

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA**

**Comportamiento de tubérculos hijos de clones selectos de papa
(*Solanum tuberosum* L. ssp. *Tuberosum* Hawkes) en condiciones de
almacenamiento, provenientes de papas semilla inoculadas con
Helminthosporium solani Dur & Mont**

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

Ana Andrea Tahiri Morales Lagos

VALDIVIA-CHILE

2008

Profesor Patrocinante

Luigi Ciampi P.

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

Profesores Informantes

Andrés Contreras M.

Ing. Agr.

Laura Böhm S.

Ing. Agr.

A mí Ángel Carlos Maurício

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en uno de los momentos mas importantes de mi vida a mi padre, amigo, apoyo y consejero, el principal gestor de éste momento, gracias por tu impagable apoyo en cada momento de mi vida.

A mi esforzada madre, siempre deseaste que tus hijos fueran profesionales, nuestro sueño se cumplió, gracias por impulsarme, ayudarme y no dejar que decayera en este largo camino, por tu apoyo incondicional gracias.

A mi esposo Claudio y mi hijita Tahiri que son ahora mi familia, a ellos los adoro, por ustedes he logrado ésta meta y seguiré luchando en cada momento de mi vida por que son lo más importante para mí.

A mi hermano Erich, siempre estuviste dispuesto a ayudarme en esas interminables noches de revisión y estudio, si hasta creo que sabías tanto como yo.

A mi querido profesor Luigi Ciampi, el fue el amigo que cualquier alumno hubiese deseado tener en la Universidad, a usted mil gracias por toda su ayuda y palabras de aliento cuando pensé que esta meta era imposible.

A mi prima Pía, por acompañarme a Santa Rosa y pasar días enteros midiendo las papas.

INDICE DE MATERIAS

Capitulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Germoplasma de tubérculos de papa y su valor como recurso genético	3
2.2	Germoplasma chileno de papas	4
2.2.1	Germoplasma nativo de papa asociado a resistencia de enfermedades	5
2.3	Importancia de la sanidad de los tubérculos	9
2.4	Enfermedades de la piel en tubérculos de papa en la zona sur	10
2.5	Sarna plateada, enfermedad causada por el hongo <i>Helminthosporium solani</i>	11
2.5.1	Signos microscópicos	11
2.5.2	Síntomas	12
2.5.3	Ciclo de la enfermedad	13
2.5.3.1	Sobre vivencia de <i>H. solani</i> en el suelo	15
2.5.4	Condiciones favorables para la enfermedad	15
2.5.5	Daños producidos por la enfermedad	16
2.5.6	Prevención de la enfermedad	17
2.5.7	Control de <i>H. solani</i>	17
2.5.7.1	Control químico	17

Capítulo		Página
2.5.7.2	Métodos alternativos de control	18
3	MATERIAL Y METODO	20
3.1	Materiales	20
3.1.1	Ubicación	20
3.1.2	Origen de los tubérculos evaluados	20
3.1.3	Descripción del material biológico	21
3.1.4	Material de laboratorio	25
3.2	Método	25
3.2.1	Selección de tubérculos de papa	25
3.2.2	Desinfección de jabas de madera e instrumentos	25
3.2.3	Diseño del experimento	26
3.2.4	Almacenamiento de tubérculos	26
3.2.5	Disposición de los tubérculos en el ensayo	28
3.2.6	Evaluación de los parámetros estudiados en los tubérculos	29
3.2.6.1	Evaluación del peso en los tubérculos	30
3.2.6.2	Evaluación de diámetro polar y ecuatorial en tubérculos	30
3.2.6.3	Evaluación de turgencia en los tubérculos	31
3.2.6.4	Número y peso de brotes de los tubérculos	31
3.2.6.5	Porcentaje de sarna plateada en la piel de los tubérculos	31
3.3	Diseño estadístico	33
3.4	Análisis estadístico	33
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
4.1	Incidencia de la inoculación de <i>H. solani</i> en tubérculos y su efecto en la disminución de peso (g)	35

Capitulo		Página
4.2	Incidencia de la inoculación de H. solani en tubérculos y su efecto en la disminución del diámetro ecuatorial (mm)	44
4.3	Incidencia de la inoculación de H. solani en tubérculos y su efecto en la disminución del diámetro polar (mm)	49
4.4	Incidencia de la inoculación de H. solani en tubérculos y su efecto en la disminución de turgencia (kg/cm ²)	55
4.5	Incidencia de la inoculación de H. solani en tubérculos y su efecto en el número y peso de brotes	62
4.6	Incidencia de la inoculación de H. solani en tubérculos y su efecto en el porcentaje de incidencia de sarna plateada	72
5	CONCLUSIONES	79
6	RESUMEN	81
	SUMMARY	83
7	BIBLIOGRAFIA	85
	ANEXOS	95

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Enfermedades de la piel en papas y su potencial impacto	10
2	Clones selectos utilizados durante el ensayo y sus características morfológicas	22
3	Número del tratamiento, clon analizado, tratamientos realizados y cantidad utilizada de tubérculos hijos durante el ensayo	27
4	Promedio de la disminución de peso (g) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	36
5	Promedio de la disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	44
6	Promedio de la disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	50
7	Escala diseñada para evaluar la disminución de turgencia (Kg/cm^2) en tubérculos, descendiente de papas madres CON y SIN inóculo	56

Cuadro		Página
8	Promedio de la disminución de turgencia (kg/cm ²) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	57
9	Escala ocupada para la cuantificación del numero de brotes/ tubérculos	62
10	Promedio del número de brotes en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	63
11	Escala ocupada para la medición del peso de brotes (g)/ tubérculos.	66
12	Promedio del peso de brotes (g) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	67
13	Porcentaje de incidencia de sarna plateada en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	72

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ciclo de H. solani	14
2	Obtención del material biológico utilizado en el ensayo	21
3	Distribución de tubérculos hijos sobre jabas de madera en bodega de almacenaje	28
4	Balanza y pie de metro digital ocupados para la medición de peso y diámetros ecuatorial y polar respectivamente	31
5	Cámara húmeda realizada a tubérculos de papa durante 12 días para evidenciar signos de H. solani	32
6	Signos microscópicos de H. solani, obtenida desde la peridermis de tubérculos hijos.	32
7	Disminución de peso (g) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	37

Figura		Página
8	Disminución de peso (g) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados	38
9	Disminución de peso (g) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	38
10	Disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	45
11	Disminución del diámetro ecuatorial (mm) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados	46
12	Disminución del diámetro ecuatorial (mm) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	46
13	Disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	51
14	Disminución del diámetro polar (mm) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados	51
15	Disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	52

Figura		Página
16	Disminución de turgencia (kg/cm^2) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	58
17	Disminución de turgencia (kg/cm^2) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados	58
18	Disminución de turgencia (kg/cm^2) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	59
19	Número de brotes en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	64
20	Número de brotes presentado en tubérculos, según distintos clones analizados	64
21	Número de brotes presentado en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	65
22	Peso de brotes (g) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres	68
23	Peso de brotes (g) presentado en tubérculos, según distintos clones analizados	68

Figura		Página
24	Peso de brotes (g) en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	69
25	Porcentaje de sarna plateada en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.	73
26	Porcentaje de sarna plateada presentado en tubérculos según distintos clones analizados	74
27	Porcentaje de sarna plateada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin)	74

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Escala de evaluación de sarna plateada	96
2	Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución de peso en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	97
3	Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	97
4	Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	98
5	Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio de la disminución de turgencia (kg/cm ²) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	98

Anexo		Página
6	Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio del número de brotes en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	99
7	Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio del peso de brotes (g), provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	99
8	Análisis de varianza (ANDEVA) para el $\text{Arc}(\text{seno}(\text{raiz}(\% \text{sarna})))$. Porcentaje de incidencia de sarna plateada en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación	100
9	Parámetros descriptivos para la disminución de peso en tubérculos, según factor Inóculo	100
10	Descripción de tratamientos presentes en el ensayo (combinación inóculo x clon)	101
11	Parámetros descriptivos para la disminución de peso en tubérculos hijos, según factor clon	102
12	Parámetros descriptivos para la disminución del peso en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon)	103
13	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según factor inóculo	104

Anexo		Página
14	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según factor clon	104
15	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).	105
16	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según factor inóculo	106
17	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según factor clon	106
18	Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon)	107
19	Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo	108
20	Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según factor clon	108
21	Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inoculo*clon)	109
22	Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo	110

Anexo		Página
23	Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según factor clon	110
24	Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon)	111
25	Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo	112
26	Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según factor clon	112
27	Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon)	113

A mis amigos, en especial a la Lore Pacheco, la Leti, Tania y Yasna, gracias por sus impagables momentos y ayuda desinteresada.

A la Daniella Vásquez, Dani Navarro, Carolina Fuenzalida, Maruja Gutiérrez, a mi hermana Loreto y a la tía Ester.

Dedico este logro a mi hermano, aún recuerdo cuando en los comienzos de la Universidad con tus conocimientos de técnico agrícola me ayudaste a estudiar muchas veces mis ramos prácticos. Aunque ahora ya no estás terrenalmente, estoy segura que siempre estás caminando a mi lado y cuidando cada paso que doy.

1 INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.), es probablemente una de las especies vegetales que mayor influencia ha tenido en la historia de la humanidad. Esto es debido a características como el de constituir un alimento altamente nutritivo, y poseer una gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales.

En Chile, el cultivo de la papa es uno de los cuatro más importantes, constituyendo un alimento básico y tradicional en la dieta de la población. El país posee a lo largo de su territorio áreas con excelentes condiciones agroecológicas para su producción, generándose extensas áreas de cultivo, lo cual permite que se le plante en diferentes épocas del año.

En las regiones X y XIV se pueden producir tubérculos de inmejorable calidad debido a las favorables condiciones fitosanitarias y edafoclimáticas que éstas poseen. Además, en Chiloé se encuentran formas primitivas de papa con una amplia variabilidad genética. Estas, pueden contribuir con genes de resistencia a enfermedades las cuales causan innumerables pérdidas en la producción de este tubérculo.

La papa es afectada por numerosas plagas y enfermedades, las que son capaces de producir efectos devastadores sobre el cultivo. A las patologías causadas por hongos se agregan bacterias, nemátodos, además de una veintena de tipos de virus que la infectan en condiciones naturales de cultivo.

Entre las principales patologías se destaca la sarna plateada, causada por *Helminthosporium solani* Dur & Mont. Este hongo causa cuantiosas

pérdidas de tubérculos de papa durante el almacenaje afectando principalmente la apariencia externa, y calidad del mismo.

Este trabajo plantea como hipótesis:

Hipótesis: Durante el almacenaje, tubérculos de papa de clones selectos derivados de papas madres previamente inoculadas con *H. solani*, responden de manera distinta al desarrollo de sarna plateada que aquellos no inoculados.

El objetivo principal de esta investigación fue el de analizar la respuesta de clones selectos de papas durante el almacenaje a la sarna plateada, derivados de papas madres inoculadas con *H. solani*.

Los objetivos específicos de este ensayo fueron los siguientes:

- Analizar la evolución del peso de tubérculos.
- Evaluar la variación del diámetro polar y ecuatorial de tubérculos.
- Estudiar la evolución de turgencia de tubérculos.
- Determinar el número de brotes en tubérculos, y peso de éstos al final del estudio.
- Determinar porcentaje de sarna plateada en tubérculos, al final del estudio.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Germoplasma de tubérculos de papa y su valor como recurso genético.

BONIERBALE *et al.* (2004), señala que los recursos genéticos constituyen un reservorio de adaptabilidad genética, actuando como un cojinete frente a los efectos potencialmente dañinos del ambiente y los cambios económicos.

La variabilidad genética de una especie es el recurso que tradicionalmente se utiliza para mejorar la productividad y la calidad de los cultivos agrícolas (BANSE y CONTRERAS, 1986). Sevilla (1987), citado por CONTRERAS *et al.* (1992a), indica que hasta el momento la diversidad genética ha servido para mejorar especies cultivadas fuera de su lugar de origen, pero no ha contribuido al mejoramiento de la especie dentro de su zona de origen.

Hoy se reconoce universalmente que el problema de la alimentación de la humanidad puede ser considerablemente mejorado por el uso creciente de la diversidad genética disponible en el mundo, a través de programas de mejoramiento genético, puesto que la mayoría de las variedades de los cultivos vitales son extremadamente vulnerables a las enfermedades, plagas y condiciones adversas del medio, debido a la estrechez de las bases genéticas de estos materiales (GIACOMETTI, 1987).

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 esta manera se evitarán pérdidas de genes que pueden ser de gran importancia en el mejoramiento futuro (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

La papa es uno de los cultivos con mayor diversidad genética, concentrada en la zona andina de América del Sur, y se encuentra ampliamente distribuida en términos eco-geográficos (Hijmans *et al.*, 2002 citado por BONIERBALE *et al.*, 2004).

2.2 Germoplasma chileno de papas.

El germoplasma chileno de papa ha sido considerado como una fuente importante de recursos para el mejoramiento genético y la obtención de nuevos cultivares (BANSE y CONTRERAS, 1986).

En la isla de Chiloé, se ubica el centro principal de la papa cultivada, encontrándose varias formas de papa antigua chilena. Con el tiempo se han desplazado hacia áreas muy apartadas de la zona como la Isla Metalqui y el Archipiélago de las Guaitecas y de los Chonos (MORAGA *et al.*, 1991). El mismo autor señala que en esta isla, la papa nativa ha experimentado un serio proceso de erosión, las variedades mas antiguas son difíciles de encontrar, forzando los trabajos de colectas en islas remotas del archipiélago.

El banco genético de la papa nativa chilena cuenta actualmente con 580 accesiones que han sido recolectadas en todo el territorio nacional, se encuentran ubicados en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile (ANDRADE *et al.*, 2004a). Dentro de éstas, cerca de 500 accesiones pertenecen a la forma cultivada *Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*, las cuales provienen principalmente de recolecciones realizadas en Chiloé y el Archipiélago de los Chonos (RIEGEL *et al.*, 2004). La colección *in-vitro* del Banco de Germoplasma Chileno de Papa cuenta con 52 genotipos, los

cuales son conservados a bajas temperaturas (5°C) en medios adicionales con 30g/l de manitol (SEEMANN y JARA, 2004).

Las variedades de papas chilotas son únicas en el mundo, condición de interés para las empresas internacionales que continuamente buscan germoplasma exótico y que muchas veces logran patentarlo como de su propiedad. El número de agricultores que cultiva papas nativas en la Isla de Chiloé ha disminuido considerablemente en los últimos años. Los productores dejan de cultivarlas porque sus rendimientos son muy bajos, y el precio es muy inestable de una temporada a otra. Se espera que mediante el proyecto FIA la papa nativa chilota reingrese a los mercados como producto de alto valor gastronómico y cultural (CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2005).

En Chile el intercambio vegetal está regulado por leyes fitosanitarias, conforme a las disposiciones emanadas del Servicio Agrícola y Ganadero del Ministerio de Agricultura (SAG) (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

El uso que se da, en la actualidad, a las colecciones mantenidas en los bancos genéticos es escasa, así se indica que no más del 5% del gran germoplasma de papas ha sido utilizado en mejoramiento (CONTRERAS, s/f). Sólo el 1% de la variabilidad genética de la papa nativa ha sido utilizado en el desarrollo de variedades modernas (CONTRERAS *et al.*, 1992a).

2.2.1 Germoplasma nativo de papa asociado a resistencia de enfermedades. Las especies silvestres y las formas primitivas cultivadas pueden contribuir con genes de resistencia a enfermedades de la papa comercial; además pueden ser usadas debido a su amplio rango de adaptación, suministrando resistencia a sequía, heladas y ambientes extremos (CONTRERAS *et al.*, 1980).

CONTRERAS (1987), señala que existe un material nativo chileno que presenta caracteres importantes de utilizar en el mejoramiento de la papa, que

puede ser usado tanto a nivel nacional como internacional en la producción de cultivares con características altamente deseables con respecto a resistencia a enfermedades fúngicas, bacterianas y virales, resistencia a factores ambientales adversos, etc.

La susceptibilidad de cultivares comerciales a *Phytophthora infestans*, y a otras enfermedades, es en gran parte, la razón para evaluar el germoplasma (FAO s/f; citado por BONIERABLE *et al.*, 2004).

Al analizar clones frente a las enfermedades rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani* (Kühn)); sarna común (*Streptomyces scabies*) (Thaxter) Waksman & Henrici y sarna plateada *H. solani*, se detectó que ciertos clones tienen resistencia a los patógenos, pero en forma individual (CONTRERAS *et al.*, 1992).

En las variedades antiguas de papa chilena, como también en sus parientes silvestres se ha determinado resistencia a virus X e Y; enrollamiento de la hoja; resistencia a hongos y bacterias; alto contenido proteico, materia seca y almidón; resistencia a heladas y a condiciones de stress hídrico (CONTRERAS *et al.*, 1992b).

CIAMPI y ANDRADE (1984), realizaron determinaciones de resistencia a *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* y la subsp. *atroseptica*, encontrando clones de papa que presentan una alta tolerancia a la enfermedad (UA 1363, UA 1210, UA 1399 y UA 1363).

En un estudio realizado por ANDRADE *et al.* (2004a), señalan que de 17 clones evaluados para *R. solani*, causante de la enfermedad costra negra, siete presentaron resistencia a este patógeno. Para la enfermedad sarna común, originada por *S. scabies*, se evaluaron 11 clones para la cepa Ss-1, de los cuales siete clones presentaron resistencia.

Las variedades Chapeda 141, Rolechana 157, Glauca 199, Choca 207, C56-2 Caribaja x Corahila, C, 162-2 CS3 Bastoneza morada, C, 129-4 (S1 Camota), C, 67-2 (S1 Guapa) y C, 64-4 CS1 Chapeda colorada son resistentes a *Spongospora subterranea* causante de la sarna polvorienta (Montaldo, 1951 y Montaldo y Sanz, 1962, citados por CONTRERAS, 1987).

Montaldo y Sanz (1962), citados por CONTRERAS (1987), indican que en el Jardín de Papas Centinela se detectó resistencia a *S. scabies* en el siguiente material: Cebolla 21, Americana blanca 25, Huevo 30, Chiruca 50, Rosada 109, Guapa 125, Americana 145, Camote 1670, Corahila ovalada 175, Zapatota 188, Clon 188, Clon 200 y Coquimbo 203. El mismo autor señala que respecto a la enfermedad tizón temprano causado por *Alternaria solani* se ha encontrado resistencia a la infección natural de este patógeno en 15 clones: California 21, Huevo 30, Vaporina 21, Lujosa 39, Caribaja 41, Notra 43, Iruba 50, Volcán 52, Calichagua 129, Rosada 131, Notra 143, Camota 151, Michuñez 165, Blanca 168 y Corahila redonda.

En otro estudio realizado por CONTRERAS *et al.* (1992b), se realizó una prospección a sarna común en condiciones de suelo con estrés hídrico, necesario para el desarrollo de esta bacteria, arrojando que el comportamiento de 337 clones a esta bacteria fue el siguiente: los clones afectados resultaron ser del orden de un 26,4% y los clones sanos de un 73,6%. Por lo cual se desprende la potencialidad que existiría dentro del germoplasma para buscar resistencia a esta bacteria.

BONIERBALE *et al.* (2004), indica que el utilizar variedades de papa con resistencia a virus, es considerado como una de las formas más efectivas para incrementar el rendimiento de la papa y reducir costos de producción.

CONTRERAS y SOTO (1982), realizaron trabajos para determinar la resistencia al virus X en el germoplasma chileno de papas. De los 59 clones preseleccionados para esta prueba de resistencia, un 32,2% se presentó como material resistente. Porcentaje que indica una alta posibilidad de fuente de resistencia en el germoplasma chileno de papa.

CONTRERAS y TAPIA (1983), analizaron la resistencia de clones de papa chilena, a la inoculación en forma directa y a través de injerto en tomate y papa del virus Yⁿ (PVYⁿ). Como resultado se obtuvieron 16 clones que no permitieron el desarrollo del virus Yⁿ, considerándose como resistentes.

CONTRERAS (1987), señala que los clones UA-1072; 1073 y 1365 pueden ser clasificados como altamente resistentes al virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) y los clones UA-1083; 1020; 1081; 1248; 1520 y 1118 como resistentes.

Respecto a la resistencia a nemátodos, BOHM (1986), realizó un estudio en el cual concluye que el clon UACH 1028, mostró resistencia en raíces y no desarrolló síntomas externos en tubérculos ante la presencia de el “nemátodo del nudo” *Meloidogyne incognita*.

En relación al “nemátodo dorado” *Globodera rostochiensis* woll, MILLA y KRAUSZ (2004), realizaron un estudio en donde fueron analizadas 49 accesiones (obtenidos bajo la forma de mini tubérculos), de la colección de Germoplasma Chileno de Papa que mantiene la UACH. El 18% se comportó resistente con respecto a la presencia del “nemátodo dorado”, un 62% parcialmente resistente, mientras un 20% presentó una respuesta moderadamente susceptible.

2.3 Importancia de la sanidad de los tubérculos.

Los problemas fitopatológicos restringen la producción de papas, lo que provoca severas pérdidas en rendimiento y calidad, se estima que cerca del 14% de la producción se pierde por enfermedades y por deshidratación (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (INE), 1997).

El cultivo de la papa es considerado uno de los más propensos a ser afectados por patógenos, ya sea en el campo, durante la cosecha y en el almacenaje, así como también durante el tránsito de tubérculos. Alrededor de 150 patologías se encuentran descritas en el mundo causadas por nemátodos, hongos, bacterias, virus y viroides (ANDRADE, 2003).

Los tubérculos de papa utilizados como semilla para el establecimiento de los plántulos, representan el principal vehículo de transmisión de hongos y bacterias patógenas. Estos agentes, a medida que se van desarrollando en el cultivo y en un marco de susceptibilidad varietal y condiciones de clima adecuadas, desencadenan enfermedades que dañan las producciones de papa tanto en cantidad como en calidad (SCHNETTLER, 2000).

El uso de tubérculo-semilla comprobadamente sano, es una de las herramientas fundamentales para enfrentar cualquier proyecto tendiente a disminuir la presencia de plagas y enfermedades (CONTRERAS, 2000). El manejo de las enfermedades en los papales en el sur de Chile exige cada día mayor preocupación y atención, ya que sin lugar a dudas es el principal factor que limita las producciones de papa tanto en cantidad como en calidad (SCHNETTLER, 2000).

En la X Región de Chile se concentra la mayor producción de papas del país, lográndose los más altos rendimientos, siendo además zona productora

de semilla por excelencia debido a la ausencia de enfermedades cuarentenarias (ANDRADE *et al.*, 2004b).

2.4 Enfermedades de la piel en tubérculos de papa en la zona sur.

Una de las grandes limitaciones en la producción de papa son los problemas fitopatológicos, los que producen fuertes pérdidas en la calidad, tanto en papa-semilla certificada como en papa consumo fresco e industrial. La incidencia de patógenos más recurrentes en tubérculos en la X Región son *H. solani*, *R. solani* (Kühn), *S. scabies*, *Erwinia* spp. y *Fusarium* spp., las que pueden llegar a afectar hasta un 50% del producto destinado al comercio (ANDRADE *et al.*, 2002).

A continuación en el Cuadro 1, se puede apreciar las principales enfermedades que afectan la calidad de la piel en papas y su potencial impacto durante el cultivo, la cosecha y almacenaje.

CUADRO 1 Enfermedades de la piel en papas y su potencial impacto.

PATOGENO	Durante el cultivo	A la cosecha		Durante el almacenaje	
	Emergencia irregular	Rend. Total	Calidad de cosecha	Pérdida peso	Pérdida calidad
<i>R. solani</i>	Muy alto	Muy alto	Alto	Sin impacto	Mediano
<i>S. scabies</i>	Sin impacto	Bajo	Alto	Sin impacto	Alto
<i>Fusarium spp.</i>	Alto	Alto	Bajo	Muy alto	Muy alto
<i>H. solani</i>	Mediano	Bajo	Alto	Alto	Alto

FUENTE Extraído de SCHNETTLER (2000) y con algunas modificaciones citado por CONTRERAS *et al.*, 2003.

Las pérdidas ocasionadas por las enfermedades de piel en papas, no sólo contribuye a una menor producción por unidad de superficie, si no que también la cantidad de papa de calidad comercializable tanto a nivel nacional como internacional (CONTRERAS *et al.*, 2003).

2.5 Sarna plateada, enfermedad causada por el hongo *Helminthosporium solani*.

La sarna plateada fue primero descubierta en Austria en 1871. Desde entonces, ha sido encontrada en cada área de cultivo de papa del mundo. El primer reporte de la enfermedad en los Estados Unidos fue desde Connecticut en 1908 (SMITH, 1978).

La sarna plateada es una de las enfermedades más comunes que se presentan sobre los tubérculos de papa que se desarrollan en el sur de Chile. En el pasado se le consideraba un problema de importancia económica menor. (CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG), 2002).

H. solani no ha sido encontrada nunca en algún otro huésped y parece infectar solo los tubérculos de papas (LORIA Y SECOR, 2001). No existen síntomas en raíces y follaje (ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

H. solani es el agente causal de la sarna plateada en tubérculos de papa, a partir de 1966 se le conoce como *H. solani* Dur & Mont (SANZ, 1976). AGRIOS (1997), indica que según la clasificación taxonómica, *H. solani* se encuentra en el phylum Ascomycota y sub clase Deuteromycetes.

2.5.1 Signos microscópicos. Los conidióforos, son septados sin ramificaciones, sobre los cuales se forman las conidias en disposición verticilada a partir del extremo distal de las células vértice (Ellis (1971) y Hawksworth *et al.* (1995), citados por SAG, 2000).

Las medidas de las conidias varían entre 7,5 a 12 micras de ancho por 36 a 61 micras de largo; tienen entre 2 y 9 septas. El largo de los conidióforos varía entre 150 a 350 micras. El micelio es hialino al comienzo, luego toma un color pardo oscuro (SANZ, 1976).

2.5.2 Síntomas. 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 (GUTIERREZ, 2000).

La planta no muestra síntomas, como tampoco los tubérculos recién cosechados, excepto en veranos demasiado calientes (CONTRERAS *et al.*, 2003).

La enfermedad se presenta inicialmente como pequeños puntos circulares de color castaño claro y márgenes indefinidos que se agrandan hasta cubrir áreas considerables del tubérculo (ANDRADE, 2003). Las áreas afectadas presentan un color plateado brillante, de ahí el nombre de la enfermedad, especialmente cuando el tubérculo está húmedo (ACUÑA, 2003a). Las lesiones marrones a grises están contenidas dentro de la peridermis del tubérculo. Estas lesiones generalmente están circunscritas al extremo estolonífero del tubérculo (Burke, 1938; Heyni *et al.*, 1983 y Jellis *et al.*, 1994; citados por OLIVIER *et al.*, 1998).

Las variedades de piel roja tienden a perder su pigmentación normal, producto de la desecación de las células y de la depositación de suberina, ocasionando pérdidas significativas en la calidad del tubérculo (MERIDA y LORIA, 1994; ELSON *et al.*, 1997 y ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

Si los tubérculos son almacenados por largos períodos, estas lesiones se expanden y oscurecen debido a la colonización adicional de la peridermis del tubérculo por *H. solani*. Las capas celulares de corcho de la peridermis del tubérculo pueden eventualmente perderse, causando una incrementada pérdida de agua desde la superficie del tubérculo (MERIDA y LORIA, 1994).

Estos síntomas pueden ser encontrados prácticamente todos durante el almacenaje según el estado de los tubérculos a la cosecha y las condiciones de almacenaje tales como tubérculos ingresados húmedos, atmósfera de muy alta humedad, temperatura elevada (ANDRADE, 2003).

El patógeno no causa pérdidas de rendimiento a la cosecha, pero causa pérdidas de peso en tubérculos almacenados debido a una mayor pérdida de agua (SECOR, 2000).

2.5.3 Ciclo de la enfermedad. El hongo que causa la sarna plateada puede producir conidias, las cuales sirven rápidamente como fuente de inóculo para la diseminación de la enfermedad (SHETTY *et al.*, 1996).

La infección primaria de tubérculos por *H. solani* ocurre durante la estación de cultivo cuando las conidias germinan, infectan y colonizan la peridermis del tubérculo (Figura 1). El tubérculo semilla es la fuente primaria de inóculo (Jellis y Taylor, 1977; citados por MERIDA Y LORIA, 1994).

La infección de nuevos tubérculos hijos puede ocurrir tan luego como a las nueve semanas después de plantación. Las esporas no son móviles, y el movimiento hacia los tubérculos es vía estolones, lo cual no ha sido bien documentado (SECOR, 2000). Sin embargo, Snowdon (1991), citado por NAVARRO (2002), señala que la infección de los tubérculos hijos suelen ocurrir sólo después de que el cultivo ha madurado completamente.

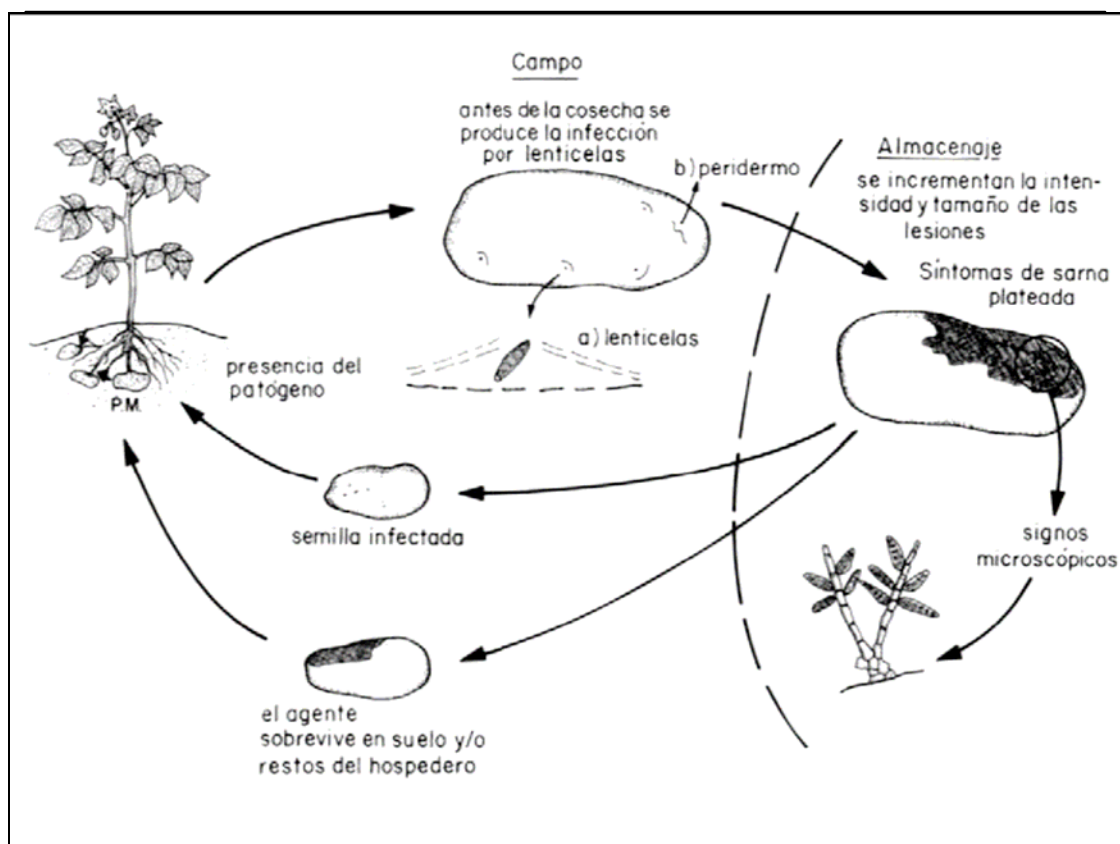


FIGURA 1 Ciclo de *H. Solani*.

FUENTE CIAMPI (2002), citado por NAVARRO (2002).

La enfermedad afecta solamente a los tubérculos, los que son infectados a través de las lenticelas y peridermo en el suelo (CRUZ, 2002).

SHETTY *et al.* (1996), señala que por lo tanto no necesita de una herida para comenzar el proceso de infección. La enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad y cuanto mayor es el tiempo que permanecen los tubérculos maduros en el suelo mayores son las probabilidades de infección y severidad de la enfermedad (ALONSO, 1996).

La máxima diseminación e infección de esta enfermedad hacia nuevas papas toma lugar durante la manipulación y durante las primeras 2 a 3 semanas (período de curado) de almacenaje (SHETTY *et al.*, 1996).

La severidad de la enfermedad incrementa considerablemente durante almacenajes a largo plazo debido a la expansión de las lesiones y a repetidos ciclos de infección y esporulación (JELLIS y TAYLOR, 1977). Los tubérculos son generalmente almacenados a alta humedad, y *H. solani* puede esporular sobre la superficie de las lesiones; las conidias café oscuras pueden servir como fuente de inóculo para los ciclos de infección secundaria en almacenaje (MERIDA y LORIA, 1994).

2.5.3.1 Sobrevivencia de *H. solani* en el suelo. El tubérculo semilla es considerado la fuente primaria de inóculo. Sin embargo, conidias presentes en el suelo son capaces de sobrevivir y causar infección (JELLIS y TAYLOR, 1977). Bajos niveles de conidias pueden persistir en el suelo de una estación a otra, pero no se ha demostrado una sobrevivencia prolongada de éstas en el suelo (SECOR, 2000).

SHETTY *et al.* (1996), señala que el hongo puede sobrevivir en el suelo sobre materia orgánica en descomposición y como resultado invernarán, causando potencialmente a un cultivo posterior de papa un nuevo ciclo de infección.

H. solani coloniza tejido senescente de diversos cultivos *in vitro*, lo cual indica que puede tener una actividad saprofítica en el suelo (Mérida y Loria, 1994, citado por OLIVIER *et al.*, 1998).

2.5.4 Condiciones favorables para la enfermedad. El crecimiento de *H. solani* y el desarrollo de sarna plateada se ve favorecida por la temperatura y humedad relativa encontradas en los almacenajes de papa (RODRIGUEZ *et al.*, 1996).

Las condiciones mínimas para la infección son de 3°C y 90% de humedad relativa (ACUÑA, 2003a). Sobre la piel del tubérculo, el hongo puede esporular a temperaturas que varían desde los 2 a los 27°C, el crecimiento de las lesiones de sarna plateada es reducido a los 9°C. La humedad relativa también tiene influencia en el desarrollo de *H. solani*, la esporulación es abundante en un rango de humedad relativa de 85 a 100%, óptima alrededor de 90%, lenta bajo 80% y se detiene bajo 55% (RODRIGUEZ *et al.*, 1996). Las operaciones de cosecha y manipuleo mezclan papas infectadas con papas sanas dando como resultado nuevas infecciones sobre los tubérculos (SHETTY *et al.*, 1996).

2.5.5 Daños producidos por la enfermedad. CONTRERAS *et al.* (2003), señala que sarna plateada afecta fuertemente la calidad de las papas, ya que no solo provoca un cambio en la coloración de la piel sino que produce una fuerte deshidratación de los tubérculos, destruyendo su potencial organoléptico y características reproductivas.

En la actualidad, ha ido adquiriendo mayor importancia por el rechazo que puede ocasionar en la comercialización de papas para los mercados externos, principalmente aquellos donde la papa es lavada antes de su venta (GUTIERREZ, 2000).

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

Si la infección es severa, puede oscurecer completamente la pigmentación de los cultivares de piel roja, reduciendo su comerciabilidad (JELLIS y TAYLOR, 1977). Las papas afectadas con sarna plateada han llegado a ser una importante razón para el rechazo de embarques de papas

frescas y para procesamiento por la industria (RODRIGUEZ *et al.*, 1996). Los procesadores tienen dificultades para retirar la piel de los tubérculos cuando las lesiones sobre el exterior de la papa llegan a ser excesivas (SHETTY *et al.*, 1996).

2.5.6 Prevención de la enfermedad. CRUZ (2002), señala las siguientes formas de prevención:

- Efectuar rotación de cultivos.
- Usar semilla libre de la enfermedad.
- Ventilar y limpiar las bodegas, previo al almacenamiento de los tubérculos.

2.5.7 Control de *H. solani*. El control de sarna plateada está dado principalmente a través del uso de semilla sana (ACUÑA, 2003b). HILTON *et al.* (2000), señala como alternativa de control el uso de cultivares resistentes a *H. solani*.

Cosechar los tubérculos tan pronto maduren, mientras más tiempo permanezcan los tubérculos en el suelo mayores serán las probabilidades de infección (CRUZ, 2002). GUTIERREZ (2000), indica como control el evitar el daño mecánico de los tubérculos a la cosecha.

Otra alternativa de control es el uso de ventilación de aire forzado, la cual permite controlar la enfermedad manipulando la temperatura y la humedad relativa (SMITH, 1978; MERIDA y LORIA, 1994 y KIRAN *et al.*, 1996).

2.5.7.1 Control químico. Según SHETTY *et al.* (1996), *H. solani* muestra grados variables de sensibilidad o tolerancia a los tratamientos fungicidas comunes a la semilla que están actualmente en uso. Por lo tanto la mejor forma de controlar

el hongo es con tratamientos funguicidas que sean capaces de inhibir más de un sitio de reacción bioquímica en el metabolismo del hongo. Tiabendazol es un funguicida benzimidazol usado rutinariamente sobre tubérculos de papa antes del almacenaje para el control de la pudrición seca causada por *Fusarium* spp., el cual puede haber proporcionado coincidentemente control de la sarna plateada hasta que se desarrollo la resistencia a tiabendazol en *Helminthosporium solani* (MERIDA y LORIA, 1994). HIDE *et al.* (1988), señala que el desarrollo de sarna plateada puede ser controlado aplicando tiabendazol después de la cosecha y que esto previene la diseminación de las lesiones durante el almacenaje, pero que el inconveniente de este funguicida en el tratamiento para controlar sarna plateada es que *H. solani* presenta resistencia Sin embargo, en un estudio realizado por este mismo autor, los resultados obtenidos muestran que donde tiabendazol nunca había sido usado, todos los aislamientos de cepas del hongo fueron sensibles a él y que por lo tanto no hubo resistencia.

ACUÑA (2003b), señala que al considerar un tratamiento químico pre-almacenamiento es recomendable una mezcla de productos de diferentes modos de acción para evitar el desarrollo de razas del hongo resistente al funguicida.

2.5.7.2 Métodos alternativos de control. En un estudio realizado por OLIVIER *et al.* (1998), demuestra que diversas sales orgánicas e inorgánicas pueden inhibir el crecimiento de *H. solani in vitro* y reducir el desarrollo de lesiones y esporulación del patógeno sobre tubérculos de papa. Las sales carbonatadas y bicarbonatadas, el sorbato de potasio y el propionato de calcio pueden tener potencial como funguicidas no tóxicos de post-cosecha, compatibles ambientalmente, para el control de sarna plateada.

ELSON *et al.* (1997), examinó la microbiota de 47 suelos agrícolas y siete muestras de tubérculos, el resultado de este análisis fue la existencia de cepas microbiales que inhibieron significativamente a *H. solani* identificadas como *Pseudomona putida*, *Nocardia globerula* y *Xanthomonas campestris*. Sin embargo, el mismo autor señala que este estudio también demuestra la dificultad de obtener control biológico de sarna plateada sobre una base consistente.

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Materiales.

A continuación se describe la infraestructura y los materiales utilizados para el desarrollo de esta investigación:

3.1.1 Ubicación. Las mediciones de los parámetros se realizaron en el laboratorio de la Estación Experimental Santa Rosa perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Austral de Chile, ubicado en el sector de Cabo Blanco, en la ciudad de Valdivia.

3.1.2 Origen de los tubérculos evaluados. Los tubérculos utilizados fueron obtenidos de la Colección de Germoplasma Nativo Chileno de Papas perteneciente al Instituto de Producción y Sanidad Vegetal de la Universidad Austral de Chile.

El material evaluado en esta tesis proviene de un estudio efectuado anteriormente, en el cual, tubérculos madres de 14 clones selectos de papa nativa chilota y el cultivar Desirée fueron inoculados con el hongo patógeno *Helminthosporium solani* antes de su plantación. La descendencia de estos tubérculos inoculados con el patógeno y de tubérculos no inoculados, se analizó en este experimento. Estos fueron cosechados el día 13 de marzo de 2003 y almacenados en la bodega de papas. La evaluación de este experimento comenzó el día 25 de mayo y finalizó el día 25 de agosto.

Para efectos de este ensayo, el material de investigación denominado tubérculo, corresponde a la descendencia de tubérculos madres.

La figura 2 muestra la obtención de tubérculos para realizar el ensayo.

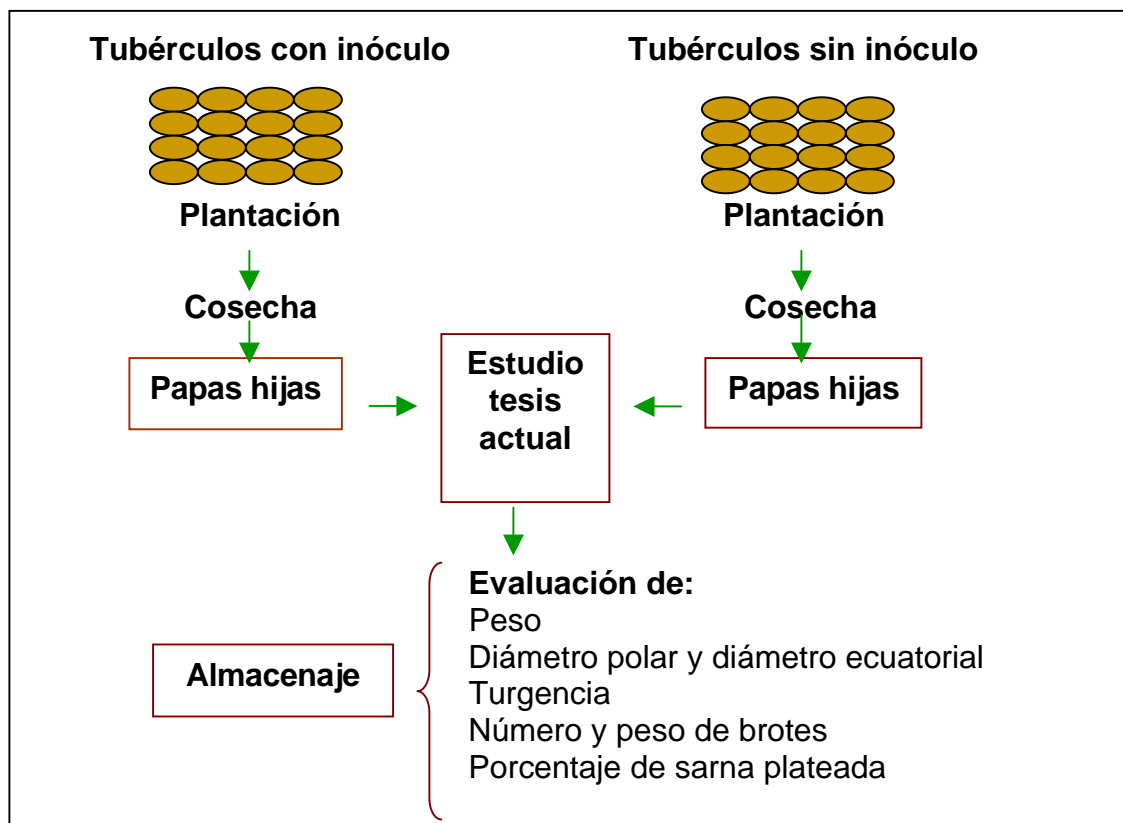







FIGURA 2: Obtención de material biológico utilizado en el ensayo.

3.1.3 Descripción del material biológico. Para la descripción morfológica de los tubérculos se utilizó una cartilla entregada por el SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG) (2004) y desarrollada por la UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV) (2004). Esta cartilla se utiliza como base para la inscripción de variedades en el Registro Nacional de Variedades y muestra distintas características del tubérculo y de la planta.

El material biológico utilizado corresponde a tubérculos de 14 clones de papa nativa y del cultivar Desirée, que se presentan a continuación en las Cuadro 2 junto con sus características morfológicas:

CUADRO 2 Clones selectos utilizados durante el ensayo y sus características morfológicas.

Clon	Forma tubérculo	Color piel	Forma brote	Color brote	Tamaño brote	Profund. ojos
 200-UA-11028	Ovalada*	Amarilla	Esférica	Café*	Grande	Poco profundo
 429-UA-1553	Redonda ovalada*	Beige claro	Esférica	Amarillo*	Pequeño	Muy poco profundo
 435-UA-1279	Alargada irregular*	Beige claro	Esférica	Amarillo*	Pequeño	Poco profundo
 536-UA-1563	Ovalada*	Rosado	Ovoide	Café verdoso*	Medio	Poco profundo
 548-UA-1328	Ovalada*	Amarillo	Esférica	Café*	Pequeño	Profundo






(Continúa)

Continuación Cuadro 2

Clon	Forma tubérculo	Color piel	Forma brote	Color brote	Tamaño brote	Profund. ojos
	Ovalada*	Violeta	Esférica	Café verdoso*	Medio	Poco profundo
N-G-143						
	Ovalada*	Morada	Esférica	Morado oscuro*	Medio	Medio
N-G-53						
	Alargada*	Amarillo*	Esférica*	Amarillo*	Pequeño*	Poco profundo*
N-G-60						
	Ovalada*	Morada y amarillo	Ovoide	Negrusco*	Medio	Medios
N-G-133						
	Redonda ovalada*	Rojo	Ovoide	Morado*	Medio	Poco profundo
336-CON-784						

(Continúa)

Continuación Cuadro 2

Clon	Forma tubérculo	Color piel	Forma brote	Color brote	Tamaño brote	Profund. ojos
	Redonda*	Marrón rojiza	Ovoide	Morado*	Medio	Poco profundo
364-CON-1131						
	Ovalada*	Rojo	Esférica	Morado*	Medio	Muy poco profundo
247-CON-1100						
	Redonda achatada en polos*	Morada	Esférica	Morado*	Pequeño	Profundo
457-CON-1157						
	Redonda ovalada*	Morado	Esférica	Morado*	Medio	Poco profundo
93-COCRANE-2						
	Oval alargada*	Rosada*	Esférica*	Amarillo*	Medio*	Poco profundo*
DESIREE						

FUENTE UPOV (2004).

(*) Datos extraídos de la observación de tubérculos de papa durante el ensayo.

A continuación se entrega el significado de cada una de las siglas señaladas para cada uno de los clones:

UA: accesión encontrada por la Universidad Austral de Chile y no hay datos anteriores, sólo morfológicos.

NG: material recibido por parte de un particular (Negrón).

CON: Contreras colector.

3.1.4 Material de laboratorio. Los materiales de laboratorio utilizados son los siguientes: jabas de madera (divididas en 4 y 6 secciones), pie de metro digital (calibrador "Digimatic" marca Mitutoyo, modelo CD-8"C), balanza digital, penetrómetro modelo FT 327 (3-27 lbs), termómetro de mínima y máxima, higrómetro, bandejas plásticas de polivinilcarbonato (PVC), tubos de ensayo, bolsas plásticas, alcohol 70°, agua destilada, algodón, microscopio, toalla absorbente, cloro al 5%.

3.2 Método.

La metodología utilizada en este estudio es descrita en forma detallada a continuación:

3.2.1 Selección de tubérculos de papa. Para realizar esta selección se escogieron en forma dirigida 96 tubérculos de cada clon, 48 provenientes de papas madres inoculadas con *H. solani* y 48 de papas madres sin inocular. Los calibres de tubérculos de un mismo clon fueron variados debido a la escasez de material biológico.

3.2.2 Desinfección de jabas de madera e instrumentos. Para realizar la desinfección y limpieza, las jabas fueron sumergidas y lavadas en una solución de cloro al 5%, posterior a esto se expusieron al sol para su secado. Sobre

estas jabas ya limpias se colocaron los tubérculos durante el ensayo para su estudio.

Previo a cada una de las mediciones efectuadas, los instrumentos ocupados en el ensayo como pie de metro, balanza y penetrómetro se desinfectaron con alcohol 70° para su utilización.

3.2.3 Diseño del experimento. Por cada clon existieron 2 tratamientos (C/I= con inóculo y S/I= sin inóculo), existiendo finalmente un total de 30. El número de repeticiones asignadas para cada tratamiento fue de 3, con un total de 16 tubérculos cada uno. Por lo tanto por cada clon estudiado se analizaron 96 tubérculos, de los cuales 48 provenían de tubérculos madres inoculados y además 48 de tubérculos madres sin inocular.

En este experimento los 14 clones de papa con el tratamiento sin inocular y el cultivar Desirée fueron el testigo de los clones de papa con el tratamiento inoculado. El diseño que se llevó a cabo en el siguiente experimento es el que se detalla en el Cuadro 3.

3.2.4 Almacenamiento de tubérculos. Los tubérculos analizados fueron almacenados en la bodega de papas ubicada en el Centro Experimental Santa Rosa, separando jabas con tubérculos inoculados de aquellas jabas con tubérculos no inoculados.

Al momento de evaluar los tubérculos almacenados, la condición de temperatura fluctuó entre los 4-6° C aproximadamente, la humedad existente era de un 70%. El tiempo de almacenaje de los tubérculos estudiados se prolongó durante tres meses.

CUADRO 3 Número del tratamiento, clon analizado, tratamientos realizados y cantidad utilizada de tubérculos hijos durante el ensayo.

Tratamiento	Clon analizado	Inoc. papas madres al momento de plantación.	Tubérculos hijos X tratamiento.	Nº repeticiones x tratamiento	Nº tub. analizados X repetición.
1	435-UA-1279	C/I	48	3	16
2	435-UA-1279	S/I	48	3	16
3	429-UA-1553	C/I	48	3	16
4	429-UA-1553	S/I	48	3	16
5	200-UA-1028	C/I	48	3	16
6	200-UA-1028	S/I	48	3	16
7	536-UA-1563	C/I	48	3	16
8	536-UA-1563	S/I	48	3	16
9	548-UA-1328	C/I	48	3	16
10	548-UA-1328	S/I	48	3	16
11	N-G-143	C/I	48	3	16
12	N-G-143	S/I	48	3	16
13	N-G-53	C/I	48	3	16
14	N-G-53	S/I	48	3	16
315	N-G-60	C/I	48	3	16
16	N-G-60	S/I	48	3	16
17	N-G-133	C/I	48	3	16
18	N-G-133	S/I	48	3	16
19	336-CON-784	C/I	48	3	16
20	336-CON-784	S/I	48	3	16
21	364-CON-1131	C/I	48	3	16
22	364-CON-1131	S/I	48	3	16
23	247-CON-1100	C/I	48	3	16
24	247-CON-1100	S/I	48	3	16
25	457-CON-1157	C/I	48	3	16
26	457-CON-1157	S/I	48	3	16
27	93-COCRANE-2	C/I	48	3	16
28	93-COCRANE-2	S/I	48	3	16
29	DESIREE	C/I	48	3	16
30	DESIREE	S/I	48	3	16

C/I: Tubérculos hijos que provienen de plantas madres inoculadas al momento de la plantación.
S/I: Tubérculos hijos que provienen de plantas madres sin inocular.

El objetivo de almacenar los tubérculos en bodega de papas y no en cámara climática, es para dar las condiciones reales de humedad y temperatura a la que son expuestos los tubérculos de papa en las bodegas en el sur de Chile.

3.2.5 Disposición de los tubérculos en el ensayo. Los tubérculos se ubicaron en jabas de madera previamente desinfectadas, donde la disposición de éstos se realizó completamente al azar. Las jabas con tubérculos inoculados se distanciaron de los tubérculos no inoculados, para evitar el contacto entre estos mismos.

Se presenta a continuación en la Figura 3 la ubicación de los tubérculos de papa en las jabas de madera.



FIGURA 3 Distribución de tubérculos hijos sobre jabas de madera, en bodega de almacenaje.

3.2.6 Evaluación de los parámetros estudiados en los tubérculos. Se detallan los distintos parámetros analizados, instrumentos ocupados y las distintas fechas de medición durante este estudio.

Los parámetros evaluados durante el ensayo fueron los siguientes:

- Peso.
- Diámetro polar.
- Diámetro ecuatorial.
- Turgencia.
- Número de brotes.
- Peso de brotes.
- Porcentaje de sarna plateada.

Para una medición más precisa de los parámetros, los tubérculos fueron enumerados y analizados individualmente, con el objetivo de llevar un registro más preciso de lo acontecido con cada uno de éstos y así observar lo ocurrido con los parámetros evaluados.

Los 16 tubérculos seleccionados por cada repetición evaluada (de cada clon inoculado con *H. solani* y de cada clon no inoculado), fueron destinados de la siguiente manera:

Para los parámetros de diámetro polar, diámetro ecuatorial, peso, número de brotes y peso de brotes se utilizaron 10 tubérculos hijos por cada repetición (3).

De los 10 tubérculos anteriormente utilizados se escogieron al azar 6 tubérculos, para la evaluación del porcentaje de sarna plateada al final del estudio para cada una de las repeticiones.

Para la evaluación de turgencia se seleccionaron 6 tubérculos al azar, para cada repetición de los distintos clones analizados (inoculados y no inoculados), ocupando tres al inicio del estudio y los tres restantes al final de éste.

3.2.6.1 Evaluación del peso en los tubérculos. La evaluación de este parámetro permite determinar la disminución de peso ocurrida por la pérdida de agua en los tubérculos. Este parámetro se midió por medio de una balanza digital.

3.2.6.2 Evaluación de diámetro polar y ecuatorial en tubérculos. Este parámetro permite observar en el tubérculo si existe una disminución en su largo y ancho. Para su medición se utilizó el instrumento pie de metro digital.

Los parámetros de peso, diámetro polar y diámetro ecuatorial se evaluaron cada quince días, obteniéndose un total de siete mediciones para cada parámetro. Para la realización del análisis estadístico inferencial se utilizó la primera y séptima medición. Los datos obtenidos entre la segunda y sexta evaluación sirvieron para corroborar efectivamente la disminución de los parámetros antes señalados y orientar los análisis estadísticos.

En la Figura 4 se muestran los instrumentos ocupados en la medición de los parámetros anteriormente señalados.



FIGURA 4 Balanza y pie de metro digital ocupados para la medición de peso y diámetros ecuatorial y polar respectivamente.

3.2.6.3 Evaluación de turgencia en los tubérculos. La medición de turgencia fue realizada mediante un penetrómetro, el cual mide la resistencia a la penetración por parte del tubérculo, este instrumento ocasionó daño mecánico en los tubérculos por lo cual debieron ser eliminados.

El parámetro de turgencia solamente fue evaluado al inicio y final del ensayo, por no existir la cantidad de tubérculos necesarios como para que éste parámetro se haya medido cada 15 días. La fecha de evaluación corresponde al 26 de mayo y 27 de agosto del 2003 respectivamente.

3.2.6.4 Número y peso de brotes de los tubérculos. Este parámetro se analizó contando el número de brotes, posterior a lo cual éstos se retiraron de los tubérculos para ser pesados en la balanza digital.

3.2.6.5 Porcentaje de sarna plateada en la piel de los tubérculos. Para la medición de este parámetro los tubérculos fueron introducidos en una cámara húmeda (Figura 5), para estimular el desarrollo y posterior detección de los

signos de *H. solani* sobre los tubérculos, y así verificar el porcentaje de sarna plateada de cada uno.



FIGURA 5 Cámara húmeda realizada a tubérculos de papa durante 12 días para evidenciar signos de *H. solani*.



FIGURA 6 Signos microscópicos de *H. solani*, obtenidos desde la peridermis de tubérculos hijos.

Posterior a la realización de la cámara húmeda, los signos obtenidos fueron observados bajo microscopio (40X) (Figura 6).

Para la evaluación de sarna plateada o grado de infestación de tubérculos, con *H. solani*, se utilizó la escala del GREAT BRITAIN MINISTRY OF AGRICULTURE FISHERIES AND FOOD (1976) (Anexo 1).

Los parámetros de número brotes, peso de brotes y porcentaje de sarna plateada, fueron medidos solamente al final del estudio.

3.3 Diseño estadístico. Se efectuó un diseño estadístico con estructura factorial 15x2. El primer factor comprende a los distintos clones usados. El segundo factor identifica el uso o no uso de inóculo. Se contempló el uso de 3 repeticiones por tratamiento.

3.4 Análisis estadístico. El análisis estadístico se compone de dos tipos: análisis descriptivo y análisis inferencial.

El análisis descriptivo se presentará a través de cuadros y figuras. Para cada análisis se presenta un cuadro de carácter descriptivo, que contiene el número de observaciones, valores mínimos, medios, máximos, desviación estándar y el coeficiente de variación (%), según factor (clon/inóculo) e interacción (tratamiento). Los promedios por factor e interacción se presentan en forma gráfica.

El análisis inferencial se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA), que permite comparar si los tratamientos poseen igual media o promedio. Para las variables medidas en escala se utilizó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis.

Se comprobaron los supuestos de normalidad para cada tratamiento (test Chi Cuadrado) y homogeneidad de varianza entre tratamiento (test de Bartlett) al 95% de confianza. Para formar grupos homogéneos de tratamientos se utilizó el test de HSD de Tukey al 95% de confianza, para el caso no paramétrico se utilizó Test de comparaciones múltiples de Dunn. Para la variable % de sarna plateada se realizó transformación de datos para lograr homogeneidad de varianzas con Arc (seno (raíz (% sarna))).

Se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS 2.0 para el análisis estadístico de los datos.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se presenta a continuación los resultados con su discusión. Los antecedentes que se consideran fueron obtenidos de la evaluación de los siguientes parámetros: peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar, turgencia, número de brotes, peso de brotes y porcentaje de sarna plateada de tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas con *H. solani* y de papas madres sin inocular.

La información obtenida de los parámetros anteriormente señalados, fueron medidos en tubérculos de 14 clones de papa nativa chilota y el cultivar Desirée, almacenados entre el período de mayo del 2003, a agosto del mismo año, durante aproximadamente tres meses.

4.1 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en la disminución de peso (g).

A continuación se presentan los resultados obtenidos sobre la disminución de peso ocurrida en los tubérculos hijos. Para esta variable se evaluó el factor inóculo, el factor clon y lo ocurrido con la interacción de estos dos, por medio de un análisis de varianza.

En el Cuadro 4 se muestran los promedios obtenidos de la variable disminución de peso obtenido en tubérculos de los distintos clones analizados (provenientes de tubérculos madres inoculados y no inoculados).

En el análisis de varianza (Anexo 2), el cual permite comprobar si dos o más tratamientos tienen igual promedio, indica que para el factor inóculo, sus

promedios resultaron ser iguales al 95% de confianza (p -valor $>0,05$), para la disminución de peso, CON y SIN inóculo.

CUADRO 4 Promedio de la disminución de peso (g) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Promedio disminución de peso
	SIN	CON	
336-CON-784	2,34 a	2,05 abcdef	2,20 a
N-G-133	2,22 abc	2,17 abcd	2,19 ab
429-UA-1553	1,76 abcdefgh	2,26 ab	2,02 abc
N-G-143	1,90 abcdefg	2,13 abcde	2,02 abc
N-G-53	1,42 fghijkl	2,35 a	1,89 abcd
457-CON-1157	2,12 abcde	1,60 cdefghij	1,86 abcde
364-CON-1131	1,95 abcdefg	1,63 bcdefghi	1,79 bcde
536-UA-1563	1,80 abcdefgh	1,64 bcdefghi	1,72 cde
93-COCRANE-2	1,71 bcdefgh	1,53 efghijkl	1,62 cdef
247-CON-1100	1,63 bcdefghi	1,54 defghijkl	1,59 def
200-UA-1028	1,66 bcdefghi	1,36 ghijkl	1,51 def
548-UA-1328	1,57 defghijk	1,36 ghijkl	1,46 efg
DESIREE	1,46 fghijkl	1,07 ijkl	1,27 fgh
N-G-60	0,95 kl	1,18 hijkl	1,06 gh
435-UA-1279	0,92 l	0,99 jkl	0,95 h
Promedio disminución de peso	1,69a	1,66a	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p -valor $<0,05$), por la prueba del rango múltiple de Tukey.

Lo anterior indica que para la variable disminución de peso evaluada en gramos, no existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo como se observa en la Figura 7.

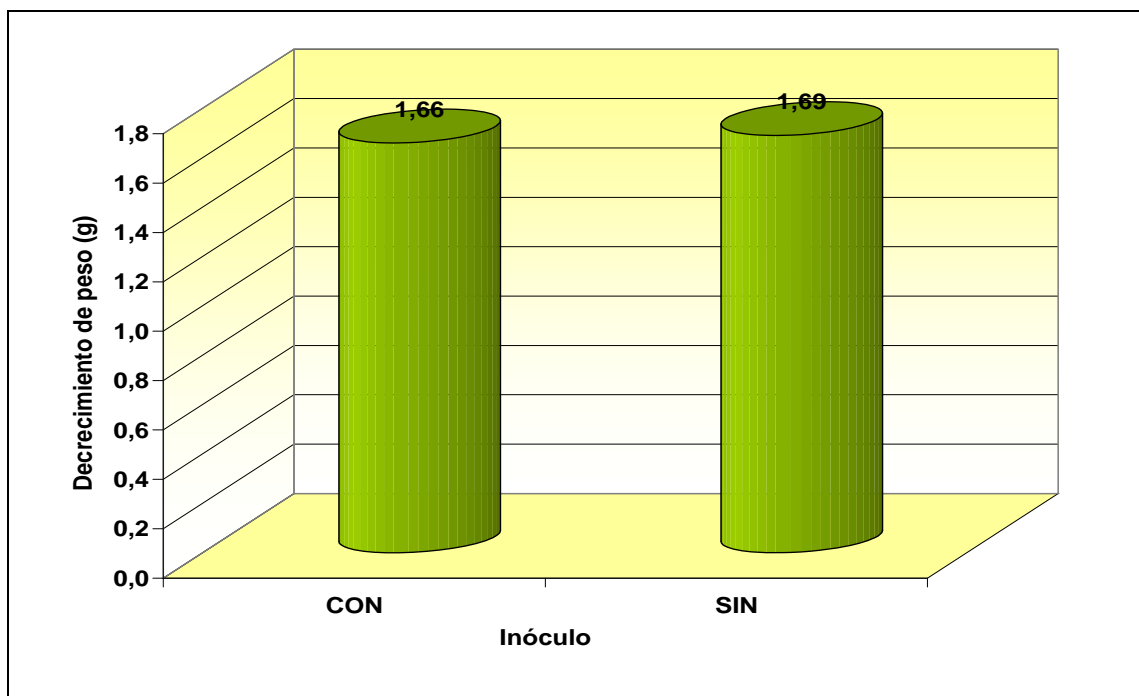


FIGURA 7 Disminución de peso (g) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

Para el factor clon por sí sólo, los promedios entre éstos más el cultivar Desirée, resultaron ser diferentes al 99% de confianza con un p -valor $< 0,01$. Esto significa que en la evaluación del parámetro disminución de peso en los tubérculos se presentaron diferencias altamente significativas entre los clones, como se muestra en la Figura 8.

En la Figura 9 se observa también que existe interacción entre los factores inóculo y clon, al 99% de confianza con un p -valor $< 0,01$.

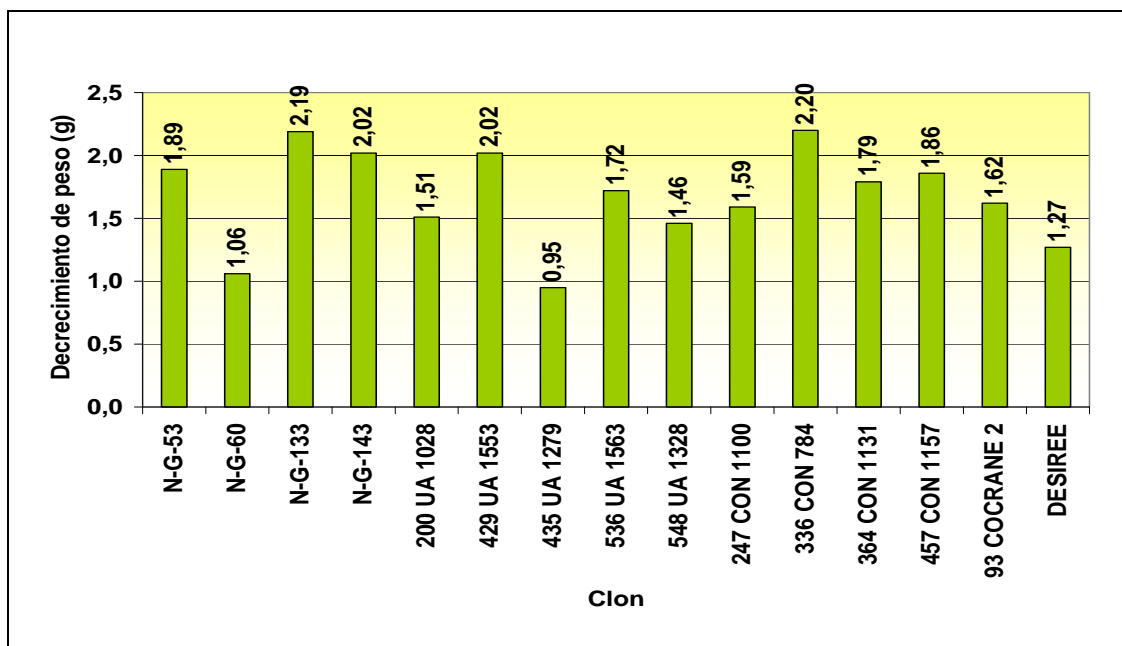


FIGURA 8 Disminución de peso (g) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados.

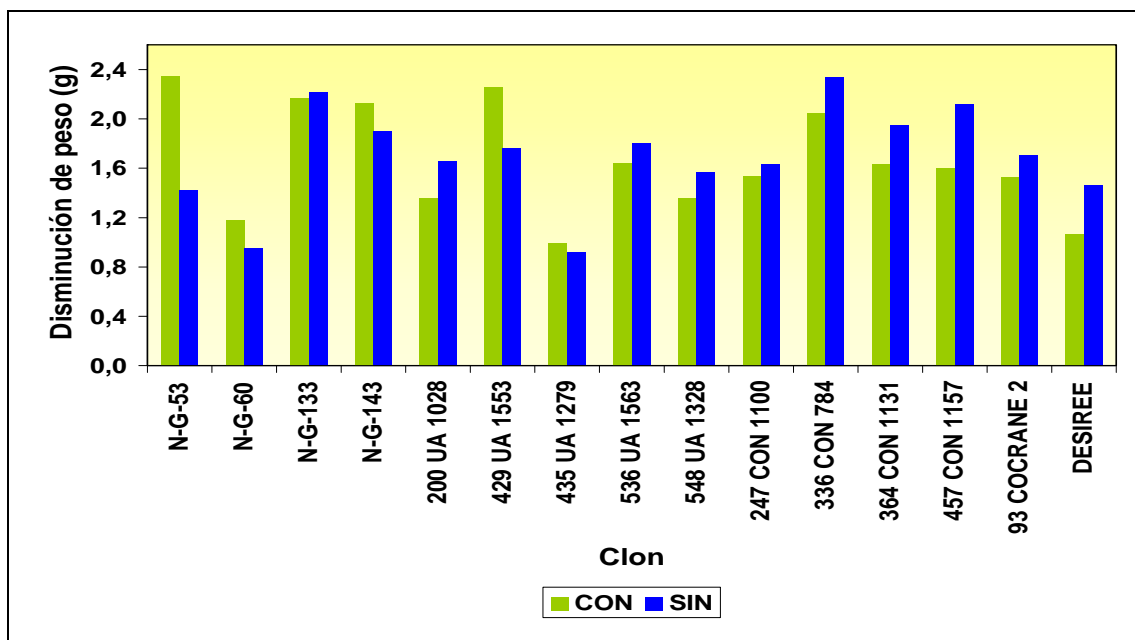


FIGURA 9 Disminución de peso (g) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Uno de los objetivos de este ensayo fue analizar si tubérculos hijos proveniente de aquellos tubérculos madres inoculados superficialmente con una suspensión de conidias de *H. solani* y cuya cantidad fue de de 14.400 propágulos/cc, perdieron más peso que los no inoculados, mientras fueron mantenidos en almacenaje. Se evaluaron, además, otros parámetros referentes también a la pérdida de peso tales como turgencia, diámetro polar y ecuatorial, número y peso de brotes y porcentaje de sarna plateada.

Sarna plateada es una enfermedad cuyas infecciones primarias ocurren en terreno y las secundarias acontecen durante el período de guarda de los tubérculos, siendo esta una enfermedad básicamente de almacenaje, como lo muestra la Figura 1. La infección secundaria puede no afectar significativamente la estructura de la piel, pero puede dañar la apariencia de la papa (KIRAN *et al.*, 1996).

Existe un traspaso de conidias o esporas desde tubérculos madres hacia tubérculos hijos, y el mecanismo de transferencia aún se desconoce. Al respecto SECOR (2000), señala 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. Sin embargo, RODRÍGUEZ *et al.* (1996) y KIRAN *et al.* (1996), señalan que los tubérculos semilla se cree son los responsables de la infección de nuevos tubérculos hijos en el terreno. JALLIS y TAYLOR (1977), realizaron un estudio donde detectaron que la mayor parte del inóculo de tubérculos madres ocurre en las primeras semanas después de la plantación, detectándose la infección de los tubérculos hijos en el estolón.

JALLIS y TAYLOR (1977), señalan que a medida que las lesiones envejecen, la esporulación es reducida y entonces es posible que un retraso en el inicio de la formación de tubérculos de cómo resultado una menor cantidad de inóculo transmitido.

La pérdida de peso a la que se ven expuestos los tubérculos hijos se debe principalmente a la pérdida de humedad que éstos sufren durante el almacenamiento. Al evaluar este parámetro analizando el factor inóculo por sí sólo (promedio), se puede apreciar en Cuadro 4 y Figura 7, que no hubo diferencias entre la aplicación de inóculo (con) y la no aplicación de inóculo (sin) a papas madres en la disminución de peso de los tubérculos hijos.

Estos resultados podrían atribuirse básicamente a dos razones, la primera de éstas es que la aplicación de inóculo a tubérculos semilla al momento de la plantación no se haya efectuado de la forma adecuada, puesto que a tubérculos madres se les suministró un baño con $14,4 \times 10^2$ propágulos, en comparación con lo efectuado por RODRIGUEZ *et al.* (1995) el cual aplicó $2,5 \times 10^4$ conidias en forma de aspersion e incubados en laboratorio durante un mes y no llevados directamente a condiciones de campo como lo ocurrido en este ensayo. Como consecuencia de esto se produjo un débil traspaso de conidias de *H. solani* sobre los tubérculos hijos. Al respecto ANDRADE (2006), señala que es de extrema necesidad proponer un método de inoculación que permita evaluar, seleccionar y controlar los factores que afectan a esta patología, ya que la literatura consultada solo aporta antecedentes de otros países que no se asemejan a las condiciones edafoclimáticas del sur de Chile.

Una segunda causal posible puede ser debida a que la plantación de tubérculos madres se efectuó en suelos donde anteriormente se cultivó tubérculos de papa, y conidias de *H. solani* hayan quedado sobre éste, produciendo infección sobre los tubérculos hijos. Al respecto JELLIS y TAYLOR (1977), señalan que propágulos provenientes del suelo de *H. solani* son capaces de sobrevivir y causar infección. Además los autores HIDE y ADAMS (1980), sugieren que la incidencia de la enfermedad sobre cultivos puede no estar relacionada con aquella sobre la papa-semilla, si no que influenciada por las condiciones de suelo. El monocultivo practicado trae consigo un aumento de

esporas en el suelo. Varios autores confirman esta conclusión, MERIDA y LORIA (1994), citados por RODRÍGUEZ *et al.* (1996), señalan que es posible que conidias sobrevivan en el suelo a partir de cultivos previos e infecten a nuevos cultivos de papa. SMITH (1978), indica que el organismo causal permanece de año a año en el suelo y sobre tubérculos infectados.

Por lo tanto el factor inóculo analizado en este ensayo tiene poca o tal vez ninguna relevancia sobre la disminución de peso en tubérculos hijos, provenientes de plantas madres inoculadas. Se recomienda para futuros estudios mejorar el método de inoculación de éstas.

Durante el desarrollo de este experimento se evaluó lo ocurrido con el peso de los tubérculos al evaluar solamente el factor clon y se pudo observar que existen diferencias significativas entre los distintos clones evaluados, de esta forma se puede señalar que las diferencias significativas que se presentaron entre los distintos clones evaluados se debe principalmente a las características intrínsecas de cada uno de ellos. Hijmans *et al.*, 2002, citado por BONIERBALE *et al.*, 2004, afirman que la papa es uno de los cultivos con mayor diversidad genética.

De los resultados obtenidos se destacan los clones 435-UA-1279, N-G-60, 548-UA-1328 y Desirée, los cuales presentaron una menor disminución en su peso. Estos clones, a excepción de Desirée, presentan piel de color amarilla. Por lo tanto se puede inferir que tubérculos de piel amarilla pueden presentar una posible resistencia o son menos afectados por *H. solani*; ésto es reafirmado por RODRIGUEZ *et al.* (1995), quién indica que algunos cultivares son menos susceptibles que otros, por lo tanto la resistencia que ejerce su piel también lo es. Además HARDY *et al.* (1997), indican que tubérculos de piel roja son menos resistentes a sarna plateada que los de piel blanca. Apoyando la baja disminución de peso que presentó el cultivar Desirée se encuentra un estudio

realizado por HILTON *et al.* (2000), en donde fueron evaluados los síntomas de sarna plateada en distintos cultivares en terreno y en invernadero, incluido la variedad Desirée, y obtuvo como resultado que ésta presentó los síntomas mas leves.

Cabe señalar que esta aseveración no es concluyente, ya que es necesario realizar estudios posteriores con aquellos tubérculos de piel amarilla que presentaron una menor disminución en su peso.

La interacción entre inóculo y clon resultó ser significativa al 99% de confianza, esto quiere decir que bajo las condiciones de almacenamiento de los clones selectos el inóculo puede actuar en la disminución de peso de los tubérculos. No obstante las diferencias que se provocan son posiblemente por las características de cada uno de los clones.

La importancia de la acción de este patógeno radica principalmente en el daño estético producto de las manchas plateadas que se hacen evidentes sobre la superficie del tubérculo (BARRERA *et al.*, 2002). El crecimiento de *H. solani* y el desarrollo de sarna plateada se ven favorecidas por la temperatura y la humedad relativa encontrada en los almacenajes de papa (RODRIGUEZ *et al.*, 1996). Esto conlleva a que si las condiciones son las adecuadas para la germinación y esporulación del hongo exista una mayor pérdida de peso de los tubérculos durante el almacenaje, produciendo una disminución de la calidad para papa consumo, industrial y papa semilla.

La relevancia de este experimento se basa en que estudios anteriores a éste sólo se han realizado bajo cámara húmeda, en condiciones de temperatura y humedad controladas. En este experimento los tubérculos se almacenaron en una bodega de papas para dar las condiciones de temperatura y humedad

relativa reales a las cuales son sometidos los tubérculos en el sur de Chile; éstas fluctuaron entre los 4-6° C aproximadamente y 70% HR respectivamente, además poseía un sistema de ventilación adecuado. HILTON *et al.* (2000), señala que tanto la temperatura como la humedad poseen efectos significativos sobre la severidad de los síntomas de la enfermedad, y que por lo tanto las papas se deben almacenar bajo condiciones adecuadas.

La pérdida de peso (g) alcanzada por los tubérculos hijos evaluados en este ensayo presenta al clon 336-CON-784, como el que obtuvo una mayor deshidratación con 2,20 g, existiendo disminuciones altas en peso en tubérculos provenientes de papas madres inoculadas como las no inoculadas. Este clon presenta piel de color rojo, reafirmando que los tubérculos que presentan piel roja son menos resistentes a la enfermedad que los de piel blanca HARDY *et al.* (1997). KIRAN *et al.* (1996), se refiere a la infección secundaria, indicando que ésta puede no afectar significativamente la piel, pero sí dañar su apariencia. Las variedades de piel roja tienden a perder su pigmentación normal, producto de la desecación de las células y de la depositación de suberina, ocasionando pérdidas significativas en la calidad del tubérculo (MERIDA y LORIA, 1994; ELSON *et al.*, 1997; ERRAMPALLI *et al.*, 2001).

Por su parte NAVARRO (2002), realizó un ensayo para determinar la incidencia de *H. solani* con tubérculos semilla cv. Monalisa almacenados en cámara húmeda, en donde se mantuvo una temperatura de 6° C continua y humedad relativa del 90%. Este autor hace referencia a pérdidas de peso mayores a las del presente ensayo. MERIDA y LORIA (1994), sugieren que temperaturas más frías en almacenaje retrasarán significativamente la tasa de desarrollo de la enfermedad en almacenaje.

4.2 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en la disminución del diámetro ecuatorial (mm).

Se muestran los resultados obtenidos sobre la variable disminución de diámetro ecuatorial presentada en tubérculos hijos. Se analizó el factor inóculo, el factor clon y lo ocurrido con la interacción de estos dos, mediante el análisis de varianza.

Se observa, en el Cuadro 5, los promedios derivados del análisis de la variable disminución de diámetro ecuatorial presentada en los clones y cv. Desirée.

CUADRO 5 Promedio de la disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Prom. disminución diám. ecuatorial
	SIN	CON	
N-G-53	2,74 a	2,43 ab	2,59 a
N-G-143	2,11 bcd	2,44 ab	2,28 ab
457-CON-1157	2,13 bcd	2,36 abc	2,23 abc
429-UA-1553	2,18 bcd	2,09 bcde	2,13 bc
N-G-133	2,04 bcde	2,14 bcd	2,09 bcd
548-UA-1328	1,86 cdefgh	2,03 bcde	1,94 cde
336-CON-784	1,70 defghi	1,90 cdef	1,80 de
536-UA-1563	1,60 efghij	1,89 cdefg	1,75 ef
93-COCRANE-2	1,45 fghijklm	1,43 fghijklm	1,44 fg
200-UA-1028	1,32 ijklm	1,53 fghijk	1,42 g
364-CON-1131	1,26 ijklm	1,42 fghijklm	1,34 gh
N-G-60	1,26 ijklm	1,41 ghijklm	1,34 gh
247-CON-1100	1,15 jklm	1,47 fghijkl	1,31 gh
DESIREE	0,96 m	1,37 hijklm	1,17 gh
435-UA-1279	1,01 lm	1,04 klm	1,03 h
Promedio disminución diám. ecuatorial	1,64a	1,78b	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p -valor $<0,05$), por la prueba del rango múltiple de Tukey.

Según el análisis de varianza (Anexo 3), la variable disminución del diámetro ecuatorial, indica que para el factor inóculo (CON o SIN), sus promedios resultaron ser distintos al 99% de confianza ($p\text{-valor}<0,01$), existiendo diferencias altamente significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo (Figura 10).

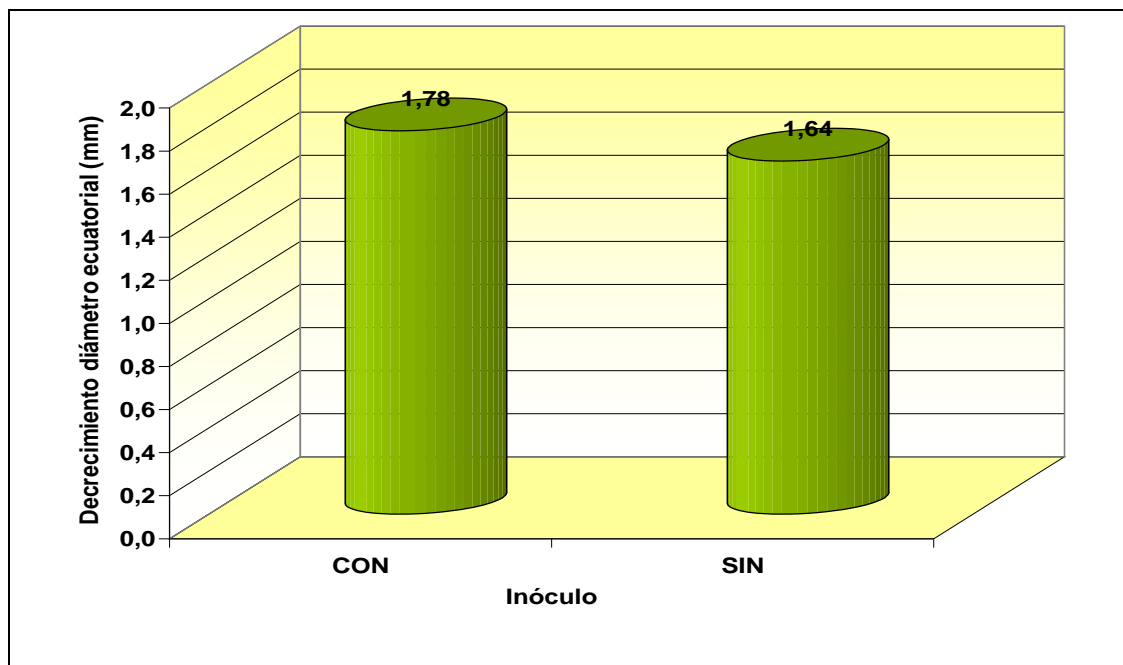


FIGURA 10 Disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

Al analizar los promedios, para el factor clon, se aprecia que resultaron ser distintos al 99% de confianza ($p\text{-valor}<0,01$), como se muestra en la Figura 11. Por lo tanto existen diferencias altamente significativas entre los clones, en la evaluación de la variable disminución de diámetro ecuatorial.

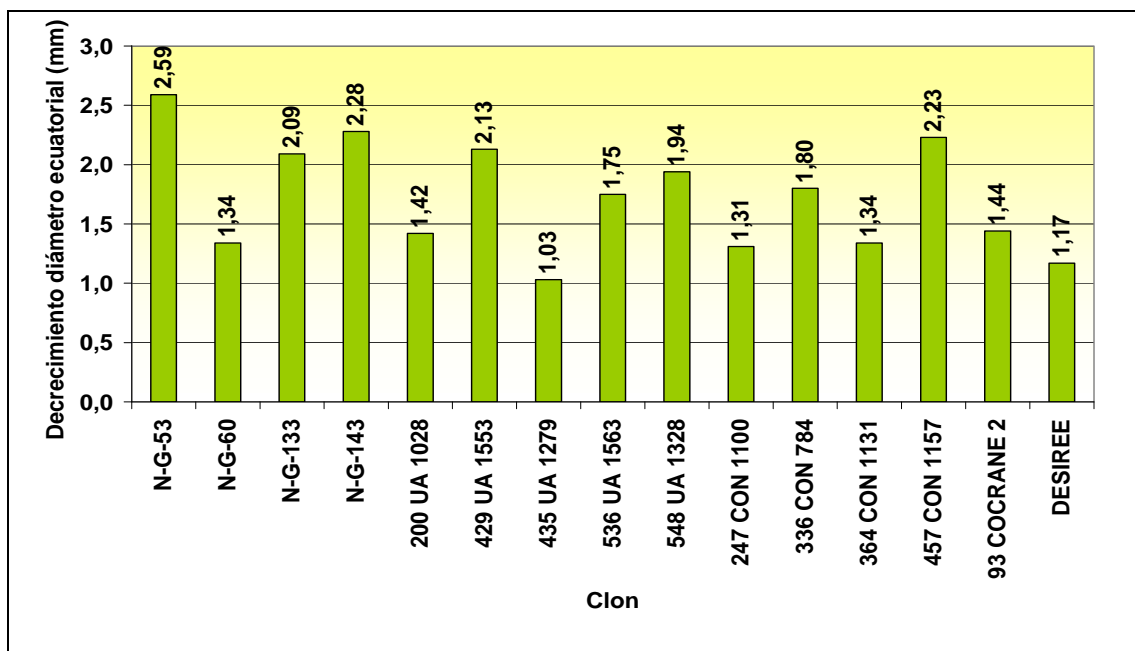


FIGURA 11 Disminución del diámetro ecuatorial (mm) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados.

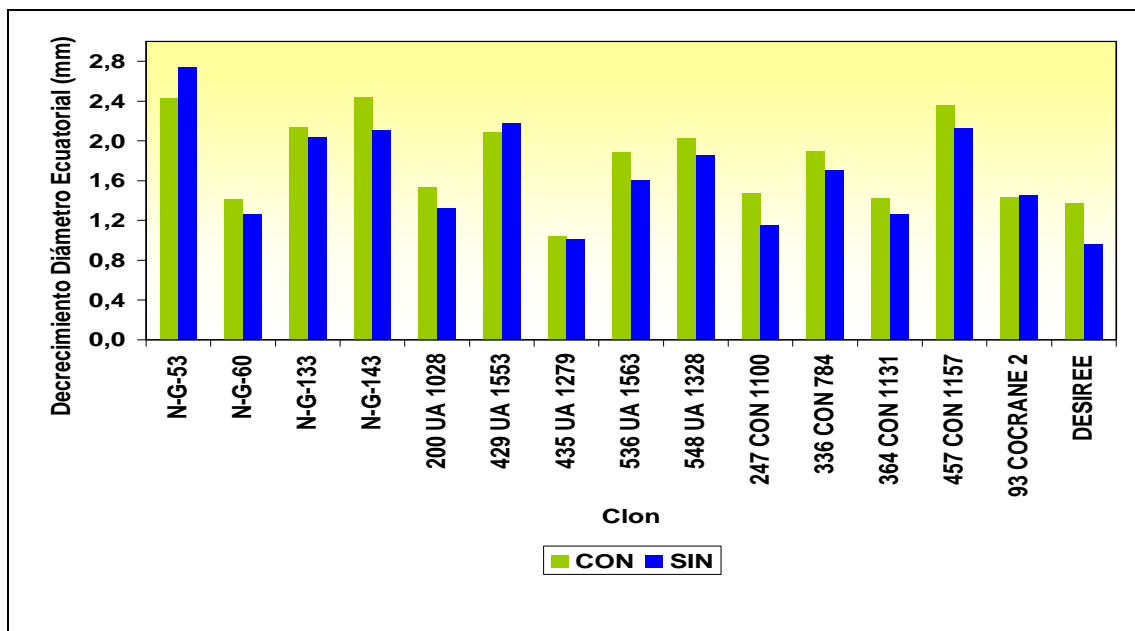


FIGURA 12 Disminución del diámetro ecuatorial (mm) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Se puede observar (Figura 12). que existe interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza ($p\text{-valor}<0,05$), en la evaluación de la variable disminución de diámetro ecuatorial.

Para evaluar que ocurre con la variación del tamaño de tubérculos hijos inoculados y no inoculados se determinó lo acontecido con los diámetros ecuatoriales y polares. Al consultar bibliografía disponible, solamente NAVARRO (2002), ha utilizado este parámetro para analizar como influye este patógeno en la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos de la cv. Monalisa mantenidos en cámara climática, obteniendo como resultado que este parámetro no es afectado por la incidencia del hongo.

En frutos de manzano "Golden Delicious" el diámetro ecuatorial fue medido, para evaluar el posible daño ocasionado por la mancha amarga (Bitter Pit), producida por la deficiencia de calcio (HERNANDEZ, 1999). En tubérculos el diámetro ecuatorial es medido para dimensionar su calibre, tomando en cuenta las exigencias del mercado o bien para definir las características de calidad de papa.

Según el análisis de varianza (Anexo 3), este parámetro se ve influenciado por el efecto del inóculo. El que exista una disminución en este parámetro (ya sea inoculados o no inoculados) y que aquellos tubérculos inoculados hayan disminuido aún más su diámetro ecuatorial significa que probablemente el inóculo ejerce alguna influencia sobre éste. ELSON *et al.* (1997), señala que los síntomas de sarna plateada produce una pérdida en la calidad de los tubérculos causada por decoloración y por pérdidas de humedad originada por la ruptura de la peridermis.

Sobre la influencia del inóculo en el diámetro ecuatorial no se pudo encontrar información que compruebe este estudio. La disminución presentada

en este parámetro, además del efecto inóculo, puede ser atribuible a la pérdida de agua que sufren los tubérculos producto de su almacenamiento. Dado estos resultados se recomienda que tubérculos no sean almacenados por largos períodos, ya que ésta disminución puede influir en que ellos pierdan su forma original y no sean propicios para utilizarlos como papa-semilla, industrial o por el consumidor.

Al analizar el factor clon por si sólo existen diferencias, las cuales se deben a que son clones distintos y que cada uno posee características diferentes. A este respecto CONTRERAS *et al.*, (1992b), da a conocer variados clones, los cuales presentan caracteres genéticos, agronómicos y de resistencia distintos, reafirmando de esta manera lo dicho anteriormente.

Como se puede apreciar en el Cuadro 5 los clones 435-UA-1279, N-G-60, Desirée, 247-CON-1100 y 364-CON-1131 obtuvieron una menor reducción en el diámetro ecuatorial, de los cuales, los tres primeros coinciden con aquellos clones que presentaron una menor disminución del parámetro peso. MERIDA Y LORIA (1994), señalan que muchos cultivares de piel roja han sido considerados susceptibles en contraste con aquellos cultivares de piel color castaña.

El comportamiento de los clones nativos señalados anteriormente, sobre todo cuando los tubérculos presentan piel amarilla dejan una ventana abierta a la posible resistencia que puedan tener estos clones a la infección de *H. solani*, los que podrían ser utilizados favorablemente en el mejoramiento de la especie. CONTRERAS *et al.* (1992b), señala que si se aprovecha la potencialidad genética de la papa chilena se podrán generar interesantes líneas con que reemplazar, desplazar o complementar al material foráneo.

El que exista escasa información sobre éste y otros parámetros es debido a insuficientes estudios que se han realizado sobre *H. solani*. En Chile no existen ensayos que relacionen clones con inoculación de papas madres. Por esta razón es relevante comenzar a estudiar a este patógeno, y ver como se comporta en este medio ambiente y en lo posible con papas nativas de Chile.

En consecuencia se puede indicar que la inoculación con sarna plateada a tubérculos madres, influyó en una mayor disminución del diámetro ecuatorial en papas hijas, al igual que el factor clon y su interacción. HARDY *et al.* (1997), señala que la plantación de tubérculos semilla infectados puede conducir a la contaminación de tubérculos hijos.

4.3 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en la disminución del diámetro polar (mm).

A continuación se señalan los resultados que se obtuvieron de la variable disminución del diámetro polar en tubérculos hijos. Se analizaron el factor inóculo, clon y la interacción entre ambos (por medio de un análisis de varianza).

Los promedios obtenidos de la variable disminución del diámetro polar en los clones y el cv Desirée se observan en el Cuadro 6.

Para esta variable el análisis de varianza (Anexo 4), indica que para el factor inóculo (CON o SIN), sus promedios fueron distintos al 99% de confianza (p -valor $<0,01$). Es decir que bajo condiciones de almacenamiento, para la disminución del diámetro polar en los distintos clones, existen diferencias altamente significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo (Figura 13).

CUADRO 6 Promedio de la disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Promedio disminución diám. Polar
	SIN	CON	
N-G-60	2,3 n.s.	2,16 n.s.	2,23 a
N-G-143	2,15 n.s.	2,25 n.s.	2,20 a
429-UA-1553	2,04 n.s.	2,28 n.s.	2,17 ab
548-UA-1328	2,04 n.s.	2,00 n.s.	2,02 abc
536-UA-1563	2,02 n.s.	1,98 n.s.	2,00 abc
N-G-133	2,03 n.s.	1,93 n.s.	1,98 abc
N-G-53	1,91 n.s.	1,93 n.s.	1,92 abcd
93-COCRANE-2	1,69 n.s.	1,82 n.s.	1,76 bcde
336-CON-784	1,63 n.s.	1,86 n.s.	1,75 bcde
200-UA-1028	1,49 n.s.	1,73 n.s.	1,61 cde
457-CON-1157	1,42 n.s.	1,78 n.s.	1,61 cde
435-UA-1279	1,35 n.s.	1,72 n.s.	1,53 de
364-CON-1131	1,43 n.s.	1,63 n.s.	1,52 de
247-CON-1100	1,28 n.s.	1,71 n.s.	1,49 e
DESIREE	1,3 n.s.	1,56 n.s.	1,43 e
Promedio disminución diám. Polar	1,73a	1,89b	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p -valor $<$ 0,05), por la prueba del rango múltiple de Tukey.

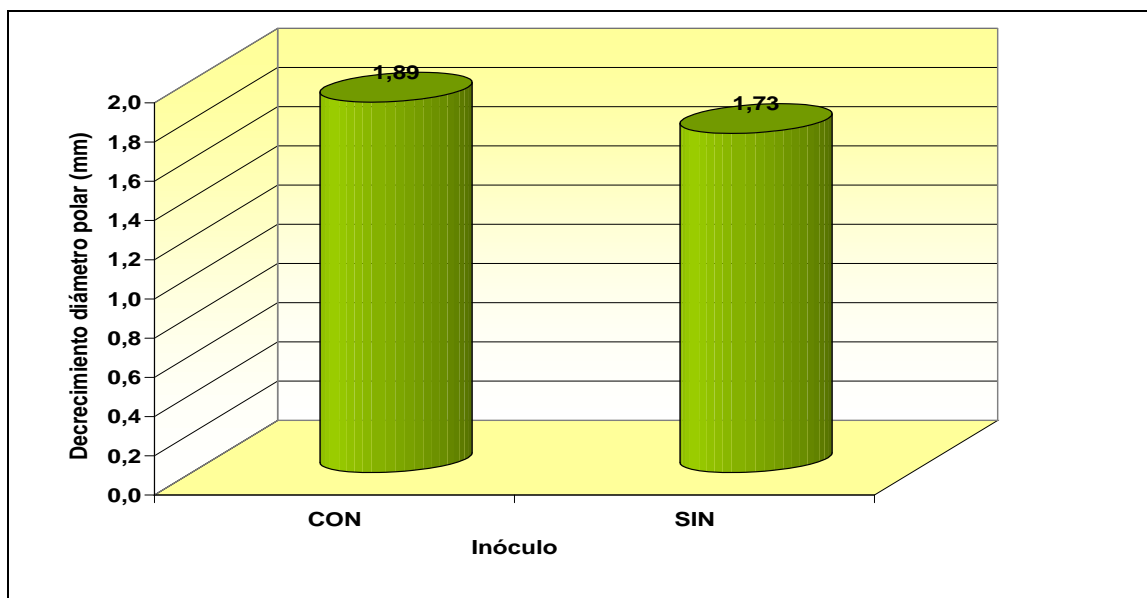


FIGURA 13 Disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

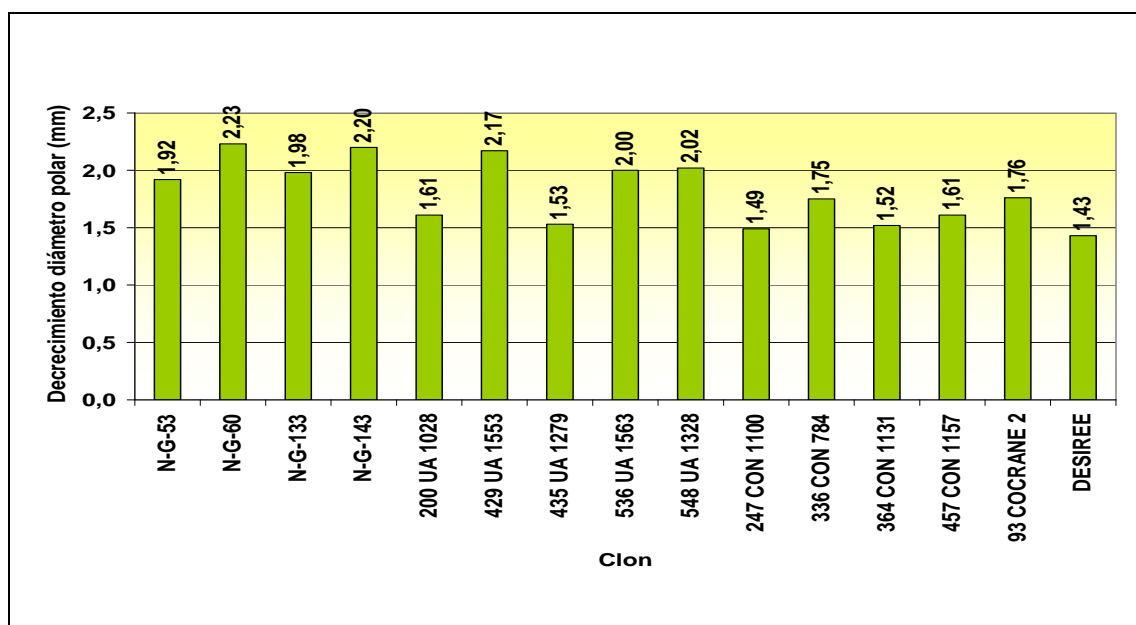


FIGURA 14 Disminución del diámetro polar (mm) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados.

Al evaluar el factor clon, se puede observar que los promedios entre los clones más el cultivar Desirée, son distintos al 99% de confianza (p -valor $<0,01$) (Figura 14), esto quiere decir que existieron diferencias altamente significativas entre los clones, al evaluar la disminución del diámetro polar.

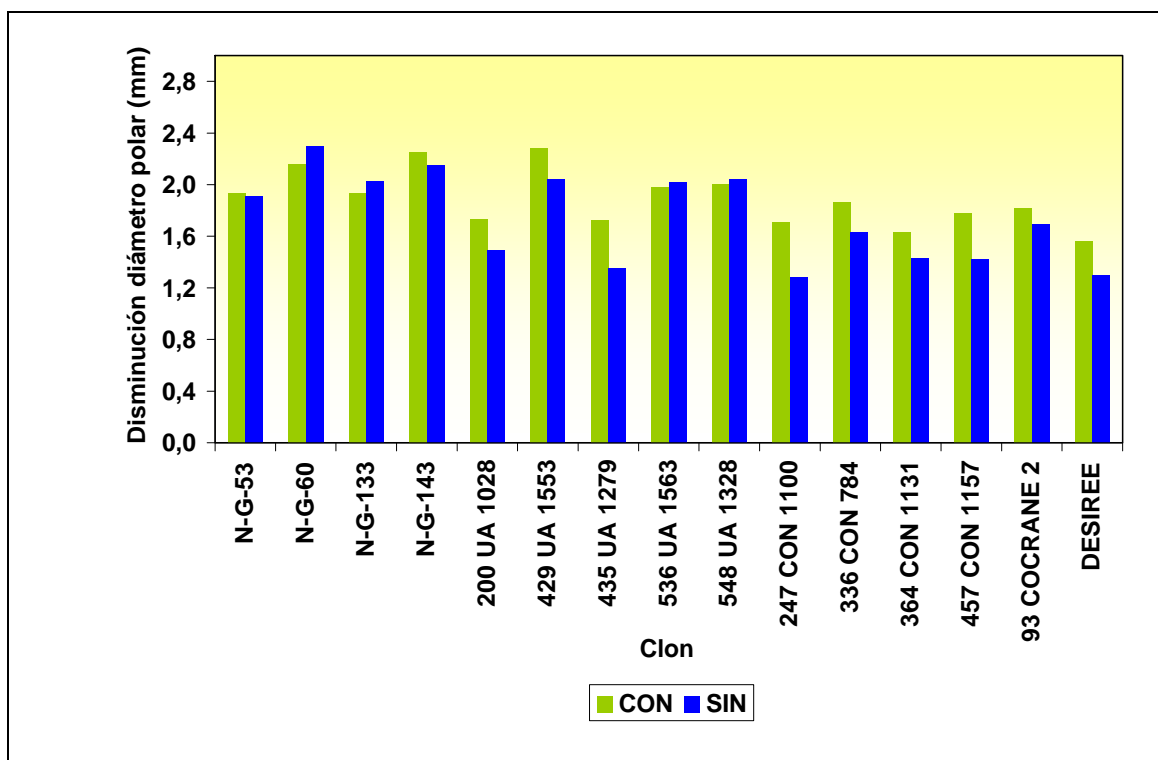


FIGURA 15 Disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Para la variable disminución del diámetro polar, no se observó interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza (p -valor $>0,05$) (Figura 15).

Al observar los datos se concluye que el inóculo produjo una mayor disminución del diámetro polar en los tubérculos hijos inoculados que aquellos no inoculados, existiendo diferencias significativas, producto de la incidencia de la enfermedad producida por el inóculo con esporas de *H. solani*. Al consultar

literatura sobre la disminución de este parámetro en tubérculos, NAVARRO (2002), confirma que existe una disminución del diámetro polar en tubérculos cv. Monalisa infectados por *H. solani*. SECOR (2000), señala que sarna plateada provoca pérdida de peso en tubérculos almacenados, dando finalmente como resultado un exceso de arrugamiento y flacitud, originando una menor aceptación por parte del consumidor.

Al analizar el factor clon por sí sólo se puede observar que existieron diferencias entre estos, debido a que cada clon posee características diferentes. Los clones 364-CON-1131, 247-CON-1100, 435-UA-1279, 247-CON-1100, presentaron menor disminución en el diámetro polar a diferencia de los clones N-G-143 y N-G 60, los que obtuvieron una mayor reducción en su tamaño de 2,20 mm, coincidiendo el clon N-G-143 con lo expuesto en el diámetro ecuatorial. Existen clones con respuesta superior e inferior, demostrando la potencialidad de fuente de resistencia que existe en el material nativo chileno de papas. La variedad comercial Desirée presentó una menor disminución en su largo ya que como se señaló anteriormente presenta cierta resistencia a este patógeno. CONTRERAS (1987), señala que existe un material nativo chileno que presenta caracteres importantes de utilizar en el mejoramiento de la papa y que puede ser usado tanto nacional como internacionalmente en la producción de cultivares con características altamente deseables.

El que tubérculos hijos provenientes de papas madres no inoculadas con *H. solani* presenten al momento de la cosecha un diámetro polar o ecuatorial inicial y que al cabo de tres meses de almacenaje estos parámetros se hayan vistos reducidos, significa que posiblemente existieron dos causas para esto.

La primera tiene relación con la pérdida de agua, producto del periodo de almacenaje los tubérculos van perdiendo su forma original ocasionada por la

disminución de agua, disminuyendo su tamaño y produciendo por lo tanto efectos negativos en la calidad del producto a comercializar.

La segunda causa de esta disminución de agua pudo ser ocasionada por inóculo presente en el suelo donde se efectuó la plantación, produciéndose una infección de los tubérculos hijos con las esporas de *H. solani*.

En relación a este punto, y tomando en cuenta los resultados de esta tesis, la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos pudo ser causada por que estos suelos habían sido cultivados con tubérculos de papa años anteriores. ANDRADE (2006), indica como conclusiones de un ensayo que el suelo es capaz de mantener al hongo de una estación a otra, y que por haberse realizado cultivos de papas en el mismo terreno en donde fueron plantados los tubérculos madres, plantas voluntarias son capaces de mantener al agente para contaminar el cultivo de papa próximo.

Lo que se propone para futuros estudios es que la plantación de tubérculos semilla sea efectuada en suelos en donde anteriormente no se haya cultivado tubérculos de papa, como por ejemplo, pradera con rotación larga. LORIA y SECOR (2001), afirman que la incidencia de la infección puede ser muy alta en los sitios donde los cultivos no son rotados.

Del mismo modo el realizar rotación de cultivos por un período amplio en el suelo donde anteriormente han sido cultivado tubérculos de papa, previene que tubérculos hijos sean infectados con el hongo. SECOR (2000) y LORIA y SECOR (2001), indican que la rotación de cultivos es una importante práctica de manejo para prevenir la infección mediante el inóculo que sobrevive en el suelo. En un estudio realizado por PETERS *et al.* (2003), en tubérculos de papa obtuvieron como resultado que la severidad de *H. solani* en estos fue significativamente más baja cuando los tubérculos fueron plantados en suelos

con tres años de rotación (cebada, trébol y papa), concluyendo finalmente que el agroecosistemas presente en el suelo puede ser modificado a través de la rotación.

Por otra parte para futuros ensayos se propone esterilizar suelo en autoclave y plantar papas madres en macetas. Con lo anteriormente señalado se evita que posibles conidias presentes en el suelo, producto de plantaciones de tubérculos de papa en estaciones anteriores, influyan en el resultado del ensayo.

Ambos diámetros son relevantes para aquellos tubérculos que puedan ser utilizados para consumo o como papa semilla, ya que una disminución de estos parámetros al momento de la comercialización de los tubérculos influye en la apariencia y calidad del tubérculo. Al saber inicialmente ambos diámetros se puede definir la forma inicial del tubérculo y evaluar como afecta la inoculación en la disminución del diámetro polar y ecuatorial.

4.4 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en la disminución de turgencia (kg/cm²).

Para la evaluación realizada en tubérculos hijos, se analizaron los factores inóculo, clon y la posible interacción entre éstos, mediante el análisis de varianza de Kruskal Wallis.

A continuación en el Cuadro 7 se presenta la escala diseñada para esta variable. En el Cuadro 8 se presentan los promedios obtenidos de la variable disminución de turgencia, la cual fue medida en escala, para una mejor ordenación de los datos y su posterior comprensión.

CUADRO 7 Escala diseñada para evaluar la disminución de turgencia (kg/cm²) en tubérculos, descendientes de papas madres CON y SIN inóculo.

Escala	Categorías disminución de turgencia (Kg/cm ²)
1	0,0 – 0,9
2	1,0 – 1,9
3	2,0 – 2,9
4	3,0 ó más

El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (Anexo 5), concluye que la disminución de turgencia para el factor inóculo, en los clones y el cv. Desirée, es igual para el inóculo CON y SIN (al 95% de confianza p -valor $>0,05$). No existe diferencia entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo a tubérculos madres, en la evaluación de ésta variable en los tubérculos hijos (Figura 16).

Para el factor clon el análisis de varianza concluye que existieron diferencias altamente significativas entre los clones, debido a que los promedios entre éstos son distintos al evaluar la variable disminución de turgencia (Figura 17). Para este factor los promedios resultaron ser distintos al 99% de confianza (p -valor $<0,01$).

Se observó interacción entre inóculo y clon al 99% de confianza (p -valor $<0,01$)(Figura 18), para la variable disminución de turgencia.

CUADRO 8 Promedio de la disminución de turgencia (kg/cm²) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Promedio disminución turgencia
	SIN	CON	
247-CON -1100	2,89 ab	2,67 ab	2,78 a
N-G-143	2,67 ab	2,56 ab	2,61 a
435-UA-1279	2,33 ab	2,78 ab	2,56 ab
N-G-133	1,89 ab	3,00 a	2,44 ab
42- UA-1553	2,11 ab	2,44 ab	2,28 ab
N-G-53	1,78 ab	2,67 ab	2,22 ab
200-UA-1028	1,78 ab	2,22 ab	2,00 ab
364-CON-1131	2,00 ab	2,00 ab	2,00 ab
536-UA-1563	2,00 ab	1,89 ab	1,94 ab
548-UA-1328	2,67 ab	1,22 ab	1,94 ab
336-CON-784	1,44 ab	2,11 ab	1,78 ab
457-CON-1157	2,11 ab	1,44 ab	1,78 ab
93-COCRANE-2	2,00 ab	1,56 ab	1,78 ab
DESIREE	1,33 ab	1,89 ab	1,61 ab
N-G-60	1,44 ab	1,00 b	1,22 b
Promedio decrec. turgencia	2,03a	2,10a	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p-valor<0,05), según el test de comparaciones múltiples de Dunn.

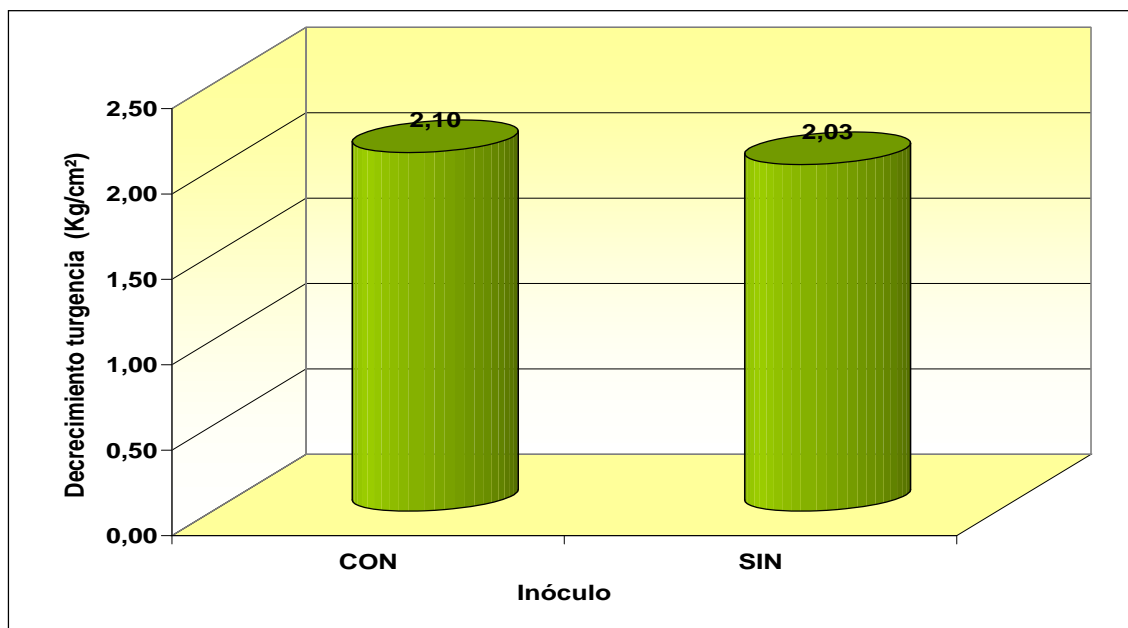


FIGURA 16 Disminución de turgencia (kg/cm²) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

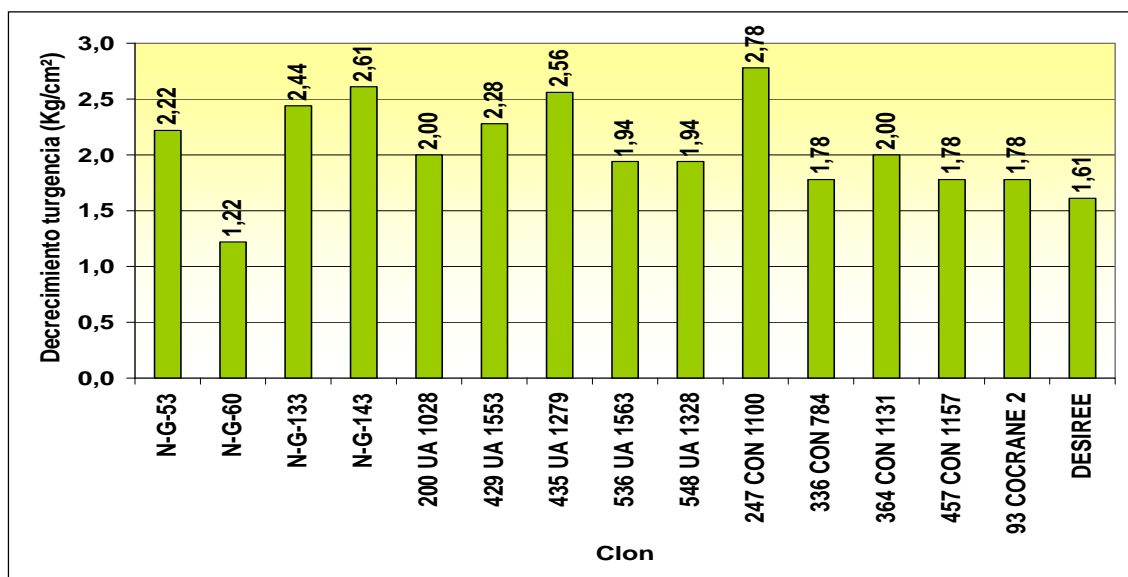


FIGURA 17 Disminución de turgencia (kg/cm²) presentada en tubérculos, según distintos clones analizados.

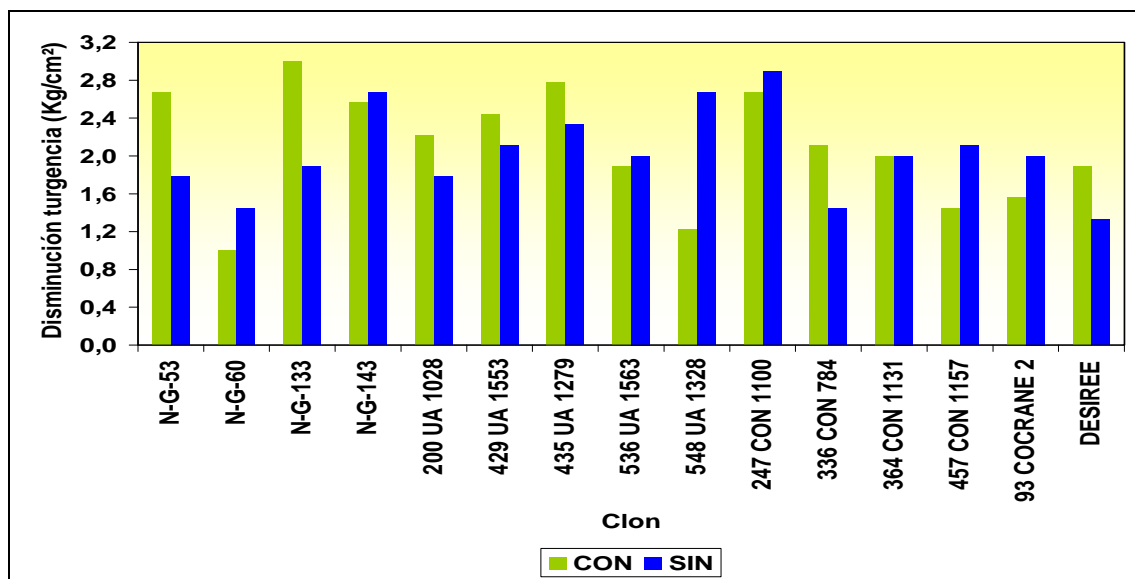


FIGURA 18 Disminución de turgencia (kg/cm²) presentada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

La turgencia en tubérculos se midió por medio de un penetrómetro, instrumento de gran utilidad para medir la dureza o firmeza de algunos frutos duros como peras y manzanas, con lo cual se determina el momento más oportuno para la cosecha de estos frutos.

En el caso de este ensayo, este instrumento, se ocupó para determinar turgencia, midiendo la presión ejercida (kg/cm²), sobre la superficie de tubérculos hijos inoculados y no inoculados. Barreiro y Ruiz (1996); citados por BUITAGRO *et al.* (2004), señalan que el ensayo de punción de la piel es un método destructivo a partir del cual se mide la fuerza necesaria para pinchar la piel, indicando por tanto la "resistencia" de la piel.

Al evaluar el factor inóculo, se observa en los datos presentes en el Cuadro 8 y Figura 16, que el parámetro turgencia no se vio afectado por la

inoculación de papas madres, no existiendo diferencias significativas en tubérculos hijos provenientes de papas madres inoculadas y no inoculadas. Sin embargo, existe una disminución de turgencia en ambas circunstancias que para el caso de los primeros fue de 2,10 kg/cm² y el segundo de 2,03 kg/cm², la cual se podría deber esencialmente debido a la deshidratación que sufrieron los tubérculos durante el almacenaje producto de la respiración de éstos, relacionado además a la incidencia de sarna plateada en ambos casos. El agente se localiza en la piel del tubérculo, y tiene la capacidad de provocar una salida rápida de la humedad de los tejidos. El resultado de esta patología es que los tubérculos de papa pierden turgencia y vigor, por lo tanto, no pueden ser utilizados como semilla (CIAMPI, 2005).

En ensayos realizados por NAVARRO (2002) y CANCINO (2003), evaluaron la disminución de turgencia en tubérculos infestados con *H. solani* y *S. scabies* respectivamente, concluyendo que existe una disminución de turgencia producto del tiempo de almacenaje y de la incidencia de estos patógenos.

En el factor clon existen diferencias significativas (según el análisis de varianza), ya que son individuos genéticamente distintos. MERIDA y LORIA (1991), quienes estudiaron los efectos del cultivar de papa, en la severidad de sarna plateada, señalan que el factor cultivar por sí sólo, posee un efecto significativo en distintos parámetros analizados. Aunque en este caso ellos no evaluaron el parámetro de turgencia, esta respuesta nos ayuda a respaldar los resultados obtenidos en este ensayo.

Respecto a los datos obtenidos se puede ver que la presión se ve disminuida en los distintos clones y presentan comportamiento diferente, siendo N-G-60 y el cultivar Desirée los que demostraron una menor disminución de turgencia ya sea con o sin inóculo, lo cual reafirma el valioso potencial genético

presente en tubérculos nativos del país. CONTRERAS y SOTO (1982), afirman que en el germoplasma chileno existe una alta posibilidad de fuente de resistencia a enfermedades, de inestimable valor para programas de mejoramiento de la papa cultivada. Los clones 247-CON-1100 y N-G-143 obtuvieron una mayor pérdida de este parámetro. HILTON *et al.* (2000), evaluó la resistencia de distintos cultivares, obteniendo diferencias significativas entre éstos, en la severidad de los síntomas de sarna plateada. Finalmente se puede señalar, según la información lograda de este ensayo, que aunque el factor inóculo por sí sólo no influyó significativamente en la pérdida de turgencia por parte de los tubérculos hijos inoculados, la interacción de este factor y el factor clon influyeron significativamente en los resultados.

La disminución de turgencia en los distintos clones producida por el almacenaje y la incidencia del patógeno origina una pérdida de la calidad de la piel de los tubérculos, y ésta se torna menos firme, más delgada y permeable, lo que conlleva a ejercer una menor presión para introducir el penetrómetro en el tubérculo, lo cual se asume como una mayor pérdida de agua. Al respecto HEINY y McINTYRE (1983), señalan que en los tubérculos que son almacenados por un tiempo prolongado, pueden existir pérdidas de peso fresco, obteniéndose una mayor permeabilidad de la peridermis infectada. El mismo autor indica que existe una pérdida de capas celulares de súber.

El que exista una pérdida de turgencia conlleva a que el tubérculo posea una mayor elasticidad, lo cual no es deseable para el consumidor si este va a ser consumido fresco y no procesado.

Es probable que el penetrómetro no sea el elemento más adecuado para medir esta variable en tubérculos de papa, ya que como se señaló anteriormente es utilizado en pomáceas, las cuales poseen piel dura y pulpa

blanda. A diferencia de las papas que poseen una piel más fácil de penetrar, pero una pulpa bastante difícil de ser atravesada por este instrumento.

Debido a esto, se recomienda no utilizar esta variable en futuros ensayos para medir el efecto de un patógeno, o bien diseñar el instrumento apropiado para medir turgencia.

4.5 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en el número y peso de brotes.

A continuación se presentan los resultados obtenidos sobre la variable número de brotes presentada en tubérculos hijos. Se analizó el factor inóculo, el factor clon y lo ocurrido con la interacción de estos dos, mediante análisis de varianza de Kruskal Wallis.

En la evaluación de esta variable se diseñó una escala para contabilizar el número de brotes presente en los tubérculos de los clones analizados, la cual se indica en el Cuadro 9.

Los promedios obtenidos de la variable número de brotes se presentan en el Cuadro 10.

CUADRO 9 Escala ocupada para la cuantificación del número de brotes/ tubérculos.

Escala	Categorías N° de brotes
1	0 – 1
2	2 – 3
3	4 – 5
4	6 ó más

CUADRO 10 Promedio del número de brotes en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Promedio N° de brotes
	SIN	CON	
364-CON-1131	1,85 abcdefg	2,20 ab	2,06 a
N-G-133	2,10 abcde	2,23 abc	2,18 a
457-CON-1157	2,15 a	1,77 abcdef	1,92 a
N-G-53	1,63 abcdefg	1,90 abcd	1,77 ab
N-G-143	1,40 abcdefg	1,67 abcdefg	1,56 abc
93-COCRANE-2	1,60 abcdefg	1,47 abcdefg	1,53 abc
336-CON-784	1,80 abcdefg	1,27 bcdefg	1,48 abcd
247-CON-1100	1,80 abcdefg	1,27 bcdefg	1,48 abcd
429-UA-1553	1,42 abcdefg	1,43 abcdefg	1,43 bcd
435-UA-1279	1,30 abcdefg	1,40 abcdefg	1,35 bcd
200-UA-1028	1,30 abcdefg	1,30 abcdefg	1,30 bcd
DESIREE	1,50 abcdefg	1,03 fg	1,27 cd
536-UA-1563	1,03 fg	1,20 defg	1,12 cd
548-UA-1328	1,15 defg	1,10 efg	1,12 cd
N-G-60	1,00 g	1,00 g	1,00 d
Promedio N° de Brotes	1,50a	1,48a	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p-valor<0,05), según el test de comparaciones múltiples de Dunn.

Para la variable número de brotes, el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (Anexo 6), señala que para el factor inóculo (CON y SIN), sus promedios resultaron ser iguales al 95% de confianza (p-valor>0,05), no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo (Figura 19).

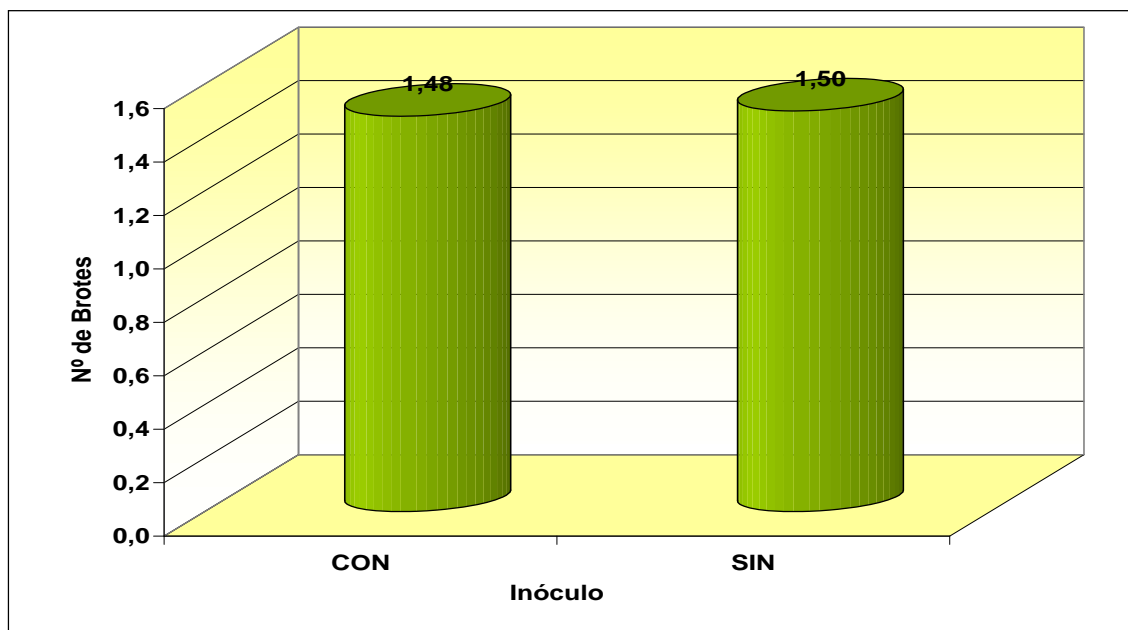


FIGURA 19 Número de brotes en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

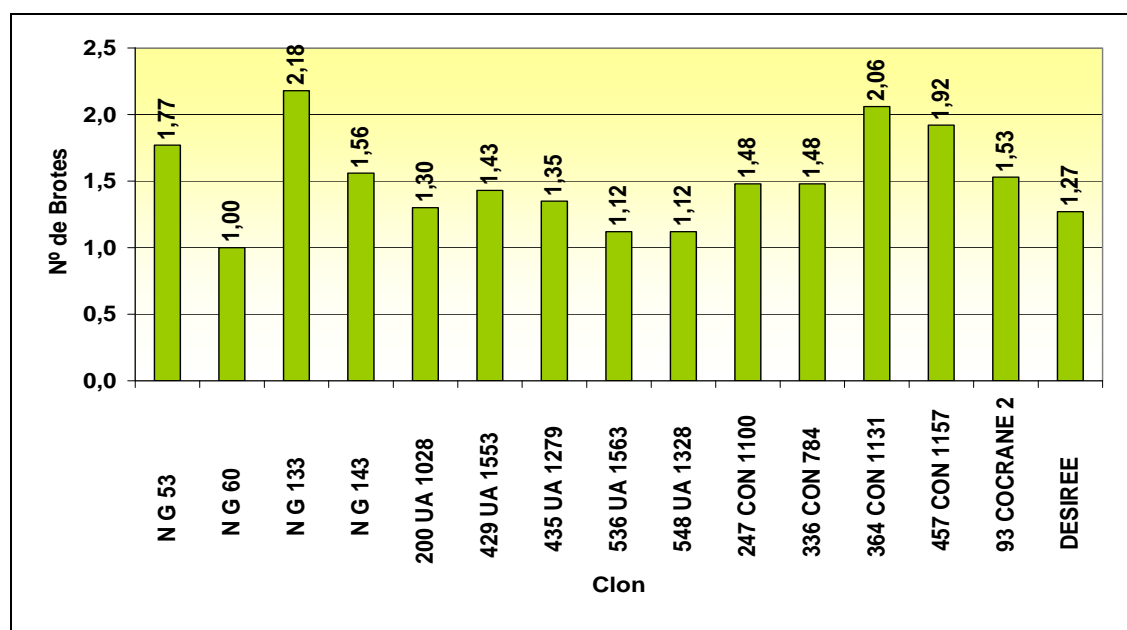


FIGURA 20 Número de brotes presentado en tubérculos, según distintos clones analizados.

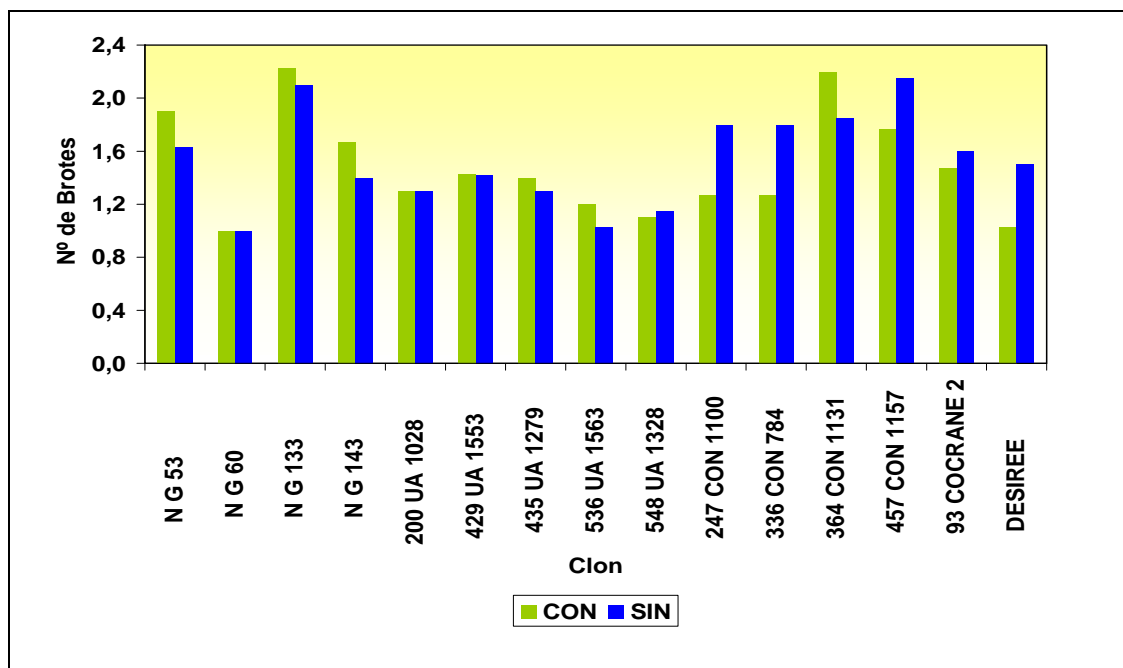


FIGURA 21 Número de brotes presentado en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Para el factor clon por si sólo, el análisis de varianza señala que existieron diferencias altamente significativas entre los clones, ya que los promedios entre éstos son distintos al evaluar la variable número de brotes. Los promedios resultaron ser distintos al 99% de confianza ($p\text{-valor} < 0,01$) (Figura 20).

Para el factor interacción, se concluye que existe interacción entre inóculo y clon al 99% de confianza ($p\text{-valor} < 0,01$) para la variable número de brotes (Figura 21).

A continuación se presentan los resultados obtenidos de la variable peso de brotes, recopilados durante este ensayo.

Para el análisis de peso de brotes se evaluaron los factores inóculo, clon e interacción por medio del análisis de varianza de Kruskal Wallis.

Se diseñó una escala para la evaluación del peso de brotes en los tubérculos de los clones analizados, que se muestra en el Cuadro 11.

CUADRO 11 Escala ocupada para la medición del peso de brotes (g)/tubérculos.

Escala	Categorías peso del brote
1	0,0 – 0,19 (g)
2	0,20 – 0,39 (g)
3	0,40 – 0,59 (g)
4	0,60 ó más (g)

El análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis (Anexo 7) desarrollado para la variable peso de brotes, señala que para el factor inóculo (CON y SIN), sus promedios fueron iguales al 95% de confianza (p -valor $>0,05$). En el análisis de esta variable (Figura 22), no existen diferencias significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo.

Al analizar el factor clon los promedios entre estos resultaron ser distintos al 99% de confianza (p -valor $<0,01$), por lo que existen diferencias altamente significativas entre los clones (Figura 23) para la variable peso de brotes.

Para el factor interacción, se concluye que existe interacción entre inóculo y clon al 99% de confianza (p -valor $<0,01$) para el peso de brotes (Figura24).

A continuación se muestran los resultados obtenidos de la variable peso de brotes en los tubérculos (Cuadro 12).

CUADRO 12 Promedio del peso de brotes (g) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Clon	Inóculo		Promedio peso de brotes
	SIN	CON	
457-CON-1157	1,90 a	1,63 ab	1,74 a
N-G-53	1,00 b	1,43 ab	1,22 b
N-G-143	1,20 ab	1,17 ab	1,18 b
336-CON-784	1,20 ab	1,07 ab	1,12 b
364-CON-1131	1,00 b	1,17 ab	1,10 b
N-G-133	1,00 b	1,13 ab	1,08 b
429-UA-1553	1,11 ab	1,03 b	1,06 b
247-CON-1100	1,10 ab	1,03 b	1,06 b
93-COCRANE-2	1,00 b	1,10 ab	1,05 b
435-UA-1279	1,03 b	1,03 b	1,03 b
DESIREE	1,03 b	1,03 b	1,03 b
200-UA-1028	1,03 b	1,00 b	1,02 b
536-UA-1563	1,00 b	1,00 b	1,00 b
548 –UA-1328	1,00 b	1,00 b	1,00 b
N-G-60	1,00 b	1,00 b	1,00 b
Promedio peso de Brotes	1,09a	1,12a	

Letras distintas verticalmente indican diferencia estadísticamente significativas al 95% de confianza (p -valor<0,05), según el test de comparaciones múltiples de Dunn.

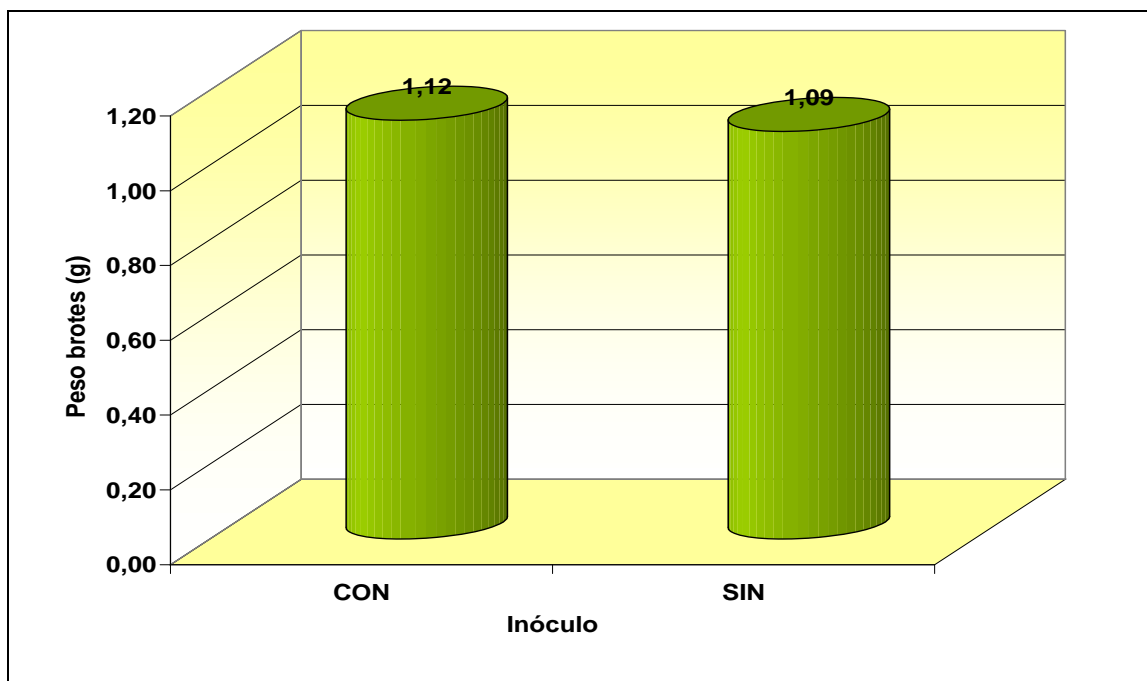


FIGURA 22 Peso de brotes (g) en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

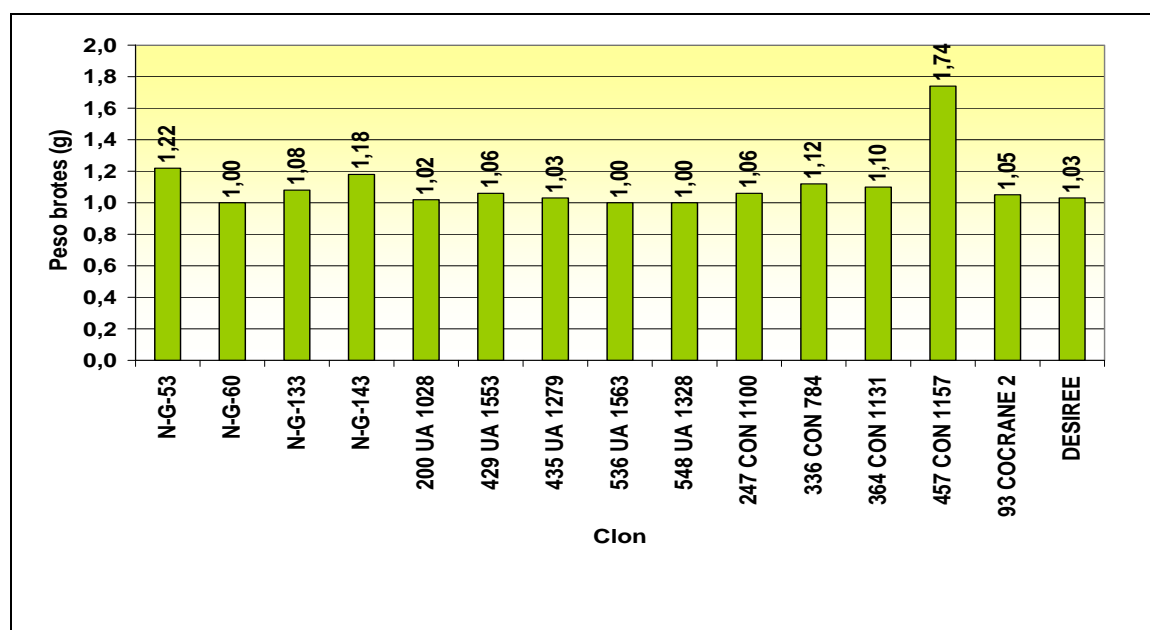


FIGURA 23 Peso de brotes (g) presentado en tubérculos, según distintos clones analizados.

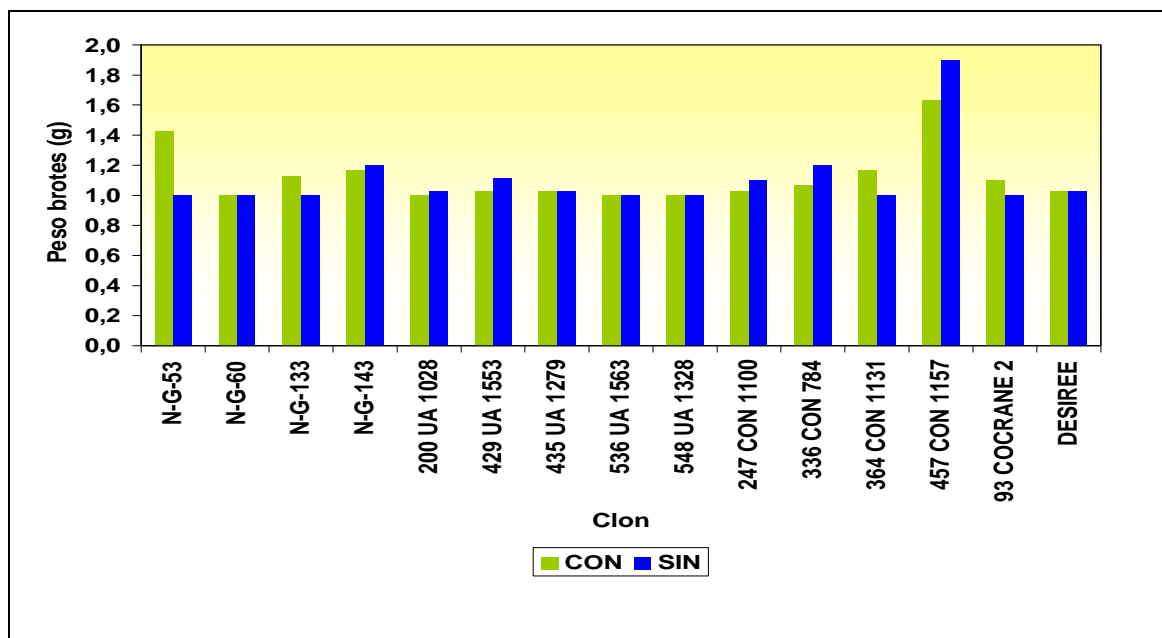


FIGURA 24 Peso de brotes en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Según observaciones realizadas durante los tres meses de ensayo los brotes comenzaron a aparecer solamente durante los últimos quince días. El estado fisiológico óptimo de la semilla permite la formación de varios brotes e incluso la ramificación de éstos.

Para futuros estudios sería recomendable al estudiar este patógeno, extender el tiempo de análisis de las papas hijas para obtener resultados más ciertos sobre este parámetro. Posiblemente si los tubérculos hubiesen estado almacenados por un tiempo más prolongado, la cantidad de brotes emergidos y por consiguiente su peso o calidad hubiesen sido mucho mayores. Además, es probable que si hubiera existido coalescencia de las lesiones (no solamente manchas), el efecto de sarna plateada hubiera sido mucho más devastador y por consiguiente los brotes hubieran emergidos mucho más débiles.

Al evaluar el factor clon por sí sólo indica que existen diferencias significativas, para ambos parámetros. Al analizar los porcentajes de incidencia de sarna plateada en los tubérculos de los clones estudiados (Cuadro 13), se puede observar que el número de brotes (Cuadro 10) y peso de brotes (Cuadro 12), se ven influenciados por el porcentaje de incidencia de sarna plateada. La dormancia de brotes se ve interrumpida y se provoca un rompimiento de ésta por efecto de la enfermedad (CONTRERAS, 2007), por lo tanto genera un mayor número de brotes y por consiguiente el peso de éstos en un tubérculo también es superior. Así por ejemplo los clones N-G-133, N-G-143 y N-G-53 presentaron porcentajes de incidencia de 75%, 70% y 70% respectivamente y obtuvieron en este ensayo el mayor número de brotes 2.18, 1.56 y 1,77, así como un peso superior de 1,08 g, 1.18 g y 1.22 g. respectivamente. Información que respalde esta conclusión es la señalada por CONTRERAS (2007), quién señala que los tubérculos atacados por enfermedades, insectos y daños mecánicos presentan un período de dormancia inferior a aquellos sanos.

Sin embargo estudios realizados por NAVARRO (2002), al analizar ambos parámetros en tubérculos cv. Monalisa, en condiciones controladas de cámara húmeda, obtuvo como resultados que el nivel de infestación no es significativo sobre el número de brotes y sobre su peso. Al analizar fecha de almacenaje éste si es significativo en el número de brotes.

El que el factor clon por sí sólo influya significativamente sobre el número y peso de brotes es por características propias, definidas genéticamente para cada uno de éstos; como es el caso del número de ojos presentes en los tubérculos de los diferentes clones, lo que en el futuro originará un número definitivo de brotes en cada uno de ellos. El número de brotes que se desarrollan en un tubérculo depende del estado fisiológico al cual éste empieza a brotar, y también del cultivar, ya que algunos de éstos desarrollan un brote

apical quedando los otros latentes, y solamente cuando este brote apical es removido los otros se desarrollarán (CONTRERAS, 2007).

El factor inóculo, por sí sólo, no es significativo en el número y peso de brotes. No existen estudios anteriores sobre inoculación de papas madres que avalen este análisis; sin embargo, existe información sobre severidad de la enfermedad, la cual revela que tubérculos que son ampliamente infectados con *H. solani* produjeron un mayor número de brotes, pero más pequeños afectando el vigor de éstos (READ y HIDE, 1984).

Respecto al número de brotes emergidos por tubérculos y la calidad (expresado como el peso de éstos), al analizar los resultados estadísticos, según el análisis de varianza, es posible señalar que existe una interacción significativa entre los factores inóculo y clon, tanto para el número, como para el peso de brotes.

En un estudio realizado durante 5 años por HIDE y ADAMAS (1980) revelaron que la infección de los ojos de los tubérculos semilla con *H. solani* fuera frecuente durante todos los años de estudio. La semilla es el insumo más importante en el proceso de producción y el que exista sarna plateada en los clones analizados, infectados por la inoculación o por conidias presentes en el suelo significa que existe presencia de conidias de este patógeno sobre la piel de los tubérculos y por lo tanto sobre los ojos de éstos, lo que potencialmente puede infectar a los futuros brotes, causando en ellos debilidad. Esto conllevará a que los tubérculos no puedan ser utilizados como papas madres, para la producción de futuros tubérculos hijos. Al respecto CIAMPI (2002), señala que los ejemplares afectados, pierden capacidad reproductiva, al emitir brotes mucho más débiles, lo que también se traduce en no poder utilizar éstos como semilla.

4.6 Incidencia de la inoculación de *H. solani* en tubérculos y su efecto en el porcentaje de incidencia de sarna plateada.

A continuación se muestran los resultados obtenidos sobre la variable porcentaje de incidencia de sarna plateada, evaluada en tubérculos hijos. Se analizó el factor inóculo, el factor clon e interacción por medio de un análisis de varianza.

En el Cuadro 13 se presentan, los resultados derivados del análisis de la variable porcentaje de sarna plateada en los distintos clones.

CUADRO 13 Porcentaje de incidencia de sarna plateada en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

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

Letras distintas verticalmente indican diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza (p -valor < 0,05) prueba de rango múltiple de tuckey.

El análisis de varianza (Anexo 8), desarrollado para esta variable señala que para el factor inóculo (CON y SIN), los promedios en el Arco(seno(raíz(%sarna))) fueron iguales al 95% de confianza (p -valor $>0,05$), no hubo diferencias significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo (Figura 25).

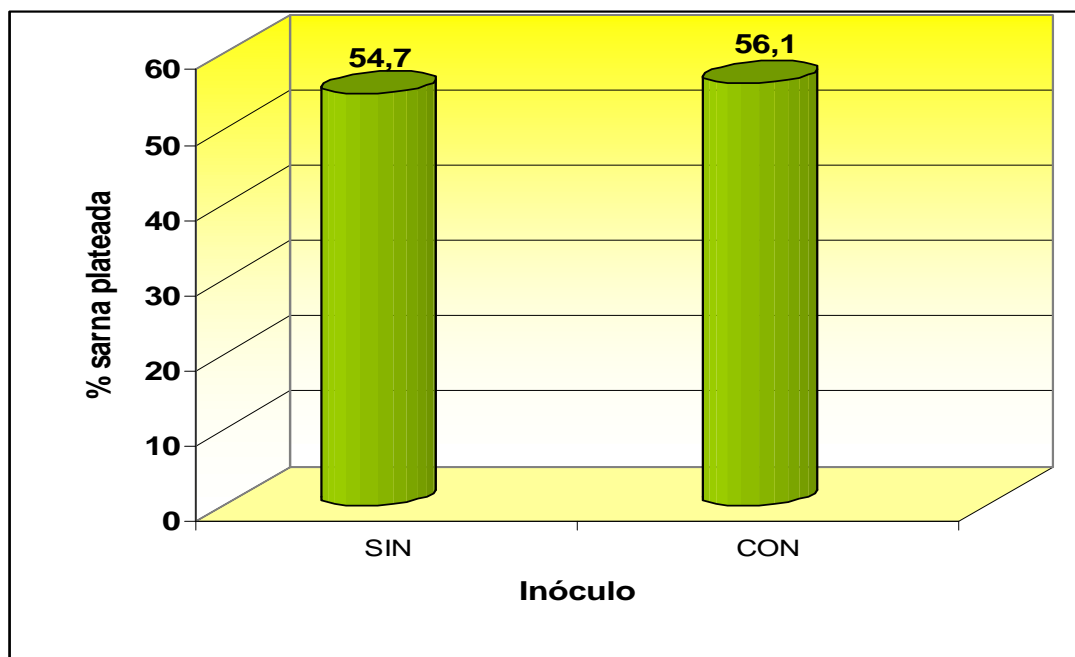


FIGURA 25 Porcentaje de sarna plateada en tubérculos, según la aplicación de inóculo (CON) o no aplicación de inóculo (SIN) en papas madres.

Al analizar el factor clon los promedios entre estos resultaron ser distintos al 99% de confianza (p -valor $<0,01$), lo que demuestra que para la variable porcentaje de sarna plateada existen diferencias altamente significativas entre los clones (Figura 26).

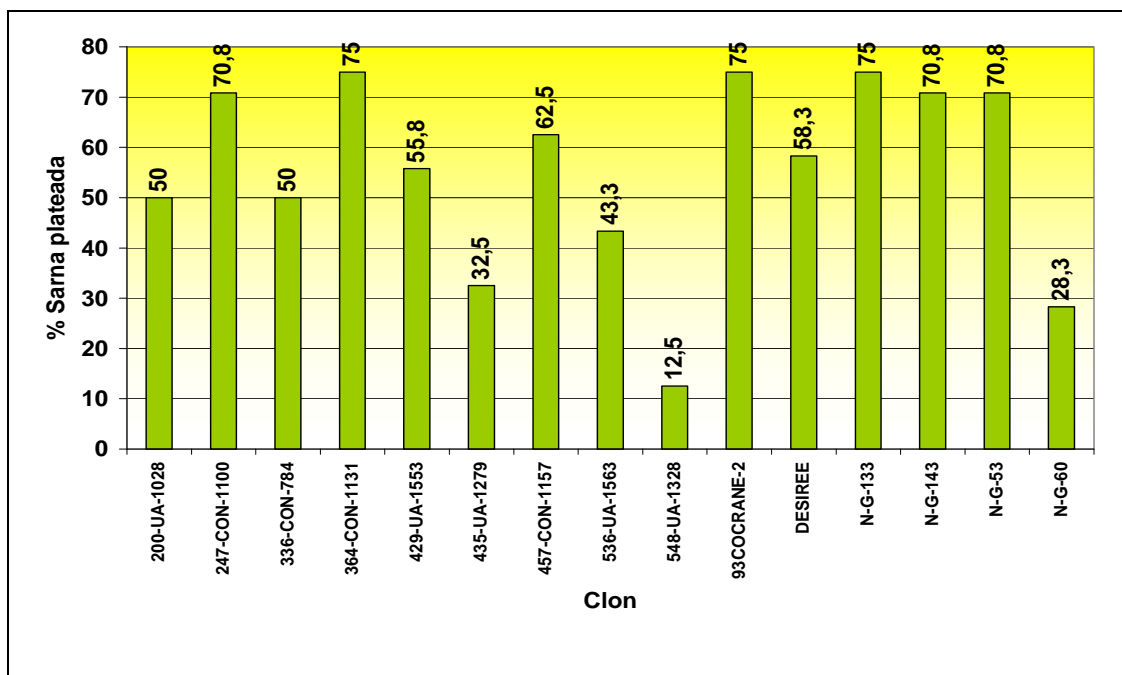


FIGURA 26 Porcentaje de sarna plateada presentado en tubérculos, según distintos clones analizados.

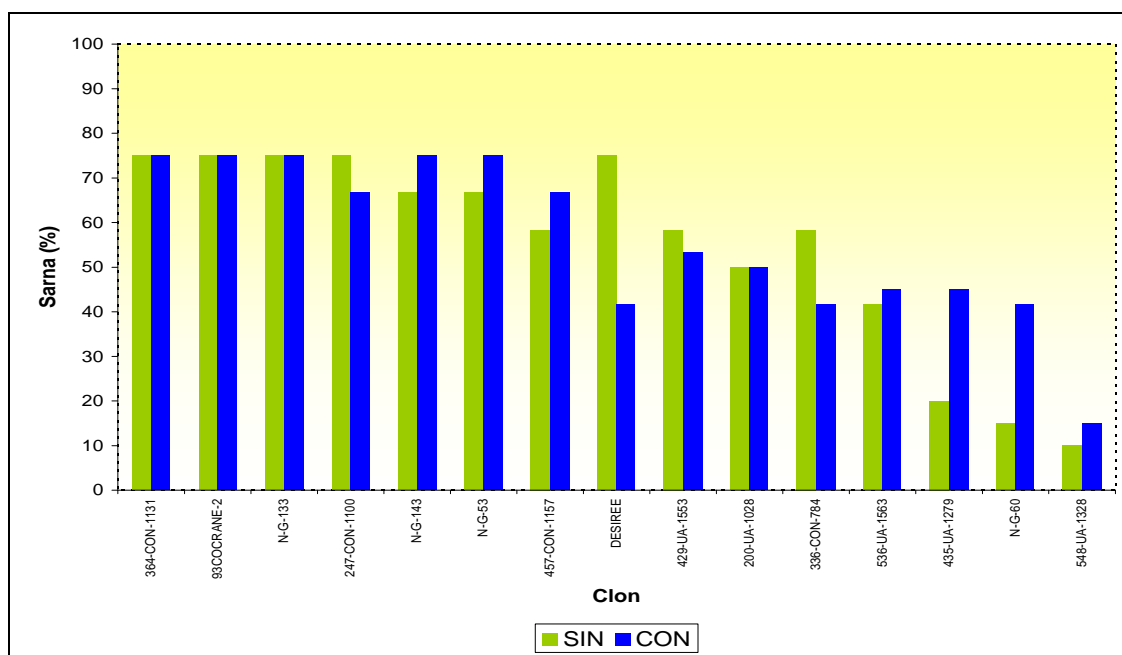


FIGURA 27 Porcentaje de sarna plateada en tubérculos, según el efecto producido por la interacción clon/inóculo (con y sin).

Para el factor interacción, se concluye que no existe interacción entre inóculo y clon al 95% de confianza (p -valor $>0,05$) para la variable porcentaje de sarna plateada (Figura27).

En el presente ensayo no se evaluó la incidencia de sarna plateada en tubérculos hijos al inicio del estudio. Sin embargo, se determinó el porcentaje de sarna plateada al final de éste, después de haber incubado los tubérculos durante 12 días en cámara climática.

Al evaluar el porcentaje de incidencia de sarna plateada para el factor inóculo, se puede apreciar que aquellos tubérculos hijos originadas de papas semilla no inoculados, también poseían incidencia de la enfermedad, infectadas por el inóculo presente en el suelo en donde las papas madres fueron plantadas. En el Cuadro 13 se puede observar, que a pesar de que existen diferencias en los porcentajes de sarna plateada, entre los distintos clones inoculados y no inoculados, éstos no fueron estadísticamente significativos. Probablemente la causa de esta igualdad es debido a que los tubérculos fueron almacenados en una bodega de papas junto a otros tubérculos, que poseían esta y otras patologías, al término del ensayo el hongo pudo haber proliferado muy rápidamente y haber infectado a aquellos tubérculos no inoculados. Información que respalde estos resultados es la estudiada por KIRAN *et al.* (1996) y RODRIGUEZ *et al.* (1996), quienes señalan que las operaciones de cosecha y manipuleo probablemente mezclan papas infectadas con papas sanas, provocando nuevas infecciones sobre los tubérculos.

En el interior de las bodegas de almacenaje se debe insistir en la necesidad imperante de realizar un monitoreo estrecho de este ambiente, ya que un aumento de temperatura y humedad puede producir una mayor esporulación del hongo y por consiguiente un aumento de la enfermedad e infección de tubérculos sanos.

Debido a que tubérculos hijos provenientes de plantas madres no inoculadas también presentaron incidencia del hongo, los que como ya se mencionó anteriormente pudieron ser infectados por el suelo, durante el almacenaje o bien directamente por la transmisión de conidias desde tubérculos madres no inoculadas a las papas hijas, se hace necesario que para futuros estudios los tubérculos-semilla que al ojo humano se encuentran libres de *H. solani*, se les realice cámara húmeda antes de la plantación para verificar realmente que éstos no presentan la patología. Al respecto SECOR (2000), señala que el uso de semilla limpia, libre de sarna plateada no es una estrategia de control factible ahora, debido a que virtualmente toda la semilla está infectada con *H. solani*.

Analizando el factor clon se puede apreciar en el cuadro 13 que los clones 536-UA-1563, 435-UA-1279, N-G-60 y 548-UA-1328 poseen piel de color amarilla y presentan una menor incidencia de sarna plateada, concluyendo que probablemente éstos posean una resistencia natural a *H. solani*, ya que poseen una baja presencia de sarna plateada a diferencia de los otros clones que tienen un mayor porcentaje de la enfermedad. Estos resultados son avalados por HARDY *et al.* (1997), quienes señalan en sus estudios que los tubérculos de piel roja son menos resistentes a sarna plateada que los de piel blanca. Tubérculos no manchados con sarna plateada obtienen un mayor premium para el mercado de papas frescas (HILTON *et al.*, 2000).

Al evaluar los tubérculos que presentaron un elevado porcentaje de incidencia de la enfermedad se encuentran los clones N-G-133, N-G-143 y N-G-53 con un 75%, 70% y 70% de incidencia respectivamente, los cuales presentan piel roja. Estos altos porcentajes de sarna plateada concuerdan con las mayores pérdidas de agua, los que se reflejaron en obtener pérdidas de peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y turgencia superiores en comparación con los otros clones.

La variabilidad presentada en la incidencia de sarna plateada por los distintos clones, está relacionada además de las características de cada uno, con las características edafoclimáticas presentadas al momento de la plantación, durante el cultivo y a la cosecha. HILTON *et al.* (2000), evaluaron la severidad de la enfermedad encontrando interacciones significativas entre cultivar y año, como por ejemplo el cv. Shula el cual mostró baja severidad durante cuatro años y alta severidad durante un año.

El ensayo durante el almacenaje debe realizarse en condiciones controladas de temperatura y humedad, como por ejemplo una cámara climática.

READ y HIDE (1984), concluyeron que tubérculos provenientes de semilla infectada gravemente con sarna plateada obtuvieron menos infecciones que aquellos originados de semillas ligeramente afectadas. Esto confirma que para conseguir resultados realmente certeros de un experimento, los estudios relacionados con resistencia de tubérculos a sarna plateada deben realizarse durante un tiempo más extendido y en un mismo suelo, para que de esta forma los resultados logrados sean corroborados durante los distintos años. Apoyando esta afirmación HIDE y ADAMS (1980), los cuales realizaron estudios de *H. solani* durante 5 años, señalan que la relación entre la incidencia de la infección sobre semilla y tubérculos hijos fue mejor cuando muestras de diferentes plántulas de semilla eran cultivadas en el mismo terreno. CONTRERAS *et al.* (1992) indican que los patógenos no poseen poblaciones estáticas en el tiempo, al contrario son muy dinámicas y una variedad clonal resistente hoy, puede ser susceptible mañana.

En Chile no existe una normativa vigente que fiscalice sobre el máximo de incidencia de sarna plateada permitido para que los tubérculos que son importados puedan hacer ingreso al país.

Este estudio sugiere varias áreas que merecen ser investigadas en el futuro, particularmente respecto a la posible resistencia de algunos clones cuya piel es de color amarilla, se recomienda además estudiar el grosor de la cutícula, ya que de esta forma se podría aumentar la resistencia con pieles más gruesas.

Debido a los síntomas y pérdidas que produce este patógeno en almacenaje, ya que todos los cultivares comerciales hasta ahora son sensibles a esta enfermedad, esto reafirmado por SECOR (2000), quién señala que sarna plateada afecta la calidad de todas las clases comerciales de papa y .por otra parte tomando en cuenta la resistencia de *H. solani* a los distintos tratamientos fitoquímicos, se hace indispensable seguir realizando estudios posteriores para encontrar variedades resistentes al patógeno y por otra parte una estrategia de manejo certera para la enfermedad.

5 CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis ya que no existen suficientes argumentos para rechazarla. Efectivamente, durante el almacenaje, la descendencia de tubérculos de papa de clones selectos derivados de papas madres previamente inoculados con *H. solani*, responden de manera distinta a la evolución de sarna plateada que aquellos no inoculados. De los siete parámetros evaluados existen dos de ellos que fueron significativos y demostraron la acción del hongo.

Los tubérculos hijos provenientes de papas madres inoculadas obtuvieron una mayor disminución en el diámetro polar y ecuatorial, presentando diferencias significativas, respecto a aquellos tubérculos hijos provenientes de papas semilla sin inocular.

No existen diferencias significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo en plantas madres en la evaluación de las variables peso, turgencia, número y peso de brotes e incidencia de sarna plateada en tubérculos hijos.

Los distintos clones analizados presentaron diferencias significativas para cada una de las variables evaluadas, debido a que cada uno de éstos presenta características genéticas propias que los hacen diferentes unos de otros.

Los clones 536-UA-1563, 435-UA-1279, N-G-60 y 548-UA-1328 poseen piel de color amarilla y presentan una menor incidencia de sarna plateada,

concluyendo que probablemente estos posean una resistencia natural a *H. solani*, ya que poseen una baja presencia de sarna plateada.

Existe un traspaso de conidias o esporas desde tubérculos madres hacia tubérculos hijos, producto de la inoculación efectuada a la papa-semilla.

Tubérculos hijos descendientes de papas madres no inoculadas mostraron incidencia de sarna plateada, lo que confirma que donde existieron plantaciones anteriores de tubérculos de papa, las conidias de *H. solani* pueden sobrevivir durante varias temporadas e infectar cultivos sanos. Existe un porcentaje no despreciable en la transmisión de sarna plateada, producida por el inóculo presente en el suelo.

Aquellos tubérculos que presentan piel amarilla deben ser analizados en futuros estudios, en condiciones controladas de temperatura y humedad y durante varias temporadas, debido a una mayor resistencia de éstos a la infección del hongo que aquellos de piel roja.

En consecuencia de lo descrito anteriormente en este análisis y como un aspecto ganancial de los resultados de este ensayo, aparece como más confiable de los parámetros estudiados el diámetro polar, ya que existe bibliografía anterior que demuestra que los patógenos de la piel provocan una disminución de éste.

6 RESUMEN

En las regiones IX, X y XIV, se pueden producir tubérculos de inmejorable calidad debido a las condiciones fitosanitarias y edafoclimáticas que éstas presentan. Sin embargo, los tubérculos son afectados por numerosos patógenos, dentro de los cuales se destaca *Helminthosporium solani* Dur & mont, agente causal de la “sarna plateada”. Afecta fuertemente la calidad de las papas, ya que provoca un cambio en la coloración de la piel, constituyendo una enfermedad estética. Si las condiciones de almacenamiento de tubérculos son de una alta humedad relativa y temperatura apropiada, se provocarán múltiples ciclos secundarios, provocando en ellos pérdida de turgencia y vigor.

Afortunadamente, en la colección de germoplasma chileno de papa que mantiene la UACH, se encuentra una importante fuente de recursos genéticos que pueden ser utilizados para el mejoramiento y la obtención de nuevos cultivares resistentes a este patógeno.

El objetivo de este trabajo, consistió en analizar la respuesta de clones selectos de papas durante el almacenaje a la sarna plateada, derivados de papas madres inoculadas con *H. solani*. Se evaluaron los siguientes parámetros: pérdida de peso, variación del diámetro polar y ecuatorial, evolución de turgencia, número y peso de brotes y porcentaje de sarna plateada al final del estudio.

No existen diferencias significativas entre la aplicación de inóculo y la no aplicación de inóculo en plantas madres, en la evaluación de las variables peso, turgencia, número y peso de brotes e incidencia de sarna plateada en

tubérculos hijos. Los parámetros diámetro polar y ecuatorial presentan diferencias significativas y se ven afectados por la inoculación. Tubérculos de papa de clones selectos derivados de papas madres inoculadas con *H. solani*, responden de manera distinta al desarrollo de sarna plateada que aquellos no inoculados.

Los clones N-G-133, N-G-143 y N-G-53, presentan los porcentajes más altos de incidencia de la enfermedad, los que concuerdan con las mayores pérdidas de agua reflejadas en obtener pérdidas de peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y turgencia superiores en comparación con los otros clones.

Los clones 536-UA-1563, 435-UA-1279, N-G-60 y 548-UA-1328 poseen piel de color amarilla y presentan una menor incidencia de sarna plateada, concluyendo que probablemente estos posean una resistencia natural a *H. solani*, ya que poseen una baja presencia de sarna plateada.

SUMMARY

In IXth, Xth and XIVth regions, potato tubers of unbeatable quality could be produced due to the phytosanitary and edafoclimatic conditions of these regions. However, tubers are affected by a number of pathogens, standing out among them *Helminthosporium solani*, causing agent of “silver scurf”. This disease strongly affects the quality of potatoes, causing a change in the coloration of the peel, becoming an aesthetic disease. If high relative humidity and proper temperature are present in the tuber storage conditions, several secondary cycles of the disease will produce, causing lost of swelling and vigour of the tubers.

Fortunately, in the Chilean Potato Germplasm Collection kept in the Universidad Austral of Chile, an important source of genetic resources can be found, which could be used for plant improvement and obtaining new resistant cultivars to this pathogen.

The aim of this investigation was to analyze the answer of the seed-tuber of selected clones - coming from mother tubers previously inoculated with *H. solani* - to “silver scurf” during storage. The following parameters were evaluated: weight loss, polar and equatorial diameter variation, swelling evolution, number and weight of shoots, and percentage of silver scurf at the end of the study.

At the evaluation of the parameters weight, swelling, number and weight of shoots and incidence of silver scurf on the offspring tubers, there are no significant differences between the inoculum application or not on mother

plants. The polar and equatorial diameter variation parameter shows significant differences and it is affected by the inoculation. The offspring tubers descending from mother tubers previously inoculated respond to the evolution of silver scurf in a different way than the not inoculated ones. Clones N-G-133, N-G-143 and N-G-53, show the highest percentages of disease incidence, which is consistent with the biggest losses of water resulting in higher loss of weight, polar and equatorial diameter variation and swelling evolution than the others clones.

Clones 536-UA-1563, 435-UA-1279, N-G-60 and 548-UA-1328 have a yellow peel and show a lesser incidence on silver scurf, concluding that probably these clones have a natural resistance to *H. solani*, as they possess a low presence of silver scurf.

7 BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA, I. 2003a. Manejo integrado de enfermedades de la papa y tratamiento de semilla. Avances en producción de papa en la IX Región. In: CRI Carillanca (ed.). Temuco (Chile). pp: 64-74.
- . 2003b. Manejo de enfermedades de suelo de la papa en campo y almacenamiento. Manejo integrado de enfermedades de la papa. In: CRI Carillanca (ed.). Temuco (Chile). pp: 1-11.
- AGRIOS, G. 1997. Plant pathology. 4th ed. New York. Academic Press. 635 p.
- ALONSO, F. 1996. El cultivo de la patata. Madrid (España). Mundi-prensa. 272 p.
- ANDRADE, N., CARRASCO, J. CONTRERAS, A., FUENTES, R., y GONZALEZ, S. 2002. Estrategias de control para incrementar la calidad fitosanitaria del cultivo de la papa en la región sur de Chile. XX congreso de la asociación latinoamericana de la papa. ALAP. (On line). Quito (Ecuador). <<http://redepapa.org/alap2002.pdf> > (25 oct. 2007).
- ANDRADE, N. 2003. Situación actual de la sanidad del cultivo de la papa en la zona sur. Manejo integrado de enfermedades de la papa. In: CRI Carillanca (ed.). Temuco (Chile). pp: 1-12.

- , CONTRERAS, A. y CARRASCO, J. 2004a. Búsqueda de resistencia a *Rhizoctonia solani* Kühn y *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman and Henrici en el Germoplasma Chileno de Papas. In: Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa. s/p.
- , CONTRERAS, A., GONZALEZ, S., CARRASCO, J., y CASTRO, I. 2004b. Prospección de enfermedades endémicas del cultivo de la papa en campo y almacenaje en la X Región de Chile. Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa. Valdivia (Chile). s/p.
- ANDRADE, P. 2006. Respuesta de clones selectos de papa nativa (*Solanum tuberosum* L ssp. *tuberosum* Hawkes.) al ser expuestos a una población de *Helminthosporium solani* Dur & Mont, durante el crecimiento y desarrollo del cultivo. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. 98 p.
- BANSE, J. y CONTRERAS, A. 1986. Potencial productivo de germoplasma Chileno de papas. *Agro Sur* (Chile) 14 (2): 78-88.
- BARRERA, S., SALAS, C y CIAMPI, L. 2002. Aislamiento y esporulación de *Helminthosporium solani* Dur & Mont. XII congreso nacional de fitopatología. (On line). Chile.<
www.fitopatologiachile.cl/trabajos02/XII.html> (27 Oct. 2007).
- 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.
- BONIERBALE, M., AMOROS, W., ESPINOZA, J., MIHOVILOVICH, E., ROCA, W., y GOMEZ, R. 2004. Recursos genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. In: Suplemento Revista Latinoamericana de la Papa. Valdivia (Chile). s/p.

- BUITAGRO, J., LOPEZ, A., CORONADO, A. y OSORNO, F. 2004. Determinación de las características físicas y propiedades mecánicas de papa cultivada en Colombia. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* (On line). 8 (1): 102-110. <www.cielo.br/cielo.php> (14 ene. 2007).
- CANCINO, L. 2003. Evaluación del daño causado por *Streptomyces scabies* (Thaxter) sobre tubérculos de papa (*Solanum tuberosum ssp. tuberosum* Hawkes) durante el almacenaje. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. 65 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (INE). 1997. Resultados preliminares del VI Censo Nacional Agropecuario 1997. Santiago (Chile). 432 p.
- , SERVICIO AGRÍCOLA 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. 157 p.
- , SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG). 2002. Proyecto control enfermedades de la papa. Enfermedades y plagas de la papa en el sur de Chile. Décima Región de Los Lagos (Chile). 31 p.
- , MINISTERIO DE AGRICULTURA DE CHILE, 2005. Papas chilotas serán patrimonio nacional. Santiago (Chile). (On line). <<http://www.agricultura.gob.cl/noticias/detallenoticia>. > (29 diciembre 2006).

- CIAMPI, L. y ANDRADE, N. 1984. Preliminary evaluation of bacterial soft rot resistance in native Chilean potato clones. *American Potato Journal (USA)* 61: 109-112.
- CIAMPI, L. 2002. Introducción a la patología vegetal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia (Chile). Nuova Firenze 231 p.
- . 2005. Daño a las plantas causados por agente fitopatógenos. Los agentes y sus herramientas bioquímicas como causa de enfermedad. In: Proyecto Fondef DO3I1140. (On line). <<http://www.bioinsumos.cl>>. (12 ene. 2008).
- CONTRERAS, A., ARUTA, C. y RUSCHE, H. 1980. Estudio y proyección del germoplasma chileno de papas. *Simiente (Chile)* 50 (1-2): 57-63.
- y SOTO, M. 1982. Determinación de resistencia a virus en variedades antiguas de papa chilena (*Solanum tuberosum* L.). I. Virus X. *Agro Sur (Chile)* 10 (2): 90-96.
- y TAPIA, V. 1983. Resistencia a virus en variedades antiguas de papa chilena (*Solanum tuberosum* L.). Virus Y. *Agro Sur (Chile)* 11 (2): 69-73.
- . 1987. Germoplasma chileno de papas (*Solanum* spp). In: Contreras, A., Esquinas-Alcázar (eds.). Anales Simposio: Recursos fitogenéticos. Valdivia 1984. UACH-IBPGR. pp: 43 - 75.

- , ANDRADE, N., HEIMLICH, M., MANRIQUEZ, M., y TAPIA, M. 1992a. Alternativa de uso de germoplasma en agricultura marginal .I. Papa. *Simiente (Chile)* 62 (3): 139-152.
- , ALBERDI, M., ANDRADE, N., BOHM, L., CIAMPI, L., FUENTEALBA, J., MEZA, L., ROMERO, M. y SEEMANN, P. 1992b. Recolección, mantención, evaluación y uso potencial de la papa nativa de Chile y parientes relacionados. *Simiente (Chile)* 62 (2): 61-72.
- , 2000. La papa en el contexto nacional e internacional. Desafíos tecnológicos y fitosanitarios del rubro. Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA). Osorno (Chile). N° 6. 16 p.
- , FUENTES, R., CARRASCO, J., RIQUELME, M. y ANDRADE, 2003. Control cultural de las enfermedades de la piel: avances de investigación en la zona sur. Manejo integrado de enfermedades de la papa. In: CRI Carillanca (ed.). Temuco (Chile). pp: 1-10.
- , 2007. Germoplasma chileno de papas (*Solanum* spp). Facultad de Ciencias Agrarias. Producción y Sanidad Vegetal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. (On line).<
http://www.agrarias.cl/instituto/prod_sanidad_vegetal/webpapa/germoplasmapapas.html>. (12 dic.2007).

- s/f. Germoplasma Chileno de papas: evaluación y uso. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. pp: 139-149.
- CRUZ, M. 2002. Informativo: El carbón y las costras de la papa. In: CRI Quilamapu. Chillán (Chile). (On line). <<http://www.inia.cl/quilamapu/>>. (12 ene. 2007).
- ELSON, M., SCHISLER, D. y BOTHAST, R. 1997. Selection of microorganisms for biological control of silver scurf (*Helminthosporium solani*) of potato tubers. *Plant Disease (USA)* 81 (6): 647-652.
- ERRAMPALLI, D., SAUNDERS, M. y HOLLEY, D. 2001. Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as and economically important disease of potato. *Plant Pathology (Inglaterra)* 50: 141-153.
- GIACOMETTI, D. 1987. Conservación de Recursos Fitogenéticos. In: Contreras, A., Esquinas-Alcázar (eds). Anales Simposio: Recursos Fitogenéticos. Valdivia 1984. UACH-IBPGR. pp: 167-173.
- GREAT BRITAIN, MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1976. Manual of plant growth stages and diseases assessment keys. Agricultural Development and Advisory Service . 58 p.
- GUTIERREZ, M. 2000. Sarna plateada. Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA). Osorno (Chile). N° 6. 16 p.
- 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 (Inglaterra)* 40: 169-180.

- HEINY, C y McINTYRE, G. 1983. *Helminthosporium solani* Dur & Mont. Development on potato perider. American Potato Journal (USA) 60: 773-789.
- HERNANDEZ, A. 1999. Control de la mancha amarga (Bitter pit) en frutos de manzano a través del uso de la metodología del diagnóstico diferencial integrado (DDI). (On line). Universidad Autónoma de Chiguagua. Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. <<http://www.uach.mx/investigacion/sumario/fcat.htm>>. (20 dic. 2007).
- HIDE, G y ADAMS, M. 1980. Relation between disease levels on seed tubers, on crops during growth and in stored. 3. Silver scurf. Potato Research (Inglaterra) 23: 229-240.
- , HALL, S. y BOORER, K. 1988. Resistance to thiabendazole in isolates of *Helminthosporium solani*, the cause of Silver scurf disease of potatoes. Plant pathology (Inglaterra) 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 (Inglaterra) 43: 263-272.
- JELLIS, G y TAYLOR, G. 1977. The development of Silver scurf (*Helminthosporium solani* Dur & Mont) disease of potato. Annals of Applied Biology (Reino Unido) 86: 19-28.
- KIRAN, S., FRAZIER, M ., KLEINKOPF, G y NOLTE, P. 1996. Silver scurf of potatoes. In: Potato storage research. (On line). <www.Kimberly.uidaho.edu/potatoes/ssmanage.htm>. (15 nov. 2007).

LORIA, R y SECOR, G. 2001. Silver scurf. In: Stevenson, W., Loria, R., Franc, G y Weingartner (eds.). Compendium of Potato Diseases. 2^a ed. Canadá. The American Phytopathological Society (USA) pp: 40-41.

MERIDA, C y LORIA, R. 1991. Silver scurf of potato. In: Department of Plant Pathology. Cornell University (ed.). (On line). <vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/potato_SilverScurf.htm>. (25 oct. 2007).

----- . 1994. Effects of potato cultivar and time of harvest on the severity of Silver scurf. Plant Disease (USA) 78 (2): 146-149.

MILLA, A. y KRAUSZ C. 2004. Detección de resistencia al nematodo dorado (*Globodera rostochiensis* Woll) en acciones pertenecientes al germoplasma chileno de papa (*Solanum tuberosum* L). (On line). Agro Sur (Chile) 32 (1): 28-34. <<http://mingaonline.uach.cl/scielo>>. (17 ene. 2007).

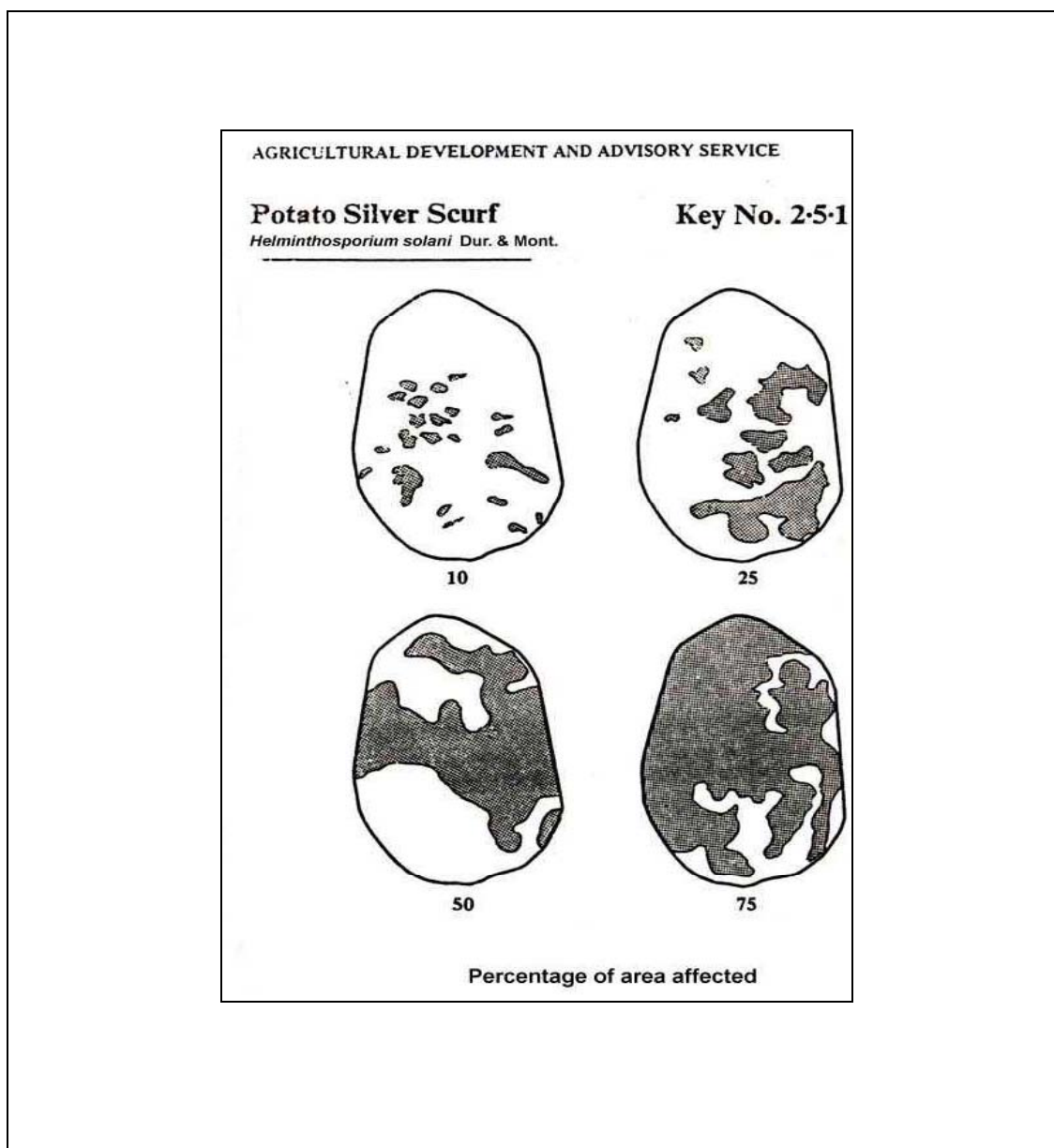
MORAGA, J., CONTRERAS, A. y DE LA VEGA, J. 1991. El patrimonio fitogenético nativo de Chile. Un recurso estratégico para el desarrollo de la biotecnología agrícola y la seguridad alimentaria. Medio Ambiente (Chile) 11 (2): 25-37.

NAVARRO, P. 2002. Aproximación de la patogénesis de *Helminthosporium solani* Dur & Mont en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* Hawkes) durante el almacenaje. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. 90p.

- OLIVIER, C., HALSETH, D., MIZUBUTI, E y LORIA, R. 1998. Postharvest application of organic and inorganic salts for suppression of Silver scurf on potato tubers. *Plant Disease (USA)* 82 (2): 213-217.
- PETERS, R., STURZ, A., CARTER, M. y SANDERSON, J. 2003. Developing disease-suppressive soils through crop rotation and tillage management practices. (On line). *Soil and Tillage Research (USA)* 72 (2): 181-192. <<http://www.sciencedirect.com>>. (15 ene. 2007).
- READ y HIDE, 1984. Effects of silver scurf (*Helminthosporium solani*) on seed potatoes. (On line). *Potato Research (Inglaterra)* 27 (2): 145-154. <<http://www.springerlink.com/content/>>. (17 dic. 2007).
- RIEGEL, R., PEREZ, R., MATHIAS, M., y CONTRERAS, A. 2004. Diversidad y relaciones genéticas en papas nativas silvestres y cultivadas de Chile. In: Suplemento Revista Latinoamericana de la papa. Valdivia (Chile). s/p.
- RODRIGUEZ, D., SECOR, G., GUDMESTAD, N. Y GRAFTON, K. 1995. Screening tuber bearing *solanum* species for resistance to *Helminthosporium solani*. *American Potato Journal (USA)* 72: 669-679.
- RODRIGUEZ, D., SECOR. G., GUDMESTAD, N y FRANCL, L. 1996. Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed y commercial storages. *Plant Disease (USA)* 80 (9): 1063-1070.
- SANZ, H. 1976. Presencia en Chile de *Helminthosporium solani* Dur & Mont (*Spondylocladium atrovirens* (Harz) Harz ex Sacc), causante de la sarna plateada en papas. *Agricultura Técnica (Chile)* 36: 44-45.

- 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). Osorno (Chile). N° 5. 14 p.
- SECOR, G. 2000. Silver scurf of potato. In: Departament of Plant Pathology. North Dakota State University (ed.). (On line). < http://www.ndsu.nodak.edu/instruct/gudmesta/lateblight/basic_frame.htm. > (18 abr. 2007).
- SEEMANN, P y JARA, G. 2004. La colección de germoplasma chileno de papas y su estado actual de conservación *in vitro*. In: Suplemento Revista Latinoamericana de la papa. Valdivia (Chile). s/p.
- SHETTY, K., FRAZIER, M., KLEINKOPF, G y NOLTE, P. 1996. Managing Silver scurf of potatoes. In: University of Idaho (ed.). (On line). < <http://www.uidaho.edu/ag/plantdisease/sscurf.htm>. >. (10 may. 2007).
- SMITH, W. 1978. Market diseases of potatoes. United States Department of Agriculture (ed.). 99 p.
- UNION INTERNACIONAL PARA LA PROTECCION DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV). 2004. Papa, Patata (*Solanun Tuberosum* L), Directrices para la ejecución del examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad. Ginebra. 36 p.

ANEXOS

Anexo 1 Escala de evaluación de sarna plateada

FUENTE: GREAT BRITAIN, MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD (1976).

ANEXO 2 Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución de peso en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P-valor
A: Inóculo	1	0,303	0,303	0,71	0,398ns
B: Clon	14	120,154	8,582	20,17	0,000**
Interacción A x B	14	29,848	2,132	5,01	0,000**
Residuos	868	369,282	0,425		
Total	897	519,956			

ns: No significativo al 95% de confianza (p-valor>0,05).

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01).

ANEXO 3 Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución del diámetro ecuatorial (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P-valor
A: Inóculo	1	4,586	4,586	17,89	0,000**
B: Clon	14	176,611	12,615	49,22	0,000**
Interacción A x B	14	6,611	0,472	1,84	0,029*
Residuos	846	216,835	0,256		
Total	875	405,210			

* : Significativo al 95% de confianza (p-valor<0,05).

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01).

ANEXO 4 Análisis de Varianza (ANDEVA). Promedio de la disminución del diámetro polar (mm) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Fuente variación	Grados libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P-valor
A: Inóculo	1	5,001	5,001	11,32	0,001**
B: Clon	14	60,080	4,291	9,72	0,000**
Interacción A x B	14	6,323	0,452	1,02	0,428ns
Residuos	827	365,186	0,442		
Total	856	437,210			

ns : no significativo al 95% de confianza (p-valor>0,05).

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01).

ANEXO 5 Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio de la disminución de turgencia (kg/cm²) en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Análisis	Test Kruskal Wallis	P-valor
Factor Inóculo	0,058	0,809ns
Factor Clon	32,83	0,003 **
Interacción	54,85	0,003 **

ns : no significativo al 95% de confianza (p-valor>0,05)

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01)

ANEXO 6 Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio del número de brotes en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Análisis	Test Kruskal Wallis	P-valor
Factor inóculo	0,368	0,544ns
Factor clon	175,3	0,000 **
Interacción	204,9	0,000 **

ns : no significativo al 95% de confianza (p-valor>0,05).

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01).

ANEXO 7 Análisis de Varianza no paramétrico de Kruskal Wallis. Promedio del peso de brotes (g), provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Análisis	Test Kruskal Wallis	P-valor
Factor inóculo	1,689	0,194ns
Factor clon	195,5	0,000 **
Interacción	224,5	0,000 **

ns : no significativo al 95% de confianza (p-valor>0,05).

** : Altamente significativo al 99% de confianza (p-valor<0,01).

ANEXO 8 Análisis de varianza (ANDEVA) para el Arc(seno(raiz(%sarna))). Porcentaje de incidencia de sarna plateada en tubérculos, provenientes de papas madres inoculadas (CON) y no inoculadas (SIN) antes de su plantación.

Fuente Variación	Grados Libertad	Suma cuadrados	Cuadrados medios	Valor F	P-valor
A: Inóculo	1	0,0058	0,0058	0,14	0,7131 ns
B: Clon	14	375423,0	0,2682	6,26	0,0000 **
Interacción A x B	14	0,5286	0,0378	0,88	0,5823 ns
Residuos	60	257143,0	0,0429		
Total	89	686012,0			

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

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

ANEXO 9 Parámetros descriptivos para la disminución de peso en tubérculos, según factor Inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. Estandar	CV (%)
CON	450	0,48	1,66	6,34	0,772	46,6
SIN	448	0,34	1,69	5,83	0,751	44,3

**ANEXO 10 Descripción de tratamientos presentes en el ensayo
(combinación inóculo x clon).**

Tratamiento	Inóculo	Clon
1	SIN	364 CON 1131
2	CON	364 CON 1131
3	SIN	93 COCRANE 2
4	CON	93 COCRANE 2
5	SIN	435 UA 1279
6	CON	435 UA 1279
7	SIN	200 UA 1028
8	CON	200 UA 1028
9	SIN	N-G-53
10	CON	N-G-53
11	SIN	336 CON 784
12	CON	336 CON 784
13	SIN	536 UA 1563
14	CON	536 UA 1563
15	SIN	N-G-133
16	CON	N-G-133
17	SIN	548 UA 1328
18	CON	548 UA 1328
19	SIN	457 CON 1157
20	CON	457 CON 1157
21	SIN	N-G-143
22	CON	N-G-143
23	SIN	247 CON 1100
24	CON	247 CON 1100
25	SIN	429 UA 1553
26	CON	429 UA 1553
27	SIN	N-G-60
28	CON	N-G-60
29	SIN	DESIREE
30	CON	DESIREE

ANEXO 11 Parámetros descriptivos para la disminución de peso en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200 UA 1028	60	0,57	1,51	2,58	0,486	32,2
247 CON 1100	60	0,49	1,59	3,54	0,553	34,8
336 CON 784	60	0,70	2,20	5,83	1,131	51,5
364 CON 1131	60	0,65	1,79	4,25	0,728	40,7
429 UA 1553	58	1,03	2,02	6,34	0,832	41,2
435 UA 1279	60	0,59	0,95	1,97	0,276	29,0
457 CON 1157	60	0,62	1,86	4,01	0,749	40,3
536 UA 1563	60	0,89	1,72	3,66	0,546	31,7
548 UA 1328	60	0,52	1,46	2,98	0,547	37,3
93 COCRANE 2	60	0,84	1,62	3,05	0,564	34,8
DESIREE	60	0,48	1,27	2,05	0,417	32,9
N-G-133	60	0,71	2,19	4,85	0,865	39,4
N-G-143	60	0,92	2,02	4,77	0,654	32,4
N-G-53	60	0,74	1,89	5,18	0,817	43,3
N-G-60	60	0,34	1,06	1,93	0,423	39,8

ANEXO 12 Parámetros descriptivos para la disminución del peso en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).

Tratamiento	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
1*	30	0,65	1,95	4,25	0,867	44,5
2*	30	1,10	1,63	3,07	0,523	32,1
3*	30	0,84	1,71	3,05	0,656	38,4
4*	30	0,87	1,53	2,81	0,448	29,3
5*	30	0,62	0,92	1,64	0,219	23,7
6*	30	0,59	0,99	1,97	0,325	33,0
7*	30	0,57	1,66	2,56	0,552	33,2
8*	30	0,97	1,36	2,58	0,362	26,5
9*	30	0,74	1,42	2,56	0,397	27,9
10*	30	1,06	2,35	5,18	0,872	37,1
11*	30	0,70	2,34	5,83	1,218	52,0
12*	30	0,71	2,05	4,69	1,036	50,5
13*	30	0,89	1,80	2,83	0,572	31,7
14*	30	0,92	1,64	3,66	0,516	31,4
15*	30	0,71	2,22	4,85	1,050	47,3
16*	30	1,01	2,17	3,72	0,646	29,8
17*	30	0,56	1,57	2,98	0,573	36,6
18*	30	0,52	1,36	2,72	0,507	37,3
19*	30	1,15	2,12	3,92	0,667	31,5
20*	30	0,62	1,60	4,01	0,747	46,7
21*	30	0,92	1,90	2,84	0,526	27,6
22*-	30	1,28	2,13	4,77	0,753	35,4
23*	30	0,97	1,63	2,90	0,432	26,5
24*	30	0,49	1,54	3,54	0,657	42,6
25*	28	1,03	1,76	2,56	0,366	20,9
26*	30	1,09	2,26	6,34	1,053	46,6
27*	30	0,34	0,95	1,93	0,476	50,2
28*	30	0,52	1,18	1,81	0,333	28,3
29*	30	0,67	1,46	2,05	0,341	23,3
30*	30	0,48	1,07	1,93	0,398	37,2

* Ver anexo Nº 10 para descripción de cada tratamiento.

ANEXO 13 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según factor inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. Estándar	CV (%)
CON	435	0,04	1,78	3,49	0,679	38,1
SIN	441	0,13	1,64	3,49	0,675	41,2

ANEXO 14 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200 UA 1028	59	0,42	1,42	3,49	0,554	38,9
247 CON 1100	60	0,41	1,31	2,47	0,451	34,5
336 CON 784	60	0,61	1,80	3,36	0,634	35,1
364 CON 1131	60	0,48	1,34	2,63	0,430	32,1
429 UA 1553	56	1,13	2,13	3,39	0,493	23,1
435 UA 1279	59	0,31	1,03	2,29	0,389	37,9
457 CON 1157	54	1,03	2,23	3,27	0,529	23,7
536 UA 1563	60	0,59	1,75	3,44	0,576	33,0
548 UA 1328	60	1,09	1,94	3,28	0,488	25,1
93 COCRANE 2	59	0,04	1,44	2,67	0,486	33,9
DESIREE	60	0,13	1,17	2,66	0,528	45,3
N-G-133	59	0,91	2,09	3,49	0,583	27,9
N-G-143	59	1,41	2,28	3,42	0,506	22,2
N-G-53	52	1,33	2,59	3,48	0,493	19,0
N-G-60	59	0,40	1,34	2,99	0,528	39,5

Anexo 15 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro ecuatorial en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).

Tratamiento	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. Estándar	CV (%)
1*	30	0,48	1,26	2,30	0,394	31,3
2*	30	0,48	1,42	2,63	0,455	32,1
3*	30	0,79	1,45	2,28	0,354	24,5
4*	29	0,04	1,43	2,67	0,600	42,0
5*	30	0,47	1,01	2,29	0,422	41,7
6*	29	0,31	1,04	1,87	0,358	34,4
7*	30	0,42	1,32	3,49	0,567	43,0
8*	29	0,45	1,53	2,53	0,528	34,4
9*	27	1,74	2,74	3,26	0,378	13,8
10*	25	1,33	2,43	3,48	0,556	22,9
11*	30	0,61	1,70	2,99	0,592	34,8
12*	30	0,80	1,90	3,36	0,667	35,1
13*	30	0,59	1,60	2,50	0,451	28,1
14*	30	0,64	1,89	3,44	0,656	34,8
15*	29	0,91	2,04	3,44	0,649	31,8
16*	30	1,32	2,14	3,49	0,518	24,2
17*	30	1,09	1,86	3,11	0,461	24,8
18*	30	1,16	2,03	3,28	0,506	25,0
19*	30	1,03	2,13	2,95	0,465	21,8
20*	24	1,29	2,36	3,27	0,585	24,8
21*	29	1,41	2,11	3,18	0,449	21,3
22*	30	1,53	2,44	3,42	0,514	21,1
23*	30	0,41	1,15	2,00	0,363	31,6
24*	30	0,62	1,47	2,47	0,480	32,7
25*	27	1,13	2,18	3,39	0,543	24,9
26*	29	1,18	2,09	3,02	0,446	21,4
27*	29	0,40	1,26	2,61	0,484	38,3
28*	30	0,44	1,41	2,99	0,567	40,2
29*	30	0,13	0,96	1,88	0,382	39,8
30*	30	0,34	1,37	2,66	0,577	42,0

ANEXO 16 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según factor inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. Estándar	CV(%)
CON	424	0,24	1,89	3,48	0,699	37,1
SIN	433	0,17	1,73	3,49	0,723	41,7

ANEXO 17 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV (%)
200 UA 1028	58	0,37	1,61	3,42	0,738	45,9
247 CON 1100	59	0,40	1,49	2,86	0,625	42,0
336 CON 784	55	0,66	1,75	3,45	0,667	38,2
364 CON 1131	59	0,17	1,52	3,32	0,728	47,8
429 UA 1553	54	0,83	2,17	3,43	0,697	32,2
435 UA 1279	58	0,37	1,53	3,32	0,585	38,2
457 CON 1157	57	0,59	1,61	3,31	0,636	39,6
536 UA 1563	58	0,75	2,00	3,40	0,729	36,4
548 UA 1328	57	0,75	2,02	3,43	0,613	30,4
93 COCRANE 2	60	0,43	1,76	3,48	0,643	36,6
DESIREE	58	0,21	1,43	3,22	0,676	47,2
N-G-133	57	0,93	1,98	3,24	0,608	30,7
N-G-143	55	0,94	2,20	3,43	0,609	27,7
N-G-53	57	0,40	1,92	3,49	0,744	38,8
N-G-60	55	0,66	2,23	3,44	0,705	31,5

ANEXO 18 Parámetros descriptivos para la disminución del diámetro polar en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).

Tratamiento	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
1*	30	0,17	1,43	3,05	0,691	48,5
2*	29	0,24	1,63	3,32	0,763	47,0
3*	30	0,43	1,69	3,34	0,603	35,8
4*	30	0,63	1,82	3,48	0,684	37,5
5*	30	0,37	1,35	2,44	0,475	35,1
6*	28	0,82	1,72	3,32	0,639	37,1
7*	29	0,37	1,49	3,42	0,655	44,0
8*	29	0,43	1,73	3,33	0,806	46,6
9*	28	0,97	1,91	3,49	0,762	39,9
10*	29	0,40	1,93	3,27	0,739	38,3
11*	28	0,71	1,63	3,45	0,686	42,0
12*	27	0,66	1,86	3,38	0,638	34,3
13*	29	0,75	2,02	3,28	0,848	42,0
14*	29	1,14	1,98	3,40	0,601	30,3
15*	29	0,93	2,03	3,06	0,612	30,2
16*	28	1,06	1,93	3,24	0,611	31,6
17*	30	0,75	2,04	3,43	0,664	32,6
18*	27	0,92	2,00	2,95	0,562	28,2
19*	28	0,59	1,42	3,24	0,526	37,1
20*	29	0,69	1,78	3,31	0,688	38,6
21*	29	0,95	2,15	3,43	0,654	30,5
22*	26	0,94	2,25	3,29	0,562	24,9
23*	30	0,40	1,28	2,63	0,549	43,0
24*	29	0,91	1,71	2,86	0,631	37,0
25*	26	0,83	2,04	3,22	0,682	33,5
26*	28	1,11	2,28	3,43	0,703	30,8
27*	28	0,80	2,30	3,36	0,691	30,0
28*	27	0,66	2,16	3,44	0,725	33,5
29*	29	0,21	1,30	2,63	0,587	45,1
30*	29	0,50	1,56	3,22	0,742	47,5

ANEXO 19 Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. Estándar	CV(%)
CON	135	1	2,10	4	1,171	55,9
SIN	135	1	2,03	4	1,079	53,1

ANEXO 20 Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
200 UA 1028	18	1	2,00	3	0,970	48,5
247 CON 1100	18	1	2,78	4	1,166	42,0
336 CON 784	18	1	1,78	4	0,808	45,5
364 CON 1131	18	1	2,00	4	1,029	51,4
429 UA 1553	18	1	2,28	4	1,127	49,5
435 UA 1279	18	1	2,56	4	1,199	46,9
457 CON 1157	18	1	1,78	4	1,003	56,4
536 UA 1563	18	1	1,94	4	1,110	57,1
548 UA 1328	18	1	1,94	4	1,162	59,7
93 COCRANE 2	18	1	1,78	4	0,943	53,0
DESIREE	18	1	1,61	4	1,037	64,4
N-G-133	18	1	2,44	4	1,381	56,5
N-G-143	18	1	2,61	4	1,195	45,8
N-G-53	18	1	2,22	4	1,263	56,8
N-G-60	18	1	1,22	2	0,428	35,0

ANEXO 21 Parámetros descriptivos para la disminución de turgencia en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inoculo*clon).

Tratamiento	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv.Estandar	CV(%)
1*	9	1	2,00	4	1,000	50,0
2*	9	1	2,00	4	1,118	55,9
3*	9	1	2,00	4	1,118	55,9
4*	9	1	1,56	3	0,726	46,7
5*	9	1	2,33	4	1,000	42,9
6*	9	1	2,78	4	1,394	50,2
7*	9	1	1,78	3	0,972	54,7
8*	9	1	2,22	3	0,972	43,7
9*	9	1	1,78	4	1,093	61,5
10*	9	1	2,67	4	1,323	49,6
11*	9	1	1,44	2	0,527	36,5
12*	9	1	2,11	4	0,928	44,0
13*	9	1	2,00	4	1,000	50,0
14*	9	1	1,89	4	1,269	67,2
15*	9	1	1,89	4	1,364	72,2
16*	9	1	3,00	4	1,225	40,8
17*	9	1	2,67	4	1,225	45,9
18*	9	1	1,22	2	0,441	36,1
19*	9	1	2,11	4	1,269	60,1
20*	9	1	1,44	2	0,527	36,5
21*	9	1	2,67	4	1,118	41,9
22*	9	1	2,56	4	1,333	52,2
23*	9	1	2,89	4	1,269	43,9
24*	9	1	2,67	4	1,118	41,9
25*	9	1	2,11	3	0,928	44,0
26*	9	1	2,44	4	1,333	54,5
27*	9	1	1,44	2	0,527	36,5
28*	9	1	1,00	1	0,000	0,0
29*	9	1	1,33	3	0,707	53,0
30*	9	1	1,89	4	1,269	67,2

ANEXO 22 Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo.

Factor: Inóculo	N° Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
CON	450	1	1,48	4	0,694	46,8
SIN	369	1	1,50	4	0,794	53,0

ANEXO 23 Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: clon	N° Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
200 UA 1028	60	1	1,30	3	0,561	43,2
247 CON 1100	50	1	1,48	4	0,789	53,3
336 CON 784	50	1	1,48	4	0,677	45,8
364 CON 1131	50	1	2,06	4	0,890	43,2
429 UA 1553	49	1	1,43	3	0,707	49,5
435 UA 1279	60	1	1,35	3	0,547	40,5
457 CON 1157	50	1	1,92	4	0,695	36,2
536 UA 1563	60	1	1,12	2	0,324	29,0
548 UA 1328	50	1	1,12	3	0,435	38,9
93 COCRANE 2	60	1	1,53	3	0,676	44,1
DESIREE	60	1	1,27	4	0,686	54,1
N-G-133	50	1	2,18	4	1,044	47,9
N-G-143	50	1	1,56	3	0,675	43,3
N-G-53	60	1	1,77	4	0,789	44,7
N-G-60	60	1	1,00	1	0,000	0,0

ANEXO 24 Parámetros descriptivos para el N° de brotes en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).

Tratamiento	N° Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
1*	20	1	1,85	4	0,933	50,4
2*	30	1	2,20	4	0,847	38,5
3*	30	1	1,60	3	0,724	45,2
4*	30	1	1,47	3	0,629	42,9
5*	30	1	1,30	3	0,535	41,2
6*	30	1	1,40	3	0,563	40,2
7*	30	1	1,30	3	0,651	50,1
8*	30	1	1,30	2	0,466	35,9
9*	30	1	1,63	4	0,850	52,1
10*	30	1	1,90	4	0,712	37,5
11*	20	1	1,80	4	0,834	46,3
12*	30	1	1,27	2	0,450	35,5
13*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
14*	30	1	1,20	2	0,407	33,9
15*	20	1	2,10	4	1,165	55,5
16*	30	1	2,23	4	0,971	43,5
17*	20	1	1,15	3	0,489	42,6
18*	30	1	1,10	3	0,403	36,6
19*	20	1	2,15	4	0,745	34,7
20*	30	1	1,77	3	0,626	35,4
21*	20	1	1,40	3	0,598	42,7
22*	30	1	1,67	3	0,711	42,7
23*	20	1	1,80	4	1,056	58,7
24*	30	1	1,27	2	0,450	35,5
25*	19	1	1,42	3	0,769	54,1
26*	30	1	1,43	3	0,679	47,4
27*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
28*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
29*	30	1	1,50	4	0,900	60,0
30*	30	1	1,03	2	0,183	17,7

ANEXO 25 Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según factor inóculo.

Factor: Inóculo	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
CON	450	1	1,12	4	0,396	35,3
SIN	369	1	1,09	3	0,330	30,3

ANEXO 26 Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según factor clon.

Factor: Clon	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv estándar	CV(%)
200 UA 1028	60	1	1,02	2	0,129	12,7
247 CON 1100	50	1	1,06	2	0,240	22,6
336 CON 784	50	1	1,12	2	0,328	29,3
364 CON 1131	50	1	1,10	2	0,303	27,5
429 UA 1553	49	1	1,06	2	0,242	22,8
435 UA 1279	60	1	1,03	2	0,181	17,5
457 CON 1157	50	1	1,74	3	0,694	39,9
536 UA 1563	60	1	1,00	1	0,000	0,0
548 UA 1328	50	1	1,00	1	0,000	0,0
93 COCRANE 2	60	1	1,05	3	0,287	27,3
DESIREE	60	1	1,03	2	0,181	17,5
N-G-133	50	1	1,08	3	0,340	31,5
N-G-143	50	1	1,18	3	0,438	37,1
N-G-53	60	1	1,22	4	0,613	50,4
N-G-60	60	1	1,00	1	0,000	0,0

ANEXO 27 Parámetros descriptivos para el peso del brote en escala en tubérculos hijos, según tratamiento (inóculo*clon).

Tratamiento	Nº Obs.	Mínimo	Media	Máximo	Desv. estándar	CV(%)
1*	20	1	1,00	1	0,000	0,0
2*	30	1	1,17	2	0,379	32,5
3*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
4*	30	1	1,10	3	0,403	36,6
5*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
6*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
7*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
8*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
9*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
10*	30	1	1,43	4	0,817	57,0
11*	20	1	1,20	2	0,410	34,2
12*	30	1	1,07	2	0,254	23,8
13*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
14*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
15*	20	1	1,00	1	0,000	0,0
16*	30	1	1,13	3	0,434	38,3
17*	20	1	1,00	1	0,000	0,0
18*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
19*	20	1	1,90	3	0,788	41,5
20*	30	1	1,63	3	0,615	37,6
21*	20	1	1,20	2	0,410	34,2
22*	30	1	1,17	3	0,461	39,5
23*	20	1	1,10	2	0,308	28,0
24*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
25*	19	1	1,11	2	0,315	28,5
26*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
27*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
28*	30	1	1,00	1	0,000	0,0
29*	30	1	1,03	2	0,183	17,7
30*	30	1	1,03	2	0,183	17,7