



Universidad Austral de Chile

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

Respuesta de clones selectos de papa nativa (*Solanum tuberosum* L ssp. *tuberosum* Hawkes.) al ser expuestos a una población de *Helminthosporium solani* Durieu & Mont, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

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

Paula Alejandra Andrade Zapata

VALDIVIA-CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE:

Luigi Ciampi P. -----

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

PROFESORES INFORMANTES:

Andrés Contreras M. -----

Ing. Agr.

Ricardo Fuentes P. -----

Ing. Agr., M. Sc.

INSTITUTO DE PRODUCCION Y SANIDAD VEGETAL

AGRADECIMIENTOS

Al comenzar una nueva etapa en mi vida agradezco:

A mi madre y amiga Alejandra Zapata, la persona más fuerte que existe en esta tierra. Por tu apoyo en todo el transcurso de mi vida y darme aliento cada vez que pensaba que el mundo se derrumbaba. Gracias “Mofly”.

A mi padre Ramón Andrade por tus sabios consejos referente a lo que es la Universidad y por que siempre se encargó de recordarme que nada en la vida es imposible.

A Carlos Burgos por haberte encontrado y permitir que la felicidad llegue a mi vida y emprender el vuelo a una vida juntos , me has enseñado tantas cosas y has sido fundamental en esta difícil etapa de lo que es la “Tesis”....por tu voccecita que me decía que la termine luego.....Te amo.

A mi profesor Luigi Ciampi que más que eso fue un amigo, guía y colega que me enseñó a enfrentar este trabajo de manera más llevadera.

A mi profesor A . Krarup que sin ser mi profesor guía me ayudó cada vez que necesité aclarar dudas estadísticas. Gracias.

Al laboratorio de fitopatología en especial a la Srta. Hortensia y Silvia por ayudarme en la parte práctica.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	4
2.1	Aspectos del cultivo de la papa en Chile	4
2.2	Cultivo de la papa en la Décima Región	5
2.3	Métodos de aislamiento e inoculación con <i>H. solani</i> descritos en la literatura	6
2.4	Chile como diversidad fitogenética	7
2.5	Germoplasma chileno de papas	8
2.6	Características destacables del germoplasma Chileno de papas	9
2.6.1	Características agronómicas y fisiológicas	9
2.6.2	Patógenos vegetales (hongos, bacterias, virus y nemátodos)	9
2.7	Importancia de la calidad y sanidad en el tubérculo de papa	11
2.7.1	El cultivo de la papa y la sarna plateada	13
2.7.2	Síntomas de la enfermedad	13
2.7.3	Signos microscópicos de la enfermedad	14
2.7.4	Epidemiología	15
2.7.5	Importancia económica	17
2.7.6	Control de <i>H. Solani</i>	18
3	MATERIAL Y METODO	19
3.1	Origen de las muestras de tubérculos de papa	19
3.2	Material	19
3.2.1	Material biológico	19

Capítulo		Página
3.2.2	Clones de papa	19
3.2.3	Cepas de <i>H. solani</i>	22
3.2.4	Material de laboratorio	22
3.3	Método	23
3.3.1	Preparación del inóculo de <i>H. solani</i>	24
3.3.2	Desinfección de tubérculos en laboratorio	25
3.3.3	Diseño del ensayo	27
3.3.4	Evaluación de variables realizadas en el estudio	29
3.3.4.1	Número de plantas emergidas	29
3.3.4.2	Número de tallos principales	29
3.3.4.3	Rendimiento total de los tubérculos	29
3.3.4.4	Porcentaje de sarna plateada en la piel de los tubérculos hijos	29
3.3.6	Diseño experimental	31
3.3.7	Análisis estadístico	31
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	32
4.1	Número total de plantas emergidas en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> previo a la plantación	32
4.2	Número total de tallos principales al momento de la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> previo a la plantación	40
4.3	Rendimiento total (g) a la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H.solani</i> previo a la plantación	47
4.4	Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H.solani</i> (1) y sin inocular (0), transcurrido un	

Capítulo		Página
	tiempo en almacenaje luego de la cosecha	55
5	CONCLUSIONES	62
6	RESUMEN	63
	SUMMARY	64
7	BIBLIOGRAFIA	65
	ANEXOS	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Superficie y producción de papa, en las Regiones de Chile durante las temporadas 2002/3 y 2004/5	5
2	Principales métodos de control de sarna plateada en papa descrita en la literatura	18
3	Promedio de plantas emergidas totales al 22/12/2002 en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados a la plantación con <i>H.solani</i> (1) y sin inocular (0)	33
4	Promedio del número de tallos principales al momento de la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H.solani</i> (1) y sin inocular (0)	40
5	Rendimiento (g) al momento de la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H.solani</i> (1) y sin inocular (0)	47
6	Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H.solani</i> (1) y sin inocular (0), transcurrido un tiempo en almacenaje luego de la cosecha.	55

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Incidencia de enfermedades en tubérculos de papa en la Décima Región	12
2	Crecimiento de conidióforos de <i>Helminthosporium solani</i> entre las células de corcho de tubérculos de papa	15
3	Crecimiento de conidióforos de <i>H. Solani</i> sobre la peridermis de tubérculos de papa	15
4	Crecimiento de las cepas de <i>Helminthosporium solani</i> en placa petri en medio de cultivo V8 luego de 1 semana a 23°C	24
5	Equipo de agitación continua utilizado para homogenizar los propágulos de <i>Helminthosporium solani</i> previa obtención del inóculo	25
6	Clones selectos de papa nativa desinfectados previo a la plantación	26
7	Distribución de parcelas en bloques completos al azar con 30 tratamientos	28
8	Sistema de cámara húmeda para la detección y crecimiento de <i>Helminthosporium solani</i> sobre la superficie de tubérculos de papa luego de 8 días a temperatura ambiente	30
9	Síntomas de sarna plateada sobre la piel de los tubérculos luego de 12 días bajo sistema de cámara húmeda	30
10	Signos típicos de <i>Helminthosporium solani</i> bajo microscopía electrónica (40x), luego de 12 días bajo cámara húmeda	31

Figura		Página
11	Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) versus no inóculo (0) en el número de plantas emergidas totales en los diferentes clones (22/12/2002)	34
12	Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s número de plantas emergidas totales (22/12/2002)	35
13	Gráfico que ilustra la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s número de plantas emergidas totales (22/12/2002)	36
14	Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003) en los diferentes clones	41
15	Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003)	42
16	Gráfico que ilustra el efecto de la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003)	43
17	Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el rendimiento total (g) a la cosecha, en los diferentes clones	48
18	Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s en el rendimiento total (g) a la cosecha	49
19	Gráfico que ilustra la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s el rendimiento total a la cosecha en los diferentes clones	50
20	Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el porcentaje de sarna luego de un período de almacenaje, en los diferentes clones	56

Figura		Página
21	Gráfico que ilustra los diferentes clones v/s el porcentaje de sarna luego de un período de almacenaje	57
22	Gráfico que ilustra la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s el porcentaje de sarna luego de un período de almacenaje en los diferentes clones	58

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Características de los clones de papa nativa utilizados en el presente ensayo	73
2	Tabla con los 30 tratamientos utilizada para las comparaciones múltiples y ranking de la interacción clon * inóculo de las distintas variables en estudio	74
3	Ciclo de <i>H. solani</i>	75
4	Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de plantas emergidas al 22/12/02 en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> (1) y sin inocular (0)	76
5	Análisis de Varianza (ANDEVA).Número de tallos principales a la cosecha en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> (1) y sin inocular (0)	77
6	Análisis de Varianza (ANDEVA). Rendimiento total a la cosecha (g) de 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> (1) y sin inocular (0)	78
7	Análisis de Varianza (ANDEVA) para el Arc (seno (raíz (%sarna))). Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con <i>H. solani</i> (1) y sin inocular (0), transcurrido un tiempo en almacenaje luego de la cosecha	79
8	Parámetros descriptivos para el N° plantas emergidas totales, según factor Inóculo	80

Anexo		Página
9	Parámetros descriptivos para el N ^o plantas emergidas totales, según factor Clon	80
10	Parámetros descriptivos para el N ^o plantas emergidas totales según interacción: Inóculo * clon	81
11	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. N ^o plantas emergidas totales	82
12	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. N ^o plantas emergidas totales	82
13	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Inoculo * clon. N ^o plantas emergidas totales	83
14	Parámetros descriptivos para el N ^o de tallos principales, según factor Inóculo	84
15	Parámetros descriptivos para el N ^o de tallos principales, según factor Clon	84
16	Parámetros descriptivos para el N ^o de tallos principales según interacción: Inóculo * clon	85
17	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Inóculo. N ^o de tallos principales	86
18	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. N ^o de tallos principales	86
19	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking para la interacción: Inóculo * clon. N ^o de tallos principales	87
20	Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según factor Inóculo	88
21	Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según factor Clon	88
22	Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según interacción: Inóculo * clon	89

Anexo		Página
23	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. Rendimiento total (g)	90
24	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. Rendimiento total (g)	90
25	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Inóculo * clon. Rendimiento total (g)	91
26	Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según factor: Inóculo	92
27	Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según factor: Clon	92
28	Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según interacción: Inóculo * clon	93
29	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. Sarna plateada (%)	94
30	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon, Arc (seno (raíz (%sarna)))	94
31	Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking de interacción: Inóculo * clon, para el Arc (seno (raíz (%sarna)))	95
32	Datos meteorológicos presentes durante todo el período de cultivo	96
33	Protocolo de preparación para medio de cultivo agar tomate (V8 y Campbells/L)	97
34	Protocolo de preparación de medio de cultivo APD (agar papa dextrosa)	97
35	Mapa de establecimiento del ensayo a nivel de campo	98
36	Esquema de inoculación de tubérculos previo a la plantación	99

1 INTRODUCCION

Las condiciones de clima, suelo y fitosanitarias de la X Región son excepcionalmente buenas para la producción de tubérculos de papas, ya sea consumo y especialmente papa semilla certificada.

El sur de Chile es el sub-centro de origen de la papa y de su diversidad genética, existe una gama amplia de formas primitivas en uso y de algunas especies silvestres no cultivadas. Es obvio, que gran parte de los esfuerzos de la investigación en este cultivo estén dados a la colecta de germoplasma y la finalidad de este esfuerzo es evitar la erosión genética, y posterior utilización de este en programas de mejoramiento genético.

Siguiendo esta línea, las variedades de papa “chilota” son una fuente de inestimable valor genético para incrementar aspectos productivos de cultivares en uso. Estos son clones que han estado durante siglos en una especie de aislamiento geográfico natural, debido a lo anterior es un material muy interesante de estudiar.

Existen instituciones que están dedicadas a coleccionar, conservar, evaluar y documentar los recursos fitogenéticos. Entre ellas, se encuentra la Universidad Austral de Chile, la cual cuenta con un banco genético de variedades nativas. Este puede contribuir con genes de resistencia a enfermedades como así también a mejorar la adaptación a medios ambientes extremos.

Tanto las malezas, enfermedades, plagas y condiciones ambientales desfavorables, producen pérdidas importantes en el cultivo de la papa. La prevención de la aparición de una enfermedad así como la de su desarrollo y dispersión son factores de capital importancia para tener éxito en la producción.

Dentro de las enfermedades causadas por hongos se encuentra la enfermedad denominada "sarna plateada" causada por *Helminthosporium solani* Durieu & Mont. Este agente provoca pérdida de turgencia y vigor, además de daño estético al tubérculo.

H. solani es un hongo poco estudiado con relación a las otras enfermedades que afectan el cultivo de la papa. Existe escasa información sobre la patogénesis y los daños económicos que produce. Información del (SAG) X Región señala que "sarna plateada" se encuentra presente en el 90% de los tubérculos de la producción de esta región.

Este trabajo plantea como Hipótesis:

Hipótesis: Clones selectos de papa nativa manifiestan diferentes grados de incidencia de sarna plateada en la piel al ser expuestos a una población de *H. solani*, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

El objetivo general de la siguiente investigación fue utilizar el germoplasma chileno de papas disponible en la Universidad Austral de Chile en un programa de mejoramiento para determinar respuesta varietal de clones selectos de papa nativa a la inoculación con una población de *H. solani* e inferir, en su descendencia, algún grado de tolerancia o resistencia al hongo.

Los objetivos específicos de este ensayo son los siguientes:

- Analizar la incidencia de la enfermedad en la emergencia total de plantas.
- Analizar el número de tallos principales de las plantas de papa.
- Establecer efectos sobre el rendimiento total de los clones inoculados.

- Luego de un período de almacenaje evaluar el porcentaje de sarna plateada presente en la piel de papas hijas.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Aspectos del cultivo de la papa en Chile.

Chile está considerado entre aquellos que pueden producir papa de inmejorable calidad debido a sus óptimas condiciones fitosanitarias y climáticas. Especialmente en las regiones centro sur y sur del territorio (ACCATINO, 1994).

En Chile se plantan alrededor de 62.000 ha anualmente. El cultivo se realiza prácticamente en todo el país y por un importante número de agricultores (TAPIA, 2002).

Por otra parte, CONTRERAS (2000a), señala que numerosas investigaciones y experiencias demuestran que el uso de "papa-semilla" de mala calidad es el factor agronómico más importante que está limitando los rendimientos de la papa en Chile. Esto está acompañado por un inadecuado manejo del cultivo (densidad de plantación, elección y preparación del suelo, cantidad y calidad de fertilizantes, profundidad de plantación, riego, labores culturales, eliminación de plantas anormales, almacenaje inadecuado, selección y comercialización).

Este es un cultivo plantado principalmente por pequeños agricultores. Según estudios de Chile, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) citado por TAPIA (2002), el 93% de los productores de papa pertenecen al estrato pequeño empresarial y de subsistencia, que juntos plantan el 67% de la superficie.

CUADRO 1 Superficie y producción de papa, en las Regiones de Chile durante las temporadas 2003/4 y 2004/5.

Región	Superficie (ha)		Producción (t)	
	2003/2004	2004/2005	2003/2004	2004/2005
IV	5.400	4.960	109.620	106.541
V	1.200	1.550	15.000	25.575
RM	4.000	3.260	63.360	43.228
VI	3.450	2.820	65.550	56.513
VII	3.800	2.800	57.190	42.448
VIII	6.400	6.290	128.320	127.498
IX	16.800	15.620	302.400	321.303
X	17.200	17.010	390.784	380.684
Resto del país	1.310	1.310	11.946	11.946
Total	59.560	55.620	1.144.170	1.115.736

FUENTE: Chile, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA).

En el Cuadro 1 se observa la superficie y producción de papa en las Regiones de Chile durante las temporadas 2003/4 y 2004/5. Se aprecia como la IX y X Región son las con mayor superficie y producción de papas que en el resto del país.

2.2 Cultivo de la papa en la Décima Región

Constituye uno de los productos agrícolas tradicionales de la X Región; se orienta principalmente a la obtención de papa consumo y de semilla certificada (SANTIBAÑEZ, 1999), debido a las óptimas condiciones fitosanitarias y edafoclimáticas de la zona (LARA, 1993).

En Chiloé se encuentra el sub-centro de origen de la especie, y son éstas variedades nativas las que se están usando y se usarán en el mejoramiento de este cultivo (CONTRERAS, 1991a).

2.3 Métodos de aislamiento e inoculación con *H. solani* descritos en la literatura.

HILTON *et al.* (2000), señalan que la preparación del inóculo consistió de seis aislamientos de *H. solani*, obtenidos desde tubérculos en tierras escocesas y creciendo en agar V8 a 15 ° C por 2 meses. Para obtener la concentración de inóculo requerida (10^3 , 10^4 y 10^5 conidias por mL⁻¹ de agua), la suspensión de esporas fue diluida en agua para producir 5 litros de inóculo.

Tubérculos maduros fueron obtenidos desde papa semilla previamente tratadas con funguicida (Monceren IM). A la cosecha los tubérculos fueron lavados e esterilizada su superficie con una solución de hipoclorito de sodio al 5%. Los tubérculos son secados toda la noche antes de ser inoculados por inmersión con las esporas del hongo, se realizaron 2 repeticiones en cajas con atmósfera controlada a 10°C y 15°C con 95% de HR por 1 mes seguido de 2 meses a 85% HR. El control consistió de los tubérculos con la superficie esterilizada y lavados con agua.

Tres meses después de inoculados, la superficie de los tubérculos fue evaluada con una escala de seis puntos y multiplicado por un factor apropiado, el resultado de esto fue sumado y dividido por el número total de tubérculos de las cajas, para ver el puntaje de daño de la enfermedad.

RODRIGUEZ *et al.* (1995), en un ensayo ilustran que se realizaron aislamientos de cuatro cepas de *H. solani*. Estos crecieron en un medio modificado de V8 a un pH de 6.8 e incubados por 1 a 2 meses a 23 ° C en oscuridad antes de la inoculación. El inóculo fue preparado justo antes de su uso. La suspensión a utilizar fue de $2,5 \times 10^4$ conidias por mL .

Los tubérculos se inocularon con 0.9 mL de la suspensión de esporas (2.5×10^4 conidias de *H. solani* por tubérculo), utilizando una bandeja plástica y asperjándolos. Las papas que presentaron poca infección son re-inoculados colocándolos en una bodega donde existe el patógeno en forma natural. Luego de la inoculación, los tubérculos son incubados por 1 semana en una cámara intermitente que cada 30 minutos y por 12 segundos de duración los humedecía por aspersión y luego son colocados por 4 semanas en cámara húmeda. La evaluación se llevó a cabo 1 mes después por la tasa de esporulación de *H. solani* en la superficie de los tubérculos, midiendo el número de conidióforos por milímetro cuadrado.

2.4 Chile como diversidad fitogenética.

La variabilidad genética para todos los cultivos no se encuentra uniformemente distribuida en el planeta. Por coincidencia, los centros de origen se encuentran en los países que hoy constituyen el tercer mundo. Dentro de este mapa genético, Chile es considerado un sub-centro de diversidad, especialmente la zona andina y la isla grande de Chiloé (CONTRERAS *et al.*, 1991b).

Chile, en toda su extensión, presenta una variación fitogenética nativa, de gran importancia al uso actual y futuro. Tanto en el norte, como en el centro y sur del país, los primitivos habitantes desde épocas prehispánicas, según los historiadores y relatos de viajeros, cultivaban para su alimentación un buen número de plantas, especialmente maíz, quínoa, fréjol común, papas, ají y muchas otras (Keller, 1952; Medina, 1952; citado por CONTRERAS *et al.*, 1992a).

Así, Chile, sin ser centro principal de origen de cultivos, tiene por cientos de años, plantas de cultivo que domesticó el aborigen para su alimentación (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

Las especies vegetales nativas de Chile han evolucionado lejos del centro principal, por lo cual coleccionar y estudiar estos recursos fitogenéticos podrán dar luces de su futuro aprovechamiento, y de ésta manera se evitarán pérdidas de genes que pueden ser de gran importancia en el mejoramiento futuro (CONTRERAS *et al.*, 1992b). Es de gran relevancia usar los recursos fitogenéticos nativos que poseen adaptación y variabilidad genética amplios, pudiendo lograr con el uso de ellos una mayor productividad (Sevilla, 1987; citado por CONTRERAS *et al.*, 1992b).

2.5 Germoplasma chileno de papas.

El germoplasma chileno de papas está constituido por especies silvestres de la serie *Etuberosa* y *Tuberosa* y variedades antiguas cultivadas reunidas en el Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad Austral de Chile (CONTRERAS y BANSE, 1982a).

Los trabajos de recolección se iniciaron en 1958, desde esa fecha se ha mantenido este material para realizar estudios evaluatorios. Estos, llevan a determinar caracteres deseables de ser utilizados en el mejoramiento de la papa cultivada tomando como base este germoplasma (CONTRERAS *et al.*, 1980).

La mayor fuente de recursos genéticos para el mejoramiento está en lo que se denomina “variedades primitivas” o “razas locales”. Constituyen poblaciones evolucionadas, bajo las mismas condiciones, por cientos de años. Estos materiales son altamente heterocigotos, están muy bien adaptados, presentan resistencia a condiciones climáticas adversas, a plagas y enfermedades. Además, muchos de ellos, son excelentes en lo referente a calidad culinaria y nutritiva. Igualmente, el uso de sus parientes silvestres

aumenta las posibilidades de respuesta a ambientes adversos (Floy, 1984; citado por CONTRERAS *et al.*, 1992b).

2.6 Características destacables del germoplasma chileno de papas.

Estudios realizados en especies chilenas de papa señalan haber encontrado alta tolerancia al virus del enrollamiento de la hoja (PVLR), resistencia a virus Y (PVY), virus X (PVX), enfermedades causadas por hongos y bacterias, además de buena calidad culinaria, alto contenido proteico, materia seca, almidón. Asimismo, se ha detectado resistencia a heladas y a condiciones de “stress” hídrico; algunos clones no exigentes en fertilizantes y, aún en baja tecnología, de rendimientos más altos que cultivares introducidos (CONTRERAS y TAPIA, 1983).

2.6.1 Características agronómicas y fisiológicas. Existen evaluaciones bajo condiciones de sequía y de alta humedad, para verificar el comportamiento productivo, peso específico, contenido de almidón y materia seca. Los resultados indican que existen clones que presentan resultados favorables a los parámetros evaluados anteriormente (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

Se han encontrado clones con tolerancia foliar a bajas temperaturas (clones UA 1357; UA 1341; UA 1399 y UA 1142), y a la salinidad (clones UA 1350 y UA 1355) (CONTRERAS *et al.*, 1992a).

2.6.2 Patógenos vegetales (Hongos, bacterias, virus y nemátodos). Se han realizado inspecciones fitopatológicas en campo, con ratificación en laboratorio, para tizón tardío *Phytophthora infestans* (Mont) De Bary, tizón temprano *Alternaria solani* Sorauer y sarna común *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman & Henrici. Para la determinación sanitaria a estos hongos, el material clonal fue plantado en condiciones de alta humedad ambiental (vega), que favorecen el desarrollo de estos microorganismos (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

Se puede observar que los clones chilotes son altamente sensibles a tizón tardío, antecedente indicado por Contreras (1997), citado por (CONTRERAS *et al.*,1992b). Sin embargo, dentro del rango tolerante existen clones de gran utilidad, ya que el mejoramiento actual busca este carácter por la gran variación mutagénica que presenta el hongo (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

La prospección a sarna común se realizó en condiciones de suelo con “stress” hídrico, necesario para el desarrollo de esta bacteria. De 337 clones de germoplasma chileno de papas a *Streptomyces scabies*, los clones afectados fueron un 26,4% y un 73,6% de clones sanos, lo que indica la potencialidad que existiría dentro del germoplasma, para buscar resistencia a esta bacteria (CONTRERAS *et al.*,1992b).

Ciampi y Andrade citado por CONTRERAS *et al.* (1992b), han realizado determinaciones de resistencia a *Erwinia caratovora* (Jones) Bergey *et al.* Subsp. *atroseptica* (Van may) Dye y *Erwinia caratovora* (Jones) Bergey *et al.* Subsp. *Caratovora.*, encontrándose clones de papa que presentan alta tolerancia a la enfermedad (UA 1363, UA 1210, UA 1399).

Otros patógenos a los cuales se ha evaluado resistencia del germoplasma chileno de papas son *Spongospora subterranea* (Wallr) Lagerth *Meloidogyne* sp; *Synchytrium endobioticum* (Schilbersky) Percival (Montaldo, 1984; citado por CONTRERAS *et al.*,1992b).

CONTRERAS y SOTO (1982b), señalan que en una investigación realizada a 59 clones del germoplasma chileno de papas el 32,2% se presentó como material resistente a la inoculación del virus X. Tal porcentaje estaría

indicando una alta posibilidad de fuente de resistencia, que resultaría de inestimable valor para programas de mejoramiento de la papa cultivada.

CONTRERAS y TAPIA (1983), evaluaron la resistencia a virus Y (PVYⁿ) en variedades antiguas de papa chilena (*Solanum tuberosum* L.), la inoculación se realizó en forma mecánica directa o mediante injertación con virus Yⁿ (raza necrótica o necrosis de las venas del tabaco). Se obtuvieron 16 clones (injerto) y 11 clones (Inoculación mecánica) que no permitieron el desarrollo del virus, considerándose como resistentes.

BOHM (1986), menciona resistencia de clones chilenos de papa a *Meloidogyne incógnita* (Kofoid & White) Chitwood, denominado comúnmente “nematodo del nudo de la raíz”, el estudio se realizó inoculando macetas bajo condiciones de invernadero con raíces de tomate severamente infectadas, antes de la plantación de los tubérculos. Se probaron 22 clones, de los cuales solo 1 (1028) mostró resistencia en raíces y no desarrollo síntomas externos en tubérculos.

En relación a resistencia a *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Milla (1999), citado por CONTRERAS *et al.* (1992a), señalan que los clones CON 755; CON 902 y CON 1152, no mostraron desarrollo de quistes en maceta.

2.7 Importancia de la calidad y sanidad en el tubérculo de papa.

El manejo de las enfermedades en los cultivos de papa en el sur del país exige cada día mayor preocupación y atención. Sin lugar a dudas, es el principal factor que limita las producciones del tubérculo tanto en cantidad como en calidad (SCHNETTLER, 2000).

Los tubérculos utilizados como semilla para el establecimiento de los planteles, representan el principal vehículo de transmisión de hongos, bacterias,

virus y nemátodos fitopatógenos. Estos agentes, a medida que se va desarrollando el cultivo y en un marco de susceptibilidad varietal y condiciones de clima adecuadas, desencadenan enfermedades que dañan las producciones de papa (SCHNETTLER, 2000).

En la Figura 1 es posible observar que en esta zona el mayor porcentaje de incidencia de enfermedades corresponde a sarna plateada.

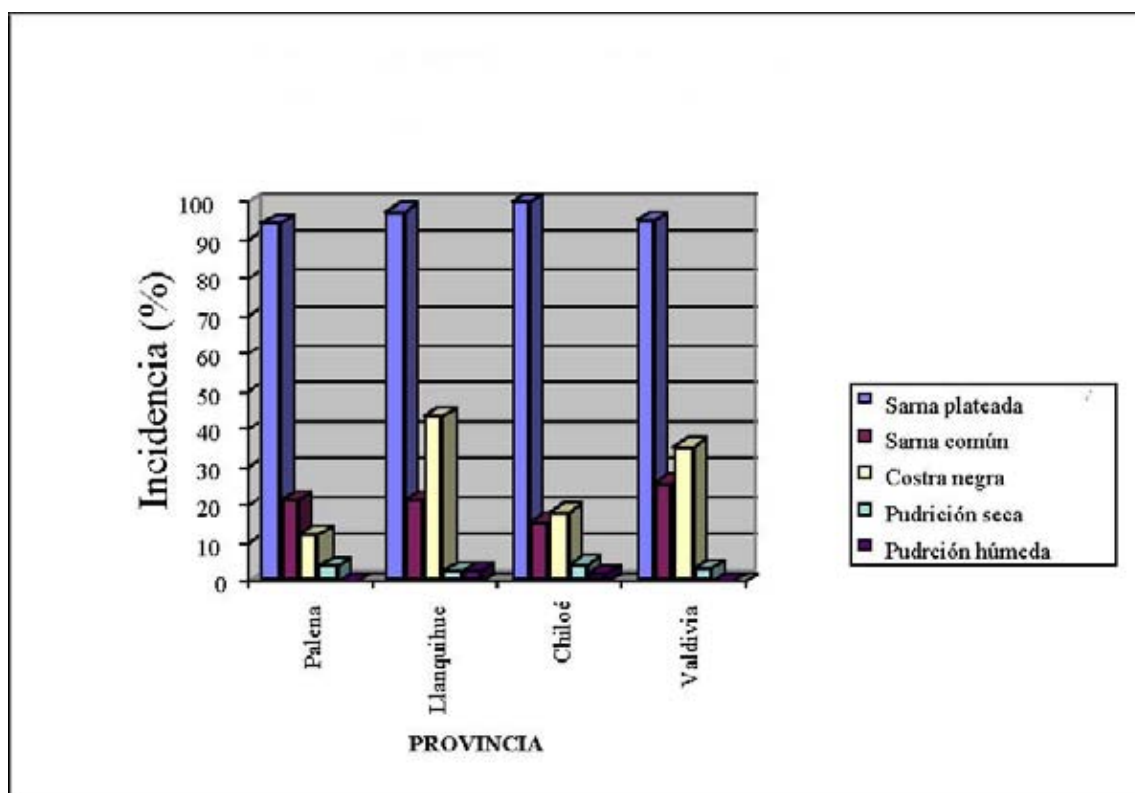


FIGURA 1 Incidencia de enfermedades en tubérculos de papa en la Décima Región.

FUENTE: CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO SAG X REGION (2000).

2.7.1 El cultivo de la papa y la “sarna plateada”. El agente causal de esta patología es *Helminthosporium solani*, hongo que está incluido en la sub clase Deuteromycetes del Phylum Ascomycota (AGRIOS, 1997).

Es una de las enfermedades de importancia económica, y produce una de las mayores pérdidas en la calidad de los tubérculos (Hooker, 1981 y Oerke *et al.*, 1994 citado por JERGER *et al.*, 1996).

2.7.2 Síntomas de la enfermedad. Se observan manchas superficiales sobre los tubérculos. Bajo éstas condiciones se desarrolla una capa negra en forma de hollín que corresponde al micelio del hongo (GUTIERREZ, 2000). Estos pueden arrugarse durante el almacenaje, por causa de una excesiva pérdida de humedad (HOOKER, 1981).

Los síntomas pueden ser difíciles de detectar en variedades de piel blanca y son fácilmente distinguibles en aquellas de piel roja, las cuales tienden a perder su coloración normal. Los tubérculos utilizados como semillas fuertemente infectados sufren retrasos en la brotación. El hongo no desarrolla síntomas en la parte aérea de la planta, y se restringe solo a la superficie de los tubérculos (GUTIERREZ, 2000).

Las células de corcho de la peridermis, que son invadidas por las hifas del hongo, pueden eventualmente desprenderse. Producto de la destrucción de la pared de estas células, se forman paquetes de aire entre aquellas dañadas. A estos paquetes de aire, se les acredita la apariencia casposa, que se produce sobre la superficie del tubérculo. De esta forma, se produce un incremento en la pérdida de agua desde la superficie del tubérculo (MERIDA y LORIA, 1994).

Las manchas, son generalmente agrupadas cercanas al estolón del tubérculo. Esto afirma la teoría, de que la enfermedad es transmitida a través del tubérculo semilla (MAHONEY y CHIRST, 2001).

La ruptura de la peridermis, puede aumentar la susceptibilidad de los tubérculos a la infección de otras enfermedades en el almacenaje (ELSON *et al.*, 1997).

2.7.3 Signos microscópicos de la enfermedad. Los conidióforos, son septados sin ramificaciones, sobre los cuales se forman las conidias en disposición verticilada a partir del extremo distal de las células. Las conidias tienen 8 pseudoseptas, miden 7 a 11 x 24 a 85 micras, son de color castaño oscuro, redondeadas en la base y con una cicatriz negruzca y aguda en el vértice (Ellis, 1971 y Hawksworth *et al.*, 1995, citado por SAG, 2000).

El desarrollo de *H. solani*, sobre la epidermis de tubérculos de papa se produce con el crecimiento del hongo entre la células de corcho. En la Figura 2 se encuentra representado por: A) bifurcación del tubo germinativo, B) una de las bifurcaciones forma el apresorio, C) hifa penetrando la pared de las células de corcho, en la superficie de la epidermis, D) proliferación de la hifa entre las células, E) hifa penetrando la pared de las células, F) estroma rudimentario, G) conidióforo emerge entre las células de corcho, H) conidióforo rompe la superficie de la peridermis, emerge y se desarrolla. Posteriormente emergen las conidias.

En la Figura 3, se observa el crecimiento de *H. solani* sobre la peridermis representado por: A) germinación de la conidia en la peridermis, B) crecimiento de la hifa a partir del apresorio, C) base del conidióforo, D) la hifa, que va desde la base del conidióforo eventualmente puede penetrar hacia la superficie de la peridermis, E) germinación de una conidia produciendo un tubo

germinativo, F) desarrollo directamente a través de un estroma rudimentario, G) conidióforo en la superficie de la peridermis, H) desarrollo del estroma.

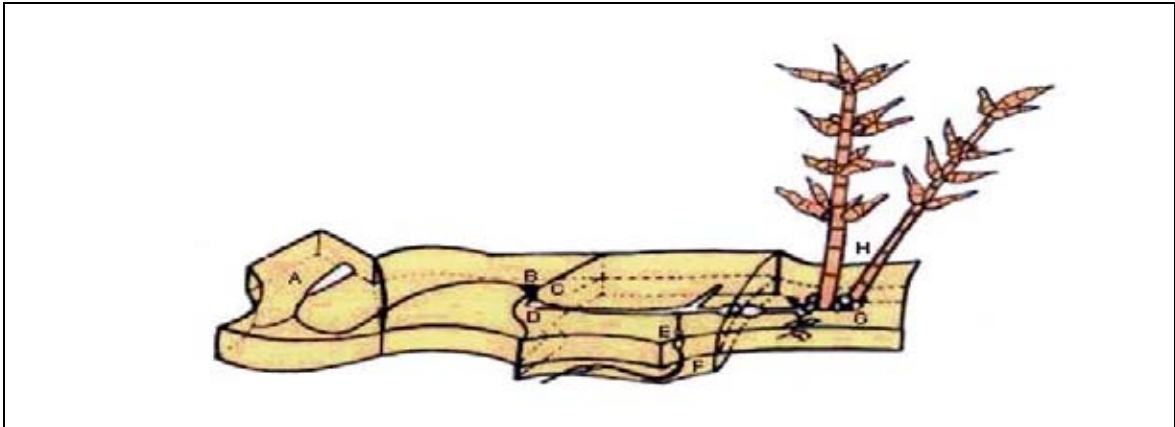


FIGURA 2 Crecimiento de conidióforos de *Helminthosporium solani* entre las células de corcho de tubérculos de papa.

FUENTE: HEINY y McINTYRE (1983).

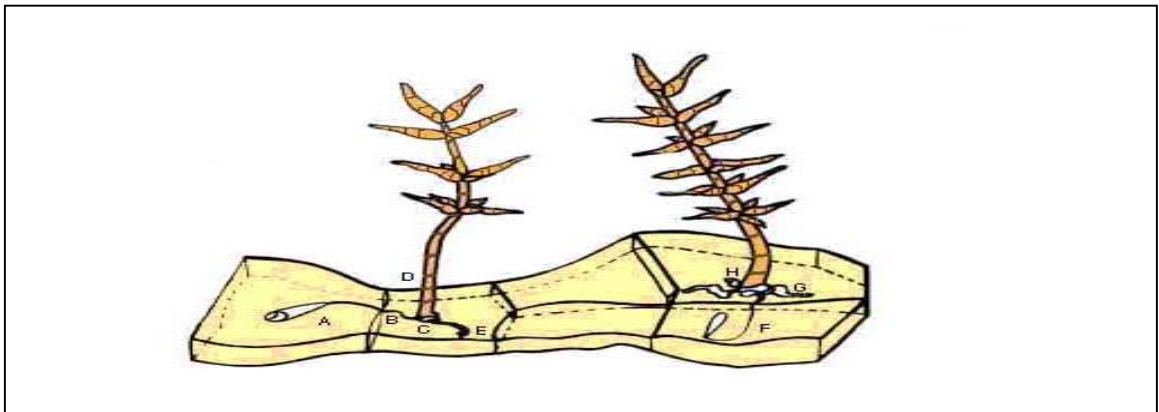


FIGURA 3 Crecimiento de conidióforos de *Helminthosporium solani* sobre la peridermis de tubérculos de papa.

FUENTE: HEINY y McINTYRE (1983).

2.7.4 Epidemiología. En el tubérculo, el hongo puede esporular entre un rango de temperatura que va entre los 2-27°C, retardando su crecimiento a los 9°C. Las condiciones mínimas para la infección son 3°C y 90% HR (SAG, 2000).

La humedad relativa también es un factor importante en la esporulación, siendo abundante con HR que va en un rango entre 85%-100% (RODRIGUEZ *et al.*, 1996). La propagación de las esporas, se produce en el interior de la bodega, y se ve incrementada con el movimiento de los tubérculos, y la manipulación de estos.

Por otra parte, corrientes de aire, producto de la ventilación al interior de la bodega, también aumenta la dispersión de las esporas en el ambiente (LENNARD, 1980). El máximo desarrollo y expansión de la enfermedad, se produce durante las dos a tres primeras semanas de almacenaje (período de curado) (KIRAN *et al.*, 1996).

La propagación del hongo se desarrolla por medio de conidias, que germinan a través de la formación de un apresorio e hifas. Estas se encuentran sobre o en la epidermis y crecen al interior de las células de la peridermis. (Melhus, 1983 y Heiny *et al.*, 1983, citado por RODRIGUEZ *et al.*, 1995).

La enfermedad, puede ser introducida a través de papa-semilla infestada y la infección de una nueva progenie de tubérculos, puede ocurrir nueve semanas después de la plantación. Las esporas no son móviles, y el movimiento hacia los tubérculos es vía estolones, lo cual no ha sido bien documentado (SECOR, 2000). La infección de los tubérculos hijos suelen ocurrir después de que el cultivo ha madurado completamente, siendo realizada la penetración del hongo vía lenticelas, o bien, directamente a través de la piel por medio de apresorios (Anexo 2) (SNOWDON, 1991).

El tubérculo semilla, es considerado la fuente primaria de inóculo (JELLIS y TAYLOR, 1977). Sin embargo, propágulos de *H. solani*, son capaces de sobrevivir en el suelo y causar infección (MERIDA y LORIDA, 1994; JELLIS y

TAYLOR, 1977). Este hongo, puede persistir en el suelo, a través, de la materia orgánica en descomposición (SHETTY. K *et al.*, 1996).

2.7.5 Importancia económica. Causa importantes pérdidas económicas produciendo una de las enfermedades más devastadoras en bodega debido a la deshidratación y pérdida de calidad de los tubérculos. (AGRIOS, 1996).

Produce un efecto deletéreo sobre el aspecto y comercialización de la papa, especialmente sobre los cultivares de piel roja (SMITH *et al.*, 1992).

En Chile no existe una normativa que regule el porcentaje de sarna plateada permitido en el comercio nacional de papa semilla. Sin embargo, el mercado Brasileño, el principal comprador de papa semilla Chilena, sólo permite un 2,5% de infestación de sarna plateada sobre los tubérculos, los que en forma individual no deben tener más de 1/8 de la superficie infestada (Berner, 2002., citado por NAVARRO, 2002).

Importantes pérdidas de vapor de agua o una transpiración incrementada se puede apreciar por agentes que causan sarnas. Estudios realizados recientemente ha demostrado que este patógeno afecta severamente la turgencia del tubérculo, permitiendo la salida de agua de los tejidos en una forma acelerada, en comparación con ejemplares sanos que mantienen ésta firmeza por períodos mucho más largos (CIAMPI, 2002).

Los ejemplares también pierden la capacidad reproductiva, al emitir brotes mucho más débiles, lo que también se traduce en no poder utilizar esto como semilla (CIAMPI, 2002).

2.7.6 Control de *H. solani*. Entre los métodos de control existen los químicos, biológicos y culturales, a continuación se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2 Principales métodos de control de sarna plateada en papa descrita en la literatura.

Sistema o método	Efecto sobre el agente	Autor
Desinfección de semilla	Disminución de la población	GUTIERREZ (2000). JELLIS y TAYLOR (1977) SECOR (2000)
Aplicaciones de químicos post-cosecha	Evitar dispersión del patógeno en bodega	JELLIS y TAYLOR (1977)
Cosecha temprana de tubérculos	Evitar la infección	MERIDA y LORIA (1994)
Control de condiciones durante el almacenaje	Evitar la infección	MERIDA y LORIA (1994)
Eliminar tubérculos o plantas voluntarios	Disminuir la presencia de inóculo	MERIDA y LORIA (1994)
Rotación de cultivos	Disminuir la presencia de inóculo	MERIDA y LORIA (1994)
Aplicación de sales orgánicas	Inhibir crecimiento y desarrollo de lesiones	OLIVIER <i>et al.</i> (1998)
Microorganismos en los suelos como control biológico	Disminución de síntomas de la enfermedad	ELSON <i>et al.</i> (1997)
Selección hospedero piel amarilla	Presentar resistencia a la infección	RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (1995)
Resistencia genética	Menor o mayor severidad de ataque a los tubérculos, al ser inoculados con <i>H. solani</i> .	BAINS <i>et al.</i> (1996) HILTON <i>et al.</i> (2000) KIRAN <i>et al.</i> (1996) RODRÍGUEZ <i>et al.</i> (1996)
Densidad de plantación y tamaño de semilla	Menor o mayor severidad de ataque a los tubérculos.	FIRMAN y ALLEN (1995)

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Origen de las muestras de tubérculos de papa.

Las muestras de tubérculo-semilla para realizar ésta investigación corresponden a 14 clones selectos de papa chilote, más el cv. Desireé (variedad comercial), ésta última es de forma oval alargada, con ojos superficiales, piel colorada y pulpa amarilla (KALAZICH, 1979).

Los clones fueron obtenidos de la colección de germoplasma chileno de papas, del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad Austral de Chile.

Los tubérculos a utilizar como papa semilla fueron seleccionados en la bodega de papas de la Estación Experimental Santa Rosa. Como criterios de elección se consideraron forma, color de la piel y aspecto visual libres de “sarna plateada”, el tamaño dentro de cada clon se seleccionó de la manera más homogénea posible entre el material con que se disponía. Los calibres entre los distintos clones no fueron iguales, esto por corresponder a clones diferentes que por su constitución genética presentan tamaño y forma desigual.

3.2 Material.

Los materiales utilizados en este ensayo, los podemos dividir en material biológico y material de laboratorio.

3.2.1 Material biológico. Se señalan a continuación.

3.2.2 Clones de papa. Otras características de ellos se presentan en el Anexo 1.

CLON1: N-G-60



CLON 2: 548-UA-1328



CLON 3: DESIREE



CLON 4: N-G-133



CLON 5: 93 COCRANE-2



CLON 6: 536-UA-1563



CLON 7: 200-UA-1028



CLON 8: 247-CON-1100



CLON 9: N-G-53



CLON 10: 457-CON-1157



CLON 11: 336-CON-784



CLON 12: 364-CON-1131



CLON 13: 429-UA-1553



CLON 14: N-G-143



CLON 15: 435-UA-1279



3.2.3 Cepas de *H. solani*. Se trabajó con cuatro cepas de *H. solani* pertenecientes al Laboratorio de Fitopatología, de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Austral de Chile. Estas cepas fueron mantenidas como cultivo puro en PDA (agar papa dextrosa), cuya composición se presenta en el Anexo 34. Dichas cepas fueron utilizadas para lograr su crecimiento y posterior obtención de los propágulos de *H. solani* que sirvieron de inóculo para los tubérculos semilla previo a la plantación.

3.2.4 Material de laboratorio.

Medio de cultivo V8 y Campbell (ambos a base de jugo de tomate).

Probetas de 500 mL y 250 mL.

pHmetro digital.

Vasos precipitados de 1000 mL.

Tubos de ensayo.

Bandejas plásticas de polivinilcarbonato (PVC) desinfectadas con alcohol.

Autoclave.

Cámara de flujo laminar.

Alcohol al 97%.

Estufa para incubar placas con el hongo.

Placas Petri.

Agua destilada.

Tween 20.

Cloro al 5 %.

Mechero.

Bisturí.

Pinzas.

Agitador.

Algodón.

Toalla absorbente estéril.

Horno Pasteur.

Bandejas plásticas.

Cámara de Neubauer.

Cámara húmeda.

Pesa electrónica U-15 P8C urania (capacidad para 15kg-5g).

3.3 Método.

La metodología aplicada se detalla a continuación con el objeto de la obtención del inóculo que se empleó para realizar la inoculación de los tubérculos madres y así lograr el crecimiento del hongo en la descendencia.

3.3.1 Preparación del inóculo de *H. solani*. En placas Petri con medio Agar Tomate (AT, ver Anexo 33) se repicaron las cepas del hongo con cuatro repeticiones cada una, con ácido láctico para evitar contaminación con bacterias (Figura 4). Dichas cepas son parte del cepario del Laboratorio de Fitopatología, IPSV, UACH. Las placas fueron incubadas a $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 7 días y luego a temperatura ambiente durante 15 días más.



FIGURA 4 Crecimiento de las cepas de *Helminthosporium solani* en placa Petri en medio de cultivo V8 luego de 1 semana a 23°C .

Una vez obtenido el crecimiento masivo del hongo, las colonias de las placas se rasparon mediante bisturí. Estas fueron llevadas a un matraz con 510 mL de agua destilada estéril con 3 gotas de tween 20 para su posterior agitación durante 6 días a 1500 r.p.m (Figura 5).



FIGURA 5 Equipo de agitación continua utilizado para homogenizar los propágulos *Helminthosporium solani* previa obtención del inóculo.

3.3.2 Desinfección de tubérculos en laboratorio. Los tubérculos (30 de cada uno de los clones), fueron lavados con agua corriente y posteriormente desinfectados con una solución de cloro comercial al 5% por 5 min. Luego se enjuagaron 3 veces con agua destilada estéril y se envolvieron bajo cámara de flujo laminar con toalla absorbente estéril a la espera de la inoculación y plantación en la Estación Experimental Santa Rosa (Figura 6).



FIGURA 6 Clones selectos de papa nativa desinfectados previo a la plantación.

La suspensión de conidias fue utilizada para inocular superficialmente los tubérculos semilla de papa al momento de la plantación, mediante un baño con la solución de propágulos. Esquema de inoculación se presenta en forma detallada en el Anexo 36.

La población de *H. solani* fue estimada realizando conteo de propágulos bajo cámara de Neubauer, con el objeto de conocer cual sería la población del hongo al momento de inocular los tubérculos semilla. Esta corresponde a 14.400 propágulos x cc (cm³), en 2 litros de suspensión.

El ensayo contó con la fertilización adecuada para las hileras que fueron separadas a una distancia de 100 cm entre hilera y 25 cm sobre hilera. A la plantación (28 de octubre del 2002), se le aplicó una mezcla de Nitromag, Superfosfato triple y Muriato de potasio (cada uno de estos productos, 150 g por hilera de 5 tubérculos), a la aporca se aplicó Nitromag (15 g por hilera).

El objeto de los 100 cm fue dejar una hilera sin tubérculos para evitar posibles contaminaciones por el inóculo contiguo. La profundidad de plantación fue de 15 cm.

El ensayo no fue sometido a riego; se realizó control de *Epicauta pilme* (Molina), “pilme”, un insecto masticador del follaje con Metamidós, órgano fosforado de acción sistémica, de contacto e ingestión. Las condiciones climáticas al cual estuvo expuesto el ensayo se presentan en forma detallada en el Anexo 32.

3.3.3 Diseño del ensayo. Se tomaron 30 tubérculos de cada clon, de los cuales 15 fueron inoculados y 15 sin inocular. Como testigo se tomaron los 15 clones de papa con el tratamiento sin inocular para ser comparados con el tratamiento inoculado, para establecer que cambios ocurrieron producto del ensayo planteado.

Se contó con tres parcelas con 30 tratamientos (diseño factorial de 2 factores 2x15) cada una distribuidas en bloques completos al azar. La Figura 7 ilustra el diseño experimental que se utilizó en la presente tesis. El mapa del ensayo se presenta en el Anexo 35.

Tratamiento	Inóculo	Nº clon	Nº Tubérculos	Nº de hilera Bloque 1	Nº de hilera Bloque 2	Nº de hilera Bloque 3
1	C/I	336-CON-784	5	1	55	79
2	C/I	N-G-60	5	2	31	62
3	S/I	536-UA-1563	5	3	51	69
4	C/I	DESIREE	5	4	48	82
5	C/I	364-CON-1131	5	5	49	87
6	S/I	N-G-133	5	6	52	63
7	S/I	DESIREE	5	7	56	78
8	S/I	429-UA-1553	5	8	38	77
9	C/I	536-UA-1563	5	9	41	61
10	C/I	247-CON-1100	5	10	44	65
11	S/I	N-G-60	5	11	32	72
12	S/I	548-UA-1328	5	12	59	66
13	S/I	200-UA-1028	5	13	35	89
14	C/I	N-G-133	5	14	34	74
15	C/I	N-G-143	5	15	40	64
16	S/I	435-UA-1279	5	16	37	70
17	S/I	336-CON-784	5	17	50	76
18	C/I	N-G-53	5	18	33	73
19	C/I	457-CON-1157	5	19	42	67
20	S/I	93 COCRANE-2	5	20	60	83
21	S/I	364-CON-1131	5	21	58	81
22	S/I	457-CON-1157	5	22	57	86
23	C/I	435-UA-1279	5	23	39	84
24	C/I	429-UA-1553	5	24	46	90
25	S/I	N-G-143	5	25	47	88
26	C/I	548-UA-1328	5	26	43	85
27	C/I	200-UA-1028	5	27	36	68
28	S/I	247-CON-1100	5	28	53	80
29	S/I	N-G-53	5	29	45	75
30	C/I	93 COCRANE-2	5	30	54	71
C/I=con inóculo	S/I=sin inóculo					

FIGURA 7 Distribución de parcelas en bloques completos al azar con 30 tratamientos.

3.3.4 Evaluación de variables realizadas en el estudio. Se realizaron durante el crecimiento y desarrollo del cultivo en sus distintos estados fenológicos (emergencia, inicio, fin de tuberización y cosecha de tubérculos hijos). Las plantas fueron evaluadas para detectar posibles efectos visuales provocados por el hongo. Las variables evaluadas fueron las siguientes:

3.3.4.1 Número total de plantas emergidas. Se realizó el 22 de diciembre del 2002, 55 días post plantación. Se procedió a contar las plantas que habían emergido en la hilera con el fin de notar algún efecto provocado en las plantas inoculadas con *H. solani*.

3.3.4.2 Número de tallos principales . Al momento de la cosecha el día 13 de marzo del 2003, 135 días post plantación, se procedió a contar los tallos principales de cada una de las plantas.

3.3.4.3 Rendimiento total de los tubérculos. Se tomaron al momento de la cosecha el día 13 de marzo del 2003 las tres hileras centrales de un total de 5 tubérculos madres , con el objeto de obtener el rendimiento de cada uno de los clones con sus respectivas repeticiones y evaluar el posible desmedro por causa de la infestación de *H. solani*. La medición se llevó a cabo en una pesa electrónica U-15 P8C urania (capacidad para 15kg-5g).

3.3.4.4 Porcentaje de sarna plateada en la piel de los tubérculos hijos, luego de un período de almacenaje (3 meses). Se utilizaron tubérculos que permanecieron en jabs de madera desinfectadas con cloro comercial al 2% en una bodega oscura. Se tomaron 6 tubérculos de cada clon con su respectiva repetición con el objeto de verificar por medio de cámara húmeda (Figura 8) que los síntomas (Figura 9) que se presentaban sobre la piel correspondían a los signos de *H. solani* (Figura10).

El 14 de julio del 2003 bajo cámara de flujo laminar se observó en una lupa los signos típicos de este hongo verificando que se trataba de una infestación por sarna plateada.



FIGURA 8 Sistema de Cámara Húmeda para la detección y crecimiento de *Helminthosporium solani* sobre la superficie de tubérculos de papa luego de 8 días a temperatura ambiente.



FIGURA 9 Síntomas de sarna plateada sobre la piel de los tubérculos luego de 12 días bajo sistema de Cámara Húmeda.



FIGURA 10 Signos típicos de *Helminthosporium solani* bajo microscopía electrónica (40x), luego de 12 días bajo cámara húmeda.

3.3.6 Diseño experimental. Las variables en estudio fueron evaluadas por medio de un diseño experimental con bloques completos al azar con 3 repeticiones y 30 tratamientos (2x15) cada una.

3.3.7 Análisis estadístico. Los tratamientos serán evaluados mediante un análisis de varianza (ANDEVA). Los análisis estadísticos (homogeneidad y análisis de varianza) fueron realizadas mediante el programa computacional Statgraphics Plus 2.0. La prueba de rango múltiple utilizada en el caso que se presenten diferencias F significativas o altamente significativos correspondió a la de Tukey al 5%.

Para todas las variables y cada uno de los clones se calculó el coeficiente de variación (CV) por medio de la fórmula $\frac{\sqrt{CMerror}}{Media} \times 100$ según lo recomendado por TAUCHER (1997) para determinar el porcentaje de error durante la etapa del estudio.

Para la variable % de sarna plateada se realizó transformación de datos para lograr homogeneidad de varianzas con Arc (seno (raíz (%sarna))).

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados del presente estudio, fruto de la información obtenida de el período comprendido entre septiembre del 2002 a julio del 2003.

Los datos que se describen, corresponden a los promedios de las siguientes variables evaluadas: número total de plantas emergidas, número de tallos principales al momento de la cosecha, rendimiento total a la cosecha y porcentaje de sarna plateada en la piel de los tubérculos hijos luego de inducir el crecimiento del hongo bajo cámara húmeda.

4.1 Número total de plantas emergidas en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* previo a la plantación.

Se presentan a continuación en el Cuadro 3, los resultados obtenidos de la variable plantas emergidas totales relacionada con los distintos clones y el haber inoculado o no el tubérculo semilla de papa sano. Estos resultados fueron obtenidos el (22/12/2002), 55 días post plantación.

El análisis de varianza (Anexo 4) para la variable plantas emergidas, indica que para el factor inóculo, resultó ser no significativo al 95% de confianza ($p\text{-valor} > 0.05$). Es decir en el factor inóculo no se detectaron diferencias estadísticas (Figura 11), bajo las condiciones en que se evaluó el presente ensayo.

CUADRO 3 Promedio de plantas emergidas totales al 22/12/2002 en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados a la plantación con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Clon	Inóculo		Nº plantas emergidas totales Promedio
	0	1	
364-CON-1131	5,0 a	5,0 a	5,0 a
435-UA-1279	5,0 a	5,0 a	5,0 a
457-CON-1157	5,0 a	5,0 a	5,0 a
N-G-53	5,0 a	5,0 a	5,0 a
429-UA-1553	4,7 a b	5,0 a	4,8 a b
N-G-143	4,7 a b	5,0 a	4,8 a b
N-G-60	5,0 a	4,7 a b	4,8 a b
247-CON-1100	4,7 a b	4,7 a b	4,7 a b
536-UA-1563	5,0 a	4,3 a b c	4,7 a b
548-UA-1328	4,7 a b	4,7 a b	4,7 a b
336-CON-784	4,7 a b	4,3 a b c	4,5 a b c
93COCRANE-2	4,3 a b c	4,7 a b	4,5 a b c
DESIREE	4,0 b c	4,7 a b	4,3 b c
N-G-133	4,0 b c	4,0 b c	4,0 c d
200-UA-1028	3,7 c	3,7 c	3,7 e
Promedio de N° Plantas emergidas totales	4,62 a	4,64 a	

Letras distintas verticalmente denotan diferencias estadísticamente significativas al 5% (P-valor<0.05) prueba de rango múltiple de Tukey.

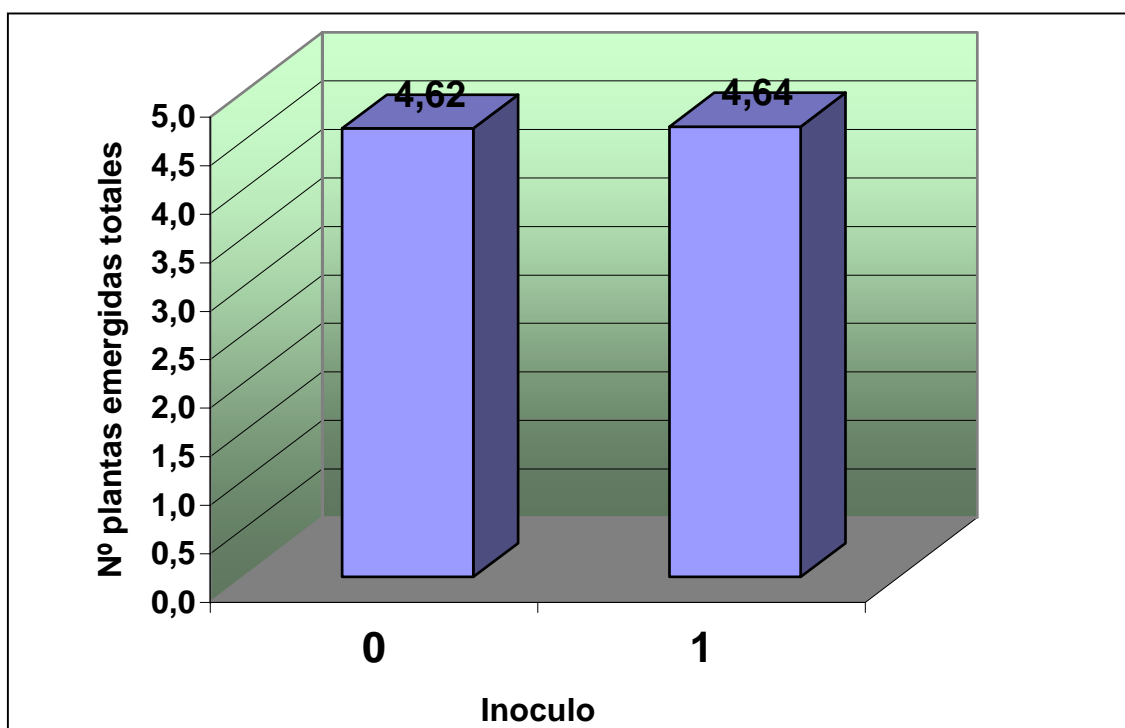


FIGURA 11 Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el número de plantas emergidas totales en los diferentes clones (22/12/2002).

Para el factor Clon, los promedios entre éstos resultaron ser altamente significativos al 99% de confianza (p -valor <0.01), es decir, éstos responden o se comportan diferente entre sí en el experimento (Figura 12).

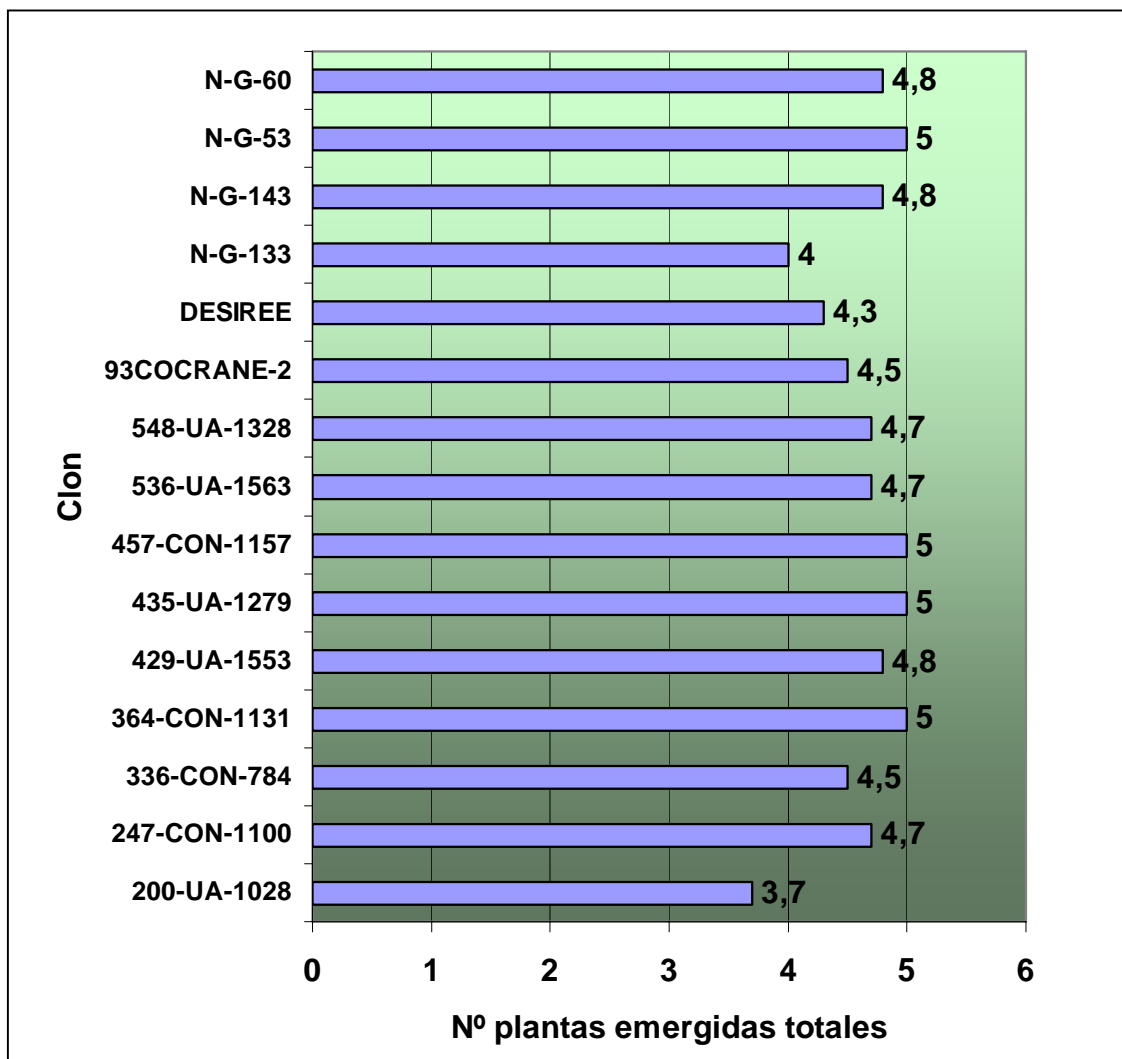


FIGURA 12 Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s número de plantas emergidas totales (22/12/2002).

Asimismo, estos resultados señalan que, existe una leve interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza (p -valor <0.05). Se observa que el inóculo va a tener diferentes expresiones dependiendo del clon (Figura 13).

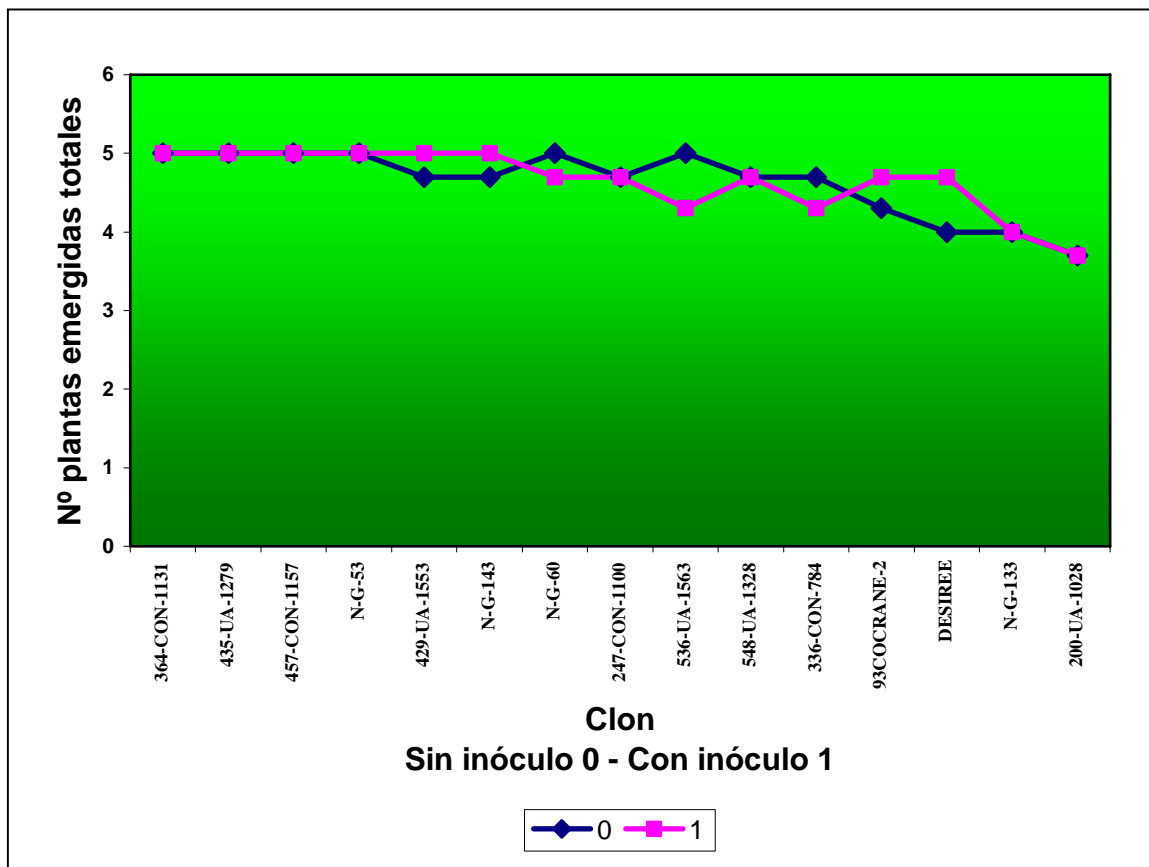


FIGURA 13 Gráfico que ilustra la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s número de plantas emergidas totales (22/12/2002).

Al analizar el número total de plantas emergidas luego de 2 meses desde la plantación, nos indica que existen diferencias entre los distintos clones. Es posible explicar esta desigualdad debido a que cada clon se comporta de manera diferente por tratarse de cultivares distintos, ya sea en su adaptación, rendimiento, resistencia a enfermedades, características de la planta, etc (KALAZICH *et al.*, 1979).

También, de acuerdo a lo señalado por RODRIGUEZ *et al.*, (1995) las pruebas que se realizan para investigar resistencia de especies tuberíferas de *Solanum*, indica que la esporulación de *H. solani* es más relevante que el

desarrollo de síntomas. Por lo tanto y en relación a los datos obtenidos es probable que el hongo inoculado haya tenido efecto en la emergencia, tal como lo señalan las diferencias estadísticas para esta variable.

SECOR (2005), señala que la sarna plateada es considerada principalmente una enfermedad proveniente de la semilla. Después de la plantación de trozos de semillas infectados, se puede ver la esporulación sobre ellos una semana después y puede ser recuperado el inóculo del suelo circundante a la semilla dos semanas después de la plantación.

Además JELLIS y TAYLOR (1977) mostraron que las lesiones de sarna plateada se diseminan sobre la superficie del tubérculo semilla en el suelo, y que conidias de *H. solani* son abundantemente producidas durante cuatro semanas después de la plantación.

HILTON *et al*, (2000), indican que en un ensayo conidias viables fueron detectadas en el suelo circundante a los tubérculos recientemente iniciados.

Estos antecedentes bibliográficos y los resultados obtenidos en este estudio señalan que *H. solani* durante todo el crecimiento y desarrollo del cultivo se encuentra presente en el suelo y la semilla. Sin embargo, este agente es capaz de frenar su ataque en determinados momentos, para volver a manifestarse cuando el cultivo ha madurado y por ende, lograr que la progenie a la cosecha presente síntomas evidentes.

Al analizar la interacción clon x inóculo se detectan diferencias estadísticas. Esto nos indica que el inóculo podría estar actuando al comienzo del ensayo y reflejarse afectando la emergencia bajo las condiciones del mismo. Sin embargo, es probable que los clones estén provocando las diferencias ya que el factor inóculo por sí solo, no provoca efecto alguno.

Una conclusión general sobre esta patología permite apreciar que es una enfermedad compleja de estudiar y entender. Además, constituye uno de los problemas más serios que afectan a este cultivo en el campo y en particular durante el período de post cosecha (SECOR, 2005).

El porque estudiar los efectos que *H. solani* podría provocar a nivel de campo, dice relación con un objetivo muy preciso. Este consistió en que en Chile, no existe un sistema de evaluación de clones de papa frente a el impacto de *H. solani* bajo condiciones de campo. Por lo tanto, es de extrema necesidad proponer un método de inoculación que nos permita evaluar, seleccionar y controlar todos los factores que favorecen o afectan dicha patología. Además, la literatura consultada a la fecha solo aporta antecedentes de otros países que no se asemejan en nada a las condiciones edafoclimáticas de nuestra zona.

Para poder llevar a cabo una comparación más precisa entre los diferentes clones y como se comportan en su emergencia sin ningún factor ejerciendo presión, sería de gran ayuda haber contado con la información de cada uno de los clones, es decir como se comportan en forma natural sin ningún parámetro influyente sobre ellos, en este caso la población de *H. solani*. Esto es válido para saber si el inóculo es el causante de algún retraso en la emergencia y por esto las diferencias o simplemente, si los clones se están comportando de manera natural en relación con su variedad.

Es interesante dar a conocer que esta enfermedad se transmite a través de los tubérculos (HILTON *et al.*, 2000). Sin embargo, algunos autores indican que las pruebas de resistencia realizadas con especies tuberíferas de *Solanum*, responden distintamente a la infección del patógeno responsable de la sarna plateada (RODRÍGUEZ *et al.*, 1995). Estos antecedentes señalan que las pruebas realizadas en esta tesis, utilizando clones de diferente constitución

genética e inoculados a nivel de campo, deberían arrojar información a través de los resultados del % de infección (y no síntomas) en papas hijas.

Un aspecto interesante de poder analizar sería evaluar cada variedad expuesta a diferentes poblaciones del patógeno debido a que ésta enfermedad es una de las más comunes que se presentan sobre los tubérculos de papa producidos en el sur de Chile. Esto tendría una clara incidencia sobre la descendencia ya que el tubérculo madre es la fuente de infección más importante (JELLIS y TAYLOR, 1977).

NAVARRO (2002), señala que la cantidad de brotes desarrollados sobre tubérculos enfermos, es menor que la producida en tubérculos sanos. Esto reafirmado por HIDE y ADAMS (1980), que indican que cuando se produce la emergencia de brotes ya existe una potencial infección, por lo cual podría verse afectado el desarrollo y por ende la calidad.

Otro punto importante dice relación con las características físicas que presentan los brotes enfermos, en comparación a los sanos, estos últimos presentan brotes más robustos y cortos fuertemente adheridos al tubérculo a diferencia de los afectados con sarna plateada que son más débiles, es decir más largos y delgados y se desprenden con facilidad del tubérculo (NAVARRO, 2002).

Lo anteriormente descrito puede en parte explicar la desuniformidad del número de plantas emergidas totales y el porqué de la diferencia entre la interacción clon x inóculo cuando el inóculo por si solo no causa diferencias, es decir el clon al verse afectado por el inóculo se comporta de manera distinta, pero no en todos los casos disminuyendo el número de plantas emergidas , sino aumentando o manteniéndose igual. Debido a esto no existe claridad al evaluar

este parámetro y debemos asumir estas diferencias a los clones y su distinta genética.

4.2 Número total de tallos principales al momento de la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* previo a la plantación.

Se presentan a continuación en el Cuadro 4 los resultados obtenidos de la variable número de tallos principales al momento de la cosecha relacionada con los distintos clones y el haber inoculado o no el tubérculo semilla de papa.

CUADRO 4 Promedio del número de tallos principales al momento de la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Clon	Inóculo		Nº de tallos principales promedio
	0	1	
364-CON-1131	8.0	7,9	7,9 a
247-CON-1100	6,6	7,0	6,8 ab
N-G-143	6,0	5,7	5,8 abc
336-CON-784	6.3	4.7	5,5 bcd
93COCRANE-2	4.8	5,9	5,3 bcd
536-UA-1563	5,6	4,8	5,2 bcd
429-UA-1553	5.0	5.0	5,0 bcd
435-UA-1279	5.4	4.6	5,0 bcd
457-CON-1157	4.3	4.6	4,4 cde
N-G-133	3.9	4.3	4,1 cde
N-G-53	3.9	4.0	3,9 cde
200-UA-1028	3.7	3.9	3,8 cde
DESIREE	2.9	3.8	3,3 de
N-G-60	3,2	3.2	3,2 de
548-UA-1328	2.6	2.0	2,3 e
Nº de tallos Principales Promedio	4,8 a	4,7 a	

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas al 5% (p-valor<0.05) prueba de rango múltiple de Tukey.

El análisis de varianza (Anexo 5), para el número de tallos principales, indica que para el factor inóculo, resultó ser no significativo al 95% de confianza (p -valor >0.05), es decir, los promedios en el N° de tallos principales con o sin inóculo son estadísticamente iguales (Figura 14).

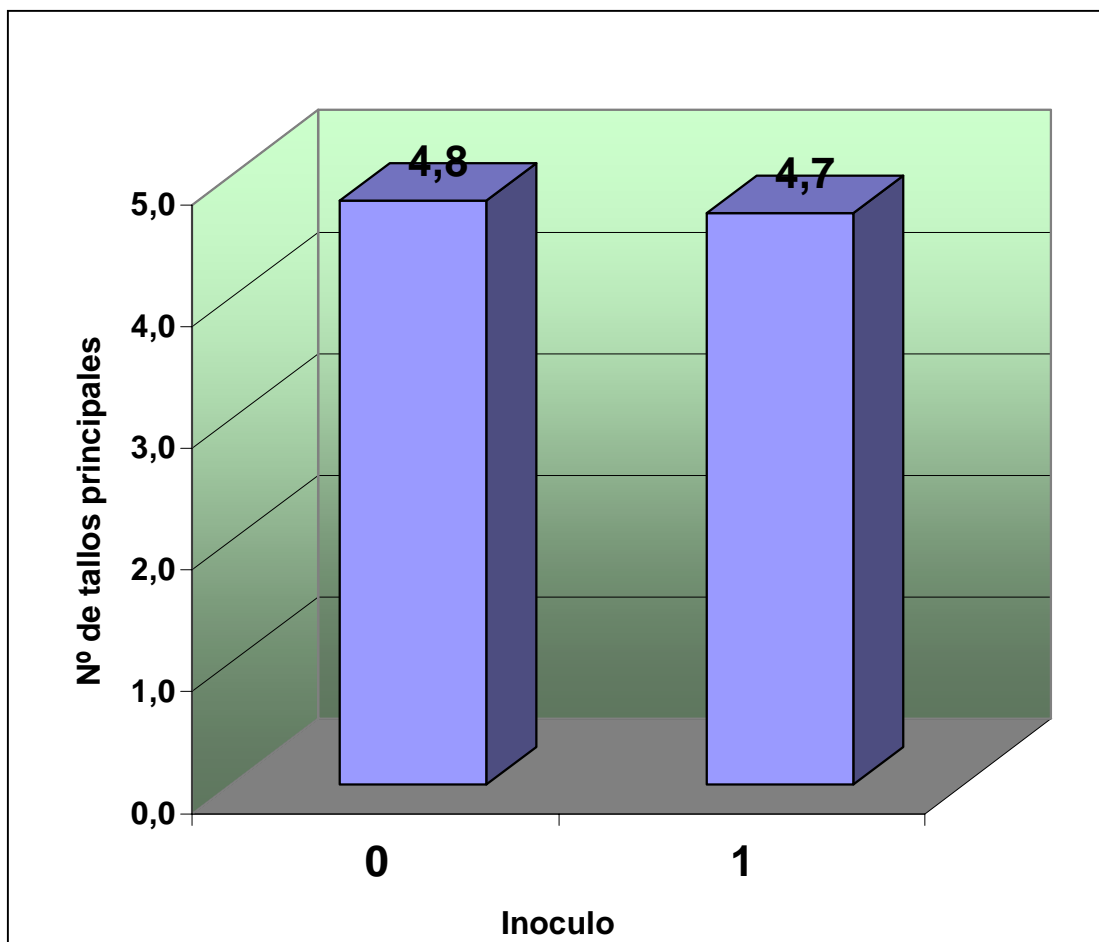


FIGURA 14 Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003) en los diferentes clones.

Para el factor clon, los promedios entre clones resultaron ser altamente significativos al 99% de confianza ($p\text{-valor} < 0.01$), es decir, los promedios entre clones para el N° de tallos principales son distintos (Figura 15).

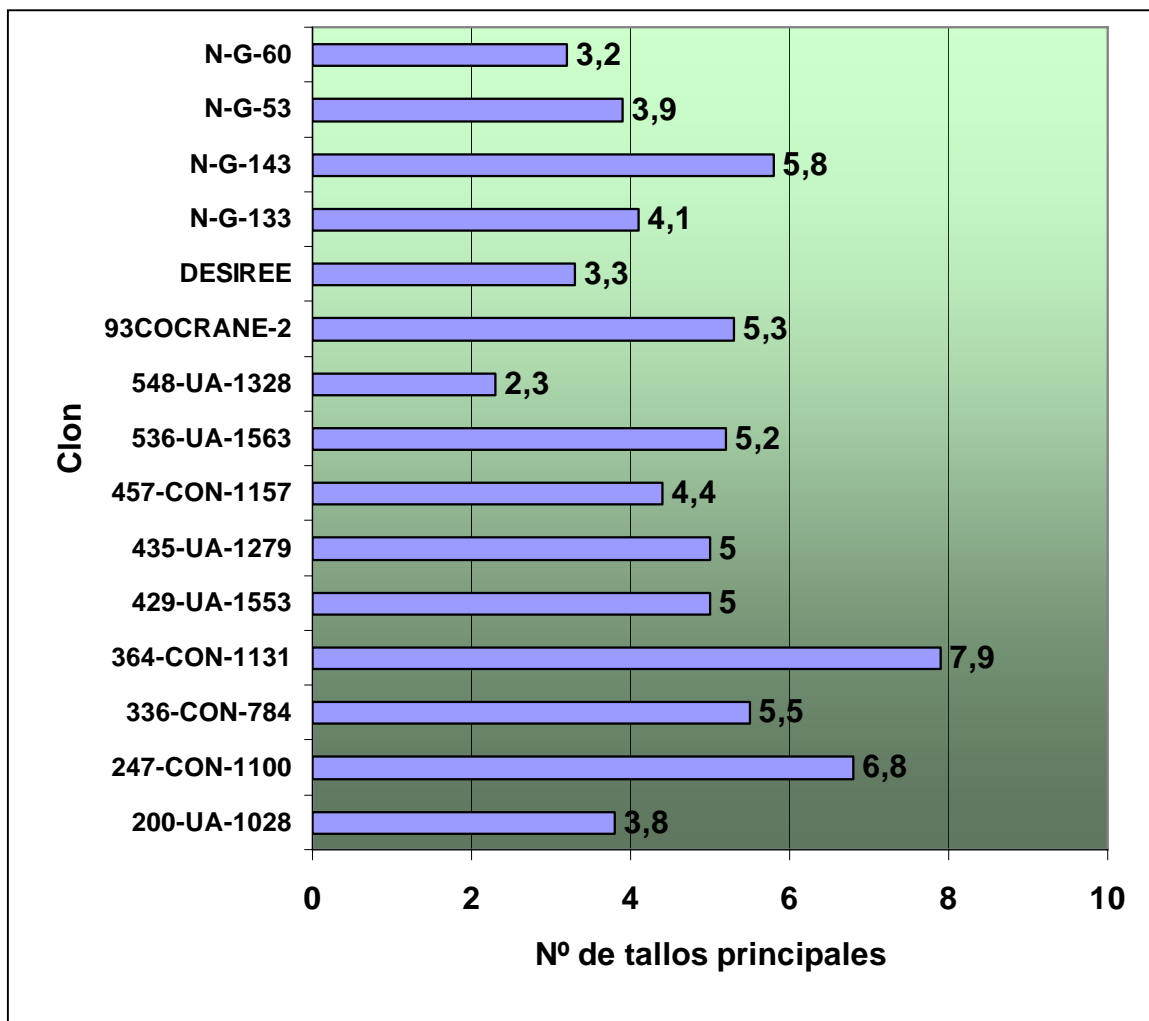


FIGURA 15 Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003).

No existen diferencias estadísticas entre la interacción inóculo y clon al 95% de confianza ($p\text{-valor} > 0.05$) (Figura 16).

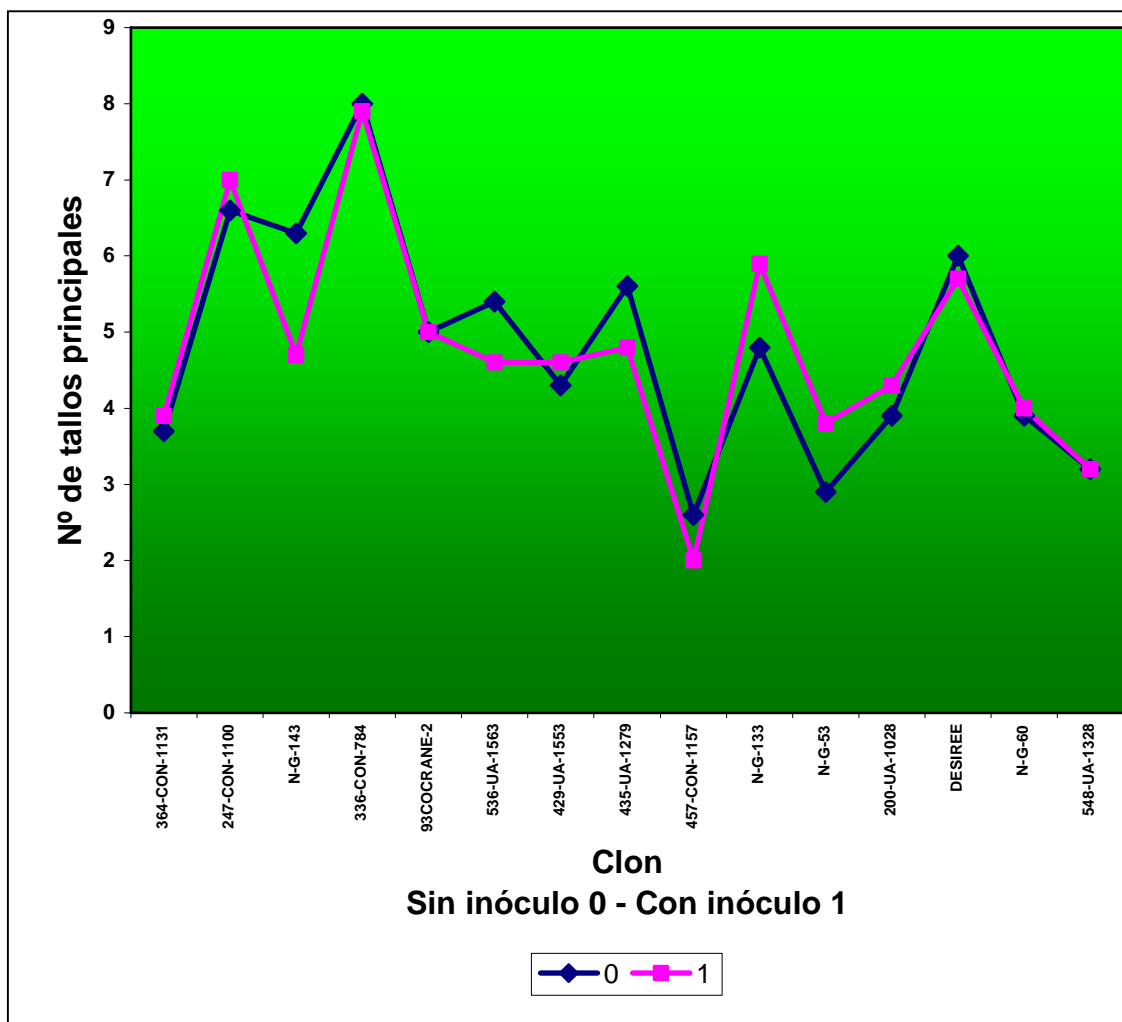


FIGURA 16 Gráfico que ilustra el efecto de la interacción Clon x inóculo (0 y 1) v/s el número de tallos principales a la cosecha (13/03/2003).

Con los datos anteriores podemos señalar que existe una diferencia entre los distintos clones y esto es obvio por tratarse de individuos genéticamente diferentes. Además, el inóculo ya no provoca efecto alguno, y esto se puede deber a que el hongo manifiesta su desarrollo al comienzo del cultivo, que es cuando esporula y luego permanece latente para manifestar su sintomatología a la cosecha (SECOR, 2005).

Para citar un ejemplo, existen enfermedades que necesitan condiciones especiales para poder causar infecciones o manifestarse en un cultivo. Es el caso de *Cylindrocarpon* spp. Este patógeno en papa pudre donde se inserta el estolón, esto se produce al realizar plantaciones tardías, es decir, de diciembre en adelante. Esto provoca que a la cosecha (Marzo-Abril) nos encontremos con precipitaciones, lo que causa que ésta patología sea un inconveniente, pero de no existir estas condiciones este problema pasa desapercibido (CIAMPI, 2005)¹

Desde este punto de vista podemos inferir que de la cosecha en adelante el inóculo ya no se encuentra presente en el medio ambiente circundante a los tubérculos o algo está influyendo sobre él que hace que la población de *H. solani* no manifieste diferencias estadísticas al analizar el inóculo o la interacción con los clones.

Al analizar las variables ambientales, tales como temperaturas y precipitaciones (Anexo 32) al momento de la cosecha (mes de marzo), nos percatamos que las temperaturas son más altas y las precipitaciones más bajas que cuando se analizó el número de plantas emergidas. Estos antecedentes hacen pensar que el inóculo de *H. solani* no se manifiesta en este instante y por lo tanto no causa efecto en los tallos principales. A este respecto SECOR (2005), señala que la infección de papas hijas ocurre hasta nueve semanas después de la plantación. A pesar que la infección se origina en la papa madre, no se sabe como ésta se desplaza desde la semilla a los tubérculos nuevos de los cuales existe evidencia que al ser cosechados traen en su piel al patógeno, pero no existe certeza de literatura donde se afirme que se atacan los tallos principales (SECOR, 2005).

¹ CIAMPI, L. (2002). Ing. Agr. Sc., Ph.d. Instituto de producción y sanidad vegetal. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

Existen diferentes sistemas de evaluación frente a un mismo patógeno. En efecto, un aspecto fundamental es evaluar el agente causal en sus condiciones naturales. Por lo tanto, es de extrema importancia estudiar al patógeno en nuestras condiciones de clima y suelo para entender la relación entre el patógeno, hospedero y el ambiente donde se establece la infección.

Lo anterior haría pensar que la forma como se realizó el proceso de aislamiento de las cepas e incubación estuvo adecuado. Sin embargo, a la luz de estos resultados sería adecuado en el futuro establecer ensayos de esta naturaleza en suelos efectiva y comprobadamente libres del patógeno. Esto daría resultados que eliminen la interferencia del inóculo presente en el suelo. Cabe preguntarse además si es adecuado realizar en estudios posteriores el experimento a nivel de campo, o se debe manejar a nivel de tubérculos que es donde realmente ataca el patógeno.

JELLIS y TAYLOR (1977) mostraron que las lesiones de sarna plateada se diseminan sobre la superficie del tubérculo semilla en el suelo, y que conidias de *H. solani* son abundantemente producidas durante 4 semanas después de la plantación. Ya que no se han encontrado tallos ni estolones infectados, se sugiere que las conidias producidas sobre los tubérculos semilla son dispersas en el suelo y se distribuyen en la zona donde los tubérculos jóvenes se están desarrollando, no presentando síntomas aéreos.

Aún contando con ésta información es notable analizar estas variables debido a que los estudios que se han realizado es en un clima muy diferente al nuestro. Es por esto que para entender el ciclo de una enfermedad se debe conocer al patógeno, al hospedero y al ambiente donde se desarrolla, siendo este último el que juega un rol preponderante en como va a manifestarse la agresión de cualquier patógeno vegetal.

Además, hasta ahora no se cuenta con la información de cómo manejar a este patógeno y es de extrema necesidad indagar si ésta patología se puede manipular desde la plantación. Aunque su importancia y dispersión es durante el almacenaje, no cabe duda fitopatológica que la infección es traída desde el campo sobre algunos tubérculos.

H. solani es un patógeno que no es típicamente de campo, no ataca raíces ni estolones, pero sí, tubérculos. Tampoco la planta manifiesta síntomas secundarios, por el posible efecto a las papas hijas (SAG, 2000).

La fuente primaria de inóculo de *H. solani*, es el tubérculo semilla de papa (JERGER *et al.*, 1996). Esto indica que, en la cosecha, los tubérculos ya pueden venir infectados. RODRIGUEZ *et al.* (1996) y HARDY *et al.* (1997), señalan que la infección puede tomar lugar antes de la cosecha.

Considerando los antecedentes de los párrafos anteriores, es dudoso y poco probable que aún estando el suelo o los tubérculos madres inoculados, el follaje tenga o manifieste síntomas secundarios. Por lo tanto, es esperable que las diferencias que se tengan entre el haber realizado la inoculación o no de los tubérculos madres no se manifieste en el follaje, como se ha dicho, la enfermedad se manifiesta solo en papas hijas (MERIDA y LORIA 1994; HEINY y McINTYRE 1983; KIRAN *et al.*, 1996). En este sentido los resultados obtenidos están concordantes, en el sentido que esta enfermedad no presenta síntomas en la parte aérea, a pesar de las condiciones ambientales del sur de Chile.

4.3 Rendimiento total (g) a la cosecha en 14 clones selectos de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* previo a la plantación.

En el Cuadro 5 se pueden apreciar los resultados obtenidos de la variable rendimiento (g) al momento de la cosecha en las tres hileras centrales. La investigación refleja la información obtenida de los distintos clones derivados de los tratamientos inoculados (1) y no inoculados (0).

CUADRO 5 Rendimiento (g) al momento de la cosecha en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Clon	Inóculo		Rendimiento total (g) Promedio
	0	1	
DESIREE	2490,0	3446,7	2968,3 a
N-G-143	3003,3	2920,0	2961,7 a
247-CON-1100	2663,3	2843,3	2753,3 a
364-CON-1131	2501,7	2621,7	2561,7 a b
536-UA-1563	2193,3	2708,3	2450,8 a b
336-CON-784	2206,7	2633,3	2420,0 a b
200-UA-1028	2903,3	1850,0	2376,7 a b
93COCRANE-2	2576,7	1985,0	2280,8 a b
429-UA-1553	2223,3	2280,0	2251,7 a b
N-G-133	2571,7	1753,3	2162,5 a b
435-UA-1279	1823,3	1881,7	1852,5 a b
N-G-53	2375,0	1283,3	1829,2 a b
457-CON-1157	1693,3	1650,0	1671,7 a b
548-UA-1328	1495,0	1603,3	1549,2 a b
N-G-60	1443,3	1101,7	1272,5 b
Rendimiento total (g) Promedio	2277,6 a	2170,8 a	

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas al 5% (p-valor<0.05) prueba de rango múltiple de Tukey.

El análisis de varianza (Anexo 6), para la variable rendimiento total (g), indica que para el factor inóculo, resultó ser no significativo al 95% de confianza (p -valor >0.05), es decir, los promedios en el rendimiento total con o sin inóculo son estadísticamente iguales (Figura 17).

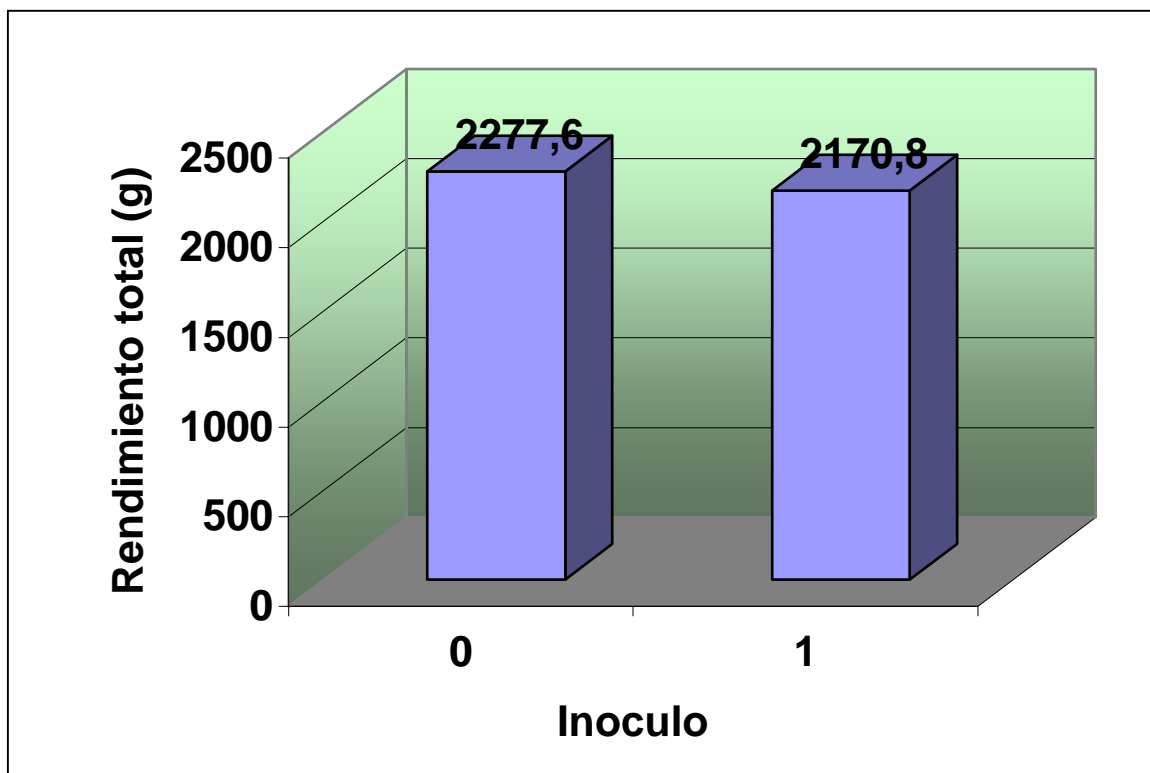


FIGURA 17 Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el rendimiento total (g) a la cosecha, en los distintos clones.

Para el factor clon, los promedios entre clones resultaron ser altamente significativos al 99% de confianza (p -valor <0.01), es decir, los promedios entre clones son distintos (Figura 18).

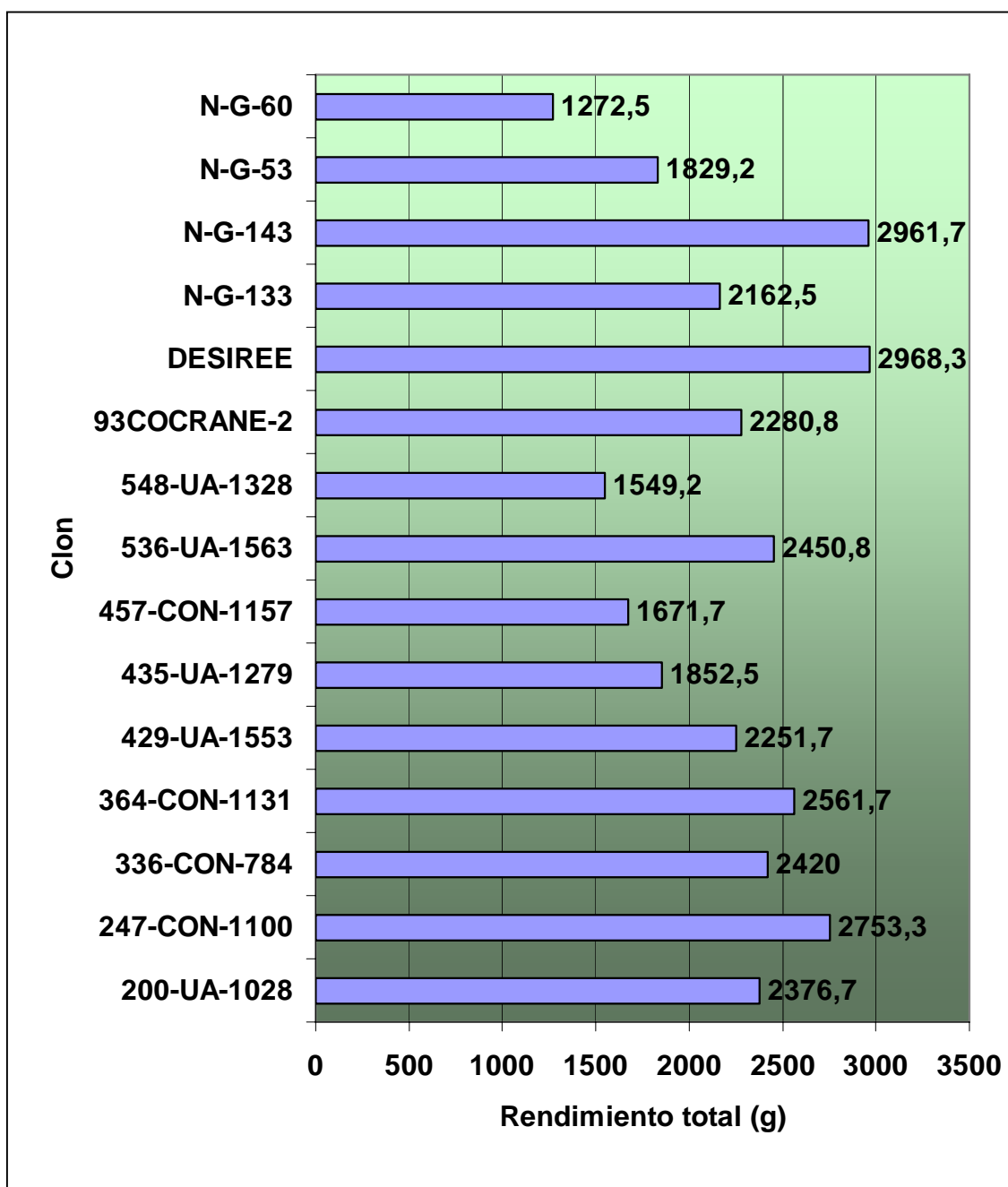


FIGURA 18 Gráfico que ilustra el efecto de los diferentes clones v/s el rendimiento total (g) a la cosecha.

No existe interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza (p -valor >0.05) (Figura 19).

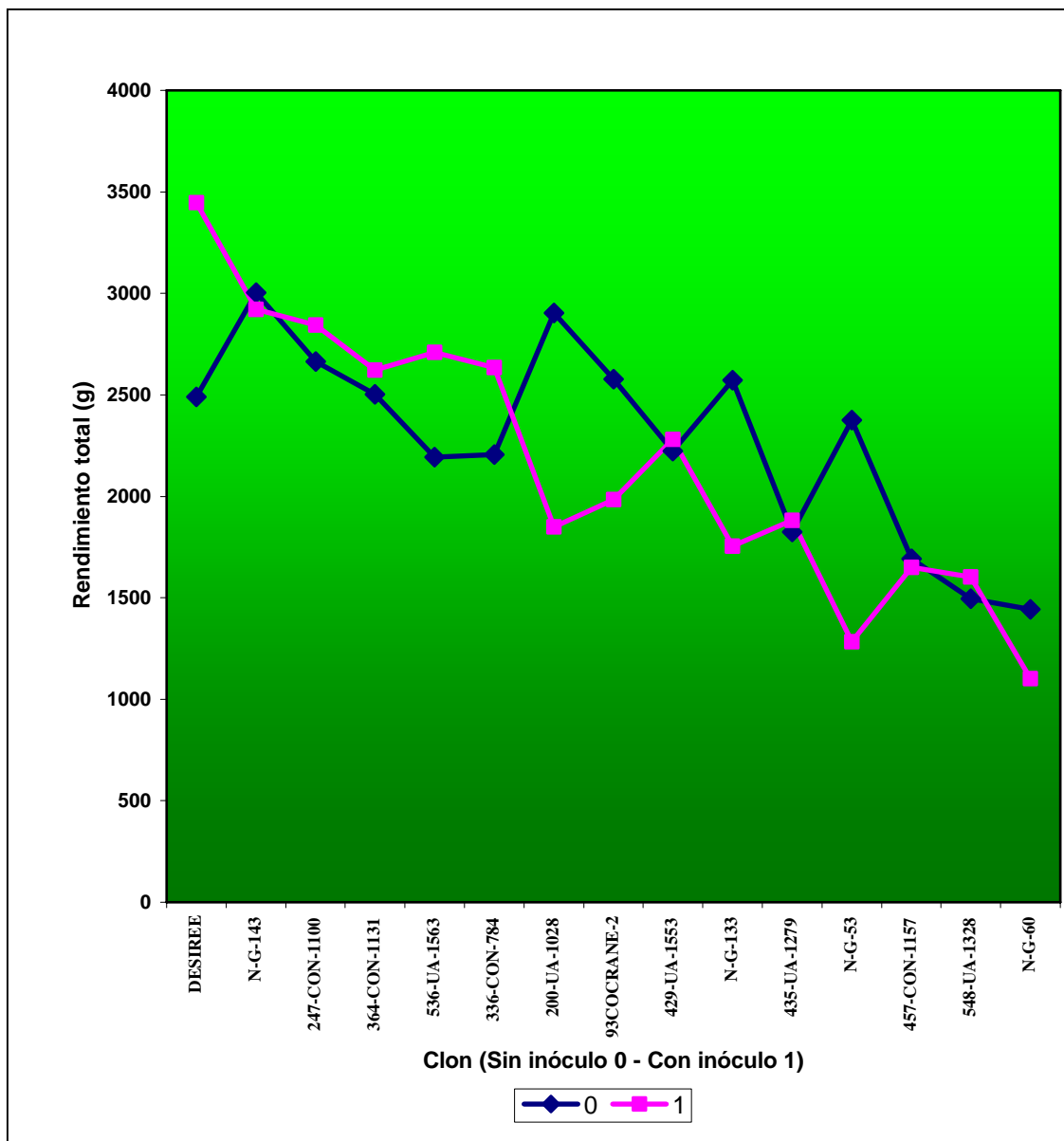


FIGURA 19 Gráfico que ilustra la interacción clon x inóculo (0 y 1) v/s el rendimiento total a la cosecha en los diferentes clones.

Estos resultados son concordantes con lo expuesto por JELLIS y TAYLOR (1977) quienes estudiaron el desarrollo de la “sarna plateada” en tubérculos de papa. Informan que la papa semilla es la principal fuente de inóculo y que el suelo no juega un rol en la transmisión de la enfermedad. En este último punto con el desarrollo de la presente tesis, bajo las condiciones del ensayo, esto no se cumple, debido a que los tubérculos que no se inocularon a la plantación al ser cosechados evidencian síntomas de la enfermedad. Esto puede ser atribuido a que existen conidias en el suelo y que las condiciones de rotación son muy importantes para establecer cuanto tiempo el hongo es capaz de sobrevivir en el suelo.

Lo que sí se evidencia es que las plantas de papa que se usaron en este ensayo no demuestran síntomas aéreos durante el desarrollo del cultivo. Por el contrario, en la descendencia, las papas hijas, deben conducir síntomas a la cosecha. En este trabajo se obtuvieron estas evidencias comprobando lo que muchos autores confirman que la enfermedad es asintomática y que el verdadero mecanismo de infección y establecimiento de *H. solani* en papas hijas no se ha detectado todavía (SECOR, 2005).

SNOWDON (1991), señala que la infección de los tubérculos hijos suele ocurrir solo después que el cultivo ha madurado completamente, siendo realizada la penetración del hongo vía lenticelas, o bien directamente a través de la piel por medio de apresorios.

Sin embargo, y de acuerdo a los objetivos de este estudio, interesa en este ensayo verificar si existe diferentes porcentajes del patógeno en la piel de los tubérculos hijos y así establecer si se puede o no aceptar la hipótesis del ensayo.

El tubérculo semilla es considerado la fuente primaria de inóculo (JELLIS y TAYLOR, 1997). Sin embargo, propágulos de *H. solani*, son capaces de sobrevivir en el suelo y causar infección (MERIDA y LORIA, 1994; JELLIS y TAYLOR, 1997).

Este hongo, puede sobrevivir en el suelo, a través, de la materia orgánica en descomposición (SHETTY *et al.*, 1996). Se ha comprobado en estudios realizados por MERIDA y LORIA (1994), que este agente es capaz de colonizar tejidos senescentes *in vitro*, lo cual indica, que estos pueden tener una habilidad saprofítica natural en el suelo (OLIVIER. *et al.*, 1998). Estos autores señalan, además, que producto de lo anterior, se forman estructuras de resistencia que serán la potencial fuente de infección para el nuevo ciclo de infestación.

Sin embargo y en contraposición de lo anterior, Hilton y colaboradores, citando a HIDE y ADAMS (1980), informan que propágulos de *H. solani* pueden sobrevivir por cortos períodos en el suelo y también sobre tubérculos dejados en el suelo a partir de cultivos de papa previos.

Es importante mencionar que al momento de la cosecha todos los clones presentaban evidencias notorias de la presencia de la enfermedad esto apoyado por HEINY y McINTYRE (1983), donde señalan que la infección toma lugar antes de la cosecha.

Al realizar la inoculación de los tubérculos madres en los tratamientos que correspondían, tomando la precaución de dejar una hilera sin tubérculos para evitar posibles contaminaciones con los tubérculos no inoculados, luego, tomando en cuenta que al cosechar todos los clones presentaban desarrollo de la enfermedad, nos indica que el suelo es capaz de mantener al hongo de una estación a otra o que por haber realizado cultivo de papa en este mismo terreno plantas voluntarias son capaces de mantener al hongo para contaminar el cultivo de papa próximo.

SMITH (1978), señala que el organismo causal permanece de año en año en el suelo y sobre tubérculos infectados.

En Chile a pesar de la importancia creciente de la enfermedad, no existe información necesaria para entender ésta compleja patología. Por lo tanto este estudio es una coincidencia más de lo complejo que resulta estudiar a *H. solani*.

Estudios señalan que para identificar nuevas fuentes de resistencia entre otras especies de *Solanum* tuberíferas se debería utilizar tubérculos cultivados en invernaderos. Esto sería para asemejar condiciones de campo y controlar las condiciones que más nos afectan, como el suelo.

Además, HIDE y ADAMS (1980), en experimentos previos en diferentes predios sugieren que la incidencia de la enfermedad sobre los cultivos puede no estar relacionada con aquella sobre la semilla. La transmisión del inóculo desde la semilla a los tubérculos hijos puede estar influenciada por las condiciones del suelo.

Consecuentemente, las pruebas sobre tubérculos cultivados en invernaderos son adecuadas para la identificación de nuevas fuentes de resistencia a sarna plateada. Una vez que genotipos resistentes han sido identificados, tal material puede ser explotado en un programa de mejoramiento y la genética de la resistencia puede ser investigada (HILTON *et al.*, 2000).

CRUZ (2002), señala que *H. solani* no o causa pérdida de rendimientos a la cosecha. Entre todos los clones evaluados resulta ser Desireé la que presenta los mayores rendimientos, esto documentado por KALAZICH *et al.* (1979), al señalar que esta es una variedad de alto rendimiento, pero es estadísticamente igual a N-G-143 y 247-CON-1100.

4.4 Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0), transcurrido un tiempo en almacenaje luego de la cosecha.

Se presentan a continuación en el Cuadro 10 los resultados obtenidos de la variable porcentaje de sarna plateada relacionada con los distintos clones y el haber inoculado o no el tubérculo semilla de papa sano. Estos resultados fueron obtenidos luego de un tiempo de almacenaje y posterior incubación de los tubérculos bajo cámara húmeda.

CUADRO 6 Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0), transcurrido un tiempo en almacenaje luego de la cosecha.

Clon	Inóculo		Sarna (%) Promedio
	0	1	
364-CON-1131	75,0	75,0	75,0 a
93COCRANE-2	75,0	75,0	75,0 a
N-G-133	75,0	75,0	75,0 a
247-CON-1100	75,0	66,7	70,8 ab
N-G-143	66,7	75,0	70,8 ab
N-G-53	66,7	75,0	70,8 ab
457-CON-1157	58,3	66,7	62,5 abc
DESIREE	75,0	41,7	58,3 abc
429-UA-1553	58,3	53,3	55,8 abc
200-UA-1028	50,0	50,0	50,0 abc
336-CON-784	58,3	41,7	50,0 abc
536-UA-1563	41,7	45,0	43,3 abcd
435-UA-1279	20,0	45,0	32,5 bcd
N-G-60	15,0	41,7	28,3 cd
548-UA-1328	10,0	15,0	12,5 d
Sarna (%) Promedio	54,7 a	56,1 a	

Letras distintas denotan diferencias estadísticamente significativas al 5% (p -valor $<$ 0.05) prueba de rango múltiple de Tukey.

El análisis de varianza (Anexo 7) para la variable $\text{Arco}(\text{seno}(\text{raíz}(\% \text{sarna})))$, indica que para el factor inóculo, resultó ser no significativo al 95% de confianza ($p\text{-valor} > 0.05$), es decir, los promedios en el $\text{Arco}(\text{seno}(\text{raíz}(\% \text{sarna})))$ con o sin inóculo son estadísticamente iguales (Figura 20).

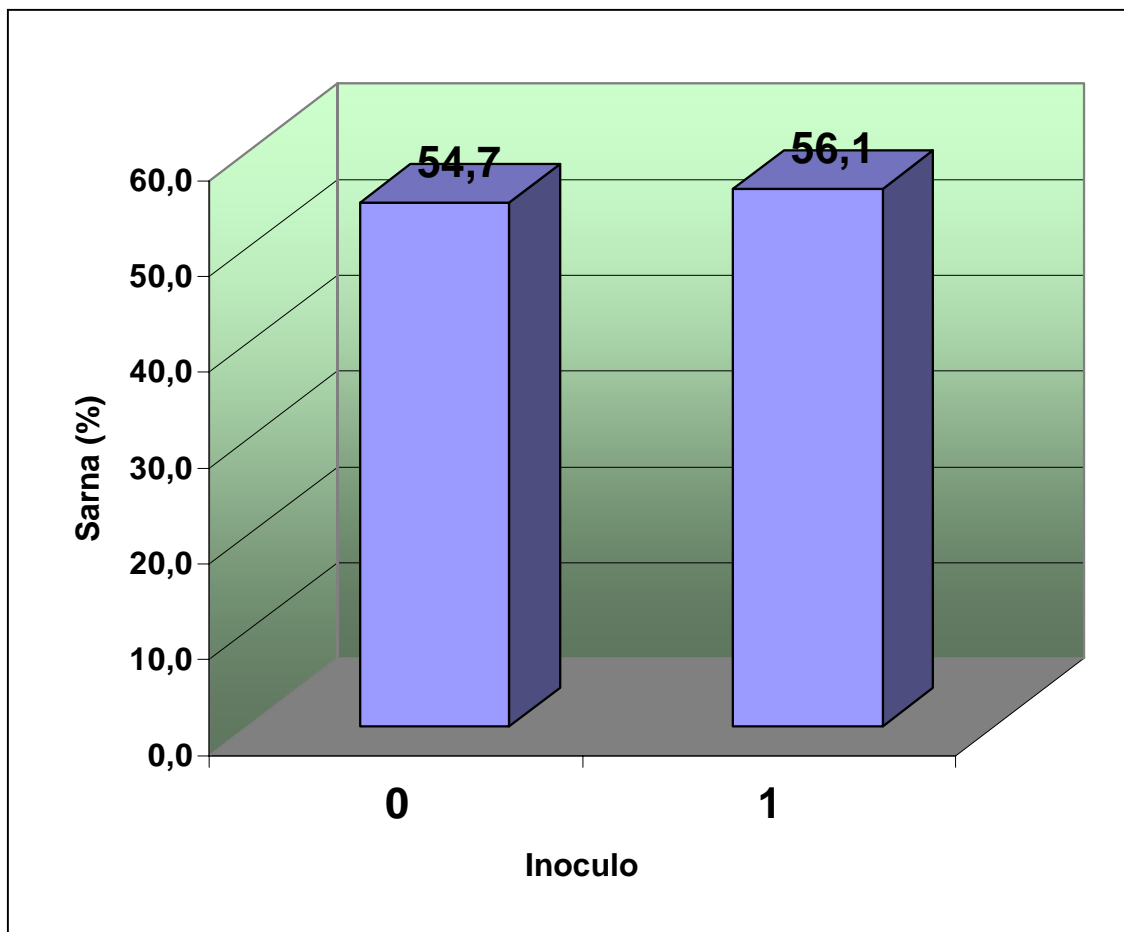


FIGURA 20 Gráfico que ilustra el efecto del inóculo (1) v/s no inóculo (0) en el porcentaje de sarna luego de un período de almacenaje, en los diferentes clones.

Para el factor clon, los promedios entre clones resultaron ser altamente significativos al 99% de confianza (p -valor <0.01), es decir, los promedios entre clones son distintos, es decir los clones responden o se comportan diferente entre si en el experimento (Figura 21).

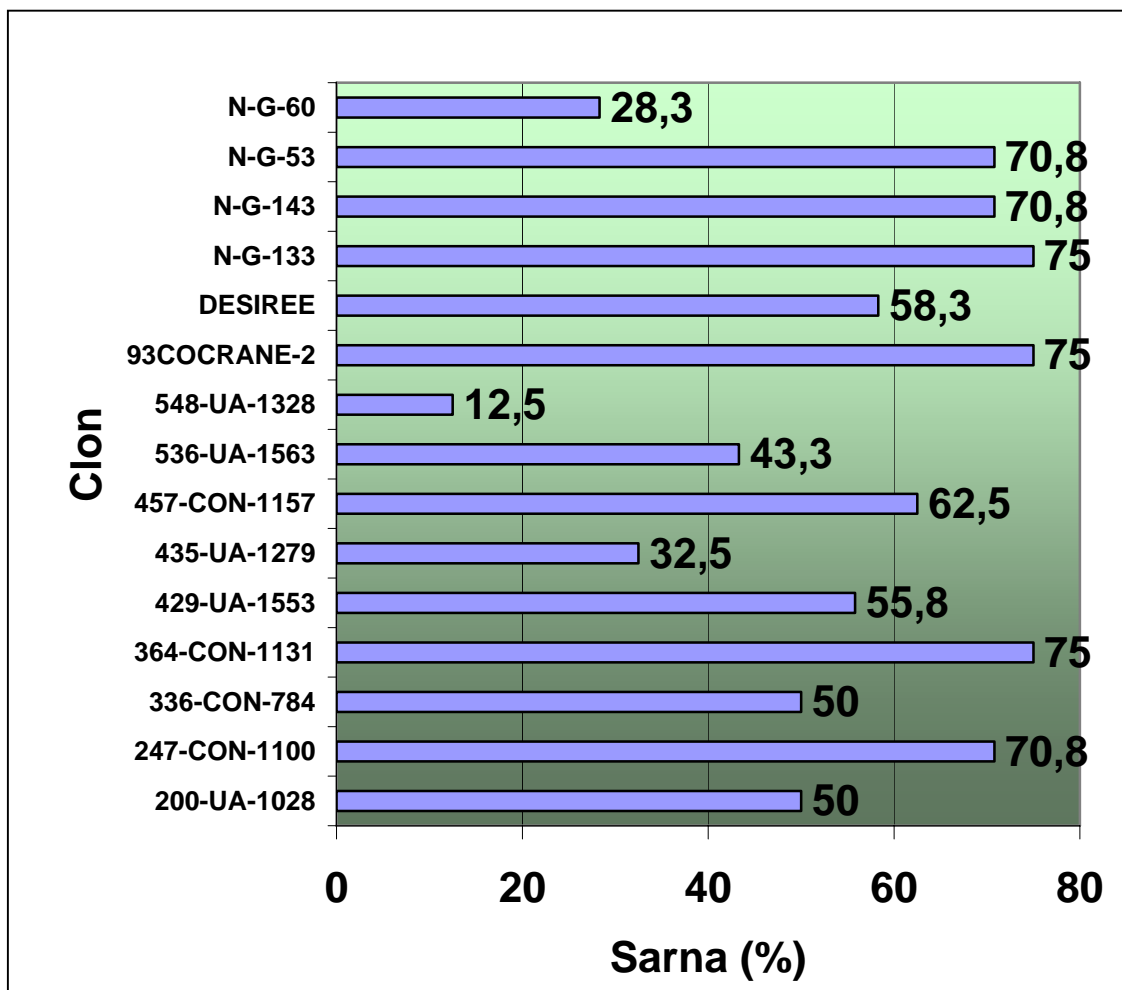


FIGURA 21 Gráfico que ilustra los diferentes clones v/s el porcentaje de sarna luego de un período de almacenaje.

No existe interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza (p -valor >0.05) (Figura 22).

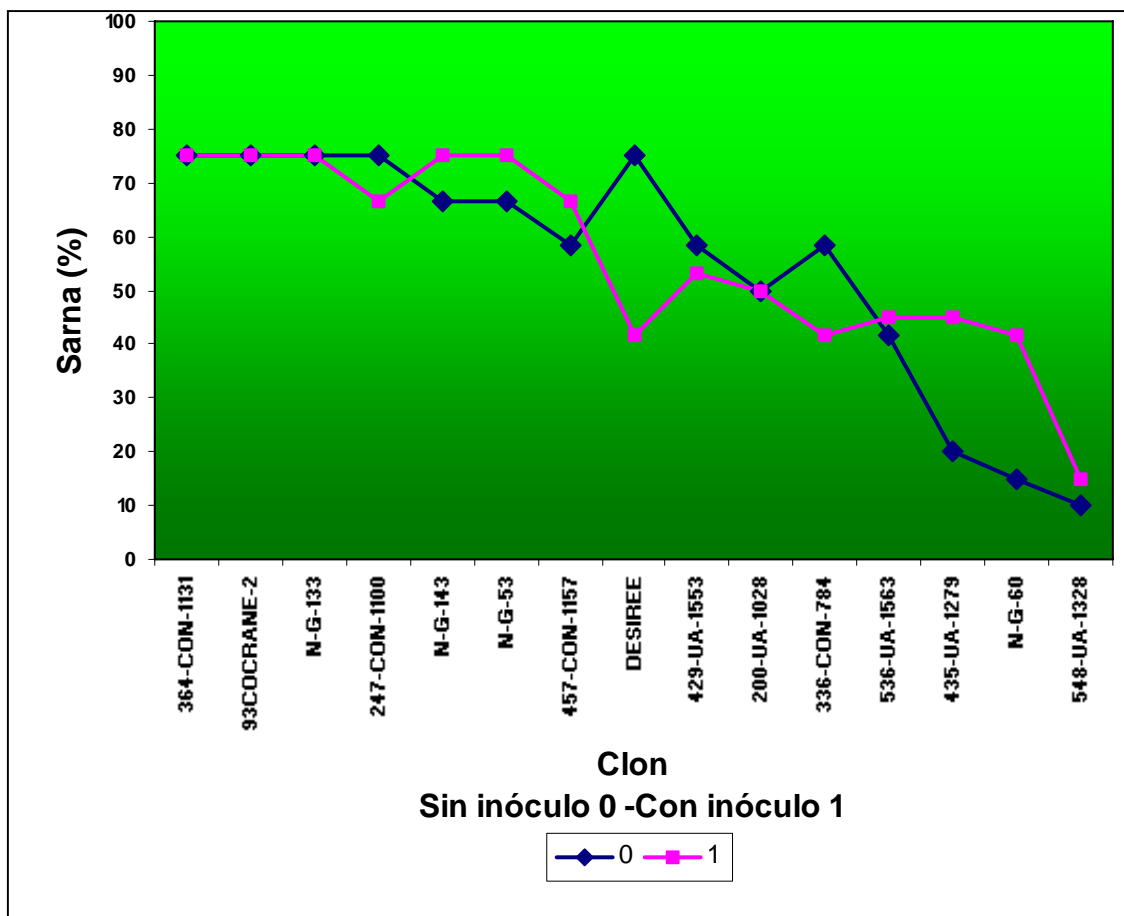


FIGURA 22 Gráfico que ilustra la interacción Clon x inóculo (0 y 1) v/s el porcentaje de sarna luego de 3 meses de almacenaje en los diferentes clones.

Al analizar cuales fueron los clones con menor incidencia de sarna plateada, los que tienen piel de color amarilla fueron los con menor porcentaje de enfermedad en relación a los de piel roja, morada o café. RODRIGUEZ *et al.* (1995), menciona que algunos cultivares son menos susceptibles que otros, y por lo tanto, la resistencia que ejerce su piel también lo es.

Lo anterior es confirmado por HARDY *et al.* (1997) quienes publican en una de sus investigaciones, que tubérculos de piel roja son menos resistentes a sarna plateada, que los de piel blanca, como se reafirma en este estudio.

MERIDA y LORIA (1991), realizaron estudios respecto a los efectos, del cultivar de papa, en la severidad de sarna plateada. Ellos mencionan que el factor cultivar, por sí solo, posee un efecto significativo.

El clon con menor incidencia de sarna plateada fue 548-UA-1328 con un 12.5 % de enfermedad en la totalidad de su área, pero resultó estadísticamente igual a N-G-60 con 28.3%, 435-UA-1279 con un 32.5% y 536-UA-1563 con 43.3%. Sin embargo, aún encontrando estos clones que se afectan poco por esta patología no se puede afirmar que estos sean aptos para potenciarlos como cultivo, pues, es muy importante analizar cual será su comportamiento en almacenaje y si es que la enfermedad realmente se presenta en un menor grado o que simplemente demora más que el resto de los clones evaluados.

Al evaluar los métodos utilizados se puede concluir que la suspensión de *H. solani* usada para la inoculación puede perfeccionarse, pero no en la forma de prepararse ni en la cantidad, sino más bien en la forma de aplicación del inóculo. Debido a que se suministró un baño a los tubérculos con 14.4×10^{-2} propágulos por mL, en comparación a lo realizado por RODRIGUEZ *et al.* (1995), quien aplicó 2.5×10^4 conidias por tubérculo en forma de aspersión e incubados en laboratorio durante un mes. Por lo tanto, no son llevados los tubérculos a condiciones de campo como se hizo en el presente ensayo.

Si bien es cierto la cantidad de inóculo del presente ensayo fue baja en relación a RODRIGUEZ *et al.* (1995), muchas veces en fitopatología es mucho

más relevante las condiciones del medio ambiente que la cantidad de inóculo. Puesto que, si el hongo tiene un ambiente favorable le será más fácil y rápida su colonización, a diferencia que exista gran cantidad de inóculo y no exista un ambiente propicio para su desarrollo.

Luego de tener una aproximación de los posibles clones con tolerancia o resistencia a *H. solani* se pueden evaluar llevándolos a invernadero donde se controlen todas las variables. Aspectos como tipo de suelo y condiciones climáticas durante el cultivo son factores muy relevantes para un estudio de esta naturaleza. Puesto que, es en la interacción de estos factores donde ocurren fenómenos propios de la enfermedad y que es incapaz de detectar y controlar el ser humano.

El otro punto importante, es el tamaño del tubérculo semilla sobre la dispersión de *H. solani* debido a que un aumento en el área de superficie del tubérculo semilla resulta en un incremento en el área de producción de conidias y por ende la severidad de la enfermedad (JELLIS y TAYLOR, 1977 ; FIRMAN y ALLEN, 1995).

Sin embargo, debido a que las lesiones se diseminan lentamente sobre los tubérculos semilla después de la plantación y debido a que las lesiones senescentes pierden su habilidad para esporular, tubérculos semilla afectados extensivamente pueden producir cultivos con menos enfermedad que semillas con infección moderada. Mientras esta relación negativa entre semilla e infección del cultivo ha sido demostrada con semilla con diferentes niveles de enfermedad plantada sobre el mismo terreno, asimismo, semilla “más sana” con

menos enfermedad produjo cultivos con tanto o más infección (JELLIS y TAYLOR 1977).

Es importante mencionar, que varios autores concuerdan en el hecho de que la severidad de sarna plateada, sobre distintos cultivares de papa, se presenta con intensidades distintas de un año a otro (HILTON *et al.*, 2000).

Con el presente ensayo se logra obtener una metodología experimental con las variaciones detalladas en los párrafos anteriores y con esto lograr mantener en uso la gran diversidad de germoplasma de papas existente. Asimismo, contribuir a evaluar el comportamiento de los tubérculos ante determinados factores en estudio. Es recomendable, en futuros ensayos, contar con suelos libres del patógeno, o que hayan tenido una rotación larga.

Para tener plena certeza que existen clones con algún grado de tolerancia a este hongo los tubérculos serán mantenidos en condiciones de almacenaje durante un periodo de 6 meses. Esto es debido que es en bodega donde el patógeno ejerce su efecto y luego de saber como fue el comportamiento de los clones ver cual es el rendimiento a nivel de campo, pues debe existir un complemento entre estos factores.

5 CONCLUSIONES

- Se acepta hipótesis nula, ya que clones selectos de papa nativa presentan diferentes grados de incidencia de sarna plateada en la piel al ser expuestos a una población de *H. solani*, previo a la plantación, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.
- Los clones con piel de color amarilla o café presentan mayor resistencia a la penetración del hongo, hecho que es comprobado en el presente estudio.
- En todas las variables evaluadas ya sea número total de plantas emergidas, número de tallos principales, rendimiento total (g) e incidencia de sarna plateada no existen diferencias entre el haber realizado la inoculación o no de los clones previo a la plantación.
- Sin embargo, sí existen diferencias entre los diferentes clones en relación a las variables evaluadas y esto es atribuible a tratarse de genotipos distintos.
- Lo anterior indica que el agente causal es capaz de permanecer en el suelo e infectar tubérculos semilla sanos, los que más tarde traspasaran la infección a los tubérculos hijos.
- El agente causal de la sarna plateada *Helminthosporium solani* no ejerce efecto sobre la parte aérea de las plantas de papa, si no más bien a nivel de tubérculos, debido a que es en estos órganos donde actúa y se desarrolla.
- Con la presente investigación se puede inferir que en el ataque de un patógeno es de vital importancia analizar a este en el entorno en que se desarrolla, es decir, su interacción con el medio y su hospedero, debido a que esto nos permite entender que aunque se aplique inóculo al suelo, ya sea en menor cantidad de propágulos que en la literatura consultada, el hongo se desenvuelve si posee las condiciones necesarias para su desarrollo.

6 RESUMEN

La sarna plateada, causada por *Helminthosporium solani* Durieu & Mont., es una importante enfermedad de papas (*Solanum tuberosum* L.) durante el almacenaje. Los síntomas están limitados a la peridermis del tubérculo, de modo que las pérdidas de la enfermedad están asociadas con una reducida calidad causada por decoloración, desprendimiento de la piel, y pérdidas de humedad causadas por una ruptura de la integridad peridermal.

Sin embargo, esta ruptura puede incrementar la susceptibilidad de los tubérculos a otras enfermedades en almacenaje que requieren heridas para producir la infección. La sarna plateada ha incrementado su importancia recientemente debido a que muchas cepas de *H. solani* han desarrollado resistencia a funguicidas, por lo anterior las medidas para controlarla han tenido un éxito limitado. Tales problemas destacan la necesidad de medidas alternativas de control, incluyendo el desarrollo de cultivares resistentes.

El objetivo de este ensayo consistió en evaluar el grado de resistencia o tolerancia de 14 clones diferentes más la variedad Desirée a la inoculación de los tubérculos con el hongo previo a la plantación. Para esto, se evaluaron los parámetros: número de plantas emergidas, número de tallos principales, rendimiento total (g) e incidencia de sarna plateada.

Los resultados indican que la descendencia de clones selectos de papa nativa presentan diferentes grados de incidencia de sarna plateada en la piel al ser expuestos a una población de *H. solani*, previo a la plantación, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo.

SUMMARY

Silver scurf induced by *Helminthosporium solani* Durieu & Mont., is a very important potato storage disease (*Solanum tuberosum* L.). Symptoms are localized on the potato skin; therefore, losses of this disease are associated with a reduced quality by decoloration, skin detachment, and water content losses due to peridermal integrity rupture.

Skin rupture as a result of tuber susceptibility may increase the incidence of other diseases that need open tissues during storage to invade through wounds in order to cause infection. Recently, silver scurf has increased its importance because many strains of *H. solani* have developed fungicide resistance, for this reason measures for control of this pathogen have been unsuccessful. These problems show the need of alternative measures of control, including the development of new cultivars.

The main objective of this research was to evaluate the possible degree of resistance or tolerance of 14 different potato clones plus the cultivar Desirée to *H. solani* field inoculated at plantation time. The following parameters were determined during crop development and at harvest time: number of plants emerged, number of main stems, yield (g) and silver scurf incidence.

Results indicated that daughter tubers of selected native potato clones showed different degrees of incidence of silver scurf on the skin, exposed to a population of *H. solani*, before plantation, during growth and field development.

7 BIBLIOGRAFIA

- ACCATINO, P.1994. Ventajas de la producción tubérculo-semilla de papa. *Agroeconómico (Chile)* (23): 15-19p.
- AGRIOS, G.1996: Fitopatología. 2º ed. DF (México). Noruega Editores. 838p.
- ,1997. Plant pathology. 4th ed. New York. Academic Press. 635p.
- ANDRADE, H; CASTILLO, C. 1977. Incorporación de la cadena de usuarios en el fitomejoramiento participativo de papa en Ecuador. *In:* Programa Nacional de Raíces y Tubérculos-Papa. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (NIAP).Quito-Ecuador.151p.
- BAINS, P., BISHT, V y BERNARD, D. 1996. Soil survival and thiabendazole sensivity of *Helminthosporium solani* isolates from Alberta, Canadá. *Potato Research*.39:23-30.
- BOHM, L. 1986.Evaluación de la resistencia a *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White) Chitwood, en clones del germoplasma Chileno de papas. *Agro Sur (Chile)*. 14(2):127-130.
- CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA DE CHILE. SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO: SAG. 2000.Diseño de una estrategia de control integrado orientada a incrementar la calidad fitosanitaria certificada del cultivo de la papa de semillas SZ , sus asociados y productores de la zona Sur de Chile. 157p.

CHILE, OFICINA Y ESTUDIOS DE POLITICAS AGRARIAS (ODEPA).2003.

Base de datos <WWW. ODEPA. c>(18 jul.2004).

CIAMPI, L.2002. Introducción a la patología vegetal. Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs .Agrarias. Valdivia (Chile). Nuova Firenze. 231p.

CONTRERAS, A.; ARUTA, C y HEIDRUN , R. 1980. Estudio y proyección del germoplasma chileno de papas. Simiente (Chile). 50 (1-2): 57-63.

----- BANSE, J. 1982a. Determinación de virus en el germoplasma chileno de papas (*Solanum sp*).Agro Sur (Chile). 10(2): 84-89.

----- SOTO, M. 1982b. Determinación de resistencia a virus en variedades antiguas de papa chilena (*Solanum tuberosum* L). I.. Virus X. Agro Sur (Chile). 10(2): 90-96.

----- TAPIA, V. 1983. Resistencia a virus en variedades antiguas de papa chilena (*Solanum tuberosum* L). Virus Y. Agro Sur (Chile). 11(2): 69-73.

----- 1991a. El cultivo de la papa. Facultad de Ciencias Agrarias. Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Valdivia.33p.

----- MORAGA, J y De La VEGA, J. 1991b. El patrimonio fitogenético nativo de Chile. Un recurso estratégico para el desarrollo de la biotecnología agrícola y la seguridad alimentaria. Medio Ambiente (Chile). 11(2): 25-37.

- ALBERDI, M., ANDRADE, N., BOHM, L., CIAMPI, L., FUENTEALBA, J., MEZA, L., ROMERO., y SEEMANN, P. 1992a.Recolección, mantención, evaluación y uso potencial de la papa nativa de Chile y parientes relacionados. *Simiente* (Chile). 62(2): 61-72.
- ANDRADE, N., HEIMLICH, M., MANRIQUEZ, M., y TAPIA, M. 1992b. Alternativa de uso de germoplasma en agricultura marginal .I. Papa. *Simiente*. (Chile). 62(3): 139-152.
- 1994. Cursos de actualización. Avances en producción y sanidad vegetal. Alternativas de producción de papa en la XI Región. Coyhaique (Chile).128p.
- 1997. Producción de papa semilla para pequeños agricultores del sur de Chile. Universidad Austral de Chile. 2ª ed. Valdivia (Chile).83p.
- 2000a. La papa en el contexto nacional e internacional. Asociación Chilena de la Papa. (ACHIPA). N°6. Osorno (Chile). 16p.
- 2000b. Colectas de *Solanum* en Chile y su mantención. In: Congreso iberoamericano de investigación y desarrollo en patata. España. 350p.
- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP).1995. La papa en la década de 1990. Situación y perspectivas en la economía de la papa a nivel mundial. FAO. 50p.

- CRUZ, M 2002. El carbón y las costras de la papa INIA Quillamapu.
http://www.iris.cl/Articulos/Carboncostra_de_papa/Default.htm>(16 may. 2004).
- ELSON, M., SCHISLER, D y BOTHAST, R. 1997. Selection of microorganisms for biological control of Silver scurf (*Helminthosporium solani*) of potato tuber. *Plant Disease*. 8: (6). 647-652.
- FAIGUENBAUM, H. 1987. Producción de cultivos en Chile. Cereales-Leguminosas e industriales. Santiago (Chile).332p
- GUTIERREZ, M.2000. Sarna Plateada. Achipa (Chile).(6):5.18p.
- HALL, S y HIDE, G. 1994. The control of Silver scurf and development of thiabendazole resistance in *H. solani* as affected by the rate of fungicide applied to potato seed tubers. *Potato Research*. 37: 403-411.
- HARDY, C., BURGESS, P y PRINGLE, R. 1997. The effect of condensation on sporulation of *Helminthosporium solani* on potato tubers infected with Silver scurf and held in simulated store conditions. *Potato Research*. 40: 169-180.
- HEINY, C y McINTYRE, G. 1983. *Helminthosporium solani* Dur & Mont. Development on potato perider. *American Potato Journal*. 60: 773-789.
- HIDE, G., SHARON, M y BOORER, R. 1988. Resistance to thiabendazole in isolates of *Helminthosporium solani*, the cause of Silver scurf of potato. *Plant Pathology*. 37: 377-380.

- HILTON, A., STEWART, H., LINTON, S., NICOLSON, M y LEE, A. 2000. Testing the resistance to Silver scurf in commercial potato cultivars under controlled environmental conditions. *Potato Research*. 43: 263-272.
- HOOKER, W.1981. Compendium of potato disease. Minesota (USA). 125 p.
- JELLIS, G y TAYLOR, G. 1977. The development of silver scurf (*Helminthosporium solani*) disease of potato. *Ann. Appl. Biology*.86:19-28.
- JERGER, M., HIDE, G., VAN DEN BOOGERT, J., TERMORSHUIZEN, A y VAN BAARVEN, P.1996. Pathology an control of soil-borne fungal pathogen of potato. *Potato Research*. 39:437-469.
- KALAZICH, B.1979. Mejoramiento de papas y variedades. In: Primer curso de semilla certificada de papa para productores. INIA. Estación Experimental Remehue. Agosto. Llanquihue. Chile 21p.
- KIRAN, S., FRAZIER, M ., KLEINKOPF, G y NOLTE, P.1996. Silver scurf of potatoes. In: Potato storage research. <www.Kimberly.uidaho.edu/potatoes/ssmanage.htm>. (15 nov. 2002).
- LARA, O. 1993. 5º jornadas de extensión agrícola: Manejo agronómico del cultivo de la papa y la perspectiva del mercado. Fertilización del cultivo de la papa. Temuco 27 Agosto. Facultad de Ciencias Agropecuarias y forestales. Universidad Católica de Temuco.250p.
- LENNARD, J.1980. Factors affecting the development of Silver scurf (*Helminthosporium solani*) on potato tubers. *Plant pathology*. 29:87-92.

- LISTER, C y MONRO, J.2000. Boletín papa vol.2 n°3. In: La nada humilde papa <www.redepapa.org/boletinveintinueve.html> (15 nov.2002).
- MAHONEY, S y CHRIST, B. 2001. Northampton County cooperative Extension Vegetable and Fruit Production.<www.northampton.extension.psu.edu/AgNR/vegfrt.html> (10 jun.2004).
- MERIDA, C y LORIA, R. 1994. Effects of pottato cultivars and time of harvest on the severity of Silver scurf. *Plant Disease*. 78: (2).146-149.
- NAVARRO, P.2002. Aproximación de la patogénesis de *Helminthosporium solani* Durieu & Mont en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp.tuberosum Hawkes) durante el almacenaje. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Valdivia (Chile).90p.
- OLIVIER, C., HALÑSETH, D., MIZUBUTTI, S y LORIA, R.1998. Postharvest application of organic and inorganic salts for suppression of Silver scurf on potato tubers. *Plant Disease*.82 (2) 213-217.
- RODRIGUEZ, D., SECOR, G., GUDMESTAD, N y GRAFTON, G. 1995. Screening tuber-Bearing *solanum* species for resistance to *Helminthosporium solani*. *American Potato Journal*. 72: 669-679pp.
- RODRIGUEZ, D., SECOR, G., GUDMESTAD, N y FRANCL, L.1996. Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed commercial storages. *Plant Disease*. 80:(9). 1063-1070.

- SANTIBAÑEZ, P. 1999. Seminario: Situación actual y perspectiva del mercado de la papa. Fundación Chile. Frutillar (Chile). pp 15-25.
- SECOR, G. 2000. Silver scurf of potato. In: Department of plant pathology. North Dakota State University. <www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/image3_3.html>(20 mar. 2003).
- SCHNETTLER, E. 2000. Tratamiento de semillas de papa a la siembra: Un aspecto clave en el manejo del cultivo. Asociación chilena de la Papa (ACHIPA). N°5. Osorno (Chile). 14p.
- SHETTY, K., FRAZIER, M., KLEINKOPF, G y NOLTE, P. 1996. Silver scurf of potatoes. In: Potato Storage Research. Kimberly Research and Extension Center. University of Idaho. College of Agriculture <www.Kimberly.uidaho.edu/potatoes/ssmanage.htm>. (15 nov.2002).
- SMITH, I., DUNEZ, J., LELLIOT, R., PHILLIPS, D y ARCHER, S.1992. Manual de las enfermedades de las plantas. Madrid (España). Mundi-Prensa, 671p.
- SNOWDON, A. 1991. A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruit and vegetables. Copyright. Aylesbury. England. 416p.
- TAUCHER, E.1997. Bioestadística. Chile. Universitaria. 310p.
- TAPIA, B. 2002. Situación actual y perspectivas de la papa. Asociación Chilena de la papa (ACHIPA). N° Osorno (Chile). 16p.

ANEXOS

ANEXO 1 Características de los clones de papa nativa utilizados en el presente ensayo.

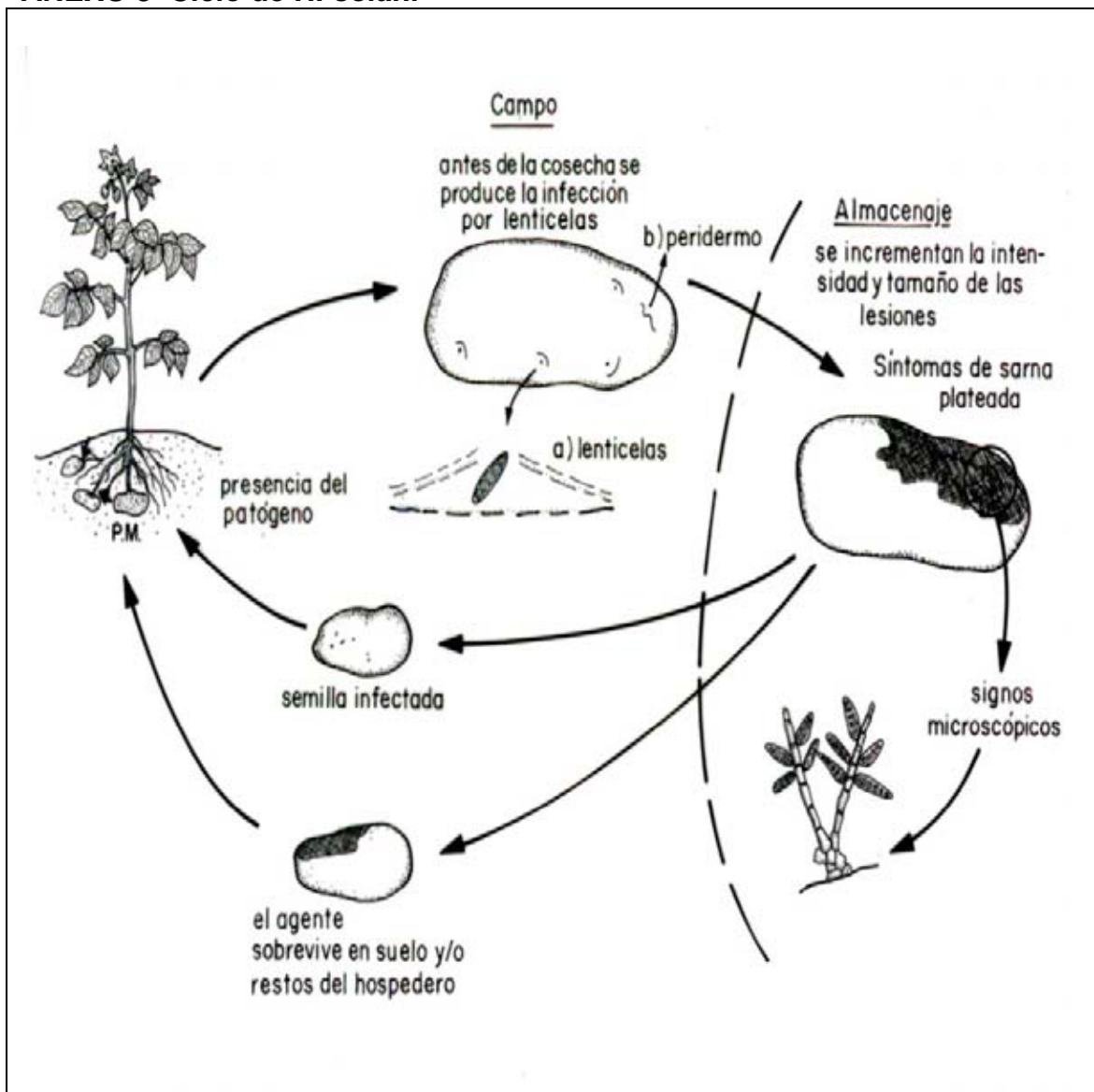
clon	Descripción	Color de la piel	Forma tubérculo	Color del brote
1	N-G-60	Café- amarilla	Alargada	Morado verdoso
2	548-UA-1328	Amarilla(ojos profundos)	Redonda	Café
3	DESIREE	Rosada	Oval alargado	Amarillos
4	N-G-133	Morada con manchas amarillas	Redonda	Negros
5	93 COCRANE-2	Café	Redonda ovalada	Morado
6	536-UA-1563	Café clara	Redonda	Café verdoso
7	200-UA-1028	Amarilla verdosa	Ovalada	Café
8	247-CON-1100	Café morada	Redonda ovalada	Morado
9	N-G-53	Ploma	Redonda	Negros
10	457-CON-1157	Morada	Redonda	Morada
11	336-CON-784	Morado pigmentado	Redonda ovalada	Morado
12	364-CON-1131	Morada -café	Redonda	Morado
13	429-UA-1553	Amarilla	Redonda ovalada	Morado
14	N-G-143	Morada con manchas amarillas	Redonda ovalada	Café
15	435-UA-1279	Amarilla	Alargada irregular	Negros

FUENTE: Recopilación de datos provenientes del ensayo.

ANEXO 2 Tabla con los 30 tratamientos utilizada para las comparaciones múltiples y ranking de la interacción clon * inóculo de las distintas variables en estudio.

Clon	Inóculo	
	0	1
200-UA-1028	T19	T20
247-CON-1100	T15	T16
336-CON-784	T1	T2
364-CON-1131	T9	T10
429-UA-1553	T13	T14
435-UA-1279	T23	T24
457-CON-1157	T27	T28
536-UA-1563	T5	T6
548-UA-1328	T17	T18
93COCRANE-2	T29	T30
DESIREE	T7	T8
N-G-133	T11	T12
N-G-143	T21	T22
N-G-53	T25	T26
N-G-60	T3	T4

ANEXO 3 Ciclo de *H. solani*¹



¹ CIAMPI, L. (2002). Ing. Agr. Sc., Ph.d. Instituto de producción y sanidad vegetal. Universidad Austral de Chile. Comunicación personal.

ANEXO 4 Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de plantas emergidas al 22/12/02 en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor P
A: Clon	38.200	14	2.72857	12.13	0.0000 **
B: Inoculo	0.0033	1	0.033	0.15	0.7007n.s
Interacción A X B	6.467	14	0.462	2.05	0.0151 *
Residuo	54.000	240	0.225		
Total	98.700	269			

ns: No significativo al 95% de confianza (p-valor>0.05)

* Significativo al 95% de confianza (p-valor>0.05)

** : Significativo al 99% de confianza (p-valor<0.01)

ANEXO 5 Análisis de Varianza (ANDEVA).Número de tallos principales a la cosecha en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor P
A: Clon	526.111	14	37.5794	9.02	0.0000 **
B: Inoculo	0.237037	1	0.237037	0.06	0.8119 n.s
Interacción A X B	31.8741	14	2.27672	0.55	0.9037 n.s
Residuo	993.956	240	4.17628		
Total	1558.67	269			

ns: No significativo al 95% de confianza (p-valor>0.05)

** : Significativo al 99% de confianza (p-valor<0.01)

ANEXO 6 Análisis de Varianza (ANDEVA). Rendimiento total a la cosecha (g) de 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0).

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor P
A: Clon	2.14E7	14	1.53E6	3.13	0.0011 **
B: Inoculo	256534	1	256534	0.52	0.4718 n.s
Interacción A X B	7.05E6	14	503909	1.03	0.4374 n.s
Residuo	2.94E7	60	489229		
Total	5.81E7	89			

ns: No significativo al 95% de confianza (p-valor>0.05)

** : Significativo al 99% de confianza (p-valor<0.01)

ANEXO 7 Análisis de Varianza (ANDEVA) para el Arc (seno (raíz (%sarna))). Porcentaje de incidencia de sarna plateada en 14 clones de papa nativa, más el cv Desiree, inoculados con *H. solani* (1) y sin inocular (0), transcurrido un tiempo en almacenaje luego de la cosecha.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Valor de F calculado	Valor P
A :Clon	3.75423	14	0.2682	6.26	0.0000 **
B: Inoculo	0.00584748	1	0.00584748	0.14	0.7131 n.s
Interacción A X B	0.528609	14	0.0378	0.88	0.5823. n.s
Residuo	2.57143	60	0.0429		
Total	6.86012	89			

ns: No significativo al 95% de confianza (p-valor>0.05)

** : Significativo al 99% de confianza (p-valor<0.01)

ANEXO 8 Parámetros descriptivos para el N° plantas emergidas totales, según factor Inóculo.

Factor: Inoculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
0	135	3,0	4,62	5,0	0,6092	13,2
1	135	3,0	4,64	5,0	0,6043	13,0
Total general	270	3,0	4,60	5,0	0,6057	13,1

ANEXO 9 Parámetros descriptivos para el N° plantas emergidas totales, según factor Clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200-UA-1028	18	3,0	3,7	5,0	0,9701	26,5
247-CON-1100	18	4,0	4,7	5,0	0,4851	10,4
336-CON-784	18	4,0	4,5	5,0	0,5145	11,4
364-CON-1131	18	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
429-UA-1553	18	4,0	4,8	5,0	0,3835	7,9
435-UA-1279	18	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
457-CON-1157	18	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
536-UA-1563	18	4,0	4,7	5,0	0,4851	10,4
548-UA-1328	18	4,0	4,7	5,0	0,4851	10,4
93COCRANE-2	18	3,0	4,5	5,0	0,7859	17,5
DESIREE	18	4,0	4,3	5,0	0,4851	11,2
N-G-133	18	3,0	4,0	5,0	0,5941	14,9
N-G-143	18	4,0	4,8	5,0	0,3835	7,9
N-G-53	18	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
N-G-60	18	4,0	4,8	5,0	0,3835	7,9

**ANEXO 10 Parámetros descriptivos para el N° plantas emergidas totales
según interacción: Inóculo * clon.**

Interacción: Inóculo x clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
T1 *	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T2*	9	4,0	4,3	5,0	0,5000	11,5
T3*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T4*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T5*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T6*	9	4,0	4,3	5,0	0,5000	11,5
T7**	9	4,0	4,0	4,0	0,0000	0,0
T8*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T9*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T10*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T11*	9	4,0	4,0	4,0	0,0000	0,0
T12*	9	3,0	4,0	5,0	0,8660	21,7
T13*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T14*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T15*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T16*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T17*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T18*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T19*	9	3,0	3,7	5,0	1,0000	27,3
T20*	9	3,0	3,7	5,0	1,0000	27,3
T21*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7
T22*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T23*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T24*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T25*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T26*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T27*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T28*	9	5,0	5,0	5,0	0,0000	0,0
T29*	9	3,0	4,3	5,0	1,0000	23,1
T30*	9	4,0	4,7	5,0	0,5000	10,7

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 11 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. N° plantas emergidas totales

Lugar	Factor: Inóculo	N° Obs.	N° plantas emergidas totales promedio
1	1	135	4.64
2	0	135	4.62

ANEXO 12 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. N° plantas emergidas totales.

Lugar	Factor: Clon	N° Obs.	N° plantas emergidas totales promedio	Grupos*
1	364-CON-1131	18	5,0	a
2	435-UA-1279	18	5,0	a
3	457-CON-1157	18	5,0	a
4	N-G-53	18	5,0	a
5	429-UA-1553	18	4,8	a b
6	N-G-143	18	4,8	a b
7	N-G-60	18	4,8	a b
8	247-CON-1100	18	4,7	a b
9	536-UA-1563	18	4,7	a b
10	548-UA-1328	18	4,7	a b
11	336-CON-784	18	4,5	a b c
12	93COCRANE-2	18	4,5	a b c
13	DESIREE	18	4,3	b c
14	N-G-133	18	4,0	c d
15	200-UA-1028	18	3,7	e

* Grupos diferentes verticalmente al 95% de confianza (p-valor<0.05)

ANEXO 13 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Inóculo * clon. Nº plantas emergidas totales.

Lugar	Interacción Inóculo * clon	Nº Obs.	Nº plantas emergidas totales promedio	Grupos*
1	T3 +	9	5,0	a
2	T5+	9	5,0	a
3	T9+	9	5,0	a
4	T10+	9	5,0	a
5	T14+	9	5,0	a
6	T22+	9	5,0	a
7	T23+	9	5,0	a
8	T24+	9	5,0	a
9	T25+	9	5,0	a
10	T26+	9	5,0	a
11	T27+	9	5,0	a
12	T28+	9	5,0	a
13	T1+	9	4,7	a b
14	T4+	9	4,7	a b
15	T8+	9	4,7	a b
16	T13+	9	4,7	a b
17	T15+	9	4,7	a b
18	T16+	9	4,7	a b
19	T17+	9	4,7	a b
20	T18+	9	4,7	a b
21	T21+	9	4,7	a b
22	T30+	9	4,7	a b
23	T2+	9	4,3	a b c
24	T6+	9	4,3	a b c
25	T29+	9	4,3	a b c
26	T7+	9	4,0	b c
27	T11+	9	4,0	b c
28	T12+	9	4,0	b c
29	T19+	9	3,7	c
30	T20+	9	3,7	c

* Grupos diferentes verticalmente al 95% de confianza (p-valor<0.05).

+ Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 14 Parámetros descriptivos para el N° de tallos principales, según factor Inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
0	135	1,0	4,8	12,0	2,4327	50,6
1	135	1,0	4,7	12,0	2,3900	50,3
Total general	270	1,0	4,8	12,0	2,4071	50,4

ANEXO 15 Parámetros descriptivos para el N° de tallos principales, según factor Clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200-UA-1028	18	1,0	3,8	6,0	1,5925	42,2
247-CON-1100	18	3,0	6,8	11,0	2,3653	34,9
336-CON-784	18	2,0	5,5	10,0	2,3326	42,4
364-CON-1131	18	4,0	7,9	12,0	2,5315	31,9
429-UA-1553	18	1,0	5,0	9,0	1,9403	38,8
435-UA-1279	18	2,0	5,0	8,0	1,8471	36,9
457-CON-1157	18	1,0	4,4	8,0	2,2809	51,3
536-UA-1563	18	2,0	5,2	10,0	2,2029	42,6
548-UA-1328	18	1,0	2,3	5,0	1,0741	47,2
93COCRANE-2	18	2,0	5,3	10,0	1,9097	35,8
DESIREE	18	1,0	3,3	9,0	1,8787	56,4
N-G-133	18	2,0	4,1	6,0	1,5297	37,2
N-G-143	18	2,0	5,8	12,0	2,6624	45,6
N-G-53	18	2,0	3,9	7,0	1,4742	37,4
N-G-60	18	1,0	3,2	8,0	1,8960	58,8

**ANEXO 16 Parámetros descriptivos para el N° de tallos principales según
interacción: Inóculo * clon.**

Interacción: Inóculo x Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
T1*	9	2,0	6,3	10,0	2,6458	41,8
T2*	9	3,0	4,7	8,0	1,7321	37,1
T3*	9	2,0	3,2	8,0	1,9221	59,7
T4*	9	1,0	3,2	8,0	1,9861	61,6
T5*	9	2,0	5,6	10,0	2,5055	45,1
T6*	9	2,0	4,8	9,0	1,9221	40,2
T7*	9	1,0	2,9	5,0	1,2693	43,9
T8*	9	2,0	3,8	9,0	2,3333	61,8
T9*	9	4,0	8,0	12,0	2,4495	30,6
T10*	9	5,0	7,9	12,0	2,7588	35,0
T11*	9	2,0	3,9	6,0	1,7638	45,4
T12*	9	2,0	4,3	6,0	1,3229	30,5
T13*	9	1,0	5,0	9,0	2,2361	44,7
T14*	9	2,0	5,0	8,0	1,7321	34,6
T15*	9	3,0	6,6	11,0	2,7889	42,5
T16*	9	4,0	7,0	11,0	2,0000	28,6
T17*	9	1,0	2,6	5,0	1,1304	44,2
T18*	9	1,0	2,0	4,0	1,0000	50,0
T19*	9	1,0	3,7	6,0	1,8028	49,2
T20*	9	2,0	3,9	6,0	1,4530	37,4
T21*	9	3,0	6,0	9,0	2,0616	34,4
T22*	9	2,0	5,7	12,0	3,2787	57,9
T23*	9	3,0	5,4	8,0	1,7401	32,0
T24*	9	2,0	4,6	8,0	1,9437	42,7
T25*	9	2,0	3,9	5,0	1,4530	37,4
T26*	9	2,0	4,0	7,0	1,5811	39,5
T27*	9	1,0	4,3	6,0	2,1213	49,0
T28*	9	1,0	4,6	8,0	2,5550	56,1
T29*	9	2,0	4,8	8,0	1,9221	40,2
T30*	9	4,0	5,9	10,0	1,8333	31,1

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 17 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Inóculo. N° de tallos principales.

Lugar	Factor: Inoculo	N° Obs.	N° de tallos principales promedio
1	0	45	4.8
2	1	45	4.7

ANEXO 18 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. N° de tallos principales.

Lugar	Factor: Clon	N° Obs.	N° de tallos principales promedio	Grupos*
1	364-CON-1131	18	7,9	a
2	247-CON-1100	18	6,8	ab
3	N-G-143	18	5,8	abc
4	336-CON-784	18	5,5	bcd
5	93COCRANE-2	18	5,3	bcd
6	536-UA-1563	18	5,2	bcd
7	429-UA-1553	18	5,0	bcd
8	435-UA-1279	18	5,0	bcd
9	457-CON-1157	18	4,4	cde
10	N-G-133	18	4,1	cde
11	N-G-53	18	3,9	cde
12	200-UA-1028	18	3,8	cde
13	DESIREE	18	3,3	de
14	N-G-60	18	3,2	de
15	548-UA-1328	18	2,3	e

* Grupos diferentes verticalmente al 95% de confianza (p-valor<0.05)

ANEXO 19 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking para la interacción: Inóculo * clon. N° de tallos principales.

Lugar	Interacción Inoculo * clon	N° Obs.	N° de tallos principales promedio
1	T9*	9	8,0
2	T10*	9	7,9
3	T16*	9	7,0
4	T15*	9	6,6
5	T1*	9	6,3
6	T21*	9	6,0
7	T30*	9	5,9
8	T22*	9	5,7
9	T5*	9	5,6
10	T23*	9	5,4
11	T13*	9	5,0
12	T14*	9	5,0
13	T6*	9	4,8
14	T29*	9	4,8
15	T2*	9	4,7
16	T24*	9	4,6
17	T28*	9	4,6
18	T12*	9	4,3
19	T27*	9	4,3
20	T26*	9	4,0
21	T11*	9	3,9
22	T20*	9	3,9
23	T25*	9	3,9
24	T8*	9	3,8
25	T19*	9	3,7
26	T3*	9	3,2
27	T4*	9	3,2
28	T7*	9	2,9
29	T17*	9	2,6
30	T18*	9	2,0

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 20 Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según factor Inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
0	45	920,0	2277,6	4050,0	752,28	33,0
1	45	585,0	2170,8	4005,0	865,32	39,9
Total general	90	585,0	2224,2	4050,0	807,99	36,3

ANEXO 21 Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según factor Clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
200-UA-1028	6	640,0	2376,7	3325,0	954,48	40,2
247-CON-1100	6	1310,0	2753,3	4050,0	1015,15	36,9
336-CON-784	6	1440,0	2420,0	3610,0	808,80	33,4
364-CON-1131	6	2240,0	2561,7	2855,0	225,85	8,8
429-UA-1553	6	1705,0	2251,7	2860,0	383,61	17,0
435-UA-1279	6	1420,0	1852,5	2125,0	301,54	16,3
457-CON-1157	6	1310,0	1671,7	2190,0	309,59	18,5
536-UA-1563	6	1735,0	2450,8	3455,0	601,51	24,5
548-UA-1328	6	970,0	1549,2	2205,0	432,83	27,9
93COCRANE-2	6	1295,0	2280,8	2910,0	638,89	28,0
DESIREE	6	1695,0	2968,3	4005,0	1035,91	34,9
N-G-133	6	1145,0	2162,5	3300,0	938,69	43,4
N-G-143	6	2355,0	2961,7	3900,0	635,51	21,5
N-G-53	6	585,0	1829,2	3370,0	899,75	49,2
N-G-60	6	670,0	1272,5	1935,0	476,77	37,5

ANEXO 22 Parámetros descriptivos para el Rendimiento total (g), según interacción: Inóculo * clon.

Interacción: Inóculo x clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
T1*	3	1590,0	2206,7	2550,0	535,19	24,3
T2*	3	1440,0	2633,3	3610,0	1101,11	41,8
T3*	3	920,0	1443,3	1935,0	508,24	35,2
T4*	3	670,0	1101,7	1605,0	471,60	42,8
T5*	3	1735,0	2193,3	2485,0	401,82	18,3
T6*	3	1980,0	2708,3	3455,0	737,67	27,2
T7*	3	1695,0	2490,0	3840,0	1175,28	47,2
T8*	3	2550,0	3446,7	4005,0	784,29	22,8
T9*	3	2430,0	2501,7	2580,0	75,22	3,0
T10*	3	2240,0	2621,7	2855,0	333,25	12,7
T11*	3	1270,0	2571,7	3300,0	1129,94	43,9
T12*	3	1145,0	1753,3	2440,0	651,04	37,1
T13*	3	1705,0	2223,3	2860,0	586,52	26,4
T14*	3	2115,0	2280,0	2395,0	146,54	6,4
T15*	3	1310,0	2663,3	4050,0	1370,30	51,5
T16*	3	2175,0	2843,3	3760,0	821,16	28,9
T17*	3	1195,0	1495,0	1745,0	278,39	18,6
T18*	3	970,0	1603,3	2205,0	618,11	38,6
T19*	3	2535,0	2903,3	3325,0	397,69	13,7
T20*	3	640,0	1850,0	2890,0	1134,59	61,3
T21*	3	2370,0	3003,3	3900,0	798,27	26,6
T22*	3	2355,0	2920,0	3560,0	605,99	20,8
T23*	3	1420,0	1823,3	2125,0	363,33	19,9
T24	3	1530,0	1881,7	2060,0	304,56	16,2
T25*	3	1755,0	2375,0	3370,0	870,36	36,6
T26*	3	585,0	1283,3	1715,0	610,38	47,6
T27*	3	1310,0	1693,3	2190,0	450,81	26,6
T28*	3	1435,0	1650,0	1775,0	187,02	11,3
T29*	3	2370,0	2576,7	2860,0	253,84	9,9
T30*	3	1295,0	1985,0	2910,0	832,75	42,0

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 23 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. Rendimiento total (g).

Lugar	Factor: Inóculo	Nº Obs.	Rendimiento Total (g) promedio
1	0	45	2277,6
2	1	45	2170,8

ANEXO 24 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon. Rendimiento total (g).

Lugar	Factor: Clon	Nº Obs.	Rendimiento Total (g)l promedio	Grupos*
1	DESIREE	6	2968,3	a
2	N-G-143	6	2961,7	a
3	247-CON-1100	6	2753,3	a
4	364-CON-1131	6	2561,7	a b
5	536-UA-1563	6	2450,8	a b
6	336-CON-784	6	2420,0	a b
7	200-UA-1028	6	2376,7	a b
8	93COCRANE-2	6	2280,8	a b
9	429-UA-1553	6	2251,7	a b
10	N-G-133	6	2162,5	a b
11	435-UA-1279	6	1852,5	a b
12	N-G-53	6	1829,2	a b
13	457-CON-1157	6	1671,7	a b
14	548-UA-1328	6	1549,2	a b
15	N-G-60	6	1272,5	b

* Grupos diferentes verticalmente al 95% de confianza (p-valor<0.05)

**ANEXO 25 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del
factor: Inóculo * clon. Rendimiento total (g).**

Lugar	Interacción Inoculo x clon	Nº Obs.	Media
1	T8*	3	3446,7
2	T21*	3	3003,3
3	T22*	3	2920,0
4	T19*	3	2903,3
5	T16*	3	2843,3
6	T6*	3	2708,3
7	T15*	3	2663,3
8	T2*	3	2633,3
9	T10*	3	2621,7
10	T29*	3	2576,7
11	T11*	3	2571,7
12	T9*	3	2501,7
13	T7*	3	2490,0
14	T25*	3	2375,0
15	T14*	3	2280,0
16	T13*	3	2223,3
17	T1*	3	2206,7
18	T5*	3	2193,3
19	T30*	3	1985,0
20	T24*	3	1881,7
21	T20*	3	1850,0
22	T23*	3	1823,3
23	T12*	3	1753,3
24	T27*	3	1693,3
25	T28*	3	1650,0
26	T18*	3	1603,3
27	T17*	3	1495,0
28	T3*	3	1443,3
29	T26*	3	1283,3
30	T4	3	1101,7

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 26 Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según factor: Inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
0	45	10,0	54,7	75,0	26,59	48,6
1	45	10,0	56,1	75,0	24,75	44,1
Total general	90	10,0	55,4	75,0	25,55	46,1

ANEXO 27 Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según factor: Clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200-UA-1028	6	25,0	50,0	75,0	22,36	44,7
247-CON-1100	6	50,0	70,8	75,0	10,21	14,4
336-CON-784	6	25,0	50,0	75,0	27,39	54,8
364-CON-1131	6	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
429-UA-1553	6	10,0	55,8	75,0	30,07	53,9
435-UA-1279	6	10,0	32,5	75,0	25,45	78,3
457-CON-1157	6	25,0	62,5	75,0	20,92	33,5
536-UA-1563	6	10,0	43,3	75,0	27,69	63,9
548-UA-1328	6	10,0	12,5	25,0	6,12	49,0
93COCRANE-2	6	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
DESIREE	6	25,0	58,3	75,0	20,41	35,0
N-G-133	6	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
N-G-143	6	50,0	70,8	75,0	10,21	14,4
N-G-53	6	50,0	70,8	75,0	10,21	14,4
N-G-60	6	10,0	28,3	75,0	24,01	84,8

ANEXO 28 Parámetros descriptivos para sarna plateada (%) según interacción: Inóculo*Clon.

Interacción: Inóculo x Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
T1*	3	25,0	58,3	75,0	28,87	49,5
T2*	3	25,0	41,7	75,0	28,87	69,3
T3*	3	10,0	15,0	25,0	8,66	57,7
T4*	3	25,0	41,7	75,0	28,87	69,3
T5*	3	25,0	41,7	75,0	28,87	69,3
T6*	3	10,0	45,0	75,0	32,79	72,9
T7*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T8*	3	25,0	41,7	50,0	14,43	34,6
T9*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T10*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T11*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T12*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T13*	3	25,0	58,3	75,0	28,87	49,5
T14*	3	10,0	53,3	75,0	37,53	70,4
T15*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T16*	3	50,0	66,7	75,0	14,43	21,7
T17*	3	10,0	10,0	10,0	0,00	0,0
T18*	3	10,0	15,0	25,0	8,66	57,7
T19*	3	25,0	50,0	75,0	25,00	50,0
T20*	3	25,0	50,0	75,0	25,00	50,0
T21*	3	50,0	66,7	75,0	14,43	21,7
T22*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T23*	3	10,0	20,0	25,0	8,66	43,3
T24*	3	10,0	45,0	75,0	32,79	72,9
T25*	3	50,0	66,7	75,0	14,43	21,7
T26*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T27*	3	25,0	58,3	75,0	28,87	49,5
T28*	3	50,0	66,7	75,0	14,43	21,7
T29*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0
T30*	3	75,0	75,0	75,0	0,00	0,0

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 29 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y ranking del factor: Inóculo. Sarna plateada (%).

Lugar	Factor: Inóculo	Nº Obs.	Sarna (%) promedio	Arc(seno(raíz(%sarna))) promedio
1	1	45	56,1	0.8466
2	0	45	54,7	0.8325

ANEXO 30 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking del factor: Clon, Arc (seno (raíz (%sarna))).

Lugar	Factor: Clon	Nº Obs.	Sarna (%) promedio	Arc(seno(raíz(%sarna))) promedio	Grupos*
1	364-CON-1131	6	75,0	1,0472	a
2	93COCRANE-2	6	75,0	1,0472	a
3	N-G-133	6	75,0	1,0472	a
4	247-CON-1100	6	70,8	0,9999	ab
5	N-G-143	6	70,8	0,9999	ab
6	N-G-53	6	70,8	0,9999	ab
7	457-CON-1157	6	62,5	0,9117	abc
8	DESIREE	6	58,3	0,8688	abc
9	429-UA-1553	6	55,8	0,8435	abc
10	200-UA-1028	6	50,0	0,7854	abc
11	336-CON-784	6	50,0	0,7854	abc
12	536-UA-1563	6	43,3	0,7182	abcd
13	435-UA-1279	6	32,5	0,6066	bcd
14	N-G-60	6	28,3	0,5609	cd
15	548-UA-1328	6	12,5	0,3614	d

* Grupos diferentes verticalmente al 95% de confianza (p-valor<0.05)

ANEXO 31 Comparaciones múltiples de HSD de Tukey y Ranking de interacción: Inóculo*Clon, para el Arc (seno (raíz (%sarna))).

Interacción: Inóculo x Clon	Nº Obs.	Sarna (%) promedio	Arc(seno(raíz(%sarna))) promedio
T7*	3	75,0	1,0472
T9*	3	75,0	1,0472
T10*	3	75,0	1,0472
T11*	3	75,0	1,0472
T12*	3	75,0	1,0472
T15*	3	75,0	1,0472
T22*	3	75,0	1,0472
T26*	3	75,0	1,0472
T29*	3	75,0	1,0472
T30*	3	75,0	1,0472
T16*	3	66,7	0,9557
T21*	3	66,7	0,9557
T25*	3	66,7	0,9557
T28*	3	66,7	0,9557
T1*	3	58,3	0,8688
T13*	3	58,3	0,8688
T27*	3	58,3	0,8688
T14*	3	53,3	0,8184
T19*	3	50,0	0,7854
T20*	3	50,0	0,7854
T6*	3	45,0	0,7353
T24*	3	45,0	0,7353
T2*	3	41,7	0,7020
T4*	3	41,7	0,7020
T5*	3	41,7	0,7020
T8*	3	41,7	0,7020
T23*	3	20,0	0,4636
T3*	3	15,0	0,3977
T18*	3	15,0	0,3977
T17*	3	10,0	0,3218

* Correspondencia de cada uno de los tratamientos (clon x inóculo) Anexo 2.

ANEXO 32 Datos meteorológicos presentes durante todo el período de cultivo.

Mes	Año	Temp. Media	M.Hist	Temp. Máxima	M.Hist	Temp. Mínima	M.Hist
OCT	2002	11,2	11,7	15,9	16,8	7,2	7
NOV	2002	13,3	13,8	18,3	18,8	8,7	8,7
DIC	2002	15,5	15,8	21,2	21,2	9,8	10,4
ENE	2003	16,8	17	22,3	22,8	11,1	11,3
FEB	2003	16	16,7	22,6	22,8	10,5	11,1
MAR	2003	16,6	14,8	23,8	20,8	10,9	10
Mes	Año	Hora sol	M.Hist	Precipitación	M.Hist	Hum. Relativa	M.Hist
OCT	2002	5,2	6,4	504,7	151	81	75
NOV	2002	6,2	7,4	287,1	105	78	72
DIC	2002	7,4	8,4	111,6	89,9	72	68
ENE	2003	7,9	8,9	46	61,5	71	67
FEB	2003	8,4	8,4	31	58,6	71	69
MAR	2003	7,9	6,7	65,5	83,1	72	75

Instituto de Geociencias. Estación climatológica "Teja". Universidad Austral de Chile. Valdivia. Comunicación personal.

ANEXO 33 Protocolo de preparación para medio de cultivo agar tomate (V8 y Campbells /L).

Ingredientes:

200 mL V-8.

3 g CaCO₃.

agar al 2%.

Se debe medir el pH antes de agregar el agar, el que debe estar en 7-7,5 de no ser así se debe ajustar con HCl 1N para acidificar y con NaOH 1N para basificar. Esterilizar a 121°C por 15 minutos, a una atmósfera.

ANEXO 34 Protocolo de preparación de medio de cultivo APD (agar papa dextrosa).

Ingredientes:

Agar papa deshidratado.

1 L agua desmineralizada.

Disolver 39 g en 1 L de agua desmineralizada calentando en un baño de agua hirviendo o en corriente de vapor. Tratar en autoclave 15 minutos a 121°C. El pH debe ser $5,6 \pm 0,2$ a 25°C.

ANEXO 35 Mapa de establecimiento del ensayo a nivel de campo.

Repeticion 1

_____30	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____1

Repeticion 2

_____60	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____31

Repeticion 3

_____90	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____61

Hiera

ANEXO 36 Esquema de inoculación de tubérculos previo a la plantación.