rendimiento comercial (t/ha)	34,35 a	34,87 a	NS
DE	2,95	2,55	
Número de tubérculos por hilera	371,80 a	259,0 b	0,001
DE	33,40	34,02	

(*): NS= Diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación Estándar

Al analizar el Cuadro 7 se puede concluir que la gran diferencia entre los tratamientos no fue el rendimiento en sí, sino la cantidad de tubérculos y el tamaño de éstos, es decir, en el tratamiento de las prácticas recomendadas se obtuvo una cantidad de tubérculos considerablemente mayor, pero de un tamaño pequeño, en cambio en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores los tubérculos cosechados fueron menos, pero de mayor tamaño.

El menor tamaño de los tubérculos en las prácticas recomendadas es atribuible, según lo indicado por KOUWENHOVEN y VAN OUWERKER (1978) a que el tamaño del tubérculo aumenta cuando decrece la densidad de plantas, esto coincide con lo que sucedió en este ensayo, ya que se logró un menor establecimiento final de plantas en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores y por lo tanto una menor densidad de plantación. Dicho de otra manera ALLEN (1978) indica que el tamaño de los tubérculos disminuye cuando aumenta el número de plantas por metro cuadrado, coincidiendo esto con lo sucedido en el tratamiento de prácticas recomendadas.

Al existir una diferencia de densidad de plantación entre ambos tratamientos (producto de la desigualdad en el establecimiento de plantas inicial) se puede observar que se produjo una compensación, es decir, en el tratamiento de las prácticas recomendadas hubo un excelente establecimiento de plantas, por lo tanto, existieron más plantas/ha que en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores, llegando así a producir un mayor número de tubérculos/ha, pero de un tamaño menor. En cambio en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores los tubérculos tuvieron más espacio para desarrollarse, teniendo de esta manera una menor competencia entre ellos, por lo que generaron tubérculos de mayor tamaño, lo cual al comparar ambos tratamientos podría ser una explicación del porqué no existió diferencia entre ellos, ya que se compensaron los rendimientos.

Si bien es cierto el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores estuvo sometido a malas condiciones climáticas en la plantación y emergencia de plantas, posteriormente esto cambió, ya que aumentaron las temperaturas y disminuyó la pluviometría, logrando de esta forma equipararse frente al tratamiento de plantación temprana, ya que desarrolló una buena área foliar, aprovechando así los productos resultantes de la fotosíntesis.

MOUSAVIZADEH *et al.* (2004), mostraron que al someter los tubérculos a mayores temperaturas incrementó el rendimiento de los tubérculos grandes (>55 mm), y también se vio una marcada reducción del número de tubérculos y de tallos principales. Lo anterior concuerda con el resultado de este trabajo, ya que los tubérculos que se plantaron en octubre fueron expuestos a mayores temperaturas en el

período de formación de los tubérculos, alcanzando así un mayor tamaño y una menor cantidad de tallos principales, lo cual no ocurrió en el tratamiento de plantación temprana.

ALLEN (1977) y WATERER y WAHAB (2000) no concuerdan con lo mencionado por MOUSAVIZADEH *et al.* (2004), ya que estos mostraron que en la variedad Desirée los rendimientos fueron mayores al plantar en forma temprana, hecho atribuible a que el crecimiento foliar comienza antes, siendo la radiación captada en forma más temprana por el follaje, dejando claro de esta forma que la intercepción de la luz, mientras más temprano sea, es mas benéfico para la planta. Sin embargo, en algunos ensayos que los autores realizaron no se obtuvo el mismo resultado, ya que en plantaciones tempranas, medias y tardías el rendimiento no varió significativamente, lo que coincide con el resultado de este trabajo.

En cuanto a estudios realizados en la zona por UACH (2005), se ha determinado que los mayores rendimientos se obtienen plantando en forma temprana en los meses de septiembre y octubre. En concordancia con lo dicho anteriormente están SIERRA *et al.* (1989), quien indica que en esta área de la región, la época de plantación adecuada para obtener más altos rendimientos fluctúa entre la segunda quincena de septiembre y mediados de octubre, sin embargo hay que tener en consideración que para variedades semi tardías, como lo es Desirée, la plantación debe realizarse en el extremo más temprano del rango óptimo.

Por otro lado, otra posible explicación al hecho de que no haya diferencias significativas en el rendimiento de ambos tratamientos puede deberse a la baja incidencia de las enfermedades, discusión que se desarrollará en forma más extensiva en el punto 4.5, ya que ahí se puede ver que la presencia de las enfermedades de la piel fue en general bastante mínima. Al comparar la incidencia de costra negra entre ambos tratamientos, se observó que ésta fue muy leve y además no existió diferencia significativa, lo mismo ocurrió con sarna común. Son estas dos enfermedades las que provocan mayores mermas en el rendimiento, por lo tanto de esta forma se explicaría el hecho de que no hubiese diferencias significativas en el rendimiento de los tratamientos.

Otra posible causa de que no haya existido diferencias importantes, tanto en el rendimiento, como también en la incidencia de costra negra y sarna común, podría ser atribuible a que la semilla corriente utilizada en este ensayo, si bien es cierto era corriente, estaba aparentemente sana, es decir, no se usó semilla de tan mala calidad, por lo tanto, esto podría explicar la falta de diferencias en este aspecto.

Al relacionar el rendimiento con la profundidad de plantación BOHL y LOVE (1999), obtuvieron como resultados que al plantar a una mayor profundidad el rendimiento total decreció significativamente en dos de los tres cultivares con los que trabajaron, aunque en el cultivar Shepody no hubo diferencias. Probablemente el hecho de que no existan diferencias significativas en el rendimiento obtenido en esta tesis se deba a que la diferencia de profundidad de plantación entre ambos tratamientos no haya sido suficiente, ya que en el trabajo realizado por BOHL y LOVE (1999), existieron diferencias en el rendimiento cuando se compararon papa semilla plantada a 7 cm versus 23 cm de profundidad de plantación; en cambio no se encontró diferencia al comparar tubérculos plantados a 7 cm versus 15 cm de profundidad., situación muy similar a la realizada en este ensayo.

Al establecer este ensayo se esperaba que el rendimiento de las prácticas recomendadas fuera mayor al de las prácticas realizadas por los agricultores, lo cual no ocurrió. Por el hecho de que cada tratamiento tiene un conjunto de variables no es posible determinar con exactitud cuál influyó en forma más determinante en el resultado obtenido, ya que para poder saber eso, debería estudiarse cada variable por separado y eliminar los otros parámetros, situación que era distinta a lo que se pretendía lograr.

4.4 Desecho de tubérculos.

El desecho se puede observar en el Cuadro 8 y este se clasificó según el tamaño del tubérculo, perteneciendo a esta categoría aquellos que medían menos de 3,5 cm de diámetro ecuatorial. Se puede ver que el tratamiento de prácticas recomendadas tuvo un mayor promedio de tubérculos de desecho alcanzando éstos la cantidad de 154,40 por hilera, en cambio el tratamiento de prácticas realizadas por los agricultores obtuvo un total de 84,40 tubérculos por hilera promedio. Al realizar un

análisis estadístico de este parámetro se puede ver que hay diferencias significativas. En relación al peso total de estos tubérculos es posible mencionar que aunque en el tratamiento de las prácticas recomendadas se obtuvo un mayor número de tubérculos, éstos pesaron levemente menos que los del tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores, ya que en el primero se tuvo un peso total de 5,11 t/ha y en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores el peso total fue de 5,39 t/ha. Al comparar estadísticamente el peso de desecho obtenido en ambos tratamientos no se observó una diferencia significativa.

CUADRO 8 Promedio del peso del desecho y número de tubérculos de ambos tratamientos.

	Prácticas recomendadas	Prácticas realizadas por los agricultores	Significancia*
Desecho (t/ha)	5,11 a	5,39 a	NS
DE	0,22	1,26	
Número de tubérculos por hilera	154,40 a	84,40 b	0,002
DE	0,22	1,26	

(*): NS= Diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación Estándar

4.5 Incidencia de enfermedades de la piel de los tubérculos

A continuación se indican los resultados obtenidos en relación a las enfermedades que dañan la piel de los tubérculos. La discusión de estos resultados se hará en forma conjunta para las cuatro enfermedades.

4.5.1 Costra negra. El Cuadro 9 indica que para ningún rango de la escala que mide esta enfermedad se encontró una diferencia significativa entre ambos tratamientos; sin embargo, se puede observar que el tratamiento de las prácticas recomendadas tendió a una mayor sanidad, lo que se ve reflejado en que en el rango cero (sin presencia de esclerocios) se encontró una mayor cantidad de tubérculos que en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores. Además de lo anterior en los rangos 1 y 2, que

indican una mayor presencia de la enfermedad, en las prácticas recomendadas se obtuvo una menor cantidad de tubérculos con daño, lo que refleja que en este tratamiento se logró tener tubérculos más sanos. Sin embargo, es necesario señalar que no existieron diferencias estadísticamente significativas.

En ninguno de los dos tratamientos se obtuvieron tubérculos que pertenecieran al rango 3, es decir, no existieron tubérculos con un área cubierta entre 10,1 y 25%.

CUADRO 9 Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de costra negra.

Rango	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores		Significancia*
	Media	DE	Media	DE	
0	90,60	5,03	85,80	11,88	NS
1	8,00	3,24	10,60	8,14	NS
2	1,40	2,19	3,60	4,16	NS
3	0,0	0,0	0,0	0,0	--

(*): NS= diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación estándar.

4.5.2 Sarna común. En el Cuadro 10 es posible observar que, al igual que lo ocurrido con la costra negra, no existió diferencia significativa entre cada rango de la enfermedad para ambos tratamientos. Para esta enfermedad se encontraron tubérculos en todos los rangos, a diferencia de lo que ocurrió con la costra negra.

CUADRO 10 Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna común.

Rango	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores		Significancia*
	Media	DE	Media	DE	
0	7,60	3,65	5,00	3,00	NS
1	66,80	16,12	68,80	19,63	NS
2	19,00	14,02	21,60	17,70	NS
3	3,80	4,76	4,60	4,28	NS
4	0,80	1,30	2,00	1,58	NS

(*): NS= diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación estándar.

4.5.3 Sarna plateada. Al evaluar estadísticamente la incidencia de esta enfermedad (Cuadro 11), se pudo observar que existen diferencias significativas en el rango 0 y 2, es decir, en el tratamiento de las prácticas recomendadas se logró un número considerablemente mayor de tubérculos sin daño que en el otro tratamiento, sucediendo lo mismo en el rango 2 de la enfermedad. A pesar de que en los otros rangos no existió una diferencia estadística se puede ver la misma inclinación que en las otras dos enfermedades ya evaluadas, es decir, en los rangos restantes se tiende a una mayor sanidad por parte del tratamiento de las prácticas recomendadas. En esta enfermedad, al igual que en la sarna común, los tubérculos se distribuyeron dentro de todos los rangos.

CUADRO 11 Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna plateada.

Rango	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores		Significancia*
	Media	DE	Media	DE	
0	35,80 a	12,15	14,80 b	7,40	P=0,011
1	45,60 a	12,32	51,40 a	6,43	NS
2	16,00a	5,24	27,80 b	8,87	P=0,034
3	2,40 a	0,89	5,40 a	3,91	NS
4	0,20 a	0,45	0,60 a	0,55	NS

(*): NS= diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación estándar.

4.5.4 Sarna polvorienta. Del Cuadro 12 se puede concluir que, al igual que en la sarna común se lograron diferencias estadísticamente significativas en los rangos 0 y 2, es decir, se obtuvo un número notoriamente mayor de tubérculos sin presencia de la enfermedad en el tratamiento de las prácticas recomendadas, lo cual también ocurrió en el rango 2.

Al analizar los rangos 1, 3 y 4 se observa la misma tendencia que ha venido ocurriendo en todas las otras enfermedades, es decir, si bien es cierto no presentan diferencias estadísticamente significativas, sin embargo, existe una inclinación hacia una mayor sanidad por parte del tratamiento de las prácticas recomendadas, inclusive en el rango 4 de este tratamiento no se encontró ningún tubérculo, en cambio en las prácticas realizadas por los agricultores sí se encontraron tubérculos dentro de este rango, lo cual indica un porcentaje bastante alto de piel del tubérculo dañada por las lesiones.

CUADRO 12 Promedio del número de tubérculos en cada rango de la escala de sarna polvorienta.

Rango	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores		Significancia*
	Media	DE	Media	DE	
0	89,40 a	8,38	74,00 b	12,85	P=0,055
1	10,20 a	8,41	17,60 a	6,47	NS
2	0,20 a	0,45	4,80 b	4,66	P=0,059
3	0,20 a	0,45	3,20 a	4,32	NS
4	0,00 a	0,00	0,40 a	0,55	NS

(*): NS= diferencia estadísticamente no significativa ($P>0,05$)
DE= Desviación estándar.

4.5.5 Comparación del área cubierta por cada enfermedad. En el Cuadro 13 se señala el promedio del porcentaje de área dañada en los tubérculos para cada una de las enfermedades y se puede observar que la sarna común y la sarna plateada fueron las enfermedades que presentaron la mayor incidencia.

Tanto en sarna plateada como en sarna polvorienta existió una diferencia significativa entre los tratamientos cuando se comparó el porcentaje promedio de área dañada por las lesiones. En ambas enfermedades las lesiones fueron menores para el tratamiento de las prácticas recomendadas. Para costra negra y sarna común no existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos.

CUADRO 13 Porcentaje de área cubierta por las enfermedades en cada tratamiento.

	Costra negra		Sarna común		Sarna plateada		Sarna polvorienta	
	Media *	DE	Media *	DE	Media *	DE	Media *	DE
PAR ¹	0,95 a	0,93	7,42 a	2,18	12,75 a	2,54	2,14 a	1,51
P R ²	0,50 a	0,33	6,36 a	1,04	8,25 b	1,67	0,47 b	0,42

(*) Letras distintas en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($P\leq 0,05$).

¹ PAR= Prácticas realizadas por los agricultores.

² P R =Prácticas recomendadas.

De las cuatro enfermedades, la que cubrió una mayor zona del tubérculo fue la sarna plateada, lo cual se observó en ambos tratamientos, dando como resultado que para las prácticas realizadas por los agricultores cubrió un promedio de 12,75 % del tubérculo y para el tratamiento de las prácticas recomendadas abarcó el 8,25% del área. En segundo lugar se encuentra la sarna común y posteriormente la sarna polvorienta. La enfermedad que menos área del tubérculo abarcó fue la costra negra, siendo menor al 1%.

La enfermedad que mayormente afectó la piel de los tubérculos, presentando diferencias significativas entre los tratamientos, fue sarna plateada, lo cual se puede ver en el Cuadro 13; la explicación que es posible dar a este hecho es debido al inóculo presente en el tubérculo semilla utilizado, ya que según lo que mencionan RODRIGUEZ *et al.* (1996) y FRAZIER *et al.* (1998) la semilla es la principal fuente de inóculo; es decir en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores se usó semilla corriente, que no tuvo las condiciones de almacenaje adecuadas. Lo anterior es de vital importancia, porque esta enfermedad se propaga principalmente en esta etapa. La mayoría de los pequeños agricultores almacena sus papas en bodegas donde no se controla la humedad relativa ni la temperatura, factores claves para controlar esta enfermedad según lo que indican LENNARD (1980), ERRAMPALLI *et al.* (2001), y GUNHA y RIZZO (2004). En cambio la semilla certificada utilizada fue almacenada correctamente en una cámara de frío con la humedad relativa y temperatura que corresponde (>4 °C y 90% HR) según lo que indican los autores recién mencionados. Las condiciones exactas, como tampoco la etapa en que el hongo se propaga en el período del cultivo están bien definidas, por lo tanto es difícil hacer una relación con las condiciones climáticas que existieron durante el desarrollo del cultivo.

Según inspecciones que ha realizado el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) (2000), se ha podido determinar que en la Décima Región de Los Lagos la mayor incidencia de enfermedades de la piel es provocada por sarna plateada, lo cual está de acuerdo con lo obtenido en este trabajo.

En cuanto a sarna polvorienta, puede mencionarse que esta enfermedad, al igual que sarna plateada tuvo diferencias significativas entre los tratamientos. Lo anterior podría ser atribuible a la desinfección de la semilla al momento de la plantación, ya que según AGUILAR (2006), los tratamientos químicos que han resultado beneficiosos para el control de sarna polvorienta han sido fluazim, mancozeb y dichlorophen-Na, los cuales han disminuido el ataque del hongo, como también el aumento de la producción total de tubérculos y en este ensayo uno de los productos utilizados fue mancozeb.

Por otro lado UACH (2003), mencionan que al usar la mezcla de los productos químicos mancozeb más carbendazim tuvo un efecto depresivo sobre sarna plateada y sarna común, lo que sí concuerda – en el caso de sarna plateada- con los resultados obtenidos en este ensayo; sin embargo, no sucedió lo mismo para sarna común, lo cual hace pensar que la semilla corriente usada en este trabajo, tenía poco inóculo de sarna común, ya que los tubérculos hijos hubiesen manifestado la enfermedad, esta presunción se basa en que estos autores realizaron ensayos de similares características en los cuales sí se encontró diferencias significativas para el control de sarna común.

En lo que respecta a costra negra UACH (2003) señalan que al utilizar la mezcla de productos químicos antes mencionada y realizar las posteriores evaluaciones sobre la incidencia de enfermedades en tubérculos, no se encontró un efecto del tratamiento de semilla sobre costra negra, por lo que, si la semilla corriente usada hubiese tenido mucho inóculo, hubiese existido una mayor presencia de esclerocios en los tubérculos hijos.

En el Cuadro 13 se muestra que la costra negra fue la enfermedad que menor incidencia tuvo sobre los tubérculos, una explicación de esto podría ser, que los esclerocios se forman al final del período del cultivo, cuando el follaje está senesciendo y se aproxima la cosecha según lo que indica GUDMESTAD *et al.* (1979), es decir, fue en este período cuando *R. solani* no tuvo las condiciones ideales para formar las masas esclerotiales, ya que a mediados y fines de febrero fue cuando se registraron

las temperaturas más altas del período del cultivo (19,07 °C promedio), junto con presentarse una existencia casi nula de precipitaciones (2,7 mm). (Cuadro 14).

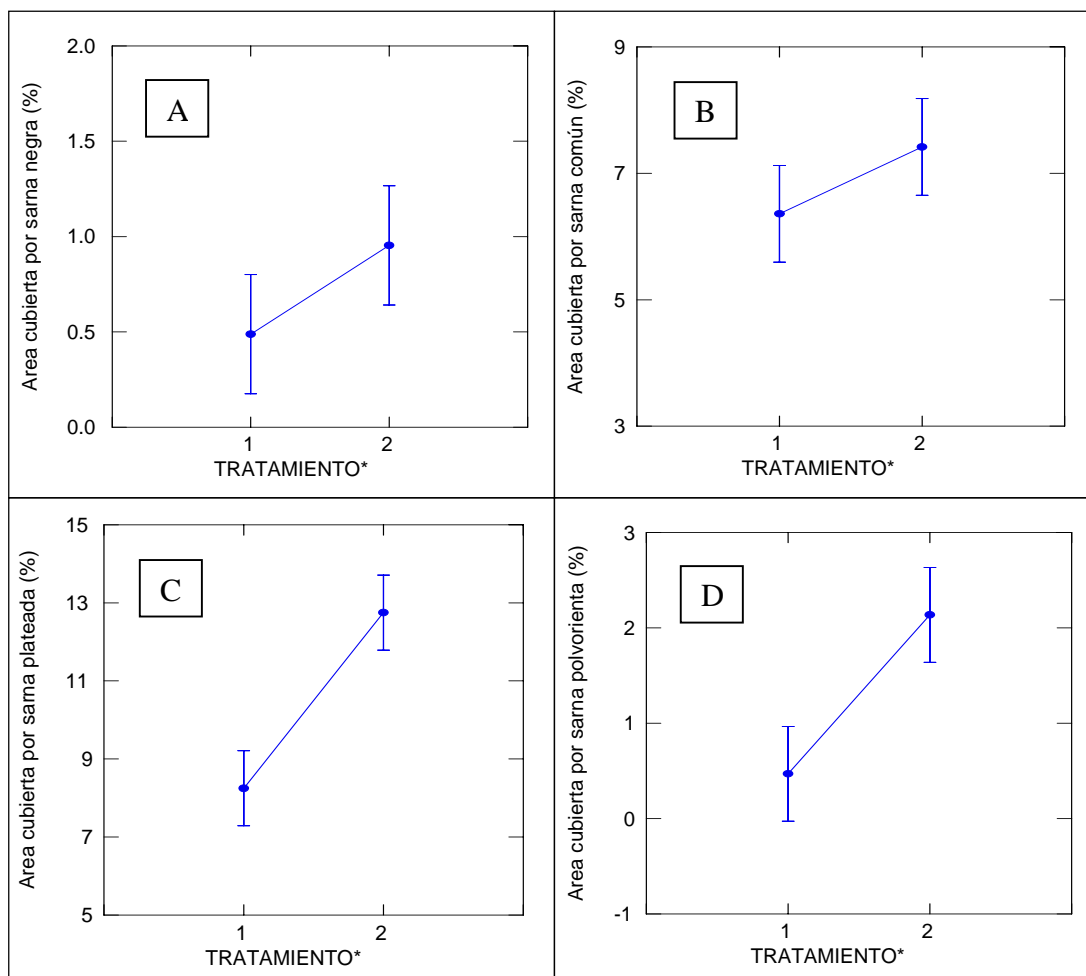
CUADRO 14 Condiciones climatológicas existentes durante el período de cultivo.

Mes	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)	Precipitaciones (mm)
Septiembre	11,02	86,46	70,5
Octubre	11,63	84,9	230,0
Noviembre	14,2	74,7	107,7
Diciembre	15,59	74,12	126,5
Enero	16,6	64,8	48,98
Febrero	19,07	69,8	2,7
Marzo	15,28	79,5	141,9

En lo que respecta a sarna común y sarna polvorienta, es posible mencionar que ambas afectan al tubérculo al momento en que estos se están formando, es decir, alrededor de 4 – 5 semanas después de realizada la plantación. A pesar de que la sarna común ocupó el segundo lugar en cuanto al porcentaje de área cubierta por la enfermedad (Cuadro 13), se puede decir que es una cifra baja, lo mismo ocurre para sarna polvorienta. El hecho de que no hayan existido diferencias entre los tratamientos en la incidencia de sarna común pudiese deberse según lo que indica WATERER (2002), a que cuando se forman los tubérculos es el momento en el cual infecta *S. scabies* y en ese período existió una pluviometría de 190 mm (mediados de octubre y principio de noviembre), junto con no presentar las temperaturas adecuadas para el desarrollo de la bacteria (20 – 22 °C), lo cual disminuye la incidencia de la enfermedad, ya que se cree que la alta humedad del suelo favorece a organismos antagonistas de este patógeno. En cambio no ocurre lo mismo con la sarna polvorienta, debido a que la humedad abundante y bajas temperaturas benefician grandemente a *S. subterranea*, por lo tanto un mismo factor afecta de forma distinta a ambas enfermedades, haciendo de esta manera muy complejo su control. Esta situación de sarna polvorienta se ve reflejada en una mayor incidencia de la enfermedad en los tratamientos convencionales, como también influye la calidad de la semilla, ya que, AGUILAR

(2006), manifiesta que al plantar semilla enferma con sarna polvorienta se ve afectada la calidad de los tubérculos.

UACH (2005), muestra como resultado de sus investigaciones que la incidencia de costra negra está muy por encima de la presencia de sarna plateada y sarna común, llegando a tener un 90% de incidencia, lo cual difiere en gran medida con lo logrado en esta investigación. La causa de esta diferencia puede deberse a que como lo señala ÑUSTEZ (2002), el nivel de inóculo inicial en semilla influye sobre el nivel de inóculo cosechado, es decir, siempre y cuando el nivel de inóculo inicial sea moderado a alto, (mas de 5% de la superficie cubierta por esclerocios) podría encontrarse una gran cantidad de esclerocios sobre los tubérculos cosechados y como se discutió en puntos anteriores, la semilla usada no presentaba un alto nivel de esclerocios, por lo que se entiende que no haya tenido un efecto significativo en la producción de esclerocios sobre la piel de los tubérculos hijos.



(*): Tratamiento 1= Prácticas recomendadas; Tratamiento 2= Prácticas realizadas por los agricultores.

FIGURA 12 Área cubierta por enfermedades. A) Costra negra, B) Sarna común, C) Sarna plateada, D) Sarna polvorienta.

Con respecto al inóculo que es más importante para el desarrollo de costra negra, aún no se ha llegado a ningún consenso, ya que algunos le dan más importancia al inóculo del suelo y otros al de la semilla. Por su parte ADAMS *et al.* (1980) y CARLING *et al.* (1989), creen que el inóculo sobre la semilla juega un rol fundamental en el desarrollo de la enfermedad. Hay otros autores como GUDMESTAD *et al.* (1979), quienes indican que por sobre un 20% de superficie cubierta por esclerocios se puede producir un daño significativamente mayor que con tubérculos visiblemente libres de esclerocios. JAMES y MCKENZIE (1972), confirman lo anterior, ya que ellos reportaron que no hay reducción en el rendimiento, aun si hay un 15% de

superficie cubierta por esclerocios. Por último BOLKAN *et al.*, (1974) y CARLING *et al.* (1989) mencionaron que bajos niveles de inóculo en las semillas sólo pueden causar un efecto mayor si las temperaturas existentes son muy bajas (5-10 °C).

ACUÑA (2005⁴), indica que después de realizarse diversos estudios a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias y otras entidades, han llegado a la conclusión, de que al plantar una semilla con poco inóculo de costra negra o sarna común, da como resultado una baja cantidad de sarna en los tubérculos cosechados; por otro lado menciona que se obtiene una mayor incidencia de las enfermedades si hay una gran cantidad de inóculo en el suelo. Además se plantea que puede que el tubérculo tenga inóculo del patógeno, como también lo puede tener el suelo, pero si no se dan las condiciones adecuadas para que este se desarrolle no habrá una gran incidencia de la enfermedad, es decir si no hay bajas temperaturas y alta humedad para el desarrollo de *R. solani* o si no existe sequía para *S. scabies* no habrá un desarrollo del patógeno. Lo anterior se puede aplicar para los cuatro tipos de sarna.

Por otro lado UACH (2003), menciona que existe un factor muy importante relacionado con la costra negra, el cual es el cultivar utilizado, ya que se realizaron ensayos comparando diversos cultivares, y concluyeron que Desirée es uno de los más resistentes a esta enfermedad, influyendo de menor manera sobre el rendimiento, como también sobre la producción de esclerocios sobre la piel, lo cual no ocurre de igual forma en los cultivares Atlantic y Shepody.

Los resultados logrados en esta tesis están de acuerdo con lo que señalan POWELSON *et al.* (1993) y ÑUSTEZ (2002), quienes mencionan que *R. solani* produce un retraso en la emergencia, un bajo stand final de plantas y que sólo en casos extremos limita los rendimientos. Por último mencionan que el daño causado se enfoca más que nada en declinar la calidad y apariencia del tubérculo.

Según el autor de esta tesis la explicación que es posible dar a este resultado es que tanto la sarna común, costra negra tienen una mayor incidencia mientras más

⁴ Ivette Acuña. Ing. Agrónomo, PhD Fitopatología. INIA Remehue. Comunicación personal.

tiempo estén los tubérculos en el suelo, por lo tanto pudo existir un potencial para el desarrollo de las enfermedades, pero no alcanzó a expresarse, ya que la cosecha no fue tardía.

Lo anterior es comprobado por WATERER (2002) quien trabajó con sarna común y señala que el control más efectivo para esta enfermedad es por medio de las prácticas culturales. De esta forma este autor propone manejar las fechas de plantación y cosecha como una buena medida de control. Los resultados de sus investigaciones dan a conocer que la fecha de plantación tiene un marcado efecto sobre los rendimientos, pero no sobre el daño causado por la enfermedad. Por último el autor indica que el daño causado por una cosecha tardía es mucho mayor que el causado por la plantación temprana, y da a conocer que los tubérculos deben estar en el suelo la menor cantidad de tiempo posible, y que la plantación debe tender a ser temprana. Además de esto menciona que otros patógenos del suelo como *R. solani* y *H. solani* tienen un patrón de comportamiento similar en cuanto a la severidad de la enfermedad, es decir que al igual que *S. scabies*, al ser sometidos a un mayor período de tiempo en el suelo, el daño causado por las enfermedades es mayor.

5 CONCLUSIONES

El establecimiento final de plantas se logró en un 100% en el tratamiento de las prácticas recomendadas, en cambio en las prácticas realizadas por los agricultores sólo alcanzó el 93,4%. Esta diferencia sería atribuible principalmente al ataque de *R. solani*, ya que este patógeno se vio favorecido por las condiciones en que se estableció el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores.

El número de tallos principales por planta presentó diferencias significativas entre cada tratamiento, lográndose un promedio de 3,95 tallos en las prácticas recomendadas y de 2,06 tallos en las prácticas realizadas por los agricultores.

Al comparar el rendimiento de los dos tratamientos no existió diferencia estadística.

Se encontraron diferencias significativas en dos rangos de la escala propuesta por MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD (1976) para sarna plateada y sarna polvorienta.

La enfermedad que cubrió un mayor porcentaje de piel de los tubérculos fue sarna plateada, en segundo lugar se encontró sarna común, luego sarna polvorienta y el menor efecto lo tuvo costra negra.

6 RESUMEN

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) se encuentra dentro de los cuatro cultivos básicos del mundo, teniendo gran importancia debido a sus características energéticas, su contenido de carbohidratos y los variados usos que se le puede dar.

En Chile este cultivo ocupa el cuarto lugar en relación a la superficie destinada a los cultivos anuales y su producción se distribuye entre la IV y X región del país, teniendo mayor importancia la zona sur, especialmente la IX y X región. Lo anterior se debe a que en esta zona existen buenas condiciones para la producción de papa semilla.

El rendimiento ha ido aumentando con el transcurso de los años, sin embargo, existe aún una amplia brecha con los grandes productores mundiales. Uno de los factores que influye de gran manera en el rendimiento y calidad de los tubérculos son las erróneas prácticas culturales empleadas por los agricultores, junto con la incidencia de enfermedades como los son las que afectan la piel de los tubérculos.

Las enfermedades que dañan la piel son cuatro: costra negra causada por *Rhizoctonia solani* Kühn., sarna común cuyo agente patógeno es *Streptomyces scabies* (Thaxter.) Waksman y Henrici, sarna plateada provocada por *Helminthosporium solani* Dur. and Mont. y sarna polvorienta causada por *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento del cultivo de papa variedad Desirée y la incidencia de las enfermedades que afectan la piel de los tubérculos, como también evaluar el porcentaje de establecimiento de las plantas y el número de tallos principales por planta, bajo dos condiciones de manejo: i) fecha de plantación temprana, uso de semilla certificada, plantación superficial y desinfección del tubérculo semilla, lo cual se denominó prácticas recomendadas y ii) fecha de

plantación tardía, uso de semilla corriente y plantación profunda, denominándose prácticas realizadas por los agricultores.

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Rosa, ubicada aproximadamente a 6 km al norte de la ciudad de Valdivia. Esta estación experimental es de propiedad de la Universidad Austral de Chile. El tratamiento de las prácticas recomendadas se estableció el 15 de septiembre a una profundidad de 8 cm, se utilizó semilla certificada obtenida de la empresa certificadora Semillas SZ, la que se desinfectó con Carbendazima y Mancozeb y se cosechó el 7 de marzo. El tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores se estableció el 01 de octubre a una profundidad de 18 cm, usando semilla corriente obtenida de la cosecha anterior de la estación experimental Santa Rosa. La cosecha se realizó el 21 de marzo.

Como resultado de este trabajo se obtuvo que el establecimiento final de plantas fue de un 100% para el tratamiento de las prácticas recomendadas y de un 93,4% en el tratamiento de las prácticas realizadas por los agricultores.

Se encontró una diferencia estadística entre los tallos principales por planta, existiendo un promedio de 3,95 tallos en el tratamiento de las prácticas recomendadas y 2,06 tallos en el otro tratamiento.

No existió una diferencia significativa en el rendimiento de ambos tratamientos, como tampoco en la incidencia de las enfermedades costra negra y sarna común. En cambio sí existió una diferencia significativa entre los tratamientos al evaluar las enfermedades de sarna plateada y sarna polvorienta.

La enfermedad que cubrió un mayor porcentaje de piel de los tubérculos fue sarna plateada, en segundo lugar se encontró sarna común, luego sarna polvorienta y el menor efecto lo tuvo costra negra.

SUMMARY

Potato crop (*Solanum tuberosum* L.) is one of the four basic crops in the world, having great importance due to its energetic characteristics, carbohydrate contents and wide range of utilization.

In Chile, this is the fourth crop in relation to the surface destined to annual crop and its production is distributed between the fourth and tenth region in the country, being more important in the southern area, especially ninth and tenth region, due to good conditions for seed production in this zone.

Yield in Chile has increased in the course of the years; however, there is still a wide gap with the main world producers. Two of the factors that largely affect the yield and quality of the tubercles are the erroneous cultural methods used by farmers, and potato skin diseases.

The diseases that harm the skin are four: black scab caused by *Rhizoctonia solani* (Kühn.), common itch whose pathogenic agent is *Streptomyces scabies* (Thaxter.) Waksman y Henrici, silver itch produced by *Helminthosporium solani* (Dur. And Mont.) and dusty itch caused by *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh.

The objective of this work was to evaluate the yield of Desirée cultivar and the incidence of the illnesses that affect the tubercle skin, percentage of plants established and the number of stalks per plant, under two handling conditions: i) early planting date, use of certificated seed, superficial planting and disinfection of the seed tubercle, which was denominated recommended practices; and ii) late planting date, use of common seeds and deep planting, which was denominated current practices.

The test was carried out at Santa Rosa Experimental Station, which belongs to Universidad Austral de Chile and is located 6 Km north of Valdivia. The treatment with recommended practices was established on September 15th at 8 cm depth, using

certified seed obtained from the certifying company Semillas SZ, which was disinfected with carbendazima and mancozeb and it was harvested on March 7th. The treatment with current practices was established on October 1st at 18 cm depth, using common seed obtained in the previous harvest at Santa Rosa experimental station. The harvesting was on March 21st.

As a result of this work, the percentage of established plants was 100% in the case of recommended practices and 93.4% in the case of current practices.

A statistic difference in stalks per pant was determined; there was 3.95 stalks in the treatment with recommended practices, and 2.06 stalks with the other treatment.

There was no significant difference between treatments neither in yield nor in the incidence of black scab and common itch. However, there was a significant difference between the treatments when the diseases silver itch and dusty itch were evaluated.

The disease that covered most of the tubercle skin was silver itch, secondly common itch and then dusty itch and black scab had the least effect.

7 BIBLIOGRAFIA

- ACCATINO, P. 1994. Importancia de la semilla en los sistemas de producción de papa en los países en desarrollo. *In*: Rojas, J. (Ed.). Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos semilla de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno, Jun. 1994. Serie Remehue N° 51. p:1 – 3.
- ACUÑA, I. 2001. Enfermedades fungosas más importantes de la papa en el sur. *In*: INIA; INDAP (Ed). Curso de Capacitación "Reconocimiento y Control de las Principales Enfermedades y Plagas Incidentes en la Producción de Papa en la Zona Sur de Chile". Osorno, Enero 2001. p: 46 – 55.
- ACUÑA, I. y ANDRADE, N. 2003. La sarna común de la papa. Informativo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Remehue. Osorno, Chile. 2 p.
- ACUÑA, I. y VARGAS, M. 2004. Rizoctoniasis de la papa. Informativo del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Remehue. Osorno, Chile. 4 p.
- ADAMS, M., HIDE, G. y LAPWOOD, D. 1980. Relationships between disease levels on seed tubers, on crops during growth and in stored potatoes 1. Introduction and black scurf. *Potato Research* 23: 201 – 214.
- ADAMS, M., READ, P., LAPWOOD, D., CAYLEY, G. y HIDE, G. 1987. The effect of irrigation on powdery scab and other tubers disease of potato. *Annals of Applied Biology* 110: 287 – 294.
- AGUILAR, C. 2006. Efecto de una mezcla de fungicidas (Fluazinam y Fludioxonil+Mefenoxam), aplicada al tubérculo-semilla, sobre la transmisión de *Spongospora subterranea* (Wallr.) Lagerh., causante de la sarna polvorienta en

papa *Solanum tuberosum* L. Tesis Lic. Agr. Facultad de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. 102 p.

AGRIOS, G. 1996. Fitopatología. México Limusa. 838 p.

ALLEN, E. 1977. Effects of date of planting on growth and yield of contrasting potato varieties in Pembrokeshire. *Journal of Agricultural Science*, 89: 711 – 735.

ALLEN, E. 1978. Plant density. *In: The potato crop: The scientific basis for improvement*. Harris, C. (Ed.). Chapman and Hall, Londres, Inglaterra. pp. 278 – 326.

ALONSO, F. 1996. El cultivo de la patata. Madrid. Mundi Prensa. España. 272 p.

ANDRADE, N., CASTRO, I. y CARRASCO, J. 2004. Principales enfermedades del cultivo de la papa en la Xª región. Curso-taller de capacitación para pequeños agricultores de Los Muermos, 5 – 6 febrero. 19 p.

APABLAZA, G. 2000. Patología de Cultivos, epidemiología y Control Holístico. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 347 p.

BAARVELD, H., PEETEN, H., SCHIPPER, E., SCHIPPER, J y DELLEMAN, J. 2003. Netherlands catalogue of potato varieties. NIVAP Den Hagg, Holanda. 263 p.

BAINS, P., BENNYPAUL, D., LYNCH, D., KAWCHUK, L. y SCHAUPMEYER, C. 2002. Rhizoctonia disease of potatoes (*Rhizoctonia solani*): fungicidal efficacy and cultivar susceptibility. *American Journal of Potato Research*, 79: 99 – 106.

BANVILLE, G. 1989. Yield losses and damage to potato plants caused by *Rhizoctonia solani* Kühn. *American Potato Journal* 66: 821 – 834.

BANVILLE, G., CARLING, D y OTRYSKO, B. 1996. The initial steps of the infection process *In* Sneh, B, Jabaji-Hane, S, Neate, S, Dijst, G (Eds.). *Rhizoctonia*

species: Taxonomy, Molecular, Biology, Ecology, Pathology and Disease Control. Kluwer Dordrecht, Netherlands. Academic Publishers. 578 p.

BOLKAN, H., WENHAM, H. y MILNE, K. 1974. Effect of soil temperature on severity of *Rhizoctonia solani* infection on potato shoots. *Plant Disease* 58: 646 – 649.

BRAITHWAITE, M., FALLON, R., GENET, R., WALLACE, A., FLETCHER, J. y BRAAM, W. 1994. Control of powdery scab of potatoes with chemical seed tuber treatments. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 22: 121 – 128.

BOHL, W. y LOVE, S. 1999. Effects of removing seed pieces and planting depth on potato yield. Research & extensión programs. University of Idaho. <<<http://www.ag.uidaho.edu/potato/research/>>>. (15 de agosto de 2005).

CARLING, D., LEINER, R. y WESTPHALE, P. 1989. Symptoms, signs and yield reduction associated with *Rhizoctonia* disease of potato induced by tuberborne inoculum of *Rhizoctonia solani* AG3. *American Potato Journal* 66: 693 – 701.

CONTRERAS, A., FUENTES, R., CARRASCO, J., RIQUELME, M. y ANDRADE, N. 2002. Control cultural de las enfermedades de la piel: avances de investigación en la zona sur. *In: Seminario: Calidad y manejo integrado de enfermedades en el cultivo de la papa*. Puerto Varas. INIA; Universidad Austral de Chile. p: 13 – 22.

CONTRERAS, A. 2003. Papa. *In: Faiguembaum, H. (Ed.). Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile*. 760 p.

DARABI, A. 2002. Effect of planting date on the yield of potato cultivars in autumn cultivation. *Seed-and-Plant* 18 (2): 252 – 254. Original no consultado. AN: 20043095963.

- DAVIS, J., Mc MASTER, M., CALLIHAN, H., GARNER, J Y Mc DOLE, R. 1974. The relationship of irrigation timing and soil treatments to control of potato scabs. *Phytopathology (USA)* 64: 1404 – 1410.
- ERRAMPALLI, D., SAUNDERS, J. y HOLLEY, D. 2001. Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant Pathology* 50: 141 – 153.
- FIRMAN, D M y ALLEN, E J. 1995. Effects of seed size, planting pattern on the severity of silver scurf (*Helminthosporium solani*) and black scurf (*Rhizoctonia solani*). *Annals of Applied Biology* 127: 73 – 85.
- FRANK, J. y LEACH, S. 1980. Comparison of tuberborne and soilborne inoculum in the *Rhizoctonia* disease of potato. *Phytopathology* 70: 51 – 53.
- FRAZIER, M., SHETTY, K., KLEINKOPF, G. y NOLTE, P. 1998. Management of silver scurf (*Helminthosporium solani*) with fungicide seed treatments and storage practices. *American Journal of Potato Research* 75: 129 – 135.
- FUNDACION CHILE. 2003. Cadenas Agroalimentarias. <http://www.fundacionchile.cl>. (10 de agosto de 2005).
- GUDMESTAD, N., ZINK, R. y HUGUELET, J. 1979. The effect of harvest date and tuber-borne sclerotia on the severity of *Rhizoctonia* disease of potato. *American Potato Journal* 56: 35 – 41.
- GUNHA, M. y RIZZO, D. 2004. Ocurrence and epidemiological aspects of potato silver scurf in California. *Horticultura Brasileira* 22 (4): 690 – 695.
- GUTIERREZ, M. 2001. Análisis fitosanitario del cultivo de la papa en la Décima región. *In: INIA; INDAP (Ed.). Curso de Capacitación "Reconocimiento y Control de las Principales Enfermedades y Plagas Incidentes en la Producción de Papa en la Zona Sur de Chile". p: 1 – 10.*

- HALL, S. y HIDE, G. 1994. The control of silver scurf and development of thiabendazole resistance in *Helminthosporium solani* as affected by the rate of fungicide applied to potato seed tubers. *Potato Research* 37: 403 – 411.
- HARRISON, J. SEARLE, R. y WILLIAMS, A. 1997. Powdery scab disease of potato -a review. *Plant Pathology* 46: 1 – 25.
- HIDE, G., HIRST, J y STEDMAN, O. 1973. effects of black scurf *Rhizoctonia solani* on potatoes. *Annals Applied. Biology.* 74: 139 – 148.
- HIDE, G y BELL, F. 1978. Healthier seed potatoes I. Effects of inoculating stem cutting stocks with *Polyscytelum pustulans* and *Rhizoctonia solani* on growth yield and diseases. *Annals. Applied. Biology.* 90: 417 – 425.
- HIDE, G. y HORROCKS, J. 1994. Influence of stem canker (*Rhizoctonia solani* Kühn.) on tuber yield, tuber size, reducing sugars and crisp colour in cv. Record. *Potato Research* 37: 43 – 49.
- HIDE, G., HALL, S. y READ, P. 1994. Control of skin spot and silver scurf on stored cv. King Edward potatoes by chemical and non-chemical methods. *Annual Applied Biology* 125: 87 – 96.
- HILTUNEN, L., WECKMAN, A. YLHÄINEN, A., RITA, H., RICHTER, E. y VALKONEN, J. 2005. Responses of potato cultivars to the common scab pathogens, *Streptomyces scabies* and *S. turgidiscabies*. *Annals of Applied Biology* 146: 395 – 403.
- HOOKER, W. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Lima, Perú. Centro Internacional de la Papa. 166 p.
- HUBER, A., CONTRERAS, A. y HETTICH, D. 1998. Consecuencia de la orientación de los camellones de un cultivar de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*),

sobre su productividad, en la zona de Valdivia, Xª Región, Chile. *Agro Sur*, 26(2): 53 – 62.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RECURSOS NATURALES y UNIVERIDAD AUSTRAL DE CHILE. 1978. Suelos de la provincia de Valdivia. Santiago. IREN - CORFO - UACH. 178 p.

JAGER, G., VELVIS, H., LAMERS, G., MULDER, A. y ROOSJEN, J. 1991. Control of *Rhizoctonia solani* in potato by biological, chemical and integrated measures. *Potato Research (Alemania)* 34: 269 – 284.

JAMES, W. y MCKENZIE, A. 1972. The effect of tuberborne sclerotia of *Rhizoctonia solani* Kühn on the potato crop. *American Potato Journal* 49: 296 - 301.

JEGER, M. HIDE, G., VAN DEN BOOGERT, P. TERMORSHHUIZEN, A. y VAN BAARLEN, P. 1996. Soil borne fangal pathogens of potato. *Potato Research*, 39: 447 – 469.

KALAZICH, J. 1994. Variedades de papa. *In*: Rojas, J; (Ed.). Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos semilla de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno. N° 51. p: 1 – 9.

KALAZICH, J., BORTOLAMEOLLI, G., ROJAS, J., URIBE, M. y GUTIERREZ, M. 1997. Variedades de papa INIA. Desirée y Purén. Fichas técnicas 5 y 6. *Tierra Adentro* 13: 19 – 20.

KALAZICH, J. 2002. Perspectiva del rubro papa y su relación con la calidad sanitaria. *In*: Seminario: Calidad y manejo integrado de enfermedades en el cultivo de la papa. Puerto Varas. INIA; Universidad austral de Chile. Pp: 23 – 28.

KEIJER, J. 1996. The initial steps of the infection process in *Rhizoctonia solani*. *In* Sneh, B, Jabaji-Hane, S, Neate, S, Dijkstra, G (Eds). *Rhizoctonia species:*

Taxonomy, Molecular, Biology, Ecology, Pathology and Disease Control. Kluwer Dordrecht, Netherlands. Academic Publishers. 578 p.

KOUWENHOVEN, J. y VAN OUWERKER, C. 1978. Optimum row spacing for potatoes. *Potato Research*, 21: 195 – 215.

LAPWOOD, D. y HERING, T. 1970. Soil moisture and the infection of young potato tubers by *Streptomyces scabies* (common scab). *Potato Research* 13: 296 – 304.

LAPWOOD, D., WELLINGS, L. y HAWKINS, J. 1973. Irrigation as a practical means to control potato common scab (*Streptomyces scabies*): final experiment and conclusions. *Plant Pathology* 22: 35 – 41.

LEMAGA, B y CAESAR, K. 1990. Relationships between number of main stems and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L. cv. Erntestolz) as influenced by different daylengths. *Potato Research* 33: 257-267.

LENNARD, J. 1980. Factors affecting the development of silver scurf (*Helminthosporium solani*) on potato tubers. *Plant Pathology* 29:87 - 92.

LOPEZ, H. 1994. El cultivo de la papa en Chile. *In*: Rojas, J; (Ed.). Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos semilla de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno. N° 51. p: 10-20.

LORIA, R., BUCKHALIA, R., CREATH, R., LEINIER, R., OLIVIER, M y STEFFENS, J. 1995. Differential production of thaxtonomi by pathogenic *Streptomyces* species in Vitro. *Phytopathology (USA)* 85: 537 – 541.

LORIA, R., BUKHALID, R., FRY, B y RUSSELL, K. 1997. Plant pathogenicity in the genus *Streptomyces*. *Plant Disease*. 81: 839-845.

- LUCERO, H. 1998. Sarna pulverulenta en la papa. Universidad Nacional de Cuyo. Argentina. << <http://www.redepapa.org/sarnapapa.pdf>>>. (16 de junio de 2005).
- MELEGARI, A. 1997. Producción. *In*: Proyecto propapa: sarna común. << www.tucuman.com/produccion/1997/jul-10html>>. (10 de marzo de 2007).
- MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES & FOOD. 1976. Manual of Plant Growth Stages and Disease Assessment Keys. Agricultural Development and Advisory Service. Pinner, Middlesex, Reino Unido.
- MOSLEY, A. y CHASE, R. 1993. Selecting cultivars and obtaining healthy seed lots. *In*: Rowe, R (ed) Potato. Health management. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. U. S. A. 178 p.
- MOUSAVIZADEH, S., KHORSHIDI, M. y KANANI, R. 2004. Effect of pre-planting temperature and light treatments of seed tubers on potato yield and tuber size distribution. The Joint Agriculture and Natural Resources Symposium. Tabriz-Granja. p:14 - 16.
- NAVARRO, P. 2002. Aproximación de la patogénesis de *Helminthosporium solani* Dur & Mont en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* Hawkes) durante el almacenaje. Tesis Lic. Agr. Facultad de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. 90 p.
- NOVOA, R., VILLASECA, S., DEL CANTO, P., ROUANET, J., SIERRA, B. y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Instituto Investigaciones Agropecuarias. Chile. 221p.
- ÑUSTEZ, C. 2002. Efecto de diferentes niveles de inóculo de *Rhizoctonia solani* en semilla y dos sistemas de manejo sobre el rendimiento y sanidad del tubérculo cosechado. Informe Técnico. Universidad Nacional de Colombia. 11p.

- OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS (ODEPA). 2008. Estadísticas productivas de cultivos anuales. <[http:// www.odepa.cl](http://www.odepa.cl)> . (26 de abril de 2007).
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACION (FAO). 2007. El mundo de la papa. <http://www.rlc.fao.org/>. (26 de abril de 2008).
- OTRYSKO, B., BANVILLE, G. 1992. Effect of infection by *Rhizoctonia solani* on the quality of tubers for processing. American Potato Journal 69: 645 - 652.
- PAVEK, M. y THORNTON, R. 2004. Understanding the influence of planting depth and postplanting tillage on potato production. American Journal of Potato Research 81: 80 - 81.
- POWELSON, M., JOHNSON, K. y ROWE, R. 1993. Management of diseases caused by soilborne pathogens In: Rowe, R (ed) Potato. Health management. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. U. S. A. 178 p.
- RANDALL, C., ROWE, S., MILLER, A y RIEDEL, R. 2002. Scab of potato tubers. Extension factsheet. (On line). Department of plant pathology. Ohio State University. <<http://www.uidaho.edu/ag/plantdisease/scabnote.htm>>. (10 de marzo de 2007).
- RODRIGUEZ, D., SECOR, G., GUDMESTAD, N. y FRANCI, L. 1996. Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed and comercial storages. Plant Disease 80: 1063 - 1070.
- ROWE, R., CURWEN, D., FERRO, D y LORIA, R. 1993. Potato health management. Editorial the american. (USA). 178 p.
- SALAS, C. 2005. Evaluación de la incidencia de *Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.) utilizando papa semilla

enferma con 10% de incidencia. Tesis Lic. Agr. Facultad de Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. 85 p.

ROJAS, J. 1994. Métodos para mejorar el uso, producción y almacenamiento de tubérculos semillas de papa. *In*: Rojas, J; (Ed). Metodología para mejorar la producción y uso de tubérculos semilla de papa en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Osorno. N° 51. Pp: 26 – 38

ROJAS, J. 2003. Antecedentes sobre densidades de plantación y uso de tubérculos-semillas partidos en el cultivo de la papa. *In*: Avances de investigación en el cultivo de papa en el sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. p: 1-15.

SECOR, G. y GUDMESTAD, N. 1993. Handling and planning seed tubers. *In*: Rowe, R (ed) Potato. Health management. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnessota. U. S. A. 178 p.

SECOR, G. 2003. Enfermedades de campo en el cultivo de la papa. *In*: Avances de investigación en el cultivo de papa en el sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Remehue. p: 17 -20.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG), 1997. Normas específicas de certificación de semilla de papa. Ministerio de Agricultura. Departamento de Semillas. 11 p.

SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG), 2000. Enfermedades y plagas de la zona sur de Chile. Proyecto: control de enfermedades de la papa en la Décima Región de Los Lagos. Chile

SHOLTE, K. 1987. The effect of crop rotation and granular nematicide on the incidente of *Rhizoctonia solani* in potato. *Potato Research* 30: 187 - 199.

- SIERRA, C., KALAZICH, J., ROJAS, J. y GRANDÓN, M. 1989. Épocas de plantación de papa en la Xª región de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Remehue, Osorno. Boletín Técnico N° 145. 10 p.
- SIMONS, S. y GILLIGAN, C. 1997. Factors affecting the temporal progress of stem canker (*Rhizoctonia solani*) on potatoes (*Solanum tuberosum*). Plant Pathology 46: 642-650.
- SLACK, S. 1993. Seed certification and seed improvement programs. In: Rowe, R (ed) Potato. Health management. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnessota. U. S. A. 178 pp.
- TORRES, H. 2002. Manual de enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Online: <www.cipotato.org/training/materials/htorres/HtorresRona.pdf> (10 de enero de.2007).
- TSROR, L. y PERETZ, I. 2002. Reduction of silver scurf on potatoes by pre and post storage treatment of seed tubers with imazalil. American Journal of Potato Research 79: 33 - 37.
- TSROR, L. y PERETZ, I. 2004. Control of silver scurf on potato by dusting or spraying seed tubers with fungicides before planting. American Journal of Potato Research 81: 291 - 294.
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH), 2002 . Proyecto Fondo SAG N°24-10-100. Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la papa en la región sur de Chile. (On line). Instituto de Producción y Sanidad Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias, Chile. http://agrarias.uach.cl/proyectos/enfermedades_papas/index.htm (10 de marzo de 2007).
- UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2003. Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la

papa en la región sur de Chile. Proyecto Fondo SAG 24-10-100, 2001 – 2005. Informe Técnico Final.

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE (UACH). 2005. Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la papa en la región sur de Chile. Proyecto Fondo SAG 24-10-100, 2001 – 2005. Informe Técnico Final. 150 p.

UR REHMAN KHAN, A., IMAN KHAN, D., HAQ, I., HUSSAIN, I., SAJID, M. y AKBAR SIDDIQUI. 2003. Control of common scab of potato through seed treatment. *Pakistan Journal of Plant Pathology*, 2: 141-144.

WATERER, D. y WAHAB, J. 2000. Integrated management program in support of Saskatchewan's seed potato industry. Final report. <www.agr.gov.sk.ca/afif/proyectos/19960357.pdf>. (10 de octubre de 2005).

WATERER, D. 2002. Management of common scab of potato using planting and harvest dates. *Canadian Journal of Plant Science* 82: 185 - 189.

WEINHOLD, A., BOWMAN, T. y HALL, D. 1982. Rhizoctonia disease of potato: effect on yield and control by seed tuber treatment. *Plant Disease* 66: 815 - 818.

ZIMMER, R. 1988. Change in the *Rhizoctonia solani* index on the stems and stolons of four potato cultivars during the growing season. *Canadian Plant Disease*. 68 5 – 6.

ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de suelo.

pH en agua (1:2,5)		5,9
pH Ca Cl ₂ (1:2,5)		5,2
Materia orgánica	(%)	17,0
N-Mineral (N-NO ₃ +NH ₄)	(mg/kg)	18,2
Fósforo Olsen	(mg/kg)	14,5
Potasio intercambiable	(mg/kg)	102
Sodio intercambiable	(cmol+/kg)	0,04
Calcio intercambiable	(cmol+/kg)	4,41
Magnesio intercambiable	(cmol+/kg)	0,22
Suma de bases	(cmol+/kg)	4,93
Aluminio intercambiable	(cmol+/kg)	0,10
CICE	(cmol+/kg)	5,03
Saturación de aluminio	(%)	2,0

FUENTE: Laboratorio de suelos, Universidad Austral de Chile.

ANEXO 2 Datos climatológicos comprendidos entre septiembre 2004 y marzo 2005.

Septiembre 2004					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	12.5	17.0	6.6	81	0.9
2	15.4	14.1	4.2	86	--
3	12.3	16.3	6.7	89	--
4	12.6	14.6	11.6	77	42.1
5	11.6	11.0	6.8	87	37.0
6	12.0	10.4	5.9	73	25.0
7	12.5	11.8	2.8	87	4.3
8	11.4	13.1	1.8	79	0.9
9	11.1	14.8	-0.2	73	--
10	9.7	17.2	2.5	71	--
11	10.8	20.8	1.6	75	--
12	11.8	21.7	3.9	67	--
13	11.7	15.2	7.2	83	--
14	12.3	16.5	2.9	72	4.2
15	11.8	19.8	5.8	68	--
16	11.9	16.8	3.1	79	--
17	11.4	14.0	10.0	82	13.6
18	11.6	12.4	6.0	84	23.4
19	11.9	13.0	1.7	74	10.2
20	12.0	16.0	-1.1	72	--
21	11.8	14.8	1.6	79	0.3
22	9.2	13.4	6.8	87	3.1
23	9.1	13.9	6.7	95	3.5
24	10.0	17.2	10.4	86	8.9
25	11.8	14.5	8.9	97	0.6
26	11.5	16.8	10.1	80	2.7
27	12.2	17.5	10.1	82	4.5
28	10.2	18.5	3.9	73	--
29	12.6	17.8	7.1	72	--
30	11.2	17.4	7.7	87	0.4

Octubre 2004					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	10.8	16.9	9.4	84	0.8
2	8.8	21.4	9.8	78	--
3	10.7	17.7	7.6	86	--
4	12.2	17.1	9.8	89	--
5	8.8	15.2	8.4	90	--
6	7.6	13.9	10.3	91	--
7	6.2	17.1	9.3	83	1.1
8	6.6	13.7	9.8	98	6.7
9	6.2	15.4	8.4	97	19.6
10	9.6	11.4	8.7	98	16.7
11	9.9	17.0	7.1	89	29.8
12	11.9	18.5	6.5	76	14.2
13	10.6	18.6	6.9	82	--
14	9.1	18.2	8.1	76	--
15	11.9	13.3	10.0	91	0.6
16	9.5	16.2	8.5	81	17.0
17	11.0	14.4	8.5	81	1.4
18	8.3	16.6	7.9	82	10.2
19	6.4	21.0	4.9	78	0.2
20	6.9	17.5	7.1	82	--
21	7.8	13.8	11.1	91	1.4
22	9.6	15.0	3.9	86	17.0
23	10.0	11.8	6.7	93	9.4
24	12.8	15.1	6.6	90	15.6
25	11.7	15.7	9.6	88	37.5
26	12.9	16.8	7.3	78	1.3
27	12.9	17.8	9.6	72	1.4
28	10.2	17.2	4.2	83	2.0
29	11.4	16.4	9.3	66	1.8
30	12.0	17.8	5.0	81	0.2
31	12.8	15.8	11.0	92	24.5

Noviembre 2004					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	12.0	16.2	8.8	83	20.2
2	10.9	15.4	7.7	76	13.2
3	9.7	16.1	3.5	80	5.2
4	10.5	16.7	4.7	69	9.9
5	11.8	18.8	4.8	67	--
6	14.2	22.4	7.9	66	--
7	15.2	22.2	9.3	68	--
8	13.3	20.6	7.2	72	--
9	14.0	22.2	7.6	75	--
10	17.8	27.4	9.2	62	--
11	15.7	19.2	12.9	80	4.2
12	13.8	15.8	12.4	91	4.7
13	12.2	16.8	8.0	78	31.4
14	10.6	15.8	7.8	82	11.5
15	11.1	17.8	4.7	81	2.9
16	13.4	20.8	4.7	72	1.4
17	15.2	22.2	8.6	66	--
18	13.5	19.1	8.4	76	--
19	14.2	21.2	8.3	81	--
20	16.4	21.2	13.3	83	0.7
21	16.8	22.6	12.3	70	1.8
22	16.4	23.9	8.8	62	--
23	16.9	23.6	10.3	60	--
24	17.8	25.6	8.9	62	--
25	15.9	22.4	11.1	70	--
26	14.2	19.4	8.5	70	--
27	13.8	19.6	8.6	79	--
28	16.0	22.7	11.2	84	--
29	17.3	24.6	12.7	80	--
30	15.4	16.4	14.7	96	0.7

Diciembre 2004					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	15.1	19.0	11.6	72	41.6
2	12.6	19.4	6.6	88	--
3	13.6	17.9	10.0	75	12.3
4	14.2	19.1	9.5	77	15.1
5	15.1	20.7	10.0	72	1.4
6	15.1	20.1	10.4	71	--
7	16.6	23.0	9.3	63	--
8	18.2	27.4	10.2	68	--
9	17.7	21.8	12.8	70	--
10	16.4	20.6	12.9	69	4.1
11	13.9	19.8	8.2	70	--
12	15.5	20.4	10.8	72	0.5
13	15.8	21.4	10.3	68	--
14	14.5	17.8	11.1	86	0.3
15	12.4	18.6	6.3	74	6.4
16	14.9	19.4	11.1	76	3.5
17	14.7	17.7	13.1	85	5.0
18	14.0	18.4	10.8	74	7.0
19	12.7	20.8	5.8	72	0.3
20	15.6	21.4	9.2	68	--
21	16.4	22.2	10.1	73	--
22	17.1	22.9	11.3	76	--
23	15.1	18.2	13.3	84	9.8
24	14.6	20.4	8.4	69	11.4
25	18.4	27.4	10.5	65	--
26	18.6	25.8	12.6	66	--
27	16.4	22.0	11.6	71	--
28	15.0	21.0	10.0	74	--
29	17.0	20.8	15.4	82	0.6
30	17.1	20.4	15.8	87	1.6
31	19.1	24.2	15.6	81	5.6

Enero 2005					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	20.6	25.8	16.7	69	0.1
2	17.6	22.2	13.3	75	--
3	18.4	26.3	11.5	72	--
4	17.4	22.6	13.6	70	--
5	15.5	19.1	12.1	61	14.6
6	14.3	20.1	8.8	71	--
7	16.0	22.1	9.4	74	--
8	19.0	22.2	16.8	76	1.6
9	16.2	24.0	8.1	54	--
10	15.4	21.6	9.0	65	--
11	17.0	20.8	14.0	72	2.2
12	15.8	22.1	8.9	63	--
13	16.8	23.4	11.0	61	--
14	15.5	20.0	10.9	71	--
15	17.1	23.2	9.6	69	--
16	20.5	28.2	12.7	71	--
17	18.1	24.8	12.0	59	--
18	18.7	26.4	10.9	55	--
19	19.6	26.9	13.6	49	--
20	18.9	26.8	13.6	57	--
21	15.3	18.2	12.9	87	3.5
22	15.0	20.0	9.9	69	21.7
23	14.4	19.2	10.6	85	--
24	14.9	21.5	7.6	60	0.2
25	17.5	26.1	8.9	56	--
26	15.2	22.0	9.3	64	--
27	16.3	21.4	13.0	72	--
28	14.6	19.9	11.6	82	0.1
29	12.8	18.8	6.8	68	5.1
30	13.2	20.0	5.2	63	--
31	18.1	25.9	10.2	53	--

Febrero 2005					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	19.3	28.0	12.1	50	--
2	22.4	33.6	10.9	51	--
3	16.3	24.1	12.4	80	--
4	21.0	29.8	13.2	61	--
5	20.5	28.4	16.0	71	--
6	17.7	24.6	15.1	82	0.3
7	16.7	20.4	13.7	87	--
8	19.7	25.2	14.4	70	--
9	26.0	36.2	16.9	49	--
10	21.8	35.8	15.2	64	--
11	17.7	26.1	14.1	81	--
12	16.9	20.4	14.4	86	--
13	18.0	23.7	14.7	79	--
14	17.5	24.1	12.5	69	--
15	18.7	25.6	13.3	81	--
16	20.0	27.8	13.7	74	--
17	21.4	27.8	15.5	68	--
18	18.9	25.8	13.4	63	--
19	19.0	26.2	12.8	67	--
20	17.6	25.2	11.8	68	--
21	17.1	26.6	11.3	77	--
22	19.1	23.6	16.9	77	1.9
23	16.1	24.4	9.7	68	0.5
24	19.3	29.1	10.6	61	--
25	19.9	28.0	13.3	69	--
26	19.8	28.6	13.8	61	--
27	19.8	25.2	14.8	67	--
28	15.9	25.8	8.4	76	--

Marzo 2005					
Día	T° promedio (°C)	T° Máxima (°C)	T° mínima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)
1	17.0	21.5	13.7	80	--
2	17.5	24.1	13.4	85	0.2
3	19.1	21.9	17.4	88	2.1
4	16.8	21.9	14.1	68	13.7
5	13.9	21.3	8.7	77	--
6	13.2	17.0	10.6	90	--
7	12.1	17.2	8.5	74	30.9
8	12.6	20.6	6.8	69	1.7
9	12.4	19.9	6.9	75	--
10	16.1	21.6	12.6	78	0.3
11	16.6	24.5	10.7	74	--
12	17.9	21.6	15.4	84	--
13	16.7	23.4	12.2	84	--
14	16.6	18.8	14.2	89	--
15	16.4	20.4	13.9	88	24.1
16	15.7	20.2	12.1	88	7.9
17	15.1	19.6	11.4	70	11.4
18	13.1	20.0	7.8	77	--
19	14.4	17.5	11.3	98	5.8
20	15.7	19.9	14.1	68	43.8
21	12.1	20.2	4.9	66	--
22	12.1	22.1	5.4	74	--
23	14.7	23.1	8.9	80	--
24	16.3	20.0	13.2	92	--
25	15.8	20.2	13.6	81	0.1
26	12.5	19.3	6.4	76	--
27	12.5	21.1	6.2	78	--
28	13.1	19.6	8.6	80	--
29	11.8	19.1	6.7	71	0.3
30	9.1	16.0	4.1	82	--
31	11.4	17.7	6.6	76	--

FUENTE: Estación Meteorológica Isla Teja, Universidad Austral de Chile.

ANEXO 3 Porcentaje de emergencia y establecimiento de plantas de las prácticas recomendadas.

Hilera	08-nov-04	24-nov-04	05-dic-04	plantas/ha
1	49	50	50	50.000
2	50	50	50	50.000
3	49	50	50	50.000
4	49	49	50	50.000
5	50	50	50	50.000
6	50	50	50	50.000
7	50	50	50	50.000
8	49	49	50	50.000
9	50	50	50	50.000
10	50	50	50	50.000
Promedio	49,6	49,8	50	50.000
Porcentaje (%)	99,2	99,6	100	100

ANEXO 4 Porcentaje de emergencia y establecimiento de plantas de las prácticas realizadas por los agricultores.

Hilera	23-nov-04	07-dic-04	18-dic-04	plantas/ha
1	50	50	50	50.000
2	50	49	47	47.000
3	49	49	47	47.000
4	50	46	42	42.000
5	48	50	50	50.000
6	49	49	49	49.000
7	50	48	46	46.000
8	48	46	44	44.000
9	48	49	49	49.000
10	50	46	43	43.000
Promedio	49,2	48,2	46,7	46.700
Porcentaje (%)	98,4	96,4	93,4	93,4

ANEXO 5 Análisis de varianza del porcentaje de emergencia de plantas.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	217,800	1	217,800	12,879	0,002
Error	304,400	18	16,911		

ANEXO 6 Promedio de tallos principales en cada tratamiento.

Hilera	Prácticas realizadas por los agricultores	Prácticas recomendadas
2	1,6	4,28
4	2,1	3,74
5	2,08	3,68
6	1,92	4,08
8	2,14	3,98
9	2,18	3,94
Promedio total	2,06	3,95

ANEXO 7 Análisis de varianza del número de tallos principales.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	10,679	1	10,679	360,599	0,000
Error	0,296	10	0,030		

ANEXO 8 Número de tubérculos y rendimiento comercial (t/ha) de cada tratamiento.

Hilera	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores	
	Nº Tubérculo	Rendimiento (t/ha)	Nº Tubérculo	Rendimiento (t/ha)
2	408	36,81	254	32,15
4	330	35,35	285	35,80
5	379	36,94	223	32,14
6	345	30,14	231	37,02
8	397	32,51	302	37,25
Promedio	371,80	34,35	259,00	34,87

ANEXO 9 Análisis de varianza del rendimiento comercial.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	0,681	1	0,681	0,090	0,772
Error	60,872	8	7,609		

ANEXO 10 Análisis de varianza del número de tubérculos de tamaño comercial.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	31809,600	1	31809,600	27,987	0,001
Error	9092,800	8	1136,600		

ANEXO 11 Número de tubérculos y peso (t/ha) del desecho de ambos tratamientos.

Hilera	Prácticas recomendadas		Prácticas realizadas por los agricultores	
	Nº Tubérculo	Peso (t/ha)	Nº Tubérculo	Peso (t/ha)
2	141	4,86	83	5,17
4	196	5,45	79	4,38
5	114	5,17	82	7,50
6	181	5,02	95	4,47
8	140	5,05	83	5,42
Promedio	154,40	5,11	84,40	5,39

ANEXO 12 Análisis de varianza del peso del desecho.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	0,193	1	0,193	0,236	0,640
Error	6,561	8	0,820		

ANEXO 13 Análisis de varianza del número de tubérculos del desecho.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
Tratamiento	12250,0	1	12250,0	21,266	0,002
Error	4608,4	8	576,050		

ANEXO 14 Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna negra.

Rango	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
1	Tratamiento	57,600	1	57,600	0,692	0,430
	Error	666,000	8	83,250		
2	Tratamiento	16,900	1	16,900	0,440	0,526
	Error	307,200	8	38,400		
3	Tratamiento	12,100	1	12,100	1,095	0,326
	Error	88,400	8	11,050		
4	Tratamiento	-	-	-	-	-
	Error	-	-	-		

ANEXO 15 Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna común.

Rango	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
1	Tratamiento	16,900	1	16,900	1,516	0,253
	Error	89,200	8	11,150		
2	Tratamiento	10,000	1	10,000	0,031	0,865
	Error	2579,600	8	322,450		
3	Tratamiento	16,900	1	16,900	0,066	0,803
	Error	2039,200	8	254,900		
4	Tratamiento	1,600	1	1,600	0,078	0,787
	Error	164,000	8	20,500		
5	Tratamiento	3,600	1	3,600	1,714	0,227
	Error	16,800	8	2,100		

ANEXO 16 Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna plateada.

Rango	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
1	Tratamiento	1102,500	1	1102,500	10,894	0,011
	Error	809,600	8	101,200		
2	Tratamiento	84,100	1	84,100	0,871	0,378
	Error	772,400	8	96,550		
3	Tratamiento	348,100	1	348,100	6,556	0,034
	Error	424,800	8	53,100		
4	Tratamiento	22,500	1	22,500	2,795	0,133
	Error	64,400	8	8,050		
5	Tratamiento	0,400	1	0,400	1,600	0,242
	Error	2,000	8	0,250		

ANEXO 17 Análisis de varianza para cada rango de la escala medida en sarna polvorienta.

Rango	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Razón de F	Valor de P
1	Tratamiento	592,900	1	592,900	5,040	0,055
	Error	941,200	8	117,650		
2	Tratamiento	136,900	1	136,900	2,434	0,157
	Error	450,000	8	56,250		
3	Tratamiento	52,900	1	52,900	4,831	0,059
	Error	87,000	8	10,950		
4	Tratamiento	22,500	1	22,500	2,381	0,161
	Error	75,600	8	9,450		
5	Tratamiento	0,400	1	0,400	2,667	0,141
	Error	1,200	8	0,150		