



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Evaluación de la incidencia de *Spongospora subterranea* (Wall.)
Lagerh en tubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L.)
utilizando papa semilla enferma con 10% de incidencia**

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

Claudia Andrea del Pilar Salas de los Santos
VALDIVIA-CHILE
2005

PROFESOR PATROCINANTE:

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

PROFESORES INFORMANTES:

Luigi Ciampi P.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Andrés Contreras M.
Ing. Agr.

A mis Padres Pedro y Gloria

ÍNDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	Situación del cultivo de la papa (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	3
2.2	Zonas productoras	6
2.3	Épocas de plantación en la Décima Región	7
2.4	<i>Spongospora subterranea</i> (Wall.) Lagerh	8
2.4.1	Clasificación taxonómica	10
2.4.2	Morfología	10
2.4.3	Síntomas	10
2.4.4	Ciclo de la enfermedad	13
2.4.5	Epidemiología	14
2.4.6	Otros hospedantes	15
2.4.7	Control	16
2.4.7.1	Prácticas culturales	16
2.4.7.2	Control químico	16
3	MATERIAL Y MÉTODO	18
3.1	Material	18
3.2	Método	19
3.3	Diseño experimental	23
3.4	Parámetros evaluados	23
3.5	Análisis estadístico	26

Capítulo		Página
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	27
4.1	Emergencia	27
4.2	Número de tallos por planta	32
4.3	Rendimiento	34
4.4	Porcentaje de tubérculos sanos según la sanidad de la semilla (estos incluyen tubérculos sanos y tubérculos con un 5% de incidencia)	38
4.5	Incidencia de <i>S. subterranea</i> en tubérculos cosechados provenientes de papa semilla sin la presencia de <i>S. subterranea</i> (sano) y papa semilla con la presencia de <i>S. subterranea</i> (enfermo)	41
4.5.1	Tubérculos sanos	41
4.5.2	Tubérculos con una incidencia de 5% de <i>S. subterranea</i>	42
4.5.3	Tubérculos con una incidencia de 10% de <i>S. subterranea</i>	42
4.5.4	Tubérculos con una incidencia de 25% de <i>S. subterranea</i>	43
4.5.5	Tubérculos con una incidencia de 50% de <i>S. subterranea</i>	44
4.6	Tubérculos de desecho	49
4.6.1	Número total de tubérculos de desecho	49
4.6.2	Tubérculos con diámetro menor a 35 mm	50
4.7	Presencia de sarna común (<i>Streptomyces scabies</i> (Thaxter) Waskman and Henrici)	52
5	CONCLUSIONES	54
6	RESUMEN	56

Capítulo		Página
	SUMMARY	57
7	BIBLIOGRAFÍA	58
	ANEXOS	64

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Tolerancias máximas en tubérculos (% en peso) de enfermedades que afectan la piel de los tubérculos de papa en diferentes etapas de certificación	6
2	Épocas de plantación de papa recomendado para diferentes regiones y con distintos objetivos productivos	8
3	Análisis del suelo donde se instaló el ensayo	19
4	Tabla de temperaturas (°C)	21
5	Tabla de precipitaciones (mm)	22
6	Promedios de temperatura durante los meses que se realizó el ensayo, geotermómetro (10 cm profundidad)	48
7	Promedios de precipitaciones durante los meses que se realizó el ensayo	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Tubérculo con síntomas de <i>Spongospora subterranea</i>	11
2	Microfotografía de una pústula desarrollada por <i>S. subterranea</i>	12
3	Síntomas de <i>S. subterranea</i> en raíces y estolones	13
4	Ciclo de la enfermedad “sarna polvorienta” causada por <i>S. subterranea</i>	14
5	Disposición del ensayo	23
6	Escala de evaluación de sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>)	24
7	Escala de evaluación de sarna polvorienta (<i>S. subterranea</i>)	25
8	Influencia de una infestación del 10% de <i>S. subterranea</i> en papa semilla en el porcentaje de plantas emergidas luego de 34, 48 y 66 días después de plantación	28
9	Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días, por fecha de plantación y sanidad de la semilla	29
10	Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días, por fecha de plantación y sanidad de la semilla	30
11	Promedio del número de tallos por planta para la variable sanidad de la semilla	32
12	Número de tallos por planta por fecha de plantación y sanidad de la semilla	33
13	Rendimiento comercial (t/ha) según la sanidad de la semilla	35
14	Rendimiento comercial según fecha de plantación y sanidad de la semilla	35
15	Rendimiento comercial por fecha de plantación	36

Figura		Página
16	Porcentaje de tubérculos con <i>S. subterranea</i> al utilizar papa semilla libre del patógeno y con un 10% de infestación	39
17	Porcentaje de tubérculos enfermos por fecha de plantación y sanidad de la semilla	41
18	Porcentaje de tubérculos con un 5% de incidencia de <i>S. subterranea</i> , por fecha de plantación y sanidad de la semilla	42
19	Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 10% de <i>S. subterranea</i> , por fecha de plantación y sanidad de la semilla	43
20	Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 25% de <i>S. subterranea</i> , por fecha de plantación y sanidad de la semilla	44
21	Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 50% de <i>S. subterranea</i> , por fecha de plantación y sanidad de la semilla	45
22	Promedio del número total de tubérculos de desecho con la variable sanidad de la semilla	50
23	Promedio del número de tubérculos con menos de 35 mm de diámetro para la variable sanidad de la semilla	51
24	Porcentaje de tubérculos cosechados con incidencia de sarna común (<i>S. scabies</i>)	52

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de emergencia de plantas a los 34 días al utilizar papa semilla enferma	65
2	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de emergencia de plantas a los 66 días al utilizar papa semilla enferma	65
3	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de octubre	65
4	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de noviembre	66
5	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de diciembre	66
6	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de octubre	66
7	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de noviembre	67
8	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de diciembre	67
9	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de octubre	67
10	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de noviembre	68
11	Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de diciembre	68
12	Análisis de varianza (ANDEVA). Número de tallos por planta al utilizar papa semilla enferma	68

Anexo	Página
13 Análisis de varianza (ANDEVA). Número de tallos por planta al utilizar papa semilla enferma en distintas fechas de plantación	69
14 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial según la sanidad de la semilla al momento de la plantación	69
15 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial según la sanidad de la semilla y las distintas fechas de plantación	70
16 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial por fecha de plantación (t/ha)	70
17 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de tubérculos con <i>S. subterranea</i> según la sanidad de la semilla	71
18 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de <i>S. subterranea</i> (según la escala tubérculos sanos)	71
19 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de <i>S. subterranea</i> (según la escala tubérculos con 5% de <i>S. subterranea</i>)	71
20 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de <i>S. subterranea</i> (según la escala tubérculos con 10% de <i>S. subterranea</i>)	71
21 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de <i>S. subterranea</i> (según la escala tubérculos con 25% de <i>S. subterranea</i>)	72
22 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de <i>S. subterranea</i> (según la escala tubérculos con 50% de <i>S. subterranea</i>)	72
23 Análisis de varianza (ANDEVA). Número total de tubérculos de desecho	72
24 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con diámetro menor a 35 mm	72
25 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con sarna plateada (<i>Helminthosporium solani</i>)	73

Anexo	Página
26 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con costra negra (<i>Rhizoctonia solani</i>)	73
27 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>)	73
29 Tabla de temperaturas	74
30 Tabla de precipitaciones	75

1 INTRODUCCIÓN

La papa es uno de los principales cultivos agrícolas a nivel mundial en cuanto a superficie, después de los cereales y algunos cultivos destinados a la agroindustria, presenta a su vez una proyección de importancia económica, agrícola y social para la zona sur de Chile.

El cultivo de este tubérculo se realiza prácticamente en todo el país e involucra a un importante número de agricultores, principalmente pequeños. La producción nacional se destina fundamentalmente al mercado interno, y las exportaciones han tenido un comportamiento variable.

Dentro de las limitaciones que dificultan el acceso a los mercados internacionales se tiene la calidad fitosanitaria de los tubérculos producidos. Esto se debe en gran parte a que el consumidor nacional es poco exigente respecto de la calidad de lo que consume, admitiendo papas deformes, sarnosas, atizonadas, golpeadas, sucias, etc.

Sin embargo, en el último tiempo tanto los consumidores como las agroindustrias procesadoras, han comenzado a exigir mayor calidad de las papas que adquieren. Esto implica ofrecer un producto de óptima calidad que incentive en forma sostenida el consumo de papas procesadas, con los consiguientes aumentos de la demanda.

En relación a este cultivo es de gran importancia identificar manejos que ayuden a disminuir la incidencia de distintos patógenos. Entre ellos tenemos a *Spongospora subterranea*, del cual no hay muchos antecedentes en el país, a pesar de ser una enfermedad que esta adquiriendo cada vez mayor importancia en el cultivo de la papa, ya que daña la calidad estética de los tubérculos y las

estructuras de este agente son vectores del enanismo de los tallos de papa causado por el Potato Mop Top virus (PMTV). Además, proporciona las condiciones necesarias para el desarrollo de otras enfermedades. Por esta razón, el presente estudio pretende evaluar si el uso de papa semilla enferma con un 10% de infestación de *S. subterranea* al momento de la plantación, afectan la incidencia de este patógeno en el cultivo.

Este trabajo plantea como hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): Los tubérculos semilla con una incidencia de 10% de *Spongospora subterranea* en su superficie aumentan la incidencia del patógeno.

Los objetivos de esta Tesis son:

Objetivo general:

Evaluar el efecto de *S. subterranea* sobre tubérculos de la variedad Desirée, utilizando tubérculos semilla con un 10% de este patógeno en su superficie.

Objetivos específicos:

- Evaluar la velocidad de emergencia y el rendimiento obtenido en el ensayo.
- Cuantificar el grado de incidencia de *S. subterranea* al momento de la cosecha de los tubérculos, considerando tubérculo comercial y desecho.
- Relacionar los factores: temperatura y precipitaciones, en distintas fechas de plantación, durante el desarrollo de la enfermedad.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Situación del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L).

La papa es consumida en casi todos los pueblos del mundo, siendo junto al trigo, el maíz y el arroz, uno de los cuatro cultivos básicos en la alimentación humana. Entre los años 1998 y 2002, la superficie promedio anual en el mundo fue de 19,5 millones de hectáreas, con un rendimiento promedio de 159,3 q/ha (FAO, 2003 citado por CONTRERAS, 2003).

En Chile, según el último censo agropecuario, se plantan anualmente un promedio de 62.163 hectáreas con papas (promedio de los últimos 10 años). Este cultivo es realizado por un importante número de agricultores desde Arica a Magallanes, pero la mayor importancia del cultivo se alcanza entre las regiones IV y X (CHILE, VI CENSO NACIONAL AGROPECUARIO INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. INE, 1997; CONTRERAS, 2003).

A nivel nacional, en este rubro participan alrededor de 90 mil productores, los que principalmente corresponden a pequeños agricultores. Tal situación explica en parte el estancamiento de los rendimientos nacionales así como el escaso desarrollo de la industria procesadora a la cual sólo se destina un 6% de la producción (TAPIA, 2002; FUNDACION CHILE, 2004).

Durante el período 1998- 2002, en nuestro país, el cultivo de papa tuvo una producción promedio anual de 1.118.000 toneladas, con un rendimiento de 186 q/ha (FAO, 2003 citado por CONTRERAS, 2003). La superficie promedio anual durante el mismo período, alcanzó alrededor de 60 mil hectáreas (ODEPA, 2003 citado por CONTRERAS 2003).

La producción nacional es destinada fundamentalmente al mercado interno, mientras que las exportaciones han tenido un comportamiento variable. Durante el último tiempo el mercado externo se ha caracterizado por un significativo incremento en la importación de derivados de papa, principalmente papas prefritas congeladas, siendo Chile un importador neto de este tipo de productos. Existen algunas limitaciones que dificultan el acceso al mercado externo por parte de los pequeños agricultores, dentro de estas limitaciones se tiene el escaso capital de operación, la falta de infraestructura, los altos volúmenes requeridos para concretar negocios y el aspecto fitosanitario. En este sentido, el control de enfermedades como el nemátodo dorado, la marchitez bacteriana o el carbón de la papa, pasa necesariamente por el uso de semilla corriente o certificada, gran parte de los cultivos de papa son plantados con tubérculos no autorizados para su uso como tubérculo semilla y estos son potenciales portadores o transportadores de enfermedades, lo que, además de contaminar suelos y bodegas, provoca pérdidas de rendimiento y mala calidad en la producción (TAPIA, 2002; FUNDACIÓN CHILE, 2004 y TAPIA, 2005).

El manejo de las enfermedades en los cultivos de papa en el sur del país exige cada día mayor preocupación y atención por cuanto sin lugar a dudas es el principal factor que limita las producciones de papa tanto en cantidad como en calidad (FUNDACIÓN CHILE, 2004). Lamentablemente, el mercado consumidor de papas en Chile es escasamente exigente en la calidad de los tubérculos que compra, admitiendo un margen muy amplio de “papas” deformes, sarnosas, atizonadas, golpeadas, sucias, verdes, etc. Todo lo cual no presiona hacia un mejor manejo fitosanitario de las plantaciones de papa (CONTRERAS, 2000). Sin embargo, actualmente, el mercado y sus actores principales, los consumidores, están siendo educados para que exijan más calidad por lo que compran, debido a lo cual es factible en la actualidad identificar en el país segmentos de consumidores que exigen papas lavadas, sin “costras” en la piel de los tubérculos, no compran papas deformes ni

aquellas de aspecto desagradable (sarnosas). Paralelamente, la agroindustria procesadora de papas en todo el mundo y también en Chile, es la que más ha enfatizado el concepto de calidad en la materia prima que necesita para sus procesos, de tal forma ofrecer al público consumidor un producto de óptima calidad que cumpla con los estándares internacionales y que finalmente, incentive de una forma sostenida en el tiempo el consumo de papas procesadas, con el consiguiente aumento en la demanda de materias primas (SCHNETTLER, 2000).

Por lo tanto, se hace evidente que el mejoramiento de algunos factores técnicos básicos del cultivo, como el uso de semilla de calidad y el riego, son necesarios para lograr una estabilidad de la producción y elevar la calidad del producto en el mercado (TAPIA, 2005).

Según las Normas Específicas de Certificación de Semilla de papa (SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO, 2004) se rechazará todo lote de papa semilla que exceda las siguientes tolerancias máximas expresadas en porcentaje en peso.

CUADRO 1 Tolerancias máximas en tubérculos (% en peso) de enfermedades que afectan la piel de tubérculos de papa en diferentes etapas de certificación.

	Pre-básica	Básica	Certificada	
			C1 y C2	C3
Sarna polvorienta (a)	0	0	0.2	0.5
Sarna común (b)	5,0	10,0	15,0	20,0
Costra negra (b)	5,0	10,0	15,0	15,0

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

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

FUENTE: CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO, SAG (2004).

2.2 Zonas productoras

Chile cuenta con una larga faja de su territorio en la que sus suelos dan origen a este producto, encontrando producción de papas a nivel comercial desde la IV Región hasta la X Región. Concentrándose las mayores producciones y de mejor calidad de la VIII al sur.

La zona central produce bajo riego en suelos de calidad y muy cerca de los centros de consumo. Cultiva en tres fases: temprana, de guarda y de verano o cuaresma. En el centro-sur predomina el cultivo de cuaresma, bajo riego y con rendimientos que se acercan al promedio nacional. Las explotaciones costeras, en secano, realizadas con escasa tecnología y por pequeños productores, son las de menos rendimientos.

La zona sur, en tanto, es la que presenta las mejores ventajas comparativas en el país. Los suelos profundos, de acidez moderada y el clima

templado frío favorecen al cultivo. La ausencia de enfermedades y plagas cuarentenarias, en tanto, crean un ambiente ideal para la generación de semillas (CHILE, INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. INDAP, 2004).

2.3 Épocas de plantación en la Décima Región.

El cultivo de la papa está ampliamente extendido en la Décima Región. Entre los factores agronómicos más importantes para lograr un alto rendimiento se deben señalar la variedad, la calidad de la semilla, fertilización y época de plantación (SIERRA *et al.*, 1989).

La papa, para emerger, requiere de una temperatura mínima del suelo de aproximadamente 6°C. Este requerimiento, junto a las temperaturas posteriores del ambiente, son aspectos que necesariamente deben considerarse al momento de dar inicio a una plantación.

La mejor época para plantar papa en las regiones IX y X corresponde al mes de septiembre, ya que la temperatura del suelo se va acercando a la óptima de 10°C y la humedad del suelo se va haciendo más adecuada. La época de plantación puede adelantarse en sectores protegidos de heladas, como por ejemplo a orillas de lagos. Las plantaciones, por otra parte, deben atrasarse en sectores más fríos como la precordillera, o en caso que se desee obtener producción de tubérculos a partir de marzo.

La época de plantación para producción de papa semilla debe considerar además otros aspectos que son básicos para la obtención de material de alta calidad. Al respecto, en las regiones IX y X generalmente se recomienda plantar temprano, en cuanto terminan las heladas. Esto, por que a fines de febrero existe mayor actividad de áfidos vectores de virus, y las condiciones climáticas favorecen la aparición del tizón temprano y el tizón tardío (CONTRERAS, 2003).

CUADRO 2 Épocas de plantación de papa recomendado para diferentes regiones y con distintos objetivos productivos.

REGION		ZONAS TÍPICAS DE PRODUCCION DE PAPAS Y OBJETIVO												objetivo productivo					
IV	V	[Red bar]			[Green dashed bar]			[Red bar]			[Green dashed bar]			primores					
		[Red bar]			[Green dashed bar]			[Red bar]			[Green dashed bar]			semilla propia industria					
RM	VI	[Red bar]						[Green dashed bar]						primores, semilla propia industria					
		[Red bar]			[Green dashed bar]			[Red bar]			[Green dashed bar]			cuaresmera consumo					
VII		[Red bar]						[Green dashed bar]						papa-semilla, consumo industria					
VIII	IX	[Red bar]			[Green dashed bar]			[Red bar]			[Green dashed bar]			primores					
		[Red bar]						[Green dashed bar]						papa-semilla, consumo industria					
		A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J			
		[Red bar]			[Green dashed bar]			[Red bar]			[Green dashed bar]			[Checkered bar]			plantación	cosecha	almacenaje

FUENTE: CONTRERAS, 1997.

2.4 *Spongospora subterranea* (Wall.) Lagerh.

La sarna polvorienta es una enfermedad fungosa que ataca al tubérculo. La penetración a los tubérculos se produce a través de las lenticelas, heridas y a veces por las yemas. El hongo causante de esta enfermedad vive en el suelo y la infección se produce durante el crecimiento de los tubérculos (ALONSO, 1996).

Aunque este patógeno se desarrolla mejor en condiciones de clima frío y húmedo, se encuentra prácticamente en todo lugar donde se cultive papa (HOOKER, 1980). La aparición de *S. subterranea* y su permanencia en el suelo

puede verse influenciada por un sin número de factores, como por ejemplo: frecuencia en el cultivo, uso de variedades de semilla altamente sensibles, periodos cortos entre cosecha y plantación, humedad del suelo, temperatura del suelo, contenido de humus en el suelo, entre otros. Las investigaciones realizadas de los factores ecológicos que influyen en la aparición del problema son la temperatura, humedad de los suelos y las características del suelo (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

Las cosechas afectadas por el patógeno dan a los tubérculos una baja tolerancia a la guarda debido a que las condiciones de los agentes de las pudriciones se incrementan, además de afectar gravemente la calidad de los tubérculos (LUCERO, 1998 y STACHEWICZ *et al.*, 2001), también puede provocar enanismo, marchitez, muerte prematura de la planta y disminución de los rendimientos en tubérculos comerciables (LUCERO, 1998)

Un importante daño indirecto de *S. subterranea* es ser vector de la enfermedad conocida como enanismo de los tallos de papa (Mop Top de la papa), causada por el potato Mop Top virus (PMTV), que provoca una marcada disminución de los rendimientos y afecta severamente la calidad comercial de los tubérculos.(SALAZAR, 1982; CHRIST, 1989; AGRIOS, 1996 y MERZ, 2000).

En el mundo, esta enfermedad es conocida con varios nombres como: powdery scab, pulverschorf, kartoffelräude, gale poudreuse, roña polvosa y sarna polvorienta.

2.4.1 Clasificación taxonómica. La clasificación taxonómica según AGRIOS (1997), corresponde a:

Dominio : Eucariota
Microorganismos semejantes a hongos o pseudohongos.
Reino : Protozoa
Phylum : Plasmodiophoromycota
Orden : Plasmodiophorales
Género : *Spongospora*
Especie : *subterranea*

2.4.2 Morfología. El síntoma más frecuente de *S. subterranea* es la presencia de pústulas abiertas con un contenido polvoriento de color pardo rojizo, el cual muestra la presencia de soros, conocidos como quistosoros. La forma de estos varía de esférica a oval y el tamaño de 20 a 75 micrones de largo por 20 a 60 micrones de ancho. Estas estructuras contienen los zoosporangios de resistencia, caracterizados por paredes gruesas, cuyo número varía desde algunos centenares a más de un millar. Los zoosporangios adoptan generalmente una forma poliédrica debido a la compresión ejercida por las paredes de los mismos ya que se encuentran dentro de una vesícula conformando el quistosoro. Este soro define la etapa final del ciclo biológico del hongo que es holocárpico. Esta etapa va precedida por la existencia de un plasmodio multinucleado dentro de la célula parasitada del hospedero. Las zoosporas son de forma esférica a oval de 2 a 4 micrones de diámetro (LUCERO, 1998).

2.4.3 Síntomas. La infección de los tubérculos en las lenticelas, heridas y con menos frecuencia en los brotes se presenta a manera de pústulas de color castaño púrpúreo, de 0,5 a 2 mm de diámetro, que se extienden lateralmente debajo del peridermo formando lesiones levantadas en forma de granitos. El

aumento de tamaño y división de las células parasitadas empuja y rompe el peridermo, formando proyecciones con apariencia de verrugas (Figura 1).

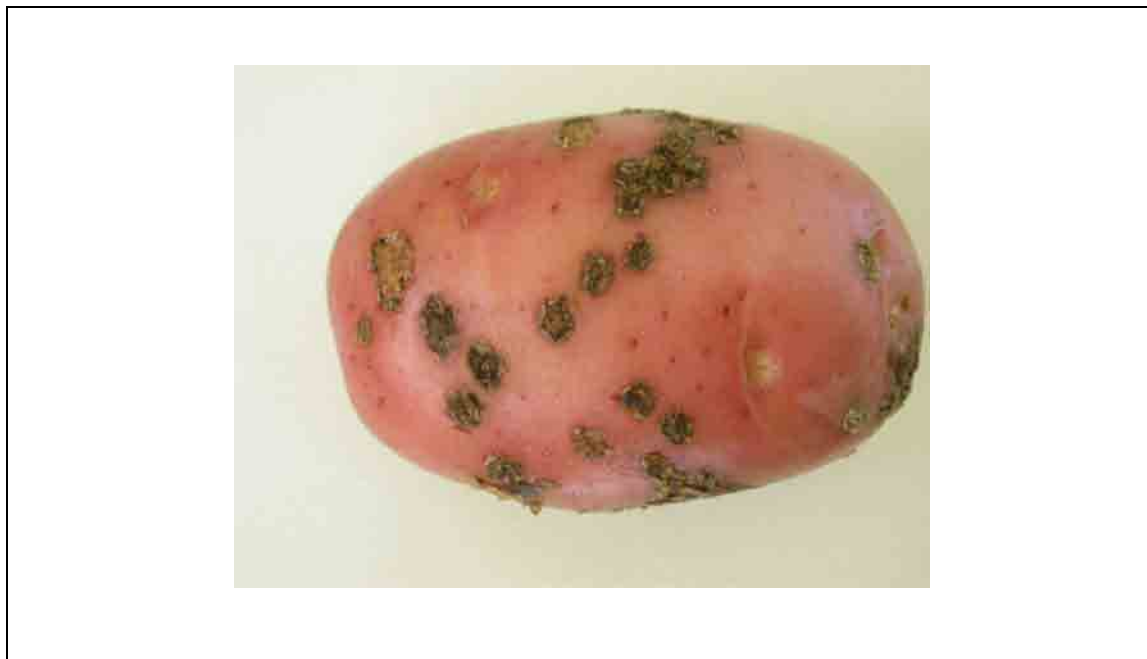


FIGURA 1 Tubérculo con síntomas de *Spongospora subterranea*.

Bajo la lesión se forma peridermo de cicatrización, el que se va oscureciendo gradualmente y se deteriora, dejando una depresión superficial llena de una masa polvorienta de esporas aglutinadas o “quistosoro”, de color castaño oscuro (Figura 2). La lesión esta generalmente circundada por los bordes levantados del peridermo desgarrado. Cuando hay demasiada humedad en el suelo no se forma peridermo de cicatrización, entonces la lesión se expande tanto en profundidad como en extensión, formando áreas con cavidades o verrugas grandes (HOOKER, 1980).



FIGURA 2 Microfotografía de una pústula desarrollada por *Spongospora subterranea*.

FUENTE: MERZ (2001).

La infección también se puede presentar a través de síntomas en las raíces y en los estolones. Esta se produce en forma paralela en ambas estructuras; los síntomas son similares a los que se ven en los tubérculos (Figura 3), con manchas necróticas que se transforman en verrugas de color blanco lechoso, de 1 a 10 mm o más de diámetro, las agallas de los estolones son de un tamaño más pequeño que las de las raíces. Las agallas que se forman en las raíces pueden ser tan graves como para producir la marchitez y muerte de la planta (HOOKER, 1980; ALONSO, 1996 y TORRES, 2002).



FIGURA 3 Síntomas de *Spongospora subterranea* en raíces y estolones.
FUENTE: LUCERO (1998).

2.4.4 Ciclo de la enfermedad. Este patógeno se encuentra ampliamente distribuido en los suelos, donde inverna como esporas de reposo. Cuando la temperatura es favorable y la humedad abundante, la espora latente es estimulada por raíces susceptibles y germina produciendo una zoospora primaria que infecta a las células epidérmicas de las raíces, estolones o pelos radiculares, donde se producen masas multinucleadas (plasmodio esporangial) que originan las zoosporas secundarias. Estas últimas diseminan la infección hacia las raíces y tubérculos ocasionando la enfermedad característica. Las células del hospedante estimuladas por la invasión de las zoosporas secundarias se agrandan y se multiplican, formándose de esta manera las agallas. Dentro de las agallas se forman finalmente las masas de esporas de descanso o quistosoros, ver Figura 4 (HOOKER, 1980; AGRIOS, 1996).

Este patógeno es un parásito obligado y aún cuando puede sobrevivir en el suelo como esporas latentes durante muchos años, sólo pueden desarrollarse y reproducirse en un número limitado de hospedantes (AGRIOS, 1996).

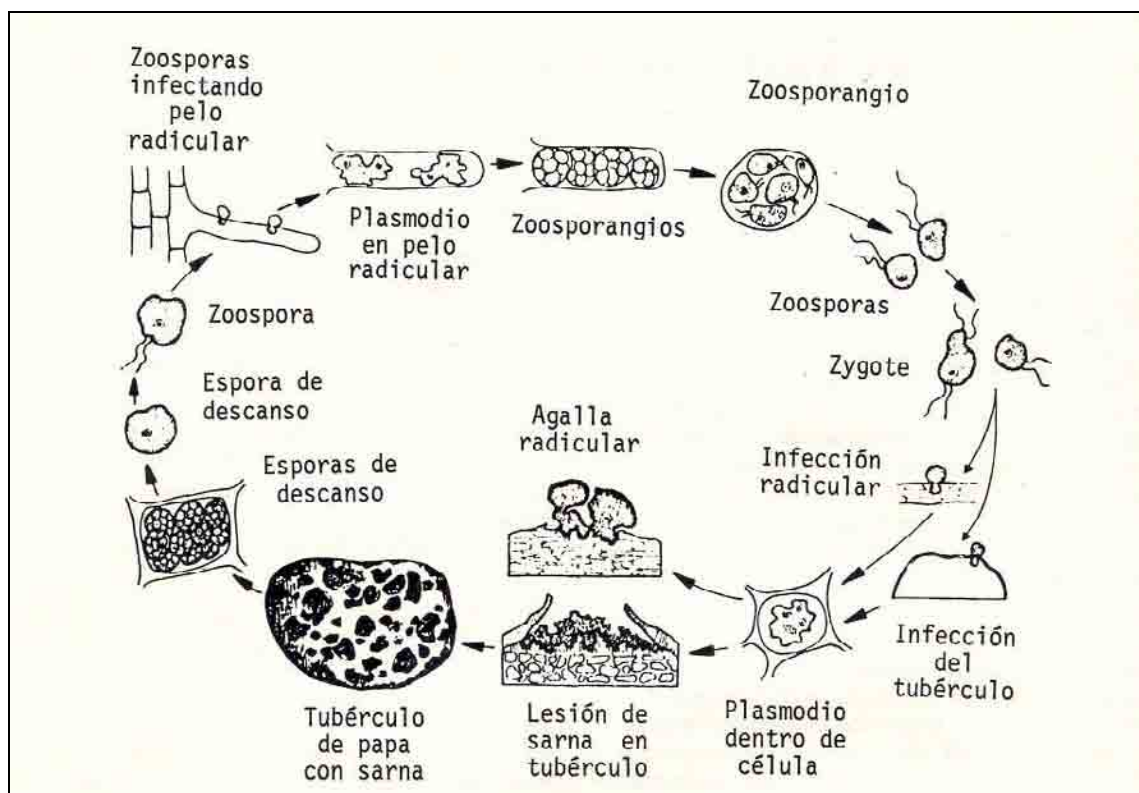


FIGURA 4 Ciclo de la enfermedad “sarna polvorienta” causada por *Spongospora subterranea*.

FUENTE: HOOKER (1980).

2.4.5 Epidemiología. La aparición del patógeno y su permanencia en el suelo puede verse influenciada por un sin número de factores entre ellos: frecuencia en el cultivo, variedades utilizadas, períodos cortos entre cosecha y plantación, humedad del suelo, temperatura del suelo, contenido de humus en el suelo, entre otros (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

La infección de las plantas de papa se realiza por medio de la germinación de las esporas de descanso que se encuentran en el suelo y en los tubérculos infectados utilizados como semilla (TORRES, 2002). Suficiente humedad en el suelo y temperaturas que fluctúan entre 11 y 18 °C son condiciones necesarias para que se produzca la infección (HOOKER, 1980 y SECOR, 2004). Una película de agua en el suelo (sobretudo en el primer estado de desarrollo de las plantas), es importante para que las zoosporas se movilicen y puedan alcanzar los tejidos de las plantas. Cuando el suelo está seco se reduce o no ocurre la infección (TORRES, 2002). Por lo tanto períodos alternados de sequía y humedad favorecen al desarrollo del patógeno (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

El tiempo requerido desde el inicio de la infección de las raíces y tubérculos, hasta la formación de las agallas es de menos de 3 semanas en su condición ideal. Este patógeno se presenta en suelos con pH entre 4,7 y 7,6 (HOOKER, 1980 y JOHNSON, 2004).

Se señala que el estado nutricional del suelo parece no tener influencia en la ocurrencia de la enfermedad (MERZ, 2000).

2.4.6 Otros hospedantes. El hongo infecta y completa su ciclo de vida sobre diversas especies tuberíferas de *Solanum* y sobre raíces de las no tuberíferas *Solanum nigrum* L. y *Nicotiana rustica* L. Otros hospedantes en los que la infección no conduce a la formación de esporas de descanso incluye dicotiledóneas, monocotiledóneas y gimnospermas (HOOKER, 1980).

2.4.7 Control. Para el control de este hongo se recomienda el uso tanto de prácticas culturales como también de control químico.

2.4.7.1 Prácticas culturales. Para el control de este patógeno se recomienda:

- La utilización de papa semilla sana (TORRES, 1997 y CRUZ, 2002).
- Realizar rotaciones de 10 años según las condiciones de clima y contaminación del suelo (CRUZ, 2002).
- Evitar el uso de estiércol fresco de animales alimentados con tubérculos infectados, ya que el patógeno resiste el paso por el tracto digestivo del animal (CRUZ, 2002).
- Evitar el uso de cultivares susceptibles dentro de los que están Kennebec, Shepody, Sebago, Atlantic, Spunta y Cara (LUCERO, 1998).
- Los lugares donde se almacenan las papas deben ser debidamente desinfectados (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

2.4.7.2 Control químico. Dentro de las medidas recomendadas se tiene:

- Desinfectar los tubérculos semilla con fungicidas como Tecto o Benlate durante 3 a 5 minutos. Esta práctica sólo reduce el inóculo que se encuentra en la superficie de los tubérculos (TORRES, 1997).
- FALLOON *et al.*, (1996) recomienda la utilización de 2 kg de fluazinam/ha o 7,5 kg mancozeb/ha para reducir la incidencia del patógeno.
- MILLER (2001) indica que suelos con altos niveles de zinc muestran una disminución del patógeno, por lo tanto la utilización de óxido de zinc reduce la severidad, pero no la incidencia.
- DIXON *et al.*, (1994) recomiendan la aplicación de 1.8 kg/ha de flusulfamide (MTF 651) para reducir la sarna polvorienta cuando el cultivo se desarrolla en suelos infectados con el inóculo.

- Estudios realizados por GARCÍA *et al.*, (2004), muestran que la utilización de Azufre elemental en dosis de 500 kg/ha redujo en un 52% la enfermedad.

Finalmente se puede indicar que un control integrado sería la mejor manera de controlar a este patógeno, esto incluiría plantaciones tardías, modificaciones de riego y el uso de químicos para su control (MILLER, 2001).

3 MATERIAL Y MÉTODO

3.1 Material

En este ensayo se trabajó con tubérculos semilla de la variedad Desirée, los que se obtuvieron de un ensayo de la empresa productora de semillas certificadas SZ S.A., ubicado en la localidad de Fresia en la Estación Experimental La Flor; X Región.

Los tubérculos semilla que se utilizaron fueron cosechados en el mes de Mayo del 2003, se trasladaron en mallas desde el ensayo de semillas SZ S.A., hasta una bodega de la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile. En la bodega se seleccionaron 405 tubérculos aparentemente sanos, es decir que a simple vista no presentaban ninguna evidencia de *S. subterranea*, y sin presencia de otra enfermedad o daño mecánico, y 405 tubérculos que presentaban un 10% de la superficie del tubérculo afectada con *S. subterranea* de acuerdo a la escala adaptada del “Manual of plant growth stages and disease assessment keys” (MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1976) y no presentaban otra enfermedad, como tampoco daño mecánico.

Estos tubérculos se mantuvieron en almacenaje dentro de jabs y un mes antes de la plantación se sometieron a verdeado y brotado.

A la cosecha del ensayo los tubérculos se evaluaron, para esto se utilizó una balanza de 15 kilos, una regla para medir el diámetro de los tubérculos para separar tubérculos de desecho y tubérculos comerciales. Es decir, los tubérculos con menos de 35mm se consideraron tubérculos de desecho, como también las papas deformes, dañadas por insectos y podridas. Además se utilizaron envases plásticos y mallas.

3.2 Método

El ensayo se ubicó en la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile ubicada al norte de la ciudad de Valdivia. En el lugar donde se instaló el ensayo existió con anterioridad un cultivo de avena, el cual fue incorporado en la preparación del suelo.

Antes de la plantación se realizó un análisis de suelo (Cuadro 3) para determinar la dosificación de los fertilizantes a utilizar. En base a este análisis se determinó la incorporación de 135 kg/ha de urea, 80 kg/ha de muriato de potasio y 200 kg/ha de superfosfato triple.

CUADRO 3 Análisis del Suelo donde se instaló el ensayo

Fecha: 16/09/2003.		
pH en agua (1:2,5)		6,2
pH CaCl ₂ (1:2,5)		5,5
Materia orgánica	(%)	14,7
Nitrógeno Mineral	(mg/kg)	30,8
Fósforo Olsen	(mg/kg)	19,7
Potasio intercambiable	(mg/kg)	152
Sodio intercambiable	(cmol+/kg)	0,07
Calcio intercambiable	(cmol+/kg)	6,7
Magnesio intercambiable	(cmol+/kg)	0,28
Suma de bases	(cmol+/kg)	7,44
Aluminio intercambiable	(cmol+/kg)	0,03
CICE	(cmol+/kg)	7,47
Saturación de Al	(%)	0,4

FUENTE: LABORATORIO DE INGENIERÍA AGRARIA Y SUELOS,
UACH (2003).

El ensayo se dispuso en hileras, cada una constituida por 15 tubérculos semilla los que fueron plantados a una profundidad de 9 cm y con un

espaciamiento de plantación de 25 cm sobre y 80 cm entre hileras. Una característica del ensayo es que recibió sólo agua de precipitación natural.

Se plantó en tres fechas distintas, espaciadas en 30 días cada una. La primera fue el 6 de octubre, la siguiente el 6 de noviembre y finalmente el 6 de diciembre. El propósito fue tener diferentes condiciones ambientales para el crecimiento del cultivo. Cada fecha de plantación tuvo 3 repeticiones y cada repetición consistió en 3 hileras con 15 tubérculos cada una.

Para cada fecha de plantación se consideró un tratamiento con tubérculos semilla con una incidencia de 10% del patógeno en su superficie y se utilizó como testigo papa semilla sana.

Para efectos de la evaluación se cosechó solamente la hilera central de cada tratamiento, descartando de esta las plantas bordes, con las 13 plantas cosechadas, por tratamiento, se realizaron las evaluaciones.

Además se relacionó la influencia de los factores climáticos, temperatura y precipitaciones, sobre el desarrollo de la enfermedad (Cuadro N° 4 y 5).

CUADRO 4 Tabla de temperaturas (°C).

TEMPERATURA (GEOTERMÓMETRO 10 cm profundidad)							
Día	2003			2004			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABRIL
1	12.3	19.2	20.2	23.9	23.8	19.1	15.9
2	12	17.9	18.6	25.8	24	19.1	15.6
3	12.6	19.1	17.5	23.9	23.9	19.5	16.7
4	14	20.5	17.2	23.1	25.5	19.4	15.5
5	15.4	20.3	17	22.6	22.5	18.9	16.6
6	14.2	16	18.5	22.8	25.9	18	15.8
7	12.3	17	16.9	23.8	23.7	17.9	14.3
8	13.7	17.6	18.1	24.1	21.1	18.1	14.4
9	12.7	18.1	17.6	23.7	22.3	18.5	14.4
10	12.9	18.9	16.4	22.8	23.4	20.6	16.1
11	13.1	18.3	16.7	23.9	23.5	21.4	15
12	15.9	19.2	17.2	25.1	23.3	20	15.6
13	15.6	17.6	18.2	25.3	23	18	13.5
14	15.5	19.4	17.3	25.8	23.1	20	13.6
15	15.3	16.5	17.4	26.2	22.5	20.3	13
16	13.9	13.8	18.1	23.4	19.6	19.7	15.1
17	13.2	16.3	19.7	22.9	18.2	17.9	14.3
18	15.5	16.8	20.7	24.9	19.9	17.1	13.4
19	14.7	17.7	22.6	25	21.6	17.6	11.8
20	15.3	17	21	24.7	24.1	18.7	12.3
21	15.8	17.5	18.1	24	25	19.3	13.8
22	15.2	17.4	17.5	24.5	24.7	20.6	12.1
23	14	17.9	19.3	23	22.8	18.5	12.1
24	13.1	17.6	21	20.8	21.4	18.6	12.3
25	12.3	17.1	18.1	23	22.9	17.9	12.8
26	12.7	18	17.6	23.4	23.2	17.6	13
27	13	18.8	18.1	22.3	21.2	18.4	13.4
28	16	18.3	17.9	22	20.1	15.3	12.8
29	16.1	18.9	19.4	23.8	18.9	16.6	12.8
30	14.9	18.4	21	23.6		18.2	11.3
31	14.2		22.2	23.2		18.1	
MEDIA	14.1	17.9	18.6	23.8	22.6	18.7	13.4
MEDIA*	14.4	17.8	20.9	22.3	21.3	18.1	

MEDIA* = a la media de 42 años

FUENTE: INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UACH (2004).

CUADRO 5 Tabla de precipitaciones (mm).

Día	PRECIPITACIÓN						
	2003			2004			
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABRIL
1	24.6		0.4			9.7	15.3
2			0.2			12.3	10.3
3	0.3		0.4				114.2
4	0.9		2.3				1.2
5	0.9		8.0	2.2		9.8	19.7
6		0.3	12.1	0.1		6.4	24.7
7	16.3	19.0				0.7	8.3
8	27.7	8.4					21.5
9	0.6		6.2	0.9	2.1		0.2
10			29.7				
11	0.2	0.6	8.0				15.5
12	0.2	1.5	0.1				12.9
13			4.8				13.0
14			10.3			7.9	8.5
15	3.9	5.8	1.0				0.1
16	6.3	19.4			19.8	11.1	10.5
17	0.6	76.2				4.2	1.9
18	29.5	0.1					8.8
19		16.0	1.2				0.2
20	3.5			0.8			28.3
21	0.2	9.4	17.5				32.7
22	1.3	4.4	2.0				0.6
23	3.8	2.8					
24	10.0	0.3		4.7	0.1	0.3	
25	17.8			6.2			0.3
26	31.7	0.3	11.1				
27	2.0		4.9				
28			0.2	2.2	0.3		
29					5.0	13.4	7.1
30	0.8	0.3				1.2	0.1
31						6.8	0
MEDIA	183.1	164.8	120.4	17.1	27.3	83.8	355.9
MEDIA*	149.5	104.5	89.1	62.5	59.3	83.1	160.1

MEDIA* = a la media de 42 años

FUENTE: INSTITUTO DE GEOCIENCIAS, UACH (2004).

3.3 Diseño experimental

Se estableció un experimento de campo con un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones para cada tratamiento (Ver Figura 5).

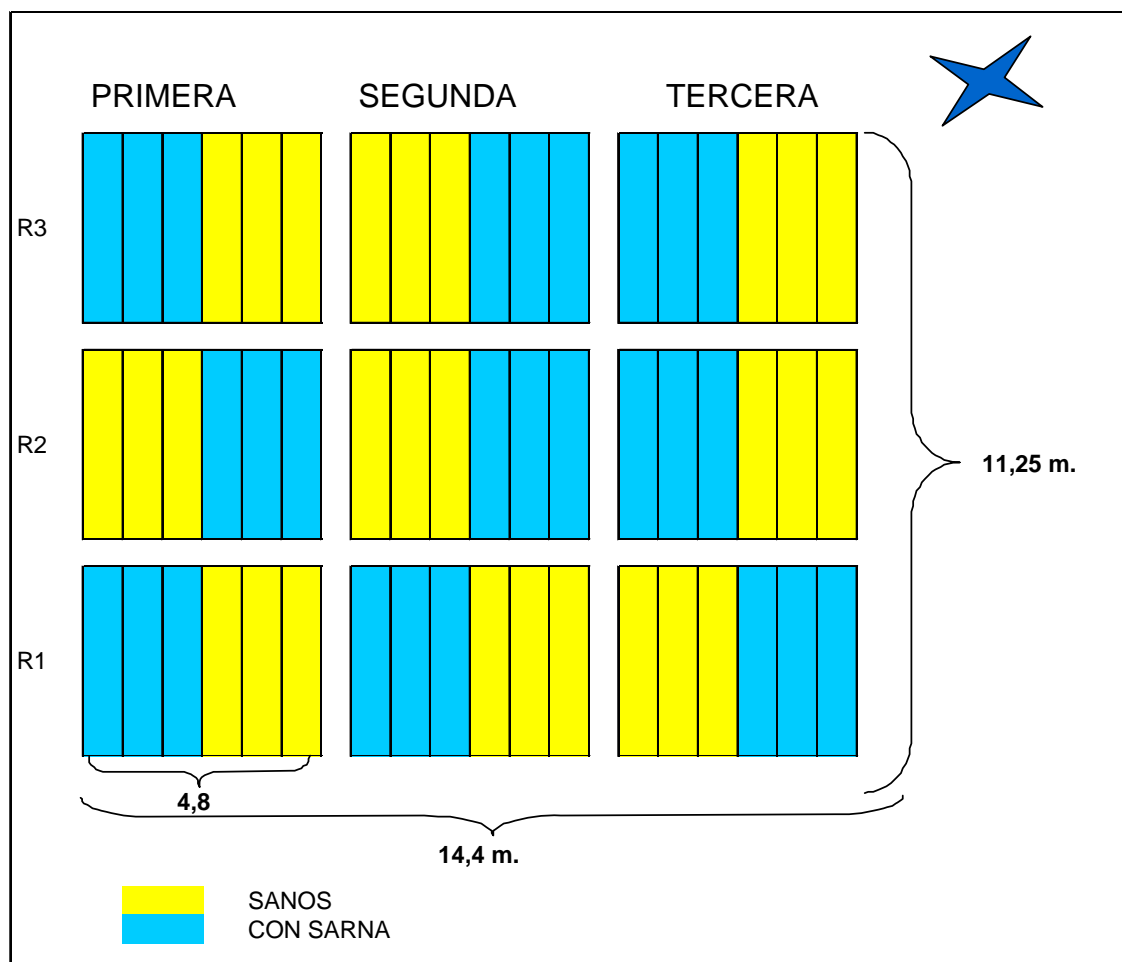


FIGURA 5 Disposición del ensayo.

3.4 Parámetros evaluados

Para este estudio se evaluaron las siguientes variables:

- Emergencia (%): se realizó a los 34, 48 y 66 días después de la plantación.

- Número de tallos (tallos/planta): se contaron antes de cosechar los tubérculos.
- Rendimiento comercial (t/ha): se pesó después de separar los tubérculos comerciales del desecho
- Clasificación de desecho (g): los tubérculos se separaron por diámetro (menores a 35 mm), papas atacadas por insectos, papas deformes y papas podridas.
- La presencia de sarna común en tubérculos (%): la cuantificación se realizó visualmente, determinando el porcentaje de área afectada sobre los tubérculos. Para esto se utilizó la escala adaptada del Manual of plant growth stages and disease assessment keys (MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1976).

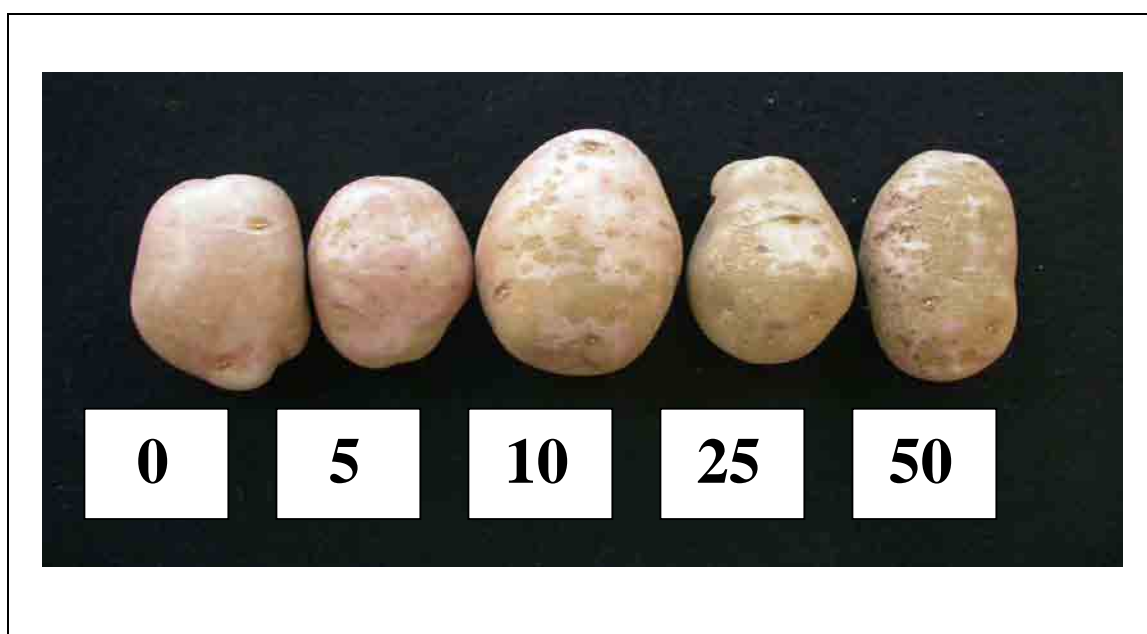


FIGURA 6 Escala de evaluación de sarna común (*Streptomyces scabies*).

- Incidencia de *S. subterranea* (%), la cuantificación se realizó visualmente, determinando el porcentaje de área afectada sobre los

tubérculos (Figura 9), para esto se utilizó la escala adaptada del “Manual of plant growth stage and diseases assessment keys” (MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1976). Donde:

- 0 = Tubérculo sano
- 5 = Incidencia de 5%
- 10= Incidencia de 10%
- 25= Incidencia de 25%
- 50= Incidencia de 50%

Luego de formar los grupos según la escala, se determinó el número de tubérculos por grupo y peso total. Esta evaluación se realizó en tubérculos con tamaño comercial, es decir, en tubérculos con más de 35 mm de diámetro.

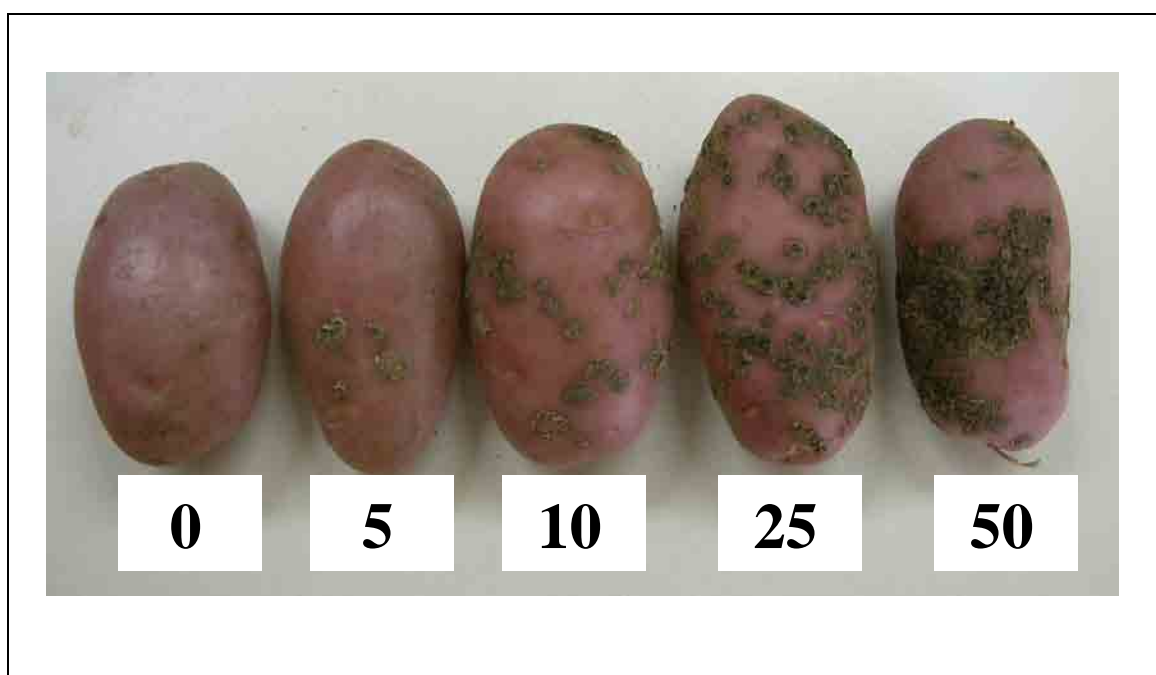


FIGURA 7 Escala de evaluación de sarna polvorienta (*Spongospora subterranea*).

3.5 Análisis Estadístico

Se realizó un análisis no paramétrico para estas variables ya que no se cumplieron los supuestos necesarios para realizar un análisis paramétrico. Estos supuestos son la normalidad de las variables y la homogeneidad de la varianza.

Para las variables emergencia, número de tallos por planta e incidencia de *S. subterranea* en los tubérculos cosechados, se realizó en primer lugar un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis (SIEGEL, 1956). Este análisis es más general y pretende conocer la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. Complementariamente se realizó un análisis de multicomparación para observar donde se encontraban las diferencias entre los tratamientos, para esto se utilizó el test de Mann Whitney (SIEGEL, 1956).

Para la variable rendimiento se realizó un análisis de varianza simple que pretende conocer la existencia de diferencias significativas entre tratamientos. Complementariamente se realizó una prueba de multicomparación de medias de Tukey ($p= 0,05$), para así determinar donde se encuentran las diferencias entre los tratamientos. Previo a esto se comprobó la normalidad de las variables con la prueba de Kolmogorov-Smirnov (SOKAL y ROHLF, 1979). Además, se comprobó la homogeneidad de la varianza, mediante la prueba de Bartlett (LI, 1969; SOKAL y ROHLF, 1979).

El nivel de confianza utilizado fue de 95% para ambos análisis.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

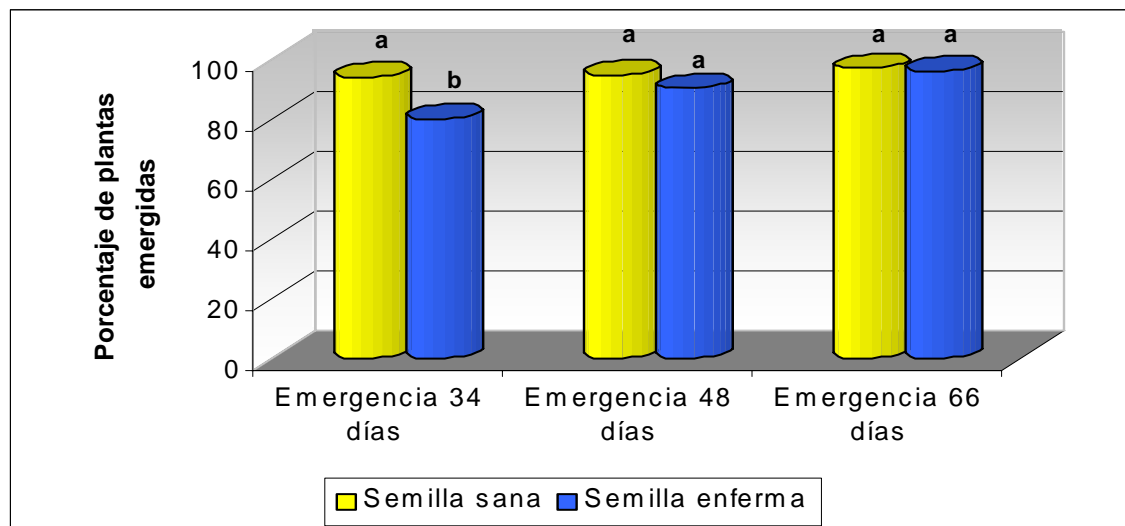
A continuación se presentan y discuten los resultados de este trabajo donde se evaluó, el efecto del uso de papa semilla con 10% de su superficie afectada por *S. subterranea* en la incidencia de este en tubérculos cosechados y se comparó con la semilla sana.

En la evaluación se consideraron las siguientes variables: emergencia a los 34, 48 y 66 días, número de tallos por planta, rendimiento comercial, incidencia de *S. subterranea* de acuerdo a la escala adaptada del “Manual of Plant Growth Stage Diseases Assessment Keys” (MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD, 1976), número de tubérculos de desecho que incluyeron aquellos con un diámetro menor a 35 mm, los afectados por insectos, deformes y podridos, finalmente se evaluó la presencia de sarna común.

Los datos se presentan de la siguiente forma; primero considerando sólo el efecto de la sanidad de la semilla utilizada, para posteriormente presentar los datos según las distintas fechas de plantación, en los casos que se consideró relevante.

4.1 Emergencia.

Para la variable emergencia se consideraron 3 evaluaciones, la primera se realizó a los 34 días después de la plantación, luego a los 48 y finalmente a los 66.

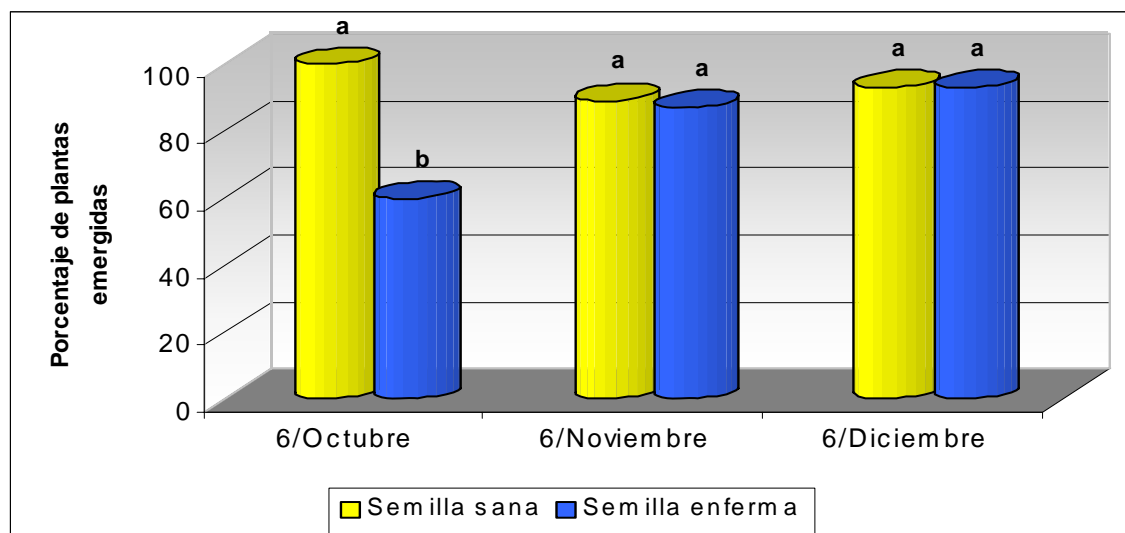


* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 8 Influencia de una infección del 10% de *S. subterranea* en papa semilla en el porcentaje de plantas emergidas luego de 34, 48 y 66 días después de plantación.

En la Figura 8 se presentan los promedios para cada medición según la utilización de papa semilla sana o papa semilla enferma. Se puede observar que existen diferencias significativas en los parámetros evaluados en la primera medición, es decir a los 34 días después de la plantación. Para las otras dos mediciones no se encontraron diferencias significativas. Por lo tanto, se puede indicar que la utilización de semilla sana tiene como resultado una emergencia más rápida en relación a la utilización de semilla enferma, pero no se vio afectada la emergencia total en la medición realizada a los 66 días.

También se observa que en las mediciones realizadas a los 48 y 66 días después de la plantación las diferencias se hacen cada vez menores, no siendo significativas.

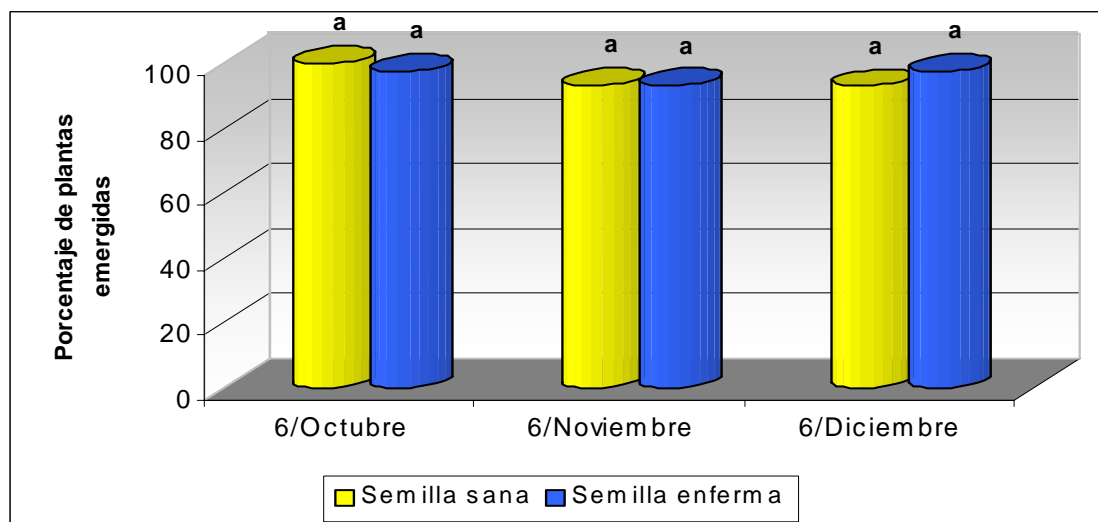


* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 9 Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

En la Figura 9 se observan los porcentajes de plantas emergidas a los 34 días desde la plantación en cada fecha de plantación. Para la variable sanidad de la semilla en la primera fecha de plantación (6 octubre) se encontraron diferencias significativas entre la utilización de papa semilla sana y papa semilla enferma, esto indicó que al utilizar papa semilla sana en la primera fecha de plantación se tuvo una emergencia más rápida, no así para la segunda y tercera fecha de plantación.

En la Figura 10 se observan los resultados del porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en cada fecha de plantación, en este se puede ver que no existen diferencias significativas al utilizar papa semilla sana o papa semilla enferma en las distintas fechas de plantación. Es decir que la sanidad de la semilla no presentó ningún efecto en el porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en las distintas fechas evaluadas.



* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 10 Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

Finalmente se puede señalar que los resultados obtenidos muestran que el utilizar papa semilla sana se traduce en un mayor porcentaje de plantas emergidas a los 34 días después de la plantación, es decir que hubo una emergencia más rápida de las plantas al utilizar semilla libre del patógeno, pero no se observó el mismo efecto en el porcentaje de plantas emergidas a los 48 ni a los 66 días después de la plantación, por lo tanto no se puede indicar que la sanidad de la semilla al momento de la plantación tenga un efecto concreto sobre el porcentaje de plantas emergidas.

En relación a la emergencia CONTRERAS (1994), señala que esta depende principalmente de dos factores, estos son la brotación y la edad fisiológica de los tubérculos semilla al momento de la plantación. En relación a la brotación esta depende de varios factores entre los que tenemos: el cultivar, las condiciones ambientales durante el desarrollo del cultivo, madurez de los tubérculos, condiciones de almacenaje de los tubérculos semilla y de las enfermedades presentes en la semilla. Se señala que tubérculos afectados por

enfermedades, insectos y/o daños mecánicos, presentan un período de dormancia inferior que tubérculos sanos, por lo tanto estos brotan antes que tubérculos semilla sanos (CONTRERAS, 2003).

De acuerdo a los resultados de este ensayo no se observó una emergencia anticipada en los tubérculos enfermos como se podría esperar según los antecedentes recopilados. Esto se puede deber a que los tubérculos semilla enfermos tenían un bajo porcentaje de incidencia del patógeno. Por lo tanto se puede indicar que la presencia de un 10% de *S. subterranea* en los tubérculos semilla no fue un factor limitante en la emergencia.

Al respecto LUCERO (1998), JEGER *et al.*, (1996) y HOOKER (1980) señalan, que más que afectar la emergencia, este patógeno, afecta a la planta formando agallas en las raíces y tallos subterráneos pudiendo provocar enanismo, marchites y aún muerte prematura de las plantas con serios daños a la producción, en el ensayo se observó que las plantas provenientes de papa semilla enferma presentaron un menor crecimiento.

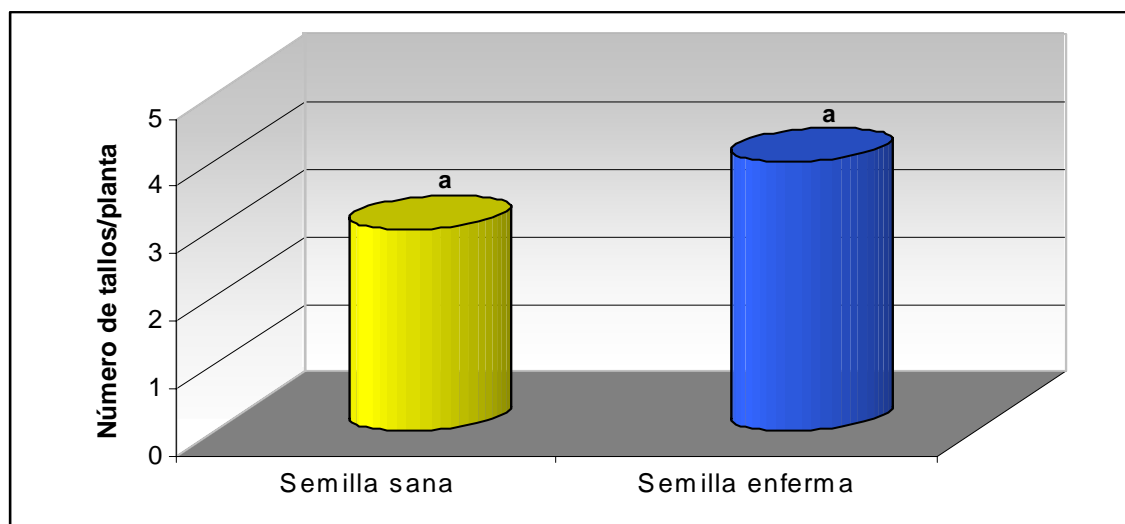
La importancia que la emergencia se produzca en el menor tiempo posible radica en que la planta que emerge más rápido producirá más que una planta que demore entre plantación y emergencia (CONTRERAS, 1997).

En cuanto a la emergencia en las distintas fechas de plantación evaluadas se puede indicar que la plantación realizada el 6 de octubre muestra una emergencia del 100% a los 34 días después de la plantación al utilizar papa semilla sana que es significativamente superior al 59.9% que se obtuvo al utilizar papa semilla con *S. subterranea*, no se observó la misma tendencia en las otras dos fechas de plantación evaluadas, para la plantación del 6 de Noviembre se obtuvo un 88.8% de emergencia al utilizar tubérculo semilla sano y un 86.6% al utilizar tubérculo semilla enfermo y para la plantación del 6 de

Diciembre se obtuvo un 93.3% de emergencia al utilizar tubérculo semilla sanos y enfermos, tampoco se observaron diferencias en las evaluaciones realizadas a los 48 y 66 días en las distintas fechas de plantación.

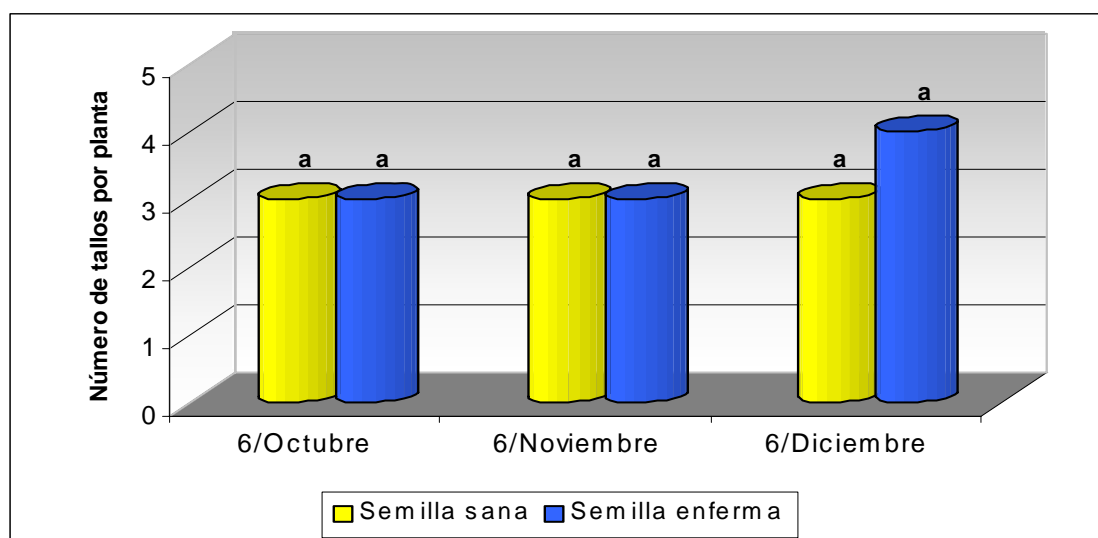
4.2 Número de tallos por planta.

En la Figura 11 se presentan los resultados de número de tallos por planta en relación a la sanidad de la semilla. Se observa que no existieron diferencias significativas en el número total de tallos al utilizar papa semilla sana o papa semilla enferma. Por lo tanto se puede señalar que el uso de papa semilla con *S. subterranea* no tuvo efecto en el número de tallos/planta ya que no presentó diferencias significativas con respecto al uso de papa semilla sana.



* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 11 Promedio del número de tallos por planta para la variable sanidad de la semilla.



* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 12 Número de tallos por planta por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

En la Figura 12 se muestran los promedios del número de tallos por planta para la variable sanidad de la semilla en las distintas fechas de plantación. La Figura muestra que no existen diferencias significativas en el número de tallos por planta al utilizar papa semilla sana o papa semilla enferma en las distintas fechas de plantación. Según los datos se puede decir que la sanidad de la semilla al momento de la plantación no tuvo efecto en el número de tallos por planta en las distintas fechas de plantación evaluadas.

De estos resultados se puede indicar que la presencia de la enfermedad en los tubérculos semilla no afecta el número de tallos por planta, siendo los promedios de 3 tallos por planta al utilizar semilla sana y 4 tallos por planta al utilizar semilla enferma, diferencia que no es significativa.

Respecto a esto ALONSO (1996) indica que una papa madre puede desarrollar 1, 2, 3 o incluso más tallos y que el número de tallos está influenciado

principalmente por la edad fisiológica de la semilla, variedad, calibre, tipo de semilla utilizada (entera o trozada) y la distancia de plantación.

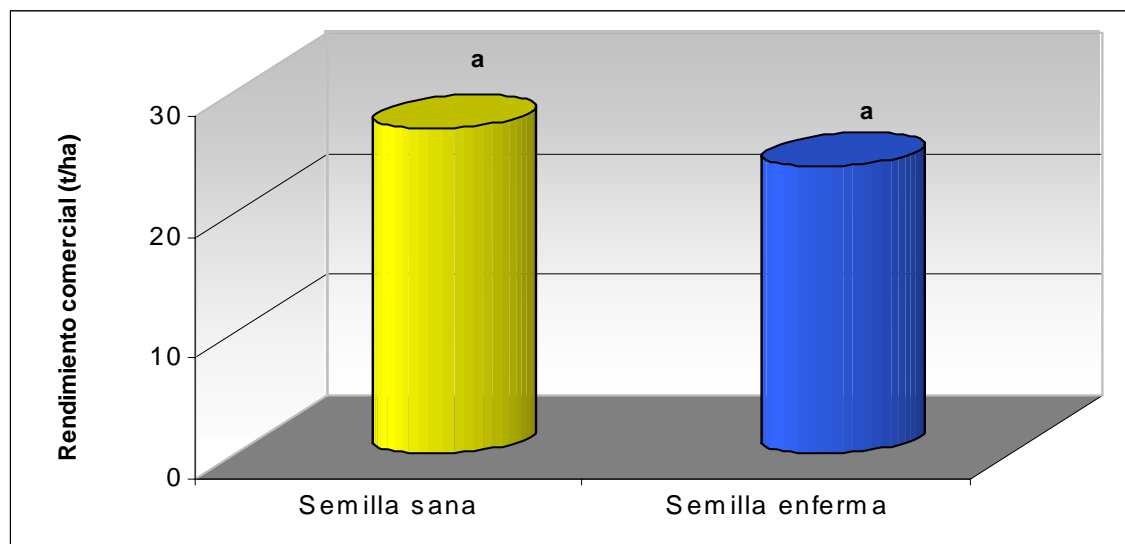
Además INIA (1997) indica que los tubérculos de la variedad Desirée presentan un promedio de 4 tallos por planta, FAIGUENBAUM (1987) y WIERSEMA (1988) mencionan que el número de tallos óptimo es de 3 a 4 tallos por planta o entre 20 a 25 tallos/m² en caso de tubérculos para consumo. Según esta información los resultados obtenidos estarían dentro de los rangos esperados.

En cuanto a la utilización de tubérculo semilla sano o enfermo en las distintas fechas de plantación evaluadas, no se observó que tuvieran ningún efecto sobre el número de tallos por planta. Por lo tanto, no hubo efecto de la sanidad de la semilla, como tampoco de la fecha de plantación en el número de tallos por planta.

S. subterranea no tuvo efecto en el número de tallos por planta que se presentan en el cultivo de la papa, esta información se considera útil para posteriores investigaciones pues la literatura no se refiere a que la presencia de *S. subterranea* en los tubérculos semilla, como tampoco las distintas fechas de plantación, tuvieron efecto en el número de tallos por planta.

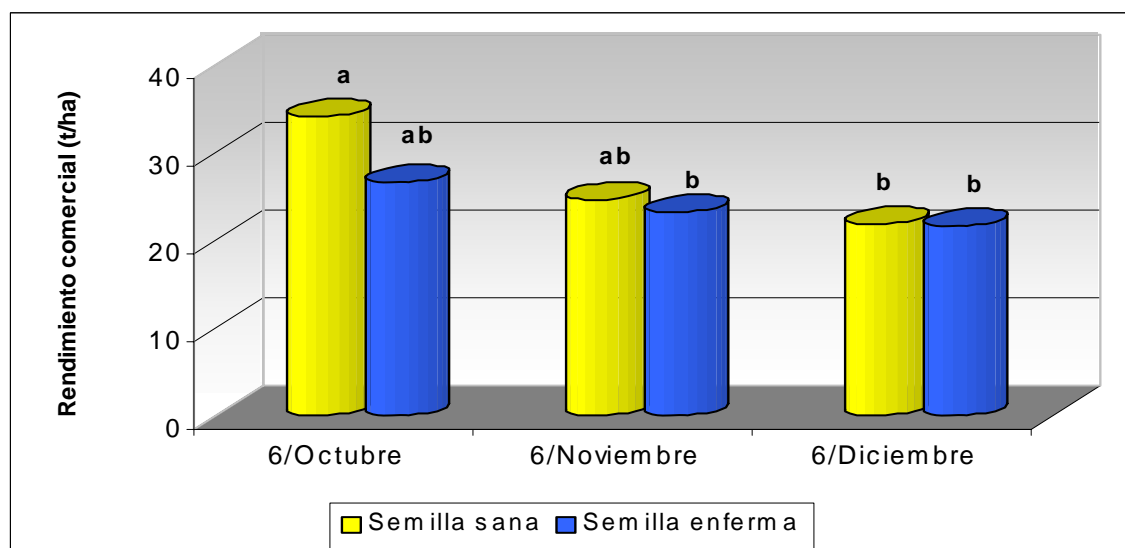
4.3 Rendimiento.

En la Figura 13 se presentan los valores promedio de rendimiento comercial según sanidad de la semilla. No se encontraron diferencias significativas para la variable sanidad de la semilla, por lo que el uso de semilla enferma con un 10% de infestación, no afectó el rendimiento comercial de este ensayo, aunque se observa una tendencia a un menor rendimiento cuando se utiliza papa semilla enferma.



* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 13 Rendimiento comercial (t/ha) según la sanidad de la semilla.



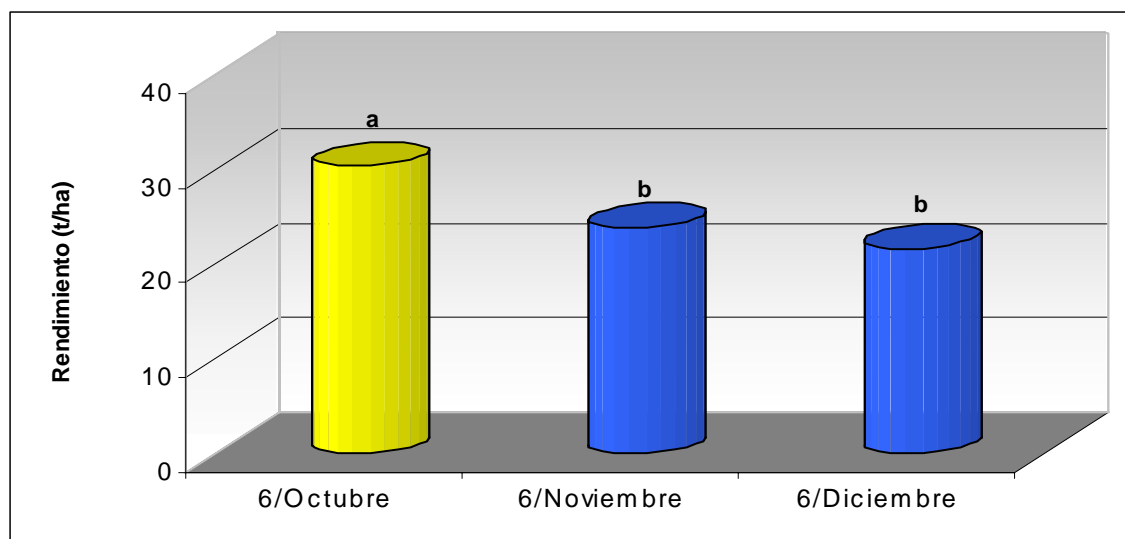
* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 14 Rendimiento comercial según fecha de plantación y sanidad de la semilla.

En la Figura 14 se observa que no existen diferencias significativas al evaluar la sanidad de la semilla en ninguna de las tres fechas de plantación. Por

lo tanto la utilización de papa semilla sana o enferma no presentó ningún efecto sobre el rendimiento comercial en las distintas fechas de plantación evaluadas.

En la Figura 15 se presentan los valores de rendimiento comercial por fecha de plantación. Existieron diferencias significativas en el rendimiento comercial según la fecha de plantación de los tubérculos, existiendo un mejor rendimiento en la primera fecha de plantación correspondiente al 6 de octubre con un rendimiento de 30.47 t/ha, la segunda y tercera fecha de plantación presentaron valores de rendimiento comercial muy similares entre si, que correspondieron a 23.51 t/ha para la segunda fecha de plantación y de 21.79 t/ha para la tercera fecha.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 15 Rendimiento comercial por fecha de plantación.

Finalmente se puede señalar que los resultados indican que, en forma general no existió efecto en el rendimiento comercial por la presencia de *S. subterranea* en los tubérculos semilla en el ensayo evaluado, los promedios generales de rendimiento fueron de 26.95 t/ha al utilizar papa semilla sana y 23.85 t/ha al utilizar papa semilla enferma, diferencia que no es significativa.

Al evaluar el rendimiento sólo por fecha de plantación, la plantación realizada el 6 de octubre obtuvo un rendimiento significativamente superior (30.45 t/ha) a las otras dos fechas de plantación donde se obtuvo rendimientos de 23.99 t/ha y 21.76 t/ha, esto se puede atribuir a las características fisiológicas del cultivo de papa, ya que mientras más temprano se planta en la temporada la planta se expone a una mayor cantidad de horas luz y a más humedad, lo cual se traduce en mayores rendimientos (CONTRERAS, 2002). Además se utilizó la variedad Desirée, que INIA (1997) cataloga como semitardía, con un período vegetativo de 145 a 150 días en plantaciones realizadas en el mes de octubre, por la característica de semitardía se recomienda su plantación temprano en la temporada para obtener mejores rendimientos, esto explicaría el mayor rendimiento obtenido en la plantación del 6 de octubre.

En forma particular al evaluar el rendimiento comercial según la sanidad de la semilla en cada fecha de plantación se observó que no existieron diferencias significativas, pero los rendimientos generales estuvieron por debajo de las 29 t/ha excepto al utilizar papa semilla sana en la plantación realizada el 6 de octubre donde se obtuvo un rendimiento de 34.25 t/ha. Este valor concuerda con lo señalado por KALAZICH *et al.*, (2004) quienes indican que el rango de rendimiento comercial para la variedad Desirée en la zona sur bajo condiciones de secano oscila entre 29 y 57 t/ha. Por lo tanto, aunque los valores no muestran diferencias significativas para este ensayo, las plantaciones realizadas a comienzos de octubre y la utilización de semilla sana se traduce en rendimientos entre los rangos esperados, es decir, superiores a las 30 t/ha concordando con lo mencionado en la literatura.

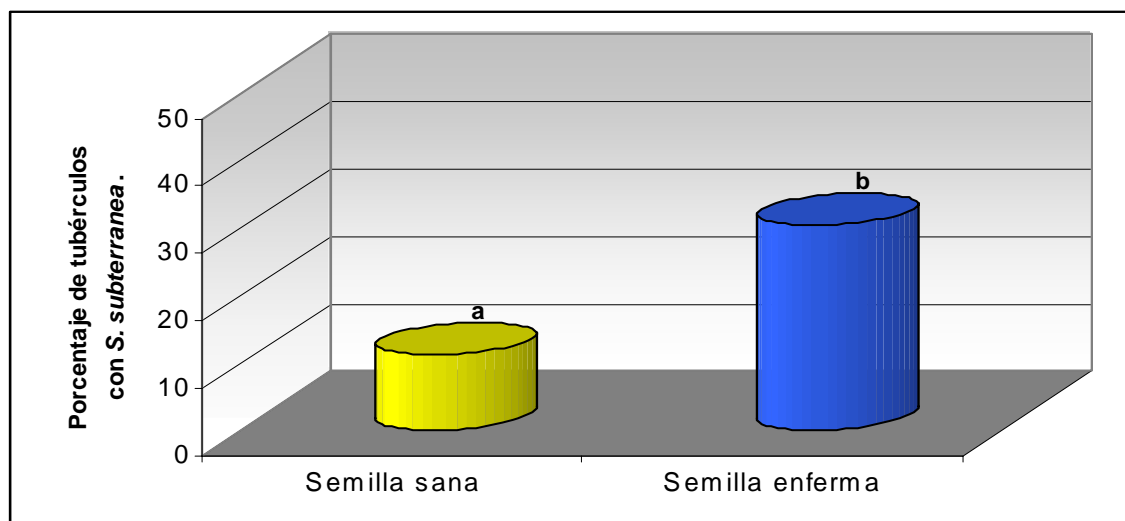
Los resultados coinciden con TORRES (2002) quien señala que esta enfermedad afecta la calidad de los tubérculos pero no los rendimientos. Sin embargo, JARAMILLO *et al.*, (2004) menciona que *S. subterranea* esta

afectando los rendimientos y la calidad de las papas en Colombia y además CALDERONI (1978) señala que la enfermedad produce daños serios en los rendimientos solo cuando adquiere gravedad y se generaliza. Lo cual no sería el caso de este ensayo ya que la enfermedad no alcanzó niveles extremadamente altos de incidencia. Por lo que sería necesario seguir evaluando este parámetro.

El rendimiento promedio más alto del país se obtiene en la X región, que entre las temporadas 1998- 1999 y 2002- 2003, alcanzó a 220,6 q/ha. Las adecuadas condiciones climáticas existentes para el cultivo, la mejor calidad de los agricultores y el mayor uso de tecnología, determinan el liderazgo en rendimiento de la X región (CONTRERAS, 2003).

4.4 Porcentaje de tubérculos sanos según la sanidad de la semilla (estos incluyen tubérculos sanos y tubérculos con un 5% de incidencia).

En la Figura 16 se presentan el porcentaje de tubérculos con *S. subterranea* evaluados en relación a la sanidad de los tubérculos semilla utilizados al momento de la plantación. Se observa que existen diferencias significativas al utilizar papa semilla sana o papa semilla enferma, es decir, que la sanidad de la semilla al momento de la plantación influyó en el porcentaje de tubérculos sanos al momento de la cosecha. Los datos indicaron que al utilizar papa semilla sana se obtuvo un 11.11% de tubérculos enfermos versus un 30.33% de tubérculos enfermos al utilizar papa semilla con *S. subterranea*, esto se traduce en un menor porcentaje de tubérculos enfermos al utilizar papa semilla libre del patógeno.



* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 16 Porcentaje de tubérculos con *S. subterranea* al utilizar papa semilla libre del patógeno y con un 10% de infestación.

Por lo tanto la utilización de papa semilla sana disminuyó la incidencia del patógeno en los tubérculos, lo que es muy importante a considerar cuando se trata de la calidad estética de los tubérculos al momento de la comercialización.

Por otro lado SECOR (2004) y TORRES (2002) señalan que la principal fuente y método de dispersión de esta enfermedad es a través de tubérculos semilla infectados o contaminados, suelo contaminado y a través del movimiento de equipo que lleve esporas del patógeno que pueden dispersarse.

Esto concuerda con lo señalado por CALDERONI (1978), HOOKER (1980), ALONSO (1996) y JOHNSON (2004) quienes indican que la estrategia más importante para el control de *S. subterranea*, es la utilización de papa semilla sana. Especialmente en regiones donde la presencia de *S. subterranea* no es común, es decir donde el patógeno puede no encontrarse en el suelo o encontrarse en bajos niveles (JEGER *et al.*, 1996).

El nivel del inóculo inicial parece ser el principal factor para la incidencia de *S. subterranea* (BLUM *et al.*, 1993), sin embargo, no todas las investigaciones han mostrado una clara correlación entre altos niveles de inóculo y un incremento de la enfermedad (CHRIST, 1989). Merz (1989) citado por JEGER *et al.*, (1996) mostró que la infección radicular aumenta en suelos con una alta densidad de quistosoros, además se señala que el estado nutricional del suelo parece no tener influencia en la ocurrencia de la enfermedad (MERZ, 2000).

Además MERZ (2000) señala que el uso de semilla certificada, podría ser un control eficaz en suelos donde no se encuentra el patógeno, pero la observación visual de la semilla no es suficiente ya que el patógeno puede encontrarse en los ojos de las papas y no ser visible a simple vista.

Por otra parte, JOHNSON (2004) indica que las medidas de control deben orientarse a disminuir el nivel del inóculo, ya sea en el suelo como en la semilla, ya que las esporas se diseminan contaminando el suelo y los tubérculos, sin embargo, el suelo puede estar contaminado y no causar la enfermedad, ya que deben darse las condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de esta. Una rotación larga (3 a 10 años) puede ayudar a reducir el inóculo del suelo, pero es una práctica poco utilizada.

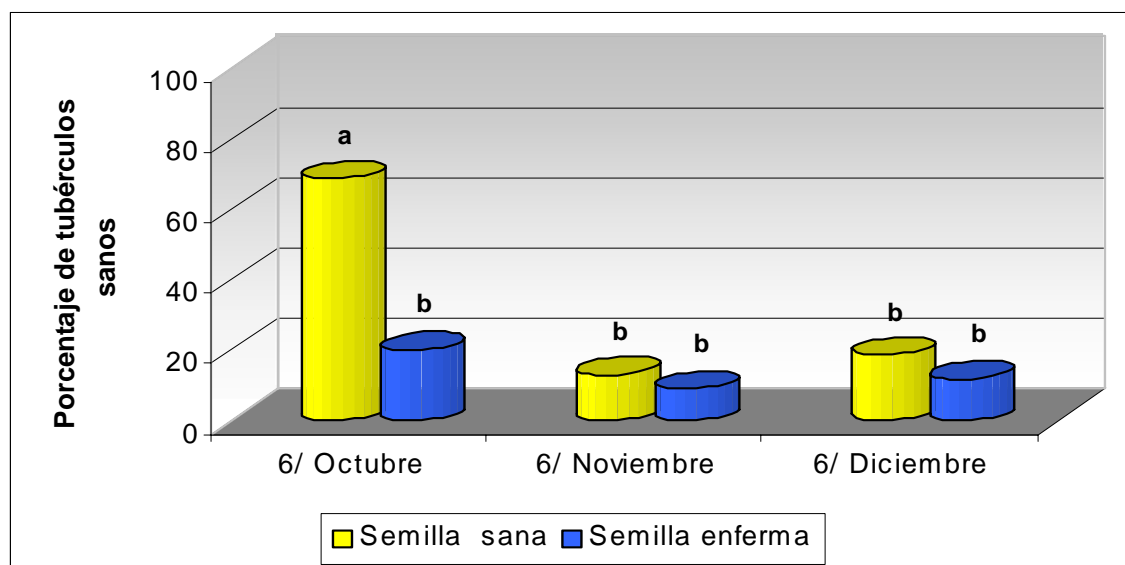
También se indica que la remoción de tubérculos infectados no elimina al patógeno, ya que las esporas pueden moverse desde tubérculos infectados hacia tubérculos no infectados que están en almacenaje (JOHNSON, 2004), los lugares de guarda de tubérculos contaminados deben ser desinfectados debidamente (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

Finalmente RODRIGUEZ *et al.*, (2002), señalan que tubérculos semilla aún asintomáticos que provengan de lotes donde se haya registrado la

enfermedad, no garantiza la sanidad del próximo cultivo, por lo tanto, es importante tener en cuenta el historial del lote de donde proviene la semilla.

4.5 Incidencia de *S. subterranea* en tubérculos cosechados provenientes de papa semilla sin la presencia de *S. subterranea* (sano) y papa semilla con la presencia de *S. subterranea* (enfermo).

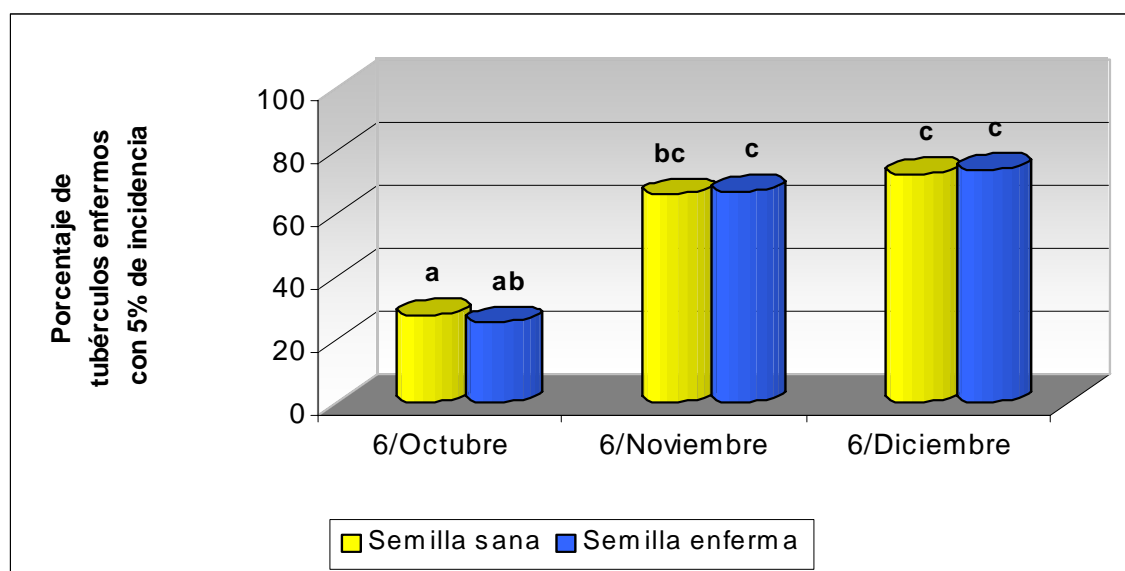
4.5.1 Tubérculos sanos. En la Figura 17 se observa que existieron diferencias significativas para la variable sanidad de la semilla en la primera fecha de plantación. Por lo tanto, la sanidad de la semilla al momento de la plantación tuvo efecto sobre el porcentaje de tubérculos sanos en la plantación realizada el 6 de octubre donde el uso de papa semilla libre del patógeno se tradujo en un menor porcentaje de tubérculos afectados con *S. subterranea*, en las otras fechas de plantación no se observó efecto sobre los tubérculos.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 17 Porcentaje de tubérculos enfermos por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

4.5.2 Tubérculos con una incidencia de 5% de *S. subterranea*. En la Figura 18 se presentan los resultados del porcentaje de tubérculos con un 5% de incidencia en el momento de la cosecha en relación a la sanidad de la semilla al momento de la plantación, donde se observa que en cada fecha de plantación no existieron diferencias significativas con respecto a la variable sanidad de la semilla. Sin embargo, la utilización de semilla sana en la primera fecha de plantación tuvo como resultado un porcentaje de tubérculos, con una incidencia del 5% significativamente menor en comparación con la utilización de semilla sana en la segunda y tercera fecha de plantación.

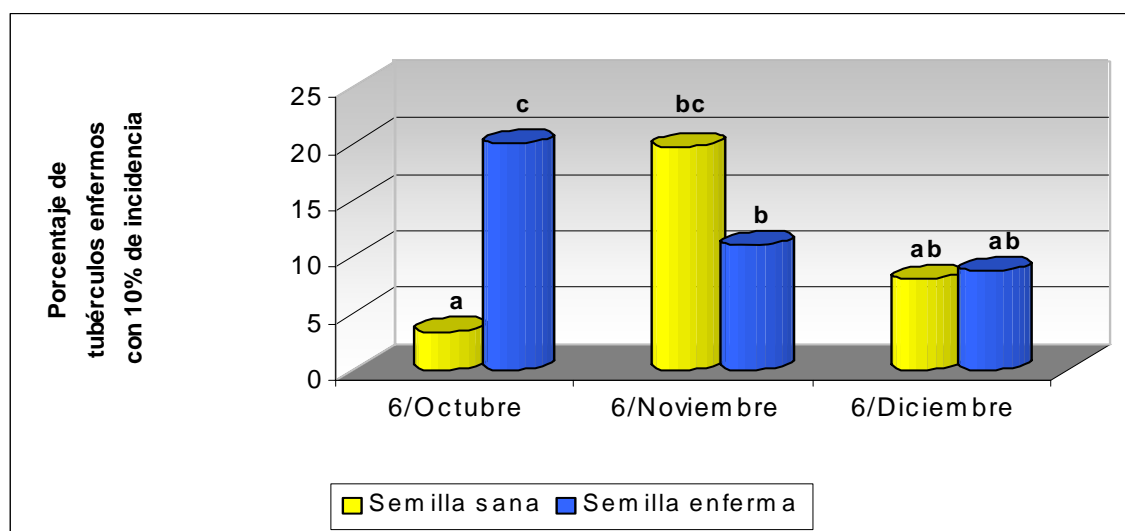


* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 18 Porcentaje de tubérculos con un 5% de incidencia de *S. subterranea*, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

4.5.3 Tubérculos con una incidencia de 10% de *S. subterranea*. En la Figura 19 se presentan los resultados del porcentaje de tubérculos con una incidencia de 10% de *S. subterranea* para la variable sanidad de la semilla en las distintas fechas de plantación. Se observa que existen diferencias significativas de acuerdo a la sanidad de la semilla en las distintas fechas de

plantación. En la primera fecha de plantación, correspondiente al 6 de octubre, la utilización de semilla sana disminuyó en forma significativa el porcentaje de tubérculos con una incidencia del 10%, no se observó lo mismo en la segunda y tercera fecha donde no se encontraron diferencias significativas al utilizar semilla sana o enferma. Además, en la primera fecha de plantación la utilización de semilla enferma dio como resultado un porcentaje significativamente superior de tubérculos con una incidencia de 10% en comparación con la segunda y tercera fecha de plantación.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

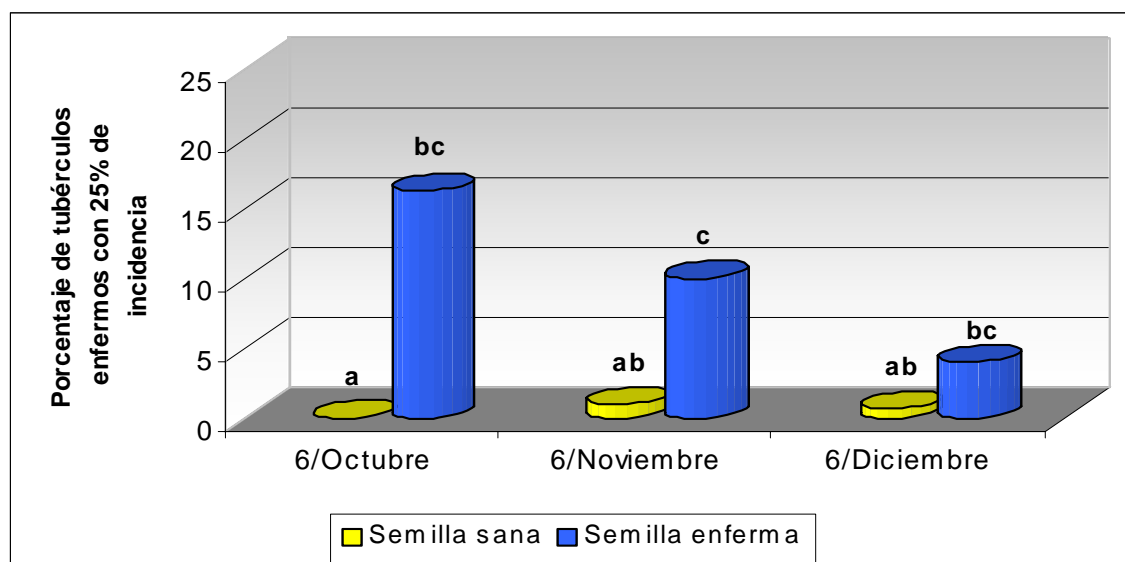
FIGURA 19 Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 10% de *S. subterranea*, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

El porcentaje de tubérculos con un 10% de incidencia es menor en la primera fecha de plantación (6 de octubre) al utilizar papa semilla sana.

4.5.4 Tubérculos con una incidencia de 25% de *S. subterranea*. En la Figura 20 se presentan los resultados del porcentaje de tubérculos con una incidencia de 25% en relación a la sanidad de la semilla para cada fecha de plantación. Existen diferencias significativas según la sanidad de la semilla en

todas las fechas de plantación, es decir, que para la primera y segunda fecha de plantación la utilización de semilla sana reflejó un porcentaje significativamente menor de tubérculos con una incidencia de 25%, no ocurrió lo mismo en la tercera fecha de plantación.

Además se puede agregar que, en forma general, para las tres fechas de plantación evaluadas se observa una disminución de los tubérculos con una incidencia de 25% al utilizar papa semilla sana.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

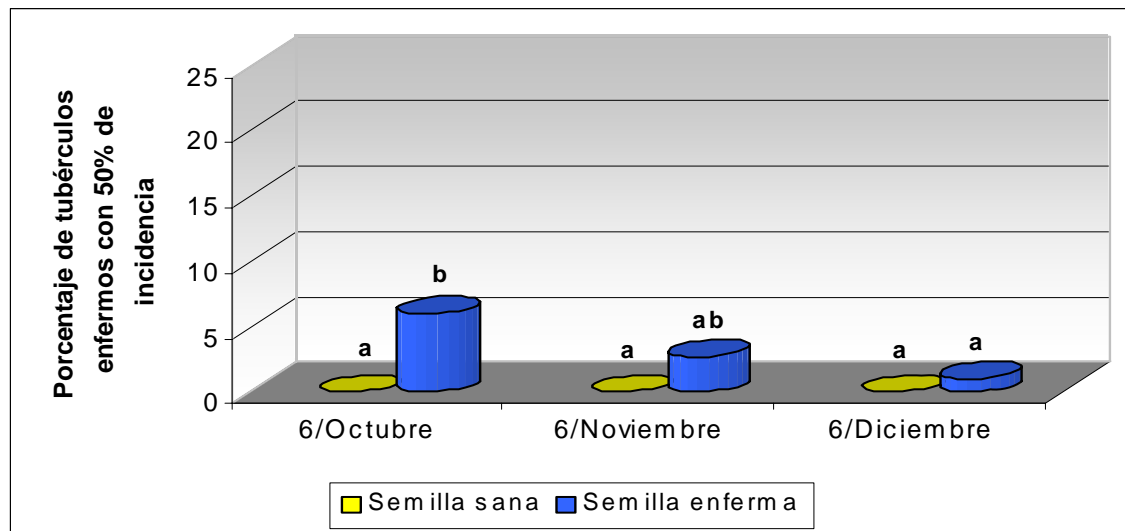
FIGURA 20 Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 25% de *S. subterranea*, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

4.5.4 Tubérculos con una incidencia de 50% de *S. subterranea*. En la Figura 21 se presentan los resultados del porcentaje de tubérculos con una incidencia de 50% en relación a la sanidad de la semilla en cada fecha de plantación. Se observa que existieron diferencias significativas en la sanidad de la semilla al evaluar las distintas fechas de plantación, es decir que la utilización de papa semilla sana en la primera fecha de plantación (6 de octubre)

disminuyó en forma significativa la incidencia del patógeno ya que no se presentaron tubérculos con una incidencia de 50%. Lo mismo se observó en la segunda y tercera fecha de plantación, en estas tampoco se observaron tubérculos con una incidencia de 50%.

Además se puede señalar que en la plantación realizada el 6 de octubre la utilización de papa semilla enferma arrojó una incidencia de 50% superior (con un valor de 6%) a la situación de la tercera fecha de plantación (con un valor de 0.6%).

Por lo tanto se puede señalar que en las tres fechas de plantación no se observó diferencia al utilizar papa semilla sana, aunque para la segunda y tercera fecha de plantación, la diferencia entre semilla sana y enferma no fue significativa.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 21 Porcentaje de tubérculos con una incidencia de 50% de *S. subterranea*, por fecha de plantación y sanidad de la semilla.

Los resultados de la escala de incidencia evaluada indican que en términos generales en la plantación realizada el 6 de octubre la utilización de semilla sana se traduce en un menor porcentaje de tubérculos enfermos, por lo tanto, disminuyó la incidencia del patógeno, la única excepción se presenta en los tubérculos con un 5% de incidencia, pero de todas formas se observó una clara tendencia a disminuir la enfermedad con la utilización de tubérculos semilla sanos. Casi no se observan diferencias en las otras dos fechas de plantación, esto se puede deber al efecto de las temperaturas y precipitaciones en las distintas fechas de plantación.

La aparición de *S. subterranea* y su permanencia en los suelos puede verse influenciada por un sinnúmero de factores, como por ejemplo, la frecuencia en el cultivo, humedad del suelo, temperatura del suelo, contenido de humus en los suelos, entre otros. Las investigaciones hechas respecto de los factores ecológicos de las causales patológicas indican que la que más influye en la aparición del problema son la temperatura, la humedad de los suelos y las características de estos (STACHEWICZ *et al.*, 2001).

En relación a esto, MILLER (2001), SECOR (2004) y JOHNSON (2004), señalan que la infección se ve favorecida por bajas temperaturas en el suelo durante el período vegetativo, las que fluctúan entre 11 y 18°C, a su vez STACHEWICZ *et al.*, (2001) señala que el óptimo para la infección se encontraría entre los 12 y 16°C. CLAXTON *et al.*, (1995) indican que la penetración del hospedero y sus subsecuentes estados de infección pueden ser inhibidos a altas temperaturas, existiendo una mayor incidencia a 10°C en comparación con temperaturas de 5, 15 y 20°C.

Las bajas temperaturas pueden constituir un factor de riesgo para el inicio de las infecciones en raíces de papa, ya que el inóculo puede liberarse de una manera lenta y constante, sumándose a esto el hecho de que la

supervivencia puede aumentar, manteniendo una gran posibilidad de que las zoosporas puedan alcanzar más sitios de infección en un período prolongado de tiempo, se ha observado que la movilidad de las zoosporas es mayor entre 16 y 20°C (NAVIA *et al.*, 2004)

Además se menciona que unos 350 mm de agua caída durante el período vegetativo también favorecerían el desarrollo de la enfermedad (STACHEWICZ *et al.*, 2001), ya que las zoosporas necesitan agua para moverse. Períodos cortos de sequía, antes y durante los períodos de lluvia, estimulan el desarrollo y germinación de las esporas de resistencia que se encuentran alojadas en la planta Kole (1954) citado por STACHEWICZ *et al.*, (2001) y MILLER (2001).

Se considera que el inicio de la formación de los tubérculos sería la etapa más susceptible del cultivo, aunque Hugues (1980) citado por STACHEWICZ *et al.*, (2001) indica que la infección de raíces y estolones es posible durante todo el desarrollo del tubérculo; el tiempo que transcurre entre la emergencia y la formación de los tubérculos es de tres a seis semanas, dependiendo de la variedad, el clima y la edad fisiológica de los tubérculos semilla (FAIGUENBAUM, 1987).

Por otra parte CHRIST (1989), encontró que en plantaciones tardías se presentaba una baja incidencia de la enfermedad, en comparación con plantaciones tempranas, especialmente en suelos donde se conoce la presencia del patógeno, se observó que el número de tubérculos con síntomas disminuyó ya que la iniciación de los tubérculos se desarrolló en un período donde las condiciones no eran las óptimas para la infección (MILLER, 2001).

Por lo tanto tubérculos semilla infectados facilitan la infección de los nuevos tubérculos, principalmente en el mes de octubre y noviembre, meses

donde las temperaturas medias se encuentran en el rango que favorece la infección de *S. subterranea* (Cuadro 6), para el mes de diciembre las temperaturas medias, considerando un período de 42 años, son generalmente mayores a 18°C, es decir que es un período donde las condiciones no son óptimas para que se produzca la infección.

CUADRO 6 Promedios de temperatura durante los meses que se realizó el ensayo, geotermómetro (10 cm. profundidad).

	2003			2004			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
MEDIA	14.1	17.9	18.6	23.8	22.6	18.7	13.9
MEDIA *	14.4	17.8	20.9	22.3	21.3	18.1	13.4

MEDIA * = a la media de 42 años.

Esto indicaría que plantaciones tardías podrían disminuir la incidencia del patógeno por efecto de la temperatura. Con respecto a las precipitaciones STACHEWICZ *et al.*, (2001) señalan que una frecuencia de precipitaciones de 350mm aproximadamente favorecerían al patógeno, en las tres fechas de plantación se alcanzarían las precipitaciones óptimas para su desarrollo (Ver Cuadro 7).

CUADRO 7 Promedios de precipitaciones durante los meses que se realizó el ensayo.

	2003			2004			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
MEDIA	183.1	164.8	120.4	17.1	27.3	83.8	355.9
MEDIA *	149.5	104.5	89.1	62.5	59.3	83.1	160.1

MEDIA * = a la media de 42 años.

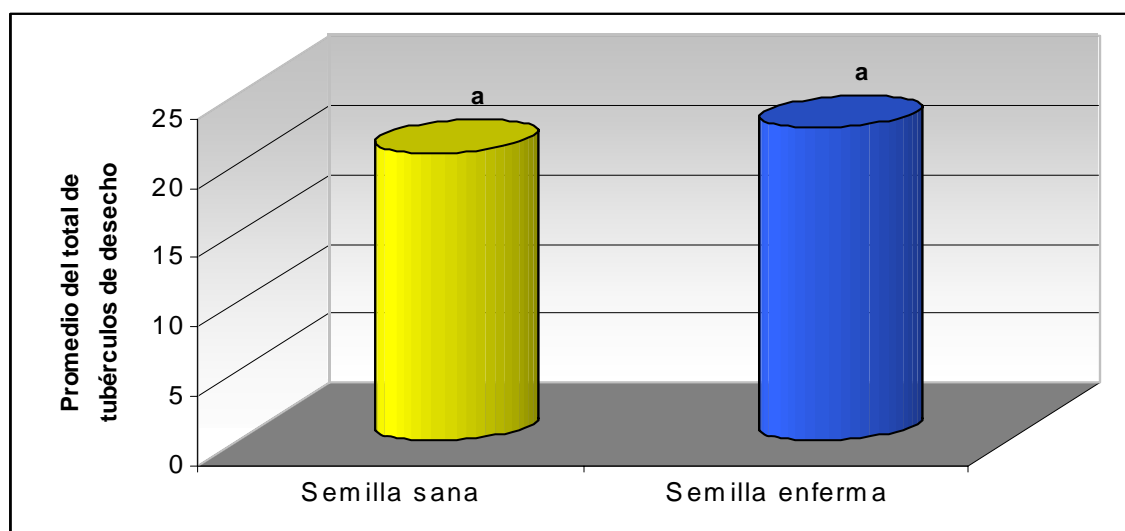
Por lo tanto si se considera que el rango óptimo de temperatura es entre los 11 y 18°C se puede deducir que por efecto de las temperaturas (Cuadro 6) la infección de los tubérculos es mayor en plantaciones realizadas en el mes de octubre y noviembre, a diferencia de la plantación del mes de diciembre donde las temperaturas medias se encuentran por sobre el rango óptimo para que se produzca y desarrolle la infección.

En general se observa que índices altos de incidencia de *S. subterranea* (25 y 50%) en tubérculos disminuyen claramente al utilizar tubérculos semilla libres del patógeno.

Finalmente, se puede decir que la utilización de tubérculos semilla sanos tiene como consecuencia una menor incidencia de la enfermedad, lo que se observa principalmente en plantaciones realizadas en el mes de octubre en nuestra zona, siendo el mes con las mayores probabilidades de producirse la infección.

4.6 Tubérculos de desecho

4.6.1 Número total de tubérculos de desecho. En la Figura 22 se muestran los promedios del número total de tubérculos de desecho para la variable sanidad de la semilla, lo que se consideró como tubérculos de desecho incluye: papas con diámetro menor a 35 mm, papas deformes, papas atacadas por insectos y papas podridas.



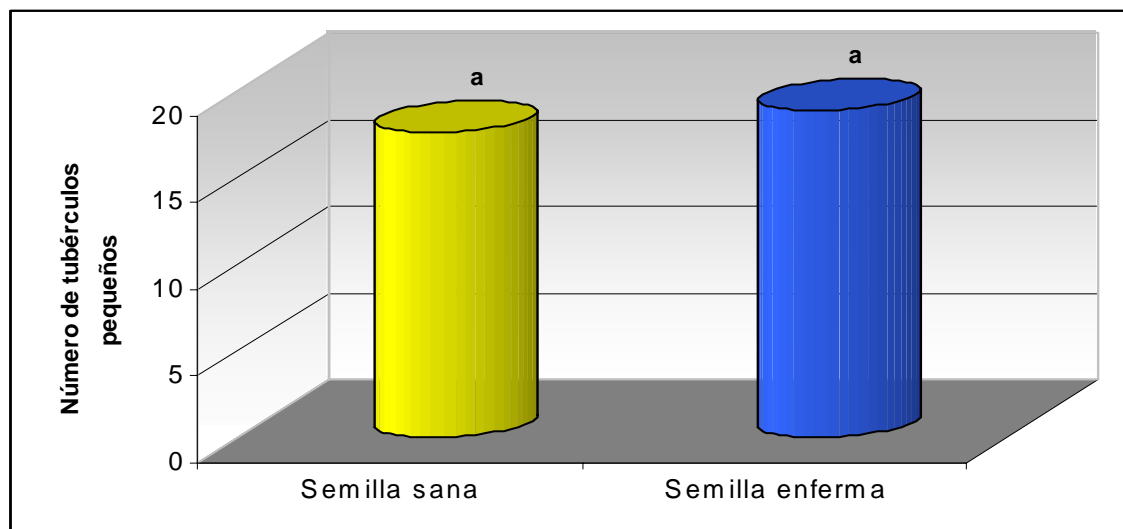
* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 22 Promedio del número total de tubérculos de desecho con la variable sanidad de la semilla.

Se observó que no existieron diferencias significativas para la variable sanidad de la semilla. Por lo tanto se puede indicar que la utilización de papa semilla sana o papa semilla enferma no tuvo ningún efecto en el total de tubérculos de desecho en este ensayo.

En la literatura no se encontraron antecedentes que indiquen que la presencia de *S. subterranea* en los tubérculos semilla afecte el número de tubérculos de desecho, por lo tanto, este ensayo demuestra que la presencia de este patógeno en los tubérculos semilla no tiene efecto en el número de tubérculos de desecho al momento de la cosecha.

4.6.2 Tubérculos con diámetro menor a 35 mm. En la Figura 23 se muestran los promedios del número de tubérculos con menos de 35 mm para la variable sanidad de la semilla.



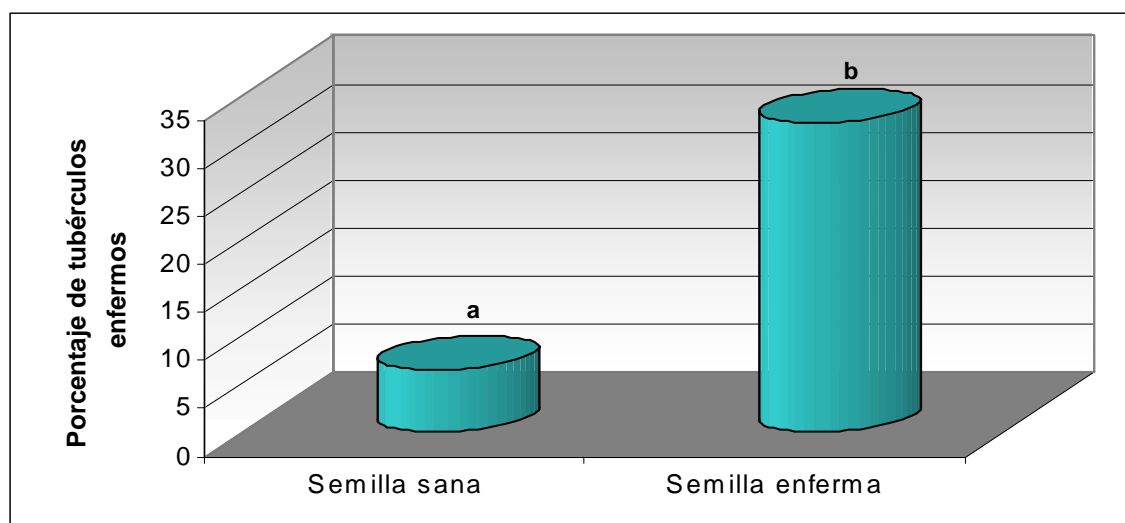
* Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas.

FIGURA 23 Promedio del número de tubérculos con menos de 35 mm de diámetro para la variable sanidad de la semilla.

No se observan diferencias significativas para la variable evaluada, es decir, que la utilización de semilla sana o semilla enferma no tuvo ningún efecto en el número de tubérculos con menos de 35 mm de diámetro.

Este resultado podría indicar que la presencia de *S. subterranea* en los tubérculos semilla no tiene efecto en el diámetro de los tubérculos cosechados, es decir, que no disminuye el calibre de estos. Al respecto no hay evidencia en la literatura, por lo que esta información puede ser útil para investigaciones posteriores.

4.7 Presencia de Sarna común.



* Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas al 5%.

FIGURA 24 Porcentaje de tubérculos cosechados con incidencia de sarna común.

Entre las afecciones superficiales más importantes del tubérculo de la papa están la sarna común y la sarna polvorienta, causadas por microorganismos diferentes. La sarna común es producida por una bacteria filamentosa conocida como *Streptomyces scabies*, y su ataque provoca una lesión superficial en los tubérculos que en etapas iniciales puede ser confundida con la sarna polvorienta. Su desarrollo también se ve favorecido por condiciones de temperatura y humedad, por lo tanto pueden llegar a coincidir con el desarrollo de la sarna polvorienta, aunque la sarna común se desarrolla en un amplio rango de temperaturas que van desde los 11 a los 30°C (CRUZ, 2002).

En la evaluación realizada en este estudio se observó que la presencia de sarna polvorienta en los tubérculos era muy coincidente con la aparición de sarna común, esto concuerda con el análisis realizado donde la utilización de

tubérculos semilla infectados con sarna polvorienta dio como resultado tubérculos con un mayor porcentaje de sarna común (Figura 27).

5 CONCLUSIONES

La utilización de papa semilla sana tuvo como resultado una emergencia más rápida en relación a la utilización de papa semilla enferma, sobretodo en plantaciones tempranas (octubre), pero esto no afectó la emergencia total de plantas.

El uso de papa semilla con *S. subterranea* no influyó en el número de tallos/planta, tampoco se encontró relación con las distintas fechas de plantación.

El rendimiento comercial del ensayo no se vio afectado por la presencia de *S. subterranea* en los tubérculos semilla utilizados.

Se observó un mejor rendimiento comercial en la plantación realizada en Octubre para la variedad Desirée, independiente de la sanidad de la semilla.

La utilización de papa semilla con la presencia de *S. subterranea* aumentó la incidencia del patógeno en los tubérculos cosechados.

Al utilizar papa semilla con la presencia de *S. subterranea* en la plantación que se realizó en el mes de octubre, se observó un aumento de tubérculos enfermos, es decir, existieron más tubérculos con un 10%, 25% y 50% de su superficie afectada. En el caso del 5% del área afectada la sanidad de la semilla no mostró diferencias.

La sanidad de la semilla no afectó el número total y diámetro de los tubérculos de desecho.

La presencia de sarna común en los tubérculos cosechados mostró un aumento al utilizar papa semilla con la presencia de *S. subterranea*.

Finalmente se puede señalar que los resultados validan la hipótesis planteada en este trabajo.

6 RESUMEN

Spongospora subterranea, llamada comúnmente sarna polvorienta, es un patógeno importante en el cultivo de papa, debido a que afecta la calidad de los tubérculos y es el vector del Potato Mop Top Virus (PMTV).

El objetivo de este trabajo fue evaluar si el uso de papa-semilla con un 10% de incidencia de *S. subterranea* produce tubérculos con una mayor incidencia de la enfermedad al momento de la cosecha. Para esto se evaluó: emergencia, número de tallos por planta, rendimiento, número de tubérculos de desecho y finalmente si la presencia del patógeno favorecía el desarrollo de otras enfermedades como sarna común.

Se realizó un ensayo durante la temporada 2003-2004 en la Estación Experimental Santa Rosa, utilizando la variedad de papa Desirée. Para evaluar la incidencia de la sarna polvorienta en los tubérculos se utilizó una escala adaptada del "Manual of Plant Growth Stage Diseases Assessment Keys (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food., 1976).

En base a los resultados obtenidos se concluyó que: la utilización de semilla sana produjo una emergencia más rápida, pero no afectó la emergencia total de plantas; tampoco se observó efecto sobre el número de tallos/planta; no se observó efecto sobre el rendimiento comercial, pero si se observó un mejor rendimiento en la plantación realizada en el mes de octubre, independiente de la sanidad de la semilla; la utilización de papa semilla sana disminuyó la incidencia del patógeno; además se observó una menor incidencia puntualmente en la plantación realizada en el mes de octubre por efecto de las temperaturas al utilizar papa semilla sana; la sanidad de la semilla no afectó el número total de tubérculos de desecho; tampoco se observó efecto sobre el diámetro de los tubérculos de desecho. La enfermedad conocida como sarna común se vio favorecida al utilizar papa semilla enferma.

SUMMARY

Spongospora subterranea, commonly called powdery scab, is an important pathogen in potato's cultivation, because it affects the quality of the tubers and it is the vector of the Potato Mop Top Virus (PMTV).

The objective of this work was to evaluate if the potato-seed used with a 10% of incidence of *S. subterranea* produces tubers with a bigger incidence from the disease at the moment of the crop than potato's healthy seed use. The following parameters was evaluated: emergency, number of stems for plant, yield, number of waste tubers and finally if the presence of the pathogen favored the development of other disease common scab.

For this was carried out a rehearsal during the season 2003-2004 in the Experimental Station Santa Rosa, using potato's variety Desirée. To evaluate the incidence of the powdery scab in the tubers an adapted scale of "Manual of Plant Growth Stage Diseases Assessment Keys" it was used,(Ministry of Agriculture, Fisheries and Food., 1976).

Based on the obtained results it can be concluded that the use of healthy seed produced a quicker growth, but it didn't affect the total growth of plants; neither effect was observed on the stems/plant number; effect was not observed on the commercial yield, but if a better yield was observed in the plantation carried out in the month of october, independent of the sanity of the seed; potato's healthy seed use diminished the incidence of the pathogen; a smaller incidence was also observed on time in the plantation carried out in the month of october by effect from the temperatures when using potato healthy seed; the sanity of the seed didn't affect the total number of waste tubers; neither effect was observed on the diameter of the waste tubers. Disease like common scab was favored when using potato with a 10% of incidence of *Spongospora subterranea*.

7 BIBLIOGRAFIA

- AGRIOS, G. 1996. Fitopatología. México DF. 2ª ed. Limusa. 838p.
- AGRIOS, G. 1997. Plant Pathology. 4ª ed. Academic Press. California (E.E.U.U). 635p.
- ALONSO, F. 1996. El cultivo de la patata. España. Mundi-Prensa. 209p.
- BLUM, B. y MERZ, U. 1993. Occurrence of *Spongospora subterranea*, the causal agent of powdery scab disease of potatoes, in selected potato producing areas. Brighton crop protection conference, pest and diseases. 2: 541-548. (Original no consultado). Compendiado en CAB abstract AN 952309530.
- CALDERONI, A. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Buenos Aires (Argentina). Hemisferio Sur S.A.. 143p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). 1997. Resultados preliminares VI Censo Nacional Agropecuario 1997. 443 p.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (INIA). 1997. Tierra Adentro (Marzo-Abril). p 19.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO (INDAP). 2004. Análisis de mercado nacional e internacional. On line. <<http://serinfo.indap.cl>>(15 jun.2005).

- CHILE, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO (SAG). 2004. Normas específicas de certificación de semilla de papa. Osorno, Chile. 15p.
- CHRIST, B. 1989. Effect of planting date and inoculum level on incidence and severity of powdery scab on potato. *Potato Research*. 32: 419-424.
- CLAXTON, J; ARNOLD, D; BLAKESLEY, D y CLARKSON. 1995. The effect of temperature on zoospores of the crook root fungus *Spongospora subterranea* f.sp. *nasturtii*. *Plant Pathology* 44: 765-771.
- CONTRERAS, A. 1994. Cursos de actualización: Avances en producción y sanidad vegetal. Alternativas de producción de papa en la XI Región. Coyhaique (Chile). 128p.
- CONTRERAS, A. 1997. Producción de papa en Chile y su potencialidad. IX Encuentro Nacional de Producto e abastecimiento de batata. 4-7 agosto. Opuso Alegre, Brasil. 10p.
- CONTRERAS, A. 1997. Producción de papa-semilla para pequeños agricultores del sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia (Chile). 83p.
- CONTRERAS, A. 2000. La papa en el contexto nacional (fitosanidad, producción), e internacional. ACHIPA. 7p.
- CONTRERAS, A. 2002. Ecofisiología del rendimiento de la planta de papa. III Seminario Internacional de la papa. Medellín (Colombia). 17p.
- CONTRERAS, A. 2003. Papa. En: FAIGUENBAUM, H. Labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile. Santiago, Chile. pp.599-696

- CRUZ, M. 2002. Sarna de la papa. Informativo N°57 INIA Quilamapu (Chile).
- DIXON, GR., CRAIG, MA., BURGESS, PJ. y THOMAS, J. 1994. MTF 651: A new soil applied fungicide for the control of plasmodial fungi. Brighton Crop Protection Conference, Pest and Diseases. 2: 541-548. (Original no consultado). Compendiado en CAB abstracts AN 952310756.
- FAIGUENBAUM, H. 1987. Producción de cultivos en Chile. Cereales, Leguminosas e Industriales. Publicitaria torrelodones Ltda. Santiago (Chile). 332p.
- FALLOON, R y WALLACE, A. 1996. Assessment of seed tuber, in furrow, and foliar chemical treatments for control of powdery scab (*Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*) of potato. On line. <www.rsnz.govt.nz/publish/nzjchs/1996/174.php>(16 abr.2004).
- GARCÍA, R; GARCÍA, A; GARNICA, J y ESPINOZA, Y. 2004. Evaluación de cuatro medidas de control de “roña de la papa” en condiciones de campo en el estado de Mérida, Venezuela. Revista Latinoamericana de la papa. Suplemento especial. p.irr.
- HOOKER, W. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Trad. por Teresa Ames de Icochea. Lima (Perú), Pacific Press S.A. 166p.
- JARAMILLO, S., CALDERÓN, H., HINCAPIÉ, L.A. y AFANADOR, L. 2004. Caracterización de la variabilidad molecular de *Spongospora subterranea* (Wellr) Lagerh. f. sp. *subterranea* en las principales zonas paperas de Colombia. En: XXI Congreso Latinoamericano de la Papa (ALAP). Valdivia (Chile), marzo 7-12 de 2004.

- JEGER, M; HIDE, G; VAN DEN BOOGERT, P; TERMORSHUIZEN, A y VAN BAARLEN, P. 1996. Pathology and control of soil borne fungal pathogens of potato. *Potato Research*. 39. 437-469.
- JOHNSON, S. 2004. Potato Facts: Powdery scab of potatoes. On line: www.umext.maine.edu/onlinepubs/htmlpubs/2437.htm. (15 oct 2004).
- KALAZICH, J; LOPEZ, H, ROJAS, J; ACUÑA, I; SAGREDO, B; SIERRA,C;INOSTROZA; J; BARRIENTOS, C; URIBE, M; WINKLER, A; CATALÁN, P y GUTIÉRREZ, M. 2004. *Agricultura técnica (Chile)*. 64 (4). 409-413.
- LI, CH. 1969. *Introducción a la estadística experimental*. Trad. Por Griselda Ribó. Barcelona (España), Omega. 496 p.
- LUCERO, H. 1998. Sarna pulverulenta de la papa *Spongospora subterranea*. On line: www.redepapa.org/sarnapapa.pdf. (16 abr.2004).
- MINISTRY OF AGRICULTURE, FISHERIES AND FOOD. 1976. *Manual of plant growth stage and disease assessment keys*. Inglaterra. Pinner, Middlesex. 58p.
- MERZ, U. 2000. *Spongospora subterranean* f.sp. *subterranea*. On line. <www.pa.ipw.agrl.ethz.ch/spongospora/sss.htm>(10 dic.2004).
- MERZ, U. 2001. *Spongospora subterranean* f.sp. *subterranea*. On line. <www.pa.ipw.agrl.ethz.ch/spongospora/sss.htm>(10 jun 2005).
- MILLER, J. 2001. *Powdery Scab Workshop, Summary Notes*. On line. <<http://www.uidaho.edu/ag/plantdisease/scabnote.htm>>(16 abr.2004).

- NAVIA, E. y GARCÍA, C. 2004. Estudios en la biología y patología de *Spongospora subterranea* en papa. En: XXI Congreso Latinoamericano de la Papa (ALAP). Valdivia (Chile), marzo 7-12 de 2004.
- RODRIGUEZ, K; RIVERO, R y GARCÍA, C. 2002. Estudio de la incidencia de los principales patógenos en semilla de papa (*Rhizoctonia*, *Rosellinia*, *Spongospora*, *Erwinia*, *Streptomyces* y *Verticillium*). On line. <www.Redepapa.org/rodriguez1.pdf>(16 abr.2004).
- SALAZAR, L. 1982. Manual de enfermedades virosas de la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú. 226p.
- SCHNETTLER, E. 2000. Tratamiento de semillas de papa a la siembra: un aspecto clave en el manejo del cultivo. Asociación Chilena de la papa (ACHIPA). N°5. Osorno, Chile. 14p.
- SECOR, G. 2004. Emerging diseases of cultivated potato and their impact on Latin America. Revista Latinoamericana de la papa. Suplemento especial. pp: 1-8.
- SIEGEL, S. 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Pennsylvania (Inglaterra). International student editions, Mcgraw Hill. 311p.
- SIERRA, C; KALAZICH, J; SANTOS, J y GRANDON, M. 1989. Épocas de plantación de papa en la Décima Región de Chile. Boletín técnico INIA Remehue. 145.
- SOKAL, R. y ROHLF, J. 1979. Biometría; principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Madrid (España), Blume. 832 p.

- STACHEWICZ, H y ENZIAN, S. 2001. Entwicklungsmöglichkeiten für den Pulverschorf der Kartoffel in der Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt- Des- Deutschen- Pflanzenschutzdienstes. 53:8. 208-212.
- TAPIA, B. 2001. Situación actual y perspectivas de la papa. On line. <<http://ODEPA.cl>> (9 sept.2002).
- TAPIA, B. 2002. Situación actual y perspectivas de la papa. Asociación Chilena de la Papa (ACHIPA). N°11. Osorno (Chile). 16p.
- TAPIA, B. 2005. Mercado de la papa. On line. <www.odepa.gob.cl> (14 jun. 2005).
- TORRES, H. 1997. Principales enfermedades fungosas de la papa relacionadas con la producción de tubérculos-semilla (CIP). On line. <www.cipotato.org>. (10 sept. 2004).
- TORRES, H.2002. Manual de enfermedades más importantes de la papa en el Perú. Online: www.cipotato.org/training/materials/htorres/HtorresRona.pdf. (10 Sept.2004).
- WIERSEMA, S. 1988.Siembra de papa. Boletín de información técnica 1. Centro internacional de la papa. Lima (Perú). 16p.

ANEXOS

ANEXO 1 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de emergencia de plantas a los 34 días al utilizar papa semilla enferma.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coficiente variación
Sano	109	94.07	6.57%
Enfermo	62	79.99	21.24%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = 4.636171$ $p = .0313$

ANEXO 2 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de emergencia de plantas a los 66 días al utilizar papa semilla enferma.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coficiente variación
Sano	87.5	97.03	3.62%
Enfermo	83.5	96.29	5.03%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = .0404053$ $p = .8407$

ANEXO 3 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de octubre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coficiente variación
Sana	15	100	0.00%
Enferma	6	59.9	19.24%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = 4.500000$ $p = .0339$

ANEXO 4 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de noviembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	11.5	88.88	8.65%
Enferma	9.5	86.66	7.69%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = .2222214$ $p = .6374$

ANEXO 5 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 34 días en la plantación realizada el 6 de diciembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	10.5	93.33	0.00%
Enferma	10.5	93.33	7.14%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = 0.000000$ $p = 1.000$

ANEXO 6 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de octubre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	13.5	100	0.00%
Enferma	7.5	91.11	11.17%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = 2.400000$ $p = .1213$

ANEXO 7 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de noviembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	14.5	91.1	4.22%
Enferma	6.5	82.22	4.67%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = 3.333335$ $p = .0679$

ANEXO 8 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 48 días en la plantación realizada el 6 de diciembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	9	93.33	0.00%
Enferma	12	97.77	3.93%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = .5555556$ $p = .4561$

ANEXO 9 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de octubre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	12	100	0.00%
Enferma	9	97.77	3.93%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = 1.000000$ $p = .3173$

ANEXO 10 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de noviembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	11.5	95.55	4.03%
Enferma	9.5	93.33	7.14%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = .2222214$ $p = .6374$

ANEXO 11 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de plantas emergidas a los 66 días en la plantación realizada el 6 de diciembre.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	9	95.55	4.03%
Enferma	12	97.77	3.93%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=6) = .5555556$ $p = .4561$

ANEXO 12 Análisis de varianza (ANDEVA). Número de tallos por planta al utilizar papa semilla enferma.

Fuente de variación	Suma de rangos	Promedio	Coefficiente variación
Sana	69	3	16.66%
Enferma	102	4	20.43%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = 3.056463$ $p = .0804$

ANEXO 13 Análisis de varianza (ANDEVA). Número de tallos por planta al utilizar papa semilla enferma en distintas fechas de plantación.

Fuente de variación		Suma de rangos	Promedio	Coeficiente variación
Fecha	Semilla			
6/Octubre	Sana	22.5	3	0.00%
6/Octubre	Enfermo	30.5	3	17.32%
6/Noviembre	Sano	16	3	21.65%
6/Noviembre	Enfermo	22.5	3	0
6/Diciembre	Sano	30.5	3	17.32%
6/Diciembre	Enfermo	49	4	13.32%

Kruskal-Wallis test: $H(5, N=18) = 11.05548$ $p = .0503$

ANEXO 14 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial según la sanidad de la semilla al momento de la plantación.

Tratamiento	Rendimiento Comercial (t/ha)	Tratamiento	Rendimiento Comercial (t/ha)
Sano	37,8	Enfermo	31,3
Sano	26,6	Enfermo	23,9
Sano	38,3	Enfermo	24,8
Sano	23,4	Enfermo	23,23
Sano	21,8	Enfermo	20,95
Sano	29	Enfermo	25,56
Sano	19,15	Enfermo	23,35
Sano	22,6	Enfermo	21,65
Sano	23,9	Enfermo	19,95
Promedio	26,95	Promedio	23,85

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	43,1211	1	43,1211	1,48	0,2421
Within groups	467,486	16	29,2179		
Total (Corr.)	510,607	17			

ANEXO 15 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial según la sanidad de la semilla y las distintas fechas de plantación.

Fecha de plantación	Tratamiento	Rendimiento (t/ha)
6 Octubre	Sano	34,25
6 Octubre	enfermo	26,69
6 Noviembre	sano	24,76
6 Noviembre	enfermo	22,25
6 Diciembre	sano	21,92
6 Diciembre	enfermo	21,65

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	333,429	5	66,6858	4,52	0,0151
Within groups	177,178	12	14,7648		
Total (Corr.)	510,607	17			

ANEXO 16 Análisis de varianza (ANDEVA). Rendimiento comercial por fecha de plantación (t/ha).

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)
6/Octubre	30,44
6/Noviembre	23,98
6/Diciembre	21,76

Analysis of Variance					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Between groups	244,15	2	122,075	6,87	0,0076
Within groups	266,457	15	17,7638		
Total (Corr.)	510,607	17			

ANEXO 17 Análisis de varianza (ANDEVA). Porcentaje de tubérculos con *S. subterranea* según la sanidad de la semilla.

Porcentaje de tubérculos enfermos (SANO + 5%)	
Semilla sana	11,11
Semilla enferma	30,33

Kruskal-Wallis test: H (1, N= 18) = 5,902777 p =,0151

ANEXO 18 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de *S. subterranea* (según la escala tubérculos sanos).

	Sano (%)	Enfermo (%)
6/ octubre	31,1	80
6/ noviembre	87	91
6/ diciembre	81,3	88,3

Kruskal-Wallis test: H (5, N= 18) = 11,52732 p =,0419

ANEXO 19 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de *S. subterranea* (según la escala tubérculos con 5% de *S. subterranea*).

Época	Sano (%)	Enfermo (%)
6/octubre	28	25,6
6/noviembre	66,3	67,3
6/diciembre	72,6	74,3

Kruskal-Wallis test: H (5, N= 18) = 11,41538 p =,0438

ANEXO 20 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de *S. subterranea* (según la escala tubérculos con 10% de *S. subterranea*).

Época	Sano (%)	Enfermo (%)
6/octubre	3,33	20
6/noviembre	19,66	11
6/diciembre	8	8,66

Kruskal-Wallis test: H (5, N= 18) = 11,36276 p =,0447

ANEXO 21 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de *S. subterranea* (según la escala tubérculos con 25% de *S. subterranea*).

Época	Sano (%)	Enfermo (%)
6/octubre	0	16,33
6/noviembre	1	10
6/diciembre	0,66	4

Kruskal-Wallis test: $H(5, N=18) = 12,10380$ $p = ,0334$

ANEXO 22 Análisis de varianza (ANDEVA). Incidencia de *S. subterranea* (según la escala tubérculos con 50% de *S. subterranea*).

Época	Sano (%)	Enfermo (%)
6/octubre	0	6
6/noviembre	0	2,66
6/diciembre	0	1

Kruskal-Wallis test: $H(5, N=18) = 13,18182$ $p = 0,0218$

ANEXO 23 Análisis de varianza (ANDEVA). Número total de tubérculos de desecho.

Tratamiento	Semilla sana	Semilla enferma
	20,8%	22,6%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = ,0704663$ $p = ,7907$

ANEXO 24 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con diámetro menor a 35 mm.

Tratamiento	Semilla sana	Semilla enferma
	17,6%	18,9%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = ,0491908$ $p = ,8245$

ANEXO 25 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con sarna plateada (*Helminthosporium solani*).

Tratamiento	Sarna plateada
Sana	56,56%
Enferma	39,45%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = 2,392857$ $p = ,1219$

ANEXO 26 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con costra negra (*Rhizoctonia solani*).

Tratamiento	Costra negra
sana	6,89%
enferma	34,12%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = 8,161275$ $p = ,0043$

ANEXO 27 Análisis de varianza (ANDEVA). Tubérculos con sarna común (*Streptomyces scabies*).

Tratamiento	Sarna común
sana	6,45%
enferma	32,12%

Kruskal-Wallis test: $H(1, N=18) = 10,16822$ $p = ,0014$