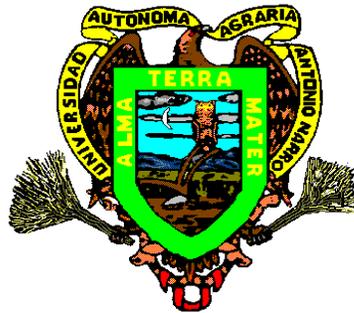


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISION DE AGRONOMIA



**Estudio de Evaluación de Efectividad Biológica de distintas Mezclas de Fungicidas
para el Control de Hongos Fitopatógenos de Suelo en el Cultivo de la Papa
(*Solanum tuberosum*) en el municipio de Arteaga, Coahuila.**

Por:

JOSEFINA LUNA LAGUNA

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

**Estudio de Evaluación de Efectividad Biológica de distintas Mezclas de Fungicidas
para el Control de Hongos Fitopatógenos de Suelo en el Cultivo de la papa
(*Solanum tuberosum*) en el municipio de Arteaga, Coahuila.**

Realizada por:

JOSEFINA LUNA LAGUNA

TESIS

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

APROBADO

Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Presidente del Jurado

Biol. Martha M. Guevara Martínez

MC. Mariano Flores Dávila

Sinodal

Sinodal

MC Reynaldo Alonso Velasco

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre de 1999.

INDICE DE CONTENIDO

	PÁG.
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE TABLAS DEL APENDICE.....	IX

INTRODUCCION

REVISION DE LITERATURA

Descripción Botánica de la Planta.....	3
Tallos.....	3
Hoja.....	3
Flores.....	5
Frutos.....	5
Raíces.....	5
Exigencias Climáticas y Edáficas.....	5
Temperatura.....	6
Suelo.....	6
Humedad.....	7
Hongos Fitopatógenos del Suelo.....	7
Costra Negra (<i>Rhizoctonia solani</i>).....	8
Antecedentes.....	8
Ubicación Taxonómica.....	8
Etiología.....	9
Epidemiología.....	9
Ciclo de la Enfermedad.....	10
Sitomatología.....	10
PÉRDIDAS.....	12
<i>RHIZOCTONIA CEREALIS</i>	13

ANTECEDENTES.....	13
UBICACIÓN TAXONÓMICA.....	13
Etiología.....	13
Sintomatología.....	1
4	
Pérdidas.....	1
4	
Marchitamiento por <i>Fusarium</i>	15
Antecedentes.....	15
Ubicación	
Taxonómica.....	15
Etiología.....	1
5	
Epidemiología.....	16
Ciclo de la	
Enfermedad.....	16
Sintomatología.....	1
6	
Pérdidas.....	1
8	
Enfermedad de los Puntos Negros (<i>Colletotrichum</i> <i>atramentarium</i>).....	18
Antecedentes.....	18
Ubicación	
Taxonómica.....	18
Etiología.....	1
9	
Epidemiología.....	19
Ciclo de la Enfermedad.....	20
Sintomatología.....	20
Pérdidas.....	22
Sarna Pulverulenta (<i>Spongospora subterranea</i>).....	22
Antecedentes.....	22
.	
Ubicación Taxonómica.....	23
Etiología.....	23
Epidemiología.....	23

Ciclo de la Enfermedad.....	23
Sintomatología.....	25
Pérdidas.....	25
Marchitamiento por <i>Verticillium</i>	26
Antecedentes.....	26
Ubicación Taxonómica.....	26
Etiología.....	27
Epidemiología.....	27
Ciclo de la Enfermedad.....	27
Sintomatología.....	28
Pérdidas.....	28
Control de Hongos Fitopatógenos del Suelo.....	28
Métodos Generales de Control.....	29
Método Regulatorio.....	29
Método Cultural.....	30
Método Biológico.....	30
Método Químico.....	30
MATERIALES Y METODOS	
Localización del Experimento.....	34
Establecimiento del Cultivo.....	34
Diseño Experimental.....	35
Distribución de los Tratamientos.....	35
Toma de Muestra del Tubérculo Semilla, para la Detección de Fitopatógenos.....	35
PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DE LOS FUNGICIDAS.....	38
PARÁMETROS EVALUADOS.....	39
Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> a los 48 días de la Siembra.....	39
Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Fusarium spp.</i> , <i>Colletotrichum atramentarium</i> a los 78 días de la	39
Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Spongospora subterranea</i> en tubérculos de papa a la cosecha (a los 138 días).....	40
Severidad de <i>Rhizoctonia solani</i> en Tubérculos de Papa a la cosecha (a los 138 días).....	40
Rendimiento y Calidad de Tubérculos Cosechados.....	40
Cosecha.....	41
Fitotoxicidad.....	41
RESULTADOS	

INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EN TALLOS, ESTOLONES Y TUBÉRCULOS DE PAPA.....	42
INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EN TALLOS DE PAPA A LOS 48 DÍAS DE LA SIEMBRA.....	42
INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....	44
INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EN ESTOLONES A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....	44
INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EN TUBÉRCULOS DE PAPA A LA COSECHA.....	47
Severidad de <i>Rhizoctonia solani</i> en Tubérculos de Papa a la Cosecha.....	47
SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL UNO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i>	47
SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL CINCO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i>	49
Severidad de la Costra Negra en Tubérculos de Papa con el diez por ciento de superficie cubierto por <i>Rhizoctonia solani</i>	49
Severidad de la Costra Negra en Tubérculos de Papa con el quince por ciento de superficie cubierto por <i>Rhizoctonia solani</i>	53
Incidencia de <i>Fusarium spp</i> en Tallos de Papa.....	53
Incidencia de <i>Fusarium spp</i> en Tallos de Papa a los 78 días de la siembra.....	53
Incidencia de <i>Colletotrichum atramentarium</i> en Tallos de Papa.....	56
Incidencia de <i>Colletotrichum atramentarium</i> en Tallos de Papa a los 78 días de la siembra.....	56
Incidencia de <i>Spongospora subterranea</i> en Tubérculos de Papa a la Cosecha.....	56
INCIDENCIA DE SPONGOSPORA A LA COSECHA.....	56
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA COSECHA.....	59
PESO TOTAL EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULOS DE PAPA A LA COSECHA.....	59
Peso en kilogramos de Tubérculo Cosechado en la Categoría 2.....	59
Peso en kilogramos de Tubérculo Cosechado en la Categoría 3.....	59

Peso en kilogramos de Tubérculo Cosechado en la Categoría	
4.....	63
Fitotoxicidad.....	63
DISCUSION.....	65
CONCLUSIONES.....	69
RESUMEN.....	71
LITERATURA	
CITADA.....	73
APENDICE.....	78

índice de figuras

Figura
Pág.

1	DIAGRAMA DE LA PLANTA DE PAPA.....	4
2	CICLO BIOLÓGICO DE LA ENFERMEDAD CAUSADA POR <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i>	11
3	CICLO PATOLÓGICO DE LA MARCHITEZ DE LA PAPA OCACIONADA POR <i>FUSARIUM</i>	17
4	CICLO PATOLÓGICO DE LA ANTRACNOSIS PRODUCIDA POR <i>COLLETOTRICHUM</i>	21
5	Ciclo biológico de la sarna pulverulenta provocada por <i>Spongospora subterranea</i>	24

6	Medidas de control para hongos fitopatógenos de suelo en el cultivo de la papa para la región de Coahuila y Nuevo León.....	33
7	Distribución de los bloques y tratamientos, ubicados en el rancho el Poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila.....	3
7		

INDICE DE TABLAS

	Tabla
	Pág.
1	
Tratamientos y dosis, para estudiar la efectividad biológica de fungicidas para el control de hongos fitopatógenos de suelo en el rancho el Poleo, municipio de Arteaga, Coah.....	36
2	
Datos ambientales tomados en la fecha de aplicación.....	38

- 3 Escala propuesta por la European and Mediterranean Plant Protection Organization (1981) para determinar la severidad de *Rhizoctonia solani* en tubérculos de papa.....
...41

- 4 Categorías empleadas en la clasificación de los tubérculos obtenidos al momento de la cosecha para determinar rendimiento y calidad de producción.....
.....41

- 5 Incidencia de *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 48 días de la siembra.....
.....43

- 6 Incidencia de *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.....
.....45
- 7 Incidencia de *Rhizoctonia solani* en estolones de papa a los 78 días de la siembra.....
.....46
- 8 Incidencia de *Rhizoctonia solani* en tubérculos de papa a la cosecha.....48
- 9 Severidad de la costra negra en tubérculos de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.....50
- 10 Severidad de la costra negra en tubérculos de papa con el cinco por ciento de superficie cubierto

	por <i>Rhizoctonia</i> <i>solani</i>	51
11	Severidad de la costra negra en tubérculos de papa con el diez por ciento de superficie cubierto por <i>Rhizoctonia solani</i>	52
12	Severidad de la costra negra en tubérculos de papa con el quince por ciento de superficie cubierto por <i>Rhizoctonia solani</i>	54
13	Incidencia de <i>Fusarium spp</i> en tallos de papa a los 78 días de la siembra.....	55

- 14 Incidencia de *Colletotrichum atramentarium* en tubérculos de papa a los 78 días de la siembra.....
.57
- 15 Incidencia de *Spongospora subterranea* en tubérculos de papa a la cosecha.....
.....58
- 16 Peso en kilogramos de tubérculos de papa a la cosecha.....60
- 17 Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 2.....61

18	Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 3.....	62
19	Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 4.....	64

índice de tablas del apéndice

Tabla

Pág.

1	Índice de <i>Rhizoctonia solani</i> expresado en porcentaje en tallos de papa a los 48 días de la siembra.....	79
2	Datos transformados por $\text{Arc Sen } \sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en tallos de papa a los 48 días de la siembra.....	79

3	Análisis de varianza para la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en tallos de papa a los 48 días de la siembra.....	80
4	INCIDENCIA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> EXPRESADO EN POR CIENTO, EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....	81
5	Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en tallos de papa a los 78 días de la siembra.....	81
6	Análisis de varianza para la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en tallos de papa a los 78 días de la siembra.....	82
7	Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> expresado en por ciento en estolones a los 78 días de la siembra.....	83
8	Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en estolones de papa a los 78 días de la siembra.....	83
9	Análisis de varianza para la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> en estolones de papa a los 78 días de la siembra.....	84
10	Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> (expresado en por ciento) en tubérculos de papa a la cosecha.....	85
11	Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> , en tubérculos de papa a la cosecha.....	85

- 12 Análisis de varianza para la incidencia de *Rhizoctonia solani* en tubérculo de papa a la cosecha.....86
- 13 Severidad de la costra negra (expresado en por ciento) en tubérculo de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.....87
- 14 Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la severidad de la costra negra en tubérculos de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.....87
- 15 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL UNO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.....88
- 16 SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA (EXPRESADO EN POR CIENTO) EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL CINCO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*...89
- 17 DATOS TRANSFORMADOS POR ARC SEN $\sqrt{X+1/100}$ DE LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL CINCO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.....89
- 18 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL CINCO POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*...90

- 19 SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA (EXPRESADO EN POR CIENTO) EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL DIEZ POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.91
- 20 DATOS TRANSFORMADOS POR $\text{ARC SEN } \sqrt{X+1}/100$ DE LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL DIEZ POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.....91
- 21 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL DIEZ POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.....92
- 22 SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA (EXPRESADO EN POR CIENTO) EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL QUINCE POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*..93
- 23 DATOS TRANSFORMADOS POR $\text{ARC SEN } \sqrt{X+1}/100$ DE LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL QUINCE POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*.....93
- 24 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA SEVERIDAD DE LA COSTRA NEGRA EN TUBÉRCULOS DE PAPA CON EL QUINCE POR CIENTO DE SUPERFICIE CUBIERTO POR *RHIZOCTONIA SOLANI*..94

- 25 INCIDENCIA DE *FUSARIUM SPP* EXPRESADO EN POR CIENTO EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....95
- 26 DATOS TRANSFORMADOS POR $\text{ARC SEN } \sqrt{X+1/100}$ DE LA INCIDENCIA DE *FUSARIUM SPP* EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....95
- 27 ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA INCIDENCIA DE *FUSARIUM SPP* EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....96
- 28 INCIDENCIA DE *COLLETOTRICHUM ATRAMENTARIUM* EXPRESADO EN POR CIENTO, EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....97
- 29 DATOS TRANSFORMADOS POR $\text{ARC SEN } \sqrt{X+1/100}$ DE LA INCIDENCIA DE *COLLETOTRICHUM ATRAMENTARIUM*, EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....
.97
- 30 ANALISIS DE VARIANZA PARA LA INCIDENCIA DE *COLLETOTRICHUM ATRAMENTARIUM* EN TALLOS DE PAPA A LOS 78 DÍAS DE LA SIEMBRA.....98
- 31 INCIDENCIA DE *SPONGOSPORA SUBTERRANEA* EN TUBÉRCULOS DE PAPA A LA

	COSECHA.....	
	..99	
32	DATOS TRANSFORMADOS POR ARC SEN $\sqrt{X+1/100}$ DE LA INCIDENCIA DE <i>SPONGOSPORA SUBTERRANEA</i> EN TUBÉRCULOS DE PAPA A LA COSECHA.....	99
33	Análisis de varianza para la incidencia de <i>Spongospora subterranea</i> en tubérculos de papa a la cosecha.....	100
34	Peso en kilogramos de tubérculos de papa a la cosecha.....	101
35	Análisis de varianza para el peso en kilogramos de tubérculos de papa a la cosecha.....	101
36	PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 2.....	102
37	Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ del peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 2.....	102
38	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 2.....	103
39	PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 3.....	104

40	Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ del peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 3.....	104
41	Análisis de varianza para el peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría 3.....	105
42	PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 4.....	106
43	DATOS TRANSFORMADOS POR ARC SEN $\sqrt{X+1/100}$ DEL PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 4.....	106
44	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL PESO EN KILOGRAMOS DE TUBÉRCULO COSECHADO EN LA CATEGORÍA 4.....	107

INTRODUCCION

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es la planta dicotiledonea más importante como fuente de alimentación humana; ocupa el quinto lugar entre los principales cultivos del mundo y es superada únicamente por el trigo, arroz, maíz y cebada. Las zonas que destacan en su producción son Europa, Africa, Asia, Norteamérica, Centro y Sudamérica y México. La importancia de la papa radica en su alto valor nutritivo, en la superficie sembrada y en la demanda de mano de obra que esta requiere para su desarrollo y producción.

La superficie dedicada al cultivo de la papa en el mundo es de poco más de 17 millones de hectáreas y la producción mundial actual es de 270 millones de toneladas (Alonso 1996). La superficie nacional sembrada es de 63,558 hectáreas teniendo un rendimiento de 20.457 ton/ha. En Coahuila la superficie sembrada es de 1955 hectáreas teniendo un rendimiento de 30.906 ton/ha (INEGI, 1997).

La producción de papa se ve afectada por el ataque de un gran número de hongos fitopatógenos, muchos de los cuales sólo producen daños menores; en cambio otros son, de mayor agresividad y poder de dispersión, causando daños muy graves. Entre los principales hongos de suelo que existen en Coahuila destacan *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia cerealis*, *Fusarium* spp., *Verticillium dahliae* y *Verticillium albo-atrum*, *Colletotrichum atramentarium* y *Spongospora subterranea* los cuales pueden llegar a producir daños serios en los rendimientos y en la calidad de los tubérculos (Hernández et al. 1997).

Dado lo anterior es necesario generar información sobre los daños que pueden causar estos hongos fitopatógenos en las diferentes etapas fenológicas del cultivo.

Por lo señalado en los párrafos anteriores, el objetivo del presente trabajo es el de evaluar la efectividad biológica de distintas Mezclas de Fungicidas para el control de hongos fitopatógenos de suelo en el cultivo de la papa en Arteaga, Coahuila.

REVISION DE LITERATURA

Descripción Botánica de la Planta

La papa es una planta que pertenece a la familia de las solanaceas; potencialmente es una planta perenne debido a que es capaz de reproducirse por tubérculos. Esta constituida por las siguientes partes:

Tallos

Los tallos son de dos tipos: aéreos y subterráneos. El tallo aéreo es cuadrangular, verde, verde rojizo o rojo pardusco, formando matas y provistos de hojas pinadas (Mainardi, 1978); de tipo herbáceo, erecto, un poco veloso, y con ramificaciones no muy desarrolladas (S.E.P., 1987)(Figura 1). Los tallos subterráneos son estolones y tubérculos. Los estolones son aproximadamente del tamaño de un lápiz y crecen lateralmente a una distancia de 2.5 a 10 cm. Los tubérculos nacen en la extremidad de los estolones (Edmond, 1984)(Figura 1). Los cuales son ovoides y cilíndricos, con la piel blanca, amarilla, rosa o violeta, pesan de 50 a 500 g, según la variedad y la edad a la que se cosecha (Messiaen, 1979). También se considera al tubérculo como una parte del tallo que se ha adaptado para almacenar reservas y para la producción (Alonso, 1996).

Hoja

Las hojas maduras son compuestas y consisten en un pecíolo con un folíolo terminal, folíolos laterales, folíolos secundarios y, a veces, folíolos terciarios. Las hojas

están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta (S.E.P., 1987 y Alonso, 1996)(Figura 1).

Flores

Alonso (1996) menciona que las flores son “pentámeras” y los colores son diversos variando desde el blanco al morado; las flores tienen estilo y estigma simples y el ovario es bilocular (Figura 1). La dispersión del polen es llevada por el viento. El número de flores es variable y depende mucho de la variedad de la que se trate.

Edmond *et al.* (1984) indica que las flores nacen en racimos en la extremidad de los tallos. Las flores individuales son perfectas. La floración es comúnmente más profusa en regiones que se caracterizan por bajas temperaturas en el verano, que en las regiones que se caracterizan por temperaturas elevadas en dicha región.

Frutos

Según Alonso (1996) el fruto maduro es de forma redonda u oval (Figura 1), variando el color desde verde a amarillo, o incluso a violeta; su tamaño suele variar entre uno y tres centímetros de diámetro y consta de dos cavidades o lóculos en los que se alojan las semillas; el número de semillas de cada fruto es muy variable y puede ir desde cero hasta más de 300.

Los frutos son redondos, suaves, con un diámetro de aproximadamente 2 cm. Las semillas son pequeñas y aplastadas (S.E.P., 1987).

Raíces

Las plantas que se desarrollan a partir de los tubérculos producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones. Normalmente la planta de papa enraíza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40 a 50 cm aunque a veces se han encontrado raíces en suelos muy homogéneos y relativamente sueltos, a una profundidad de hasta un metro (Alonso, 1996 y Edmond, 1984). Mainardi (1978) menciona que las raíces son largas, finas y son de tipo adventicias

(Figura 1). En suelos arcillosos las raíces profundizan menos que en suelos arenosos. La mayoría de las raíces se encuentran en los primeros 40 cm del suelo (S.E.P., 1987).

Exigencias Climáticas y Edáficas

Temperatura

La planta de papa prospera mejor en tiempo uniformemente fresco. En general, la variación de temperatura óptima se considera que está entre 7.2 y 18.3 ° C, con una media de aproximadamente 15.5 ° C; obteniéndose los más altos rendimientos dentro de esta variación de temperatura (Edmond, 1984).

La papa prefiere climas templados, sin excesos de humedad, dado que esto obstaculiza la maduración de los tubérculos, dañándolos; así mismo, las temperaturas de 0 ° C dañan el tubérculo (Fersini, 1979).

Se ha comprobado que el fotoperíodo y la temperatura afectan la formación del tubérculo; en días largos la formación de tubérculos es mejor si la temperatura nocturna es inferior a los 20 ° C siendo la óptima de 12 ° C (Anónimo, 1997).

Suelo

La papa se adapta a terrenos muy diversos, con preferencia a los bien labrados, de fácil penetración de agua, bien provistos de materia orgánica descompuesta y, le afectan los terrenos duros y compactos (Fabiani, 1967 y Fersini, 1979).

El suelo debe ser de textura media, abonado y fertilizado; los suelos arcillosos no deben ser utilizados en su siembra, pues provocan graves deformaciones en los tubérculos (Montes, 1980). Los tubérculos obtenidos de suelos arcillosos, calizos o

humíferos adquieren gran desarrollo, pero resultan insípidos y se conservan mal (García, 1959).

Aunque la papa tolera suelos ácidos con un pH de hasta 5, el pH ideal para este cultivo es el comprendido entre 5.5 y 7 (S.E.P., 1987).

Humedad

La planta de la papa necesita una continua provisión de agua durante la etapa de crecimiento. La cantidad total de agua para el cultivo es de aproximadamente 500 mm. Para poder sembrar, se necesita un tiempo seco a través del cual se prepara la tierra y se efectúa la siembra. Durante la primera etapa de su desarrollo, la planta requiere sólo poca agua; pero después, y hasta la cosecha, el consumo de agua es alto. Así mismo para facilitar la cosecha, el campo debe estar seco (S.E.P., 1990).

Hongos Fitopatógenos del Suelo

Los hongos son microorganismos complejos que producen enfermedades en las plantas. Algunos de los hongos que atacan a la papa viven en el suelo, mientras que otros invernan en restos tanto de tubérculos como de vegetación de papa. Los hongos penetran tanto en la planta como en el tubérculo a través de heridas, aberturas naturales como son las lenticelas o por penetración directa a través de la epidermis; son diseminados por: viento, lluvia, tierra, insectos, agua de drenaje, maquinaria o herramientas contaminadas y sobre todo por tubérculos infectados. Ciertas enfermedades producidas por hongos se ven favorecidas por el clima frío y húmedo mientras que otras se desarrollan bajo condiciones de calor y sequía. Cuando se da la coincidencia de presencia del organismo causal y condiciones ambientales favorables se produce la aparición de la enfermedad (Alonso, 1996).

Costra Negra (*Rhizoctonia solani*)

Antecedentes

A finales del siglo XVIII, los micólogos europeos descubrieron un hongo parásito del Azafrán *Crocus sativus* L. describiéndolo como “mal vinoso”. En 1801 Persoon, considerando a este hongo como una forma estéril, lo clasificó en el género *Sclerotium*. De Candolle en 1815, propuso el género *Rhizoctonia* designándolo como *R. Crocorum* por ser parásito del Azafrán. Los hermanos Tulasne en 1862 publicaron el primer estudio morfológico extenso sobre este género y consideraron que las formas parásitas sobre Azafrán pertenece a este género. Kühn en 1858 describe una enfermedad provocada por *Rhizoctonia* en papa; esta enfermedad la consideró distinta a la del “Mal vinoso” proponiendo el nombre al hongo causante de ella como *Rhizoctonia solani* Kühn (Walker, 1973).

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) ubican a *Rhizoctonia solani* en la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Mycetae
 División.....Amastigomycota
 Subdivisión.....Deuteromycotina
 Clase.....Deuteromycetes
 Orden.....Aganomycetales
 Género.....*Rhizoctonia*
 Especie..... *solani*.

Etiología

Rhizoctonia solani vive principalmente en forma de micelio, el que es incoloro al principio, tomando una coloración parda al envejecer. Las ramificaciones jóvenes se encuentran inclinadas en la dirección de crecimiento y se estrechan en el punto de inserción con la hifa principal, pero al envejecer, el ángulo de inserción pasa a ser recto. En ciertas condiciones ambientales y sobre ciertos substratos el micelio se agrupa en ramificaciones, iniciándose una división que da lugar a células ovales cortas. Estas formaciones suelen evolucionar a esclerocios de coloración parda (Walker, 1973 y Agrios, 1996).

Según Calderoni (1978) el estado telemorfo de *Rhizoctonia solani* es *Pellicularia filamentosa*; este presenta un micelio de color blanco sucio, desarrollándose alrededor del tallo, formando en la parte superior los basidios. Estos son irregularmente piriformes y dan lugar a las basidiosporas, las que diseminan la enfermedad.

Epidemiología

La enfermedad es más severa en suelos moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo. Las plantas de crecimiento rápido tienen la posibilidad de escapar a la infección aún cuando la humedad y la temperatura sean favorables para el hongo (Agrios, 1996).

SEGÚN ALONSO (1996) LAS CONDICIONES QUE FAVORECEN EL DESARROLLO DEL HONGO SON: HUMEDAD ALTA, BAJA TEMPERATURA DEL SUELO, BUENA FERTILIDAD DEL SUELO Y UN PH NEUTRO O UN POCO ÁCIDO.

Los ataques de *Rhizoctonia* tienen lugar cuando la estación primaveral es fría y húmeda. Otros factores predisponentes son las temperaturas muy elevadas y los períodos de sequía. El desarrollo del hongo se produce entre los 9 y 27 ° C, y aunque las condiciones óptimas se encuentran entre los 15 y 18 ° C (Fabiani, 1967). También se menciona que es una enfermedad de temperaturas frescas; en papa, frijol y chícharo con un rango óptimo de 15 a 20 ° C (De la Garza, 1974).

El patógeno requiere suelos ácidos preferentemente, suelos ricos en materia orgánica con temperatura baja, y poca humedad para llevar acabo la infección en el huésped (Sarasola, 1975).

Ciclo de la Enfermedad

Hooker (1990) señala que el patógeno inverna en forma de esclerocios en tubérculos, en el suelo, o como micelio en residuos de plantas. En la primavera, cuando las condiciones son generalmente favorables, los esclerocios germinan e invaden los tallos de la papa o brotes, especialmente por medio de heridas. Posteriormente las raíces y estolones también son invadidos. La formación de esclerocios en los nuevos tubérculos se puede iniciar en cualquier momento, dependiendo de las condiciones ambientales; sin embargo, el máximo desarrollo ocurre en tubérculos que quedan en el suelo después de la muerte de la planta (Figura 2). También se menciona que los esclerocios se conservan en el suelo por cuatro o cinco años. La forma de diseminación del hongo es por medio de tubérculo semilla de papa (De la Garza, 1996).

Sintomatología

Calderoni (1978) y De la Garza (1996) comentan que el hongo ataca la parte inferior de la planta, destruyendo raíces y tallos subterráneos. Cuando los brotes comienzan a desarrollarse, en diferentes lugares se observan manchas de color oscuro que terminan por destruir el tejido y matar el brote que generalmente no alcanza a

emerger. Cuando la planta se ha desarrollado y están afectadas las raíces y el tallo subterráneo, se manifiestan síntomas en el follaje. En un comienzo, el color normal de los brotes y hojas apicales se torna amarillento y, luego adquiere un tono rojizo

desteñido, enrollándose los bordes. Los tallos suelen engrosarse, especialmente al nivel del suelo, y las yemas axilares comienzan a alargarse y engrosarse originando pequeños tubérculos aéreos.

Agrios (1996) menciona que en los tubérculos de papa, *Rhizoctonia* produce síntomas característicos denominados “costra negra”, en los que aparecen pequeños esclerocios negros y endurecidos sobre su superficie los que son difíciles de desprender mediante lavado, o bien un “arrosetamiento” o “sarna en roseta” endureciendo la epidermis. Alonso (1996) señala que bajo los esclerocios, la epidermis no sufre ninguna anormalidad.

Pérdidas

Agrios (1996) indica que las enfermedades por *Rhizoctonia* ocurren en todo el mundo y producen pérdidas en la mayoría de las plantas anuales, incluyendo a las malas hierbas, casi a todas las hortalizas y plantas florales, varios cultivos mayores y también en las plantas perennes tales como pastos para césped, plantas de ornato, arbustos y árboles.

Carling y Leiner (1986) mencionan que las pérdidas ocasionadas por *R. solani* van de un siete a un 64 por ciento además de ocasionar problemas de comercialización.

En una investigación realizada en papa, por García (1995) con la variedad “Alpha”, donde se evaluaron varios fungicidas para el control de *R. solani*, se reporta una severidad de 66.6 por ciento de *R. solani* en las plantas testigo y una incidencia de 2 en los tallos a los 50 días después de la siembra.

En otra investigación con papa, Lara (1996) trabajó con las variedades “Alpha” y “Gigant” inoculadas con *R. solani* reportando en los testigos del experimento a los 68 días después de la siembra una incidencia del 100 por ciento para ambas variedades, y de acuerdo a la escala de severidad propuesta por Carling y Leiner (1990) esta fue de 3 en tallos en la variedad “Alpha” y en la variedad “Gigant” la escala de severidad fue de 2.

Rhizoctonia cerealis

Antecedentes

Esta especie ha sido reportada en trigo, zacates o pastos afectando a estos cultivos en Canadá, Inglaterra y Estados Unidos (Burpee, 1980 y Lipps y Herr, 1982). En México Lara (1996) la reporta atacando papa en la región de Coahuila y Nuevo León.

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) clasifican a *Rhizoctonia cerealis* en la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Mycetae
 División.....Amastigomycota
 Subdivisión.....Deuteromycotina

Clase.....Deuteromycetes

Orden.....Aganomycetales
 Género.....*Rhizoctonia*
 Especie.....*cerealis*

Etiología

Lara (1996) señala que las hifas se caracterizan por presentar dos núcleos, el diámetro de las hifas varía de 4.0 μ a 4.8 μ , encontrando que el color del micelio puede ser blanco o café amarillento-pálido con crecimiento de tipo rastrero uniforme a rastrero algodonoso uniforme. Los

esclerocios son de color café amarillo, con un diámetro que varía de 0.89 mm a 1.04 mm.

Burpee et al (1980) señala que en medio de cultivo (PDA) el micelio de *Rhizoctonia cerealis* se torna de un color ante a un color café brillante después de ocho semanas de crecimiento. El diámetro mínimo de la hifa es de 3.8 μ a un máximo de 7.6 μ . El diámetro de los esclerocios varía de 0.5 a 3.0 mm y el color oscila de blanco a café oscuro.

Síntomatología

De acuerdo a Lara (1996) los síntomas que causa este patógeno en papa son similares a los ocasionados por *R. solani*; esto es un estrangulamiento de tallos, con un aspecto hundido de color café rojizo, necrosis cortical del tejido leñoso, muerte de algunos estolones y formación de esclerocios de color café oscuro sobre la epidermis de los tubérculos de papa.

Alvarado (1997) menciona que en zanahorias mostrencas *R. cerealis* desarrolla una gran cantidad de manchas oscuras en diferentes partes, así como esclerocios oscuros.

Pérdidas

En una investigación realizada con *Rhizoctonia cerealis*, los resultados muestran que dicho hongo fue capaz de causar daño en los tallos de papa. La incidencia de la enfermedad para la variedad Alpha y Gigant fueron de 70.8 a 100 por ciento y la severidad en tallos de la variedad Alpha fue de 3, mientras que en la variedad Gigant la severidad fue de 2 (Lara, 1996).

En otras investigaciones en papa, con *Rhizoctonia cerealis* aislada de zanahoria, Alvarado (1997) reporta una incidencia de 19.43 por ciento en tallos de la variedad Alpha con una severidad de 0.67 que representó daño mínimo con lesiones menores de 5 mm, y una severidad de 1.3 en la planta de frijol.

Marchitamiento por Fusarium

Antecedentes

Esta enfermedad se observa en todas las regiones productoras de Argentina. Fue citada también en Chile, Sur de Brasil, Uruguay y en E.U.A; especialmente en el estado de Nebraska y con menor incidencia en Winconsin (Calderoni, 1978). Esta enfermedad también se encuentra distribuida en México donde es de gran importancia (García, 1984).

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) ubican a *Fusarium* en la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Mycetae
 División.....Amastigomycota
 Subdivisión.....Deuteromycotina
 Clase.....Deuteromycetes
 Orden.....Moniliales
 Familia.....Tuberculariaceae
 Género.....*Fusarium*

Etiología

Según Walker (1973) las masas de esporas, los esclerocios y el micelio son generalmente coloreados. Los conidióforos son ramificados, pudiendo aparecer, aislados o en ramilletes cubiertos por una masa de conidios más o menos mucilaginosos. Algunas especies de *Fusarium* producen macroconidios, estos son hialinos, fusiformes, a veces pediculados; uni u pluritabcados, y con inserción acrógena. Los microconidios son hialinos y uni o tetratabcados. Las clamidosporas, pueden ser unicelulares o unitabcados, poseen paredes gruesas y son de inserción terminal o intercalar.

Epidemiología

Las condiciones que favorecen el desarrollo de esta enfermedad son las temperaturas altas, la falta de humedad en el suelo y el estado fisiológico del tubérculo semilla (Calderoni, 1978).

Ciclo de la Enfermedad

***Fusarium* es un hongo que habita en el suelo, infecta a las plantas a través de sus raíces, en las que penetran directamente o a través de heridas. Inverna en el suelo o en restos de plantas en forma de clamidosporas, o bien en forma de micelio o esporas en los restos vegetales (Agris, 1998)(Figura 3).**

El hongo, se encuentra naturalmente como saprófito en el suelo, especialmente en aquellos con alto porcentaje de materia orgánica. La penetración en el huésped es directa a través de las raicillas o del trozo de papa madre (Calderoni, 1978).

Síntomatología

Los síntomas se deben considerar en las raíces, los tallos, follaje y tubérculos. En los tallos subterráneos, los brotes, toman un color castaño oscuro, perdiendo la turgencia y resquebrajándose. Cuando el brote emerge, el ataque se extiende sobre el tallo hasta el nivel del suelo produciendo un rápido marchitamiento de la plántula. Esto es cuando la enfermedad se encuentra en la semilla. Cuando la infección ocurre después de la floración, generalmente se observa una destrucción total de los estolones; esto ocurre cuando la infección es muy severa. Posteriormente la enfermedad avanza a los tubérculos produciéndose una necrosis en los tejidos que circundan a la inserción del tubérculo, produciendo una depresión en ese sitio dejando al descubierto el tejido

amiláceo que queda resquebrajado. En el follaje se observan áreas pequeñas, que tienen un color que va de amarillentas a cobrizo distribuido irregularmente en las hojas apicales que avanza a los bordes y después la planta empieza a marchitarse (Calderoni, 1978 y Anónimo, 1997).

Pérdidas

La marchitez por *Fusarium* induce pérdidas que anualmente sobrepasan el 10 por ciento de la producción, tomando en conjunto la disminución de rendimiento, el descarte de tubérculos podridos y de tubérculos manchados que incide marcadamente en la calidad (Calderoni, 1978).

Enfermedad de los Puntos Negros (*Colletotrichum atramentarium*)

Antecedentes

La enfermedad ocurre en la mayoría de los países que cultivan la papa, tales como el Reino Unido, Francia, Alemania, Países Bajos y los E.E.U.U. El punto negro es una enfermedad de menor importancia en Queensland, pero es de mayor importancia en los estados meridionales de Australia, incluyendo a Australia del sur.

Ubicación Taxonómica

La enfermedad de los puntos negros, se ubica en la siguiente posición taxonómica (Alexopoulos y Mims, 1979).

Reino.....Mycetae
 División.....Amastigomycota
 Subdivisión.....Deuteromycotina
 Clase..... Deuteromycetes
 Orden.....Melanconiales

Género.....*Colletotrichum*

Especie.....*atramentarium*

Etiología

Este patógeno se desarrolla en una gran variedad de medios de cultivo, incluyendo papa- dextrosa agar (PDA), desarrollando un micelio blanco superficial. Las hifas se convierten en típicos esclerocios. Los conidióforos del hongo son subhialinos, miden de 10 – 30 μ de longitud, son cilíndricos y cónicos. Los conidios son unicelulares, hialinos, rectos o curvos. Las esporas en masas presentan coloraciones que van de amarillas hasta rosa. Los esclerocios miden desde 100 μ hasta 0.5 mm de diámetro, están arreglados en círculos concéntricos y tienen acérvulos que producen numerosas esporas y setas (Calderoni, 1978 y Hooker 1990).

Epidemiología

La enfermedad se ve favorecida por las temperaturas elevadas y baja humedad o escasez de agua en el suelo (Calderoni, 1978).

El patógeno ocurre más frecuentemente en plantas cultivadas en suelos de textura gruesa, bajo condiciones de poco o excesivamente mucho nitrógeno, temperaturas altas y suelo con mal drenaje (Anónimo, 1992).

Ciclo de la Enfermedad

Según Agrios (1996) el hongo inverna en los restos de plantas infectadas, así como en tubérculos. Posteriormente los conidios del patógeno son liberados sólo cuando los acérvulos se encuentran húmedos, y son generalmente diseminados por la lluvia,

transportados por el viento o al entrar en contacto con los insectos, otros animales, herramientas etc. Los conidios germinan sólo en presencia de agua. Después de haber germinado, producen un apresorio y una clavija de penetración y se introducen directamente en los tejidos de su hospedante. Al principio, las hifas crecen con gran rapidez tanto intercelular como intracelularmente, pero producen poca o ninguna decoloración visible u otros síntomas de alteración. El hongo adquiere mayor severidad y ocasiona los síntomas de la enfermedad cuando el tubérculo comienza a madurar (Figura 4). Calderoni (1978) menciona que el hongo puede atacar a la planta cuando ésta es joven, pero normalmente se produce la infección luego de la floración.

Síntomatología

Calderoni (1978) menciona que los síntomas más notorios aparecen en el tallo subterráneo a partir de las yemas que le dieron origen. Los tejidos externos se pudren y en ellos se observan numerosos puntos negros. Estos síntomas se advierten, así mismo, en las raíces y estolones. En los tubérculos se puede producir una depresión y oscurecimiento de la epidermis y, el tejido amiláceo se pudre superficialmente, levantando la epidermis de los órganos atacados con una coloración amatista ocre característico. Sobre los tejidos muertos, desecados, aparece una gran cantidad de esclerocios negros sobre los órganos atacados. El hongo provoca al mismo tiempo un marchitamiento de los tallos; las hojas amarillean y se enrollan y la planta muere prematuramente (Bovey, 1977).

Pérdidas

La importancia económica de este patógeno es menor en comparación con otras enfermedades, y se considera que produce escasos daños en plantas o tubérculos; sin embargo en estos demerita la calidad y disminuye el precio de venta en el mercado. En

casos especiales, puede debilitar la planta y reducir la producción. Bajo condiciones muy favorables por el clima y el tipo de suelo, puede anticipar la muerte de la planta. (Calderoni 1978).

Sarna Pulverulenta (Spongospora subterranea)

Antecedentes

Según Walker (1973) este hongo fue descubierto primeramente en Alemania en 1841, describiéndola Wallroth al año siguiente. En 1885 la enfermedad estaba ampliamente distribuida en toda Europa. En América se describe por primera vez en 1891 en las proximidades de Quito, Ecuador, y posteriormente se le cita en Colombia, Perú y Chile. Además la enfermedad esta totalmente establecida en Rusia, Armenia, Marruecos, Argelia, Kenya, Madagascar, Africa del Sur, Rodesia, Nueva Zelanda, Australia y Hawaii. La primera cita de la enfermedad en el continente norteamericano se debe a Gussow, que en el año 1913 menciona haber recibido muestras procedentes del Este de Canadá con este patógeno; en estos años se le reporta en la zona norte de Maine, en las proximidades con la frontera de la provincia canadiense de New Brunswick. Una investigación llevada acabo en Estados Unidos, de 1913 a 1915, demostró que se encontraba ampliamente distribuida en zonas de los estados de Nueva York, Florida, Minnesota, Oregón y Washington, aunque se considera que su existencia en Maine es por lo menos quince años antes de que fuera descubierta.

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) ubican a *Spongospora subterranea* en la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Mycetae

División.....Mastigomycota
Clase.....Plasmodiophoromycetes
Orden.....Plasmodiophorales
Género.....*Spongospora*
Especie.....*subterranea*.

Etiología

Hooker (1990) señala que los quistes son ovoides, irregulares, u elongados, de 19 a 85 μm de diámetro, y consiste de un agregado de esporas en reposo asociadas estrechamente (quistes). Cada espora es polyhedrica, de 3.5 a 4.5 μm de diámetro, con paredes lisas, delgadas de color pardoamarillentas. Las primeras y segundas zoosporas son uninucleadas, pueden ser ovoides o esféricas, de 2.5 a 4.6 μm de diámetro, con 2 flagelos de diferente longitud.

Epidemiología

Las condiciones que favorecen el desarrollo de esta enfermedad son las temperaturas altas, la falta de humedad en el suelo y el estado fisiológico del tubérculo semilla (Calderoni, 1978) y (Anónimo, 1997).

Ciclo de la Enfermedad

En ciertas condiciones el organismo subsiste en el terreno por periodos de tiempo indeterminados. Sin embargo, este patógeno puede llegar a convertirse en endémico en

ciertas condiciones del medio ambiente muy limitadas. En condiciones de invernadero se desarrolla sobre tubérculos cultivados en tierra infectada, pero solamente cuando la temperatura es inferior a 14 ° C y si la humedad relativa es relativamente alta (Walker, 1973).

El hongo sobrevive en el suelo en forma de quistes. Las esporas en reposo son estimuladas por la presencia de raíces de plantas susceptibles y germinan para producir

zoosporas primarias. Estas penetran por las células epidermales de raíces y estolones o pelos radicales, finalmente el hongo produce masas multinucleadas, las que producen zoosporas secundarias, estas posteriormente diseminan la infección a raíces y tubérculos. La invasión por zoosporas secundarias estimulan las células del huésped a hacerse grandes y más numerosas, y se producen agallas. Dentro de esas agallas, se forman agregados de esporas en reposo (Hooker 1990)(Figura 5). Las esporas en reposo sobreviven en el suelo por más de 6 años y pueden sobrevivir pasando a través del tracto digestivo de los animales (Anónimo, 1992).

Sintomatología

Según Bovey (1997) el hongo ataca las raíces y los estolones de la papa, donde forma pequeñas nudosidades. Al mismo tiempo en los tubérculos se observa la aparición de zonas levemente parduscas, del tamaño de una cabeza de alfiler, que en seis u ocho días crecen hasta alcanzar 0.5 cm de diámetro. Entre tanto, el color pardusco desaparece y los tejidos enfermos toman una apariencia gelatinosa. En esta zona se encuentran las masas de esporas pardoamarillentas del hongo. Posteriormente la epidermis se agrieta, y se desprende, con lo que quedan expuestas al exterior las masas pulverulentas de esporas (Walker, 1973; García, 1985 y Alonso 1996).

Pérdidas

Las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad se reducen a las lesiones causadas en los tubérculos, cuyo precio disminuye debido a su mal aspecto además de que este material no debe utilizarse como semilla. En condiciones favorables el hongo afecta del 20 al 50 por ciento de las cosechas. Los ataques severos ocurren en los lugares donde año tras año se plantan papas (Fuentes, 1960).

Marchitamiento por *Verticillium*

Antecedentes

La enfermedad esta difundida en diferentes países productores de papa en el mundo. Fue citada por primera vez en Europa en 1879. Es también importante en diferentes países de América del Sur, entre ellos Perú. En Argentina, Malamud (1969) la identificó por primera vez en la región sudeste de la provincia de Buenos Aires, afectando seriamente los brotes de los tubérculos conservados en cámaras refrigeradas y en montones de papa a campo cubierto con hojas y tallos de maíz (Calderoni, 1978). El marchitamiento por *Verticillium* en papa se registró en Europa y América a principios del siglo XX. Ocurre en las áreas de papa de semilla de la Nueva Inglaterra y de los estados Centrales del Norte y del Noreste de Estados Unidos de América (Anónimo, 1965).

Ubicación Taxonómica

Alexopoulos y Mims (1979) clasifican a *Verticillium* en la siguiente posición taxonómica.

Reino.....Mycetae
 División.....Amastigomycota
 Subdivisión.....Deuteromycotina
 Clase.....Deuteromycetes
 Orden.....Moniliales
 Familia.....Moniliaceae
 Género.....*Verticillium*

Etiología

Se han nombrado diferentes especies de *Verticillium*, pero las más importantes son; *V. albo-atrum* Reinke y Berthold y *V. dahliae* Kleb. *Verticillium albo-atrum* produce hifas latentes oscuras y torulosas, mientras que *Verticillium dahliae* origina pseudoesclerocios y esclerocios. Los conidios se forman en los extremos de los

conidióforos, los que son verticilados, en gran número. Los conidios normalmente no poseen tabiques y son redondos u oblongos (Calderoni, 1978 y Dickson, 1963).

Epidemiología.

V. albo-atrum crece mejor a una temperatura que fluctúa entre 20 y 25 ° C, mientras *V. dahliae* prefieren temperaturas un poco mayores (de 25 a 28 ° C) y es un poco más común en regiones cálidas (Agrios, 1996).

Calderoni (1978) comenta que la humedad elevada en suelos favorece el ataque del patógeno, así como suelos ricos en materia orgánica, pero no siempre se produce el marchitamiento de la planta en forma inmediata, la que puede sobrevivir, sin embargo, con altas temperaturas y posterior falta o escasez de agua.

Ciclo de la Enfermedad

Según Agrios (1996) ambas especies invernan en forma de micelio dentro de hospedantes perennes, en órganos de reproducción vegetativa o en restos de vegetales. *Verticillium* penetra en las raíces jóvenes de las plantas hospedantes ya sea directamente o a través de heridas. El hongo se propaga a través del tubérculo semilla así como por el viento, el agua superficial del terreno y por el suelo mismo.

Este ciclo biológico es similar al de *Fusarium* (Figura 3).

Sintomatología

Calderoni (1978) menciona que los síntomas se pueden observar en cualquier parte de la planta. Al principio el color verde normal de las hojas se torna verde pálido, los folíolos apicales tienden a enrollarse y posteriormente, el follaje se torna verde amarillento perdiendo su turgencia y termina con un color amarillento, marchitándose la

planta. Cuando el ataque es temprano, la planta puede seguir vegetando pero se produce una reducción en el tamaño de las hojas, acortamiento de los entrenudos y menor desarrollo vegetativo. Es común que el marchitamiento afecte a uno o dos tallos y el resto no muestra síntomas. En los brotes del tubérculo semilla que comienza a desarrollarse, el ápice muestra un color castaño oscuro. Las raíces pueden estar parcialmente o totalmente podridas. En los tallos subterráneos la parte afectada se torna castaño oscuro, resquebrajándose la corteza. En los tubérculos se altera el color del anillo vascular.

Pérdidas

Agrios (1996) comenta que *Verticillium* ocasiona pérdidas significativas en la mayoría de las plantas de ornato y hortalizas, así como en plantas de cultivo, árboles frutales y forestales.

La importancia de esta enfermedad en papa es diferente de acuerdo a los países, y dentro de estos, según las regiones. En general en Europa se le considera de poca importancia, pero en E.U.A y Canadá su incidencia es mayor. En E.U.A, se han mencionado pérdidas de producción del 20 al 25 por ciento y de plantas hasta del 50 por ciento (Calderoni, 1978).

Control de Hongos Fitopatógenos del Suelo

La finalidad de conocer las enfermedades es para controlarlas. Antes de que se efectúe cualquier medida de combate es necesario conocer las enfermedades, identificar los patógenos, conocer su biología, su viabilidad, la influencia del medio ambiente en el patógeno y el huésped, la interacción hospedante-parásito y los factores que predisponen a las plantas al ataque de los patógenos. El combate de las enfermedades se enfoca a proteger una población de plantas; en general la pérdida de una planta no es significativa. Una característica que debe considerarse es que la mejor manera de combatir la enfermedad es evitarla y que la mayoría de los productos químicos que se

usan actúan como agentes protectivos. Una vez que el patógeno se establece en el hospedero es muy difícil combatirlo; en realidad, son pocos los casos de cura o de recuperación de una planta atacada (De la Garza, 1996).

Métodos Generales de Control

Los métodos, en general, podemos clasificarlos en: regulatorio, cultural, físico, químico y biológico (De la Garza, 1996 y Agrios, 1996).

Método Regulatorio

Incluye las medidas que ordena el gobierno federal a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural por la Dirección General de Sanidad Vegetal, para evitar la entrada de nuevos patógenos al país, o su diseminación dentro de un área libre, lo mismo que otras disposiciones legales complementarias tendientes a disminuir la incidencia, supervivencia o diseminación de patógenos (De la Garza, 1996).

Método Cultural

Comprende todas aquellas actividades del hombre que tienen por objeto controlar las enfermedades a través de modificaciones a prácticas o labores de cultivo (De la Garza 1996). Las medidas de control que se están realizando son las siguientes: se debe emplear semilla certificada en la plantación y realizar una rotación de cultivos en la que la papa no se repita por varios años, así, como un rastreo y barbecho profundo con el fin de exponer los patógenos presentes en el suelo, estas medidas disminuyen el riesgo de infección y se realizan para cada uno de los hongos ya descritos (Bovey, 1977; García, 1985; Hooker, 1990). Otras actividades que se realizan para controlar al hongo *Colletotrichum atramentarium* y que también se deben realizar con los demás patógenos, es realizar una adecuada fertilización y hacer un buen manejo de los riegos (Hooker, 1990). Otra práctica que se lleva a cabo para evitar el ataque por *Fusarium*, es encalar el terreno si es ácido (Domínguez, 1972). Finalmente tenemos que para evitar el

ataque por *Spongospora subterranea*, además de las prácticas ya mencionadas al principio de este método de control, se deben elegir suelos con buen drenaje y acidificar el suelo con Azufre (García, 1985 y Hooker, 1990). Lo anterior se observa en la Figura 6.

Método Biológico

Es la reducción del inóculo o las actividades de un patógeno o parásito por uno o más organismos; se lleva a cabo naturalmente o por manipulación del ambiente, hospedante o antagonista. Las prácticas que se están realizando para controlar a *Rhizoctonia solani*, es mediante el uso de *Trichoderma* spp. y *Gliocladium virens* que se encuentran en la corteza de árboles y que al utilizarse en composta incorporada al suelo controla algunos patógenos entre los cuales se encuentra *Rhizoctonia solani* (De la Garza, 1996). Salazar et al. (1994) reportan una inhibición in vitro de *Fusarium* sp y *Verticillium* sp con bacterias antagónicas de la rizosfera. Las bacterias inhibitorias de *Fusarium* sp fueron: *Bacillus circulans* 55, *Bacillus* sp 56; para *Verticillium* fueron: *B. circulans* 89,90,95 y *Serratia marcescens* 98. Lo anterior se observa en la Figura 6.

Método Químico

Ayuda a proteger a las plantas contra el inóculo del patógeno y a curar una infección que ya está en desarrollo (Agrios, 1996 y De la Garza, 1996). Los productos que se están utilizando para el control de *Rhizoctonia solani* es Benlate, el que se indica como eficaz para reducir la infección del tubérculo semilla. También se menciona que el Terraclor, en dosis que varían entre 28 y 84 kg/ha, disminuyen significativamente tanto los síntomas de *Rhizoctonia* en las plantas como en el porcentaje de tubérculos cosechados infectados con esclerocios del hongo. Hernández et al. (1996) evaluaron varios fungicidas para el control de *Rhizoctonia solani*. Los resultados indican que Farbendazol (10 kg, 12 kg, 15 kg), Monceren 5 kg y Terraclor 12 LT + Benlate 1.0 kg controlan la enfermedad satisfactoriamente en estado de plántula. El Farbendazol en sus diferentes dosis y la mezcla de Terraclor + Benlate disminuyen la incidencia y severidad del patógeno en tubérculo en menor proporción que el Monceren. El fungicida

Monceren controla a *Rhizoctonia solani* a una dosis por hectárea de 5.0 a 10.0 kg realizando la aspersión en banda al fondo del surco, para lo cual se tira la semilla y luego se asperja para posteriormente tapar al tubérculo. Otro tratamiento con el mismo producto es mediante una dosis de 1.5 a 2 kg/100 de agua sumergiendo los tubérculos en esta dilución, por 3 minutos. Por cada tonelada de semilla usar esta dilución. Otro fungicida eficaz es el Rovral 50 PH utilizándose en varios tratamientos: a una dosis de 300 g/100 L de agua, la semilla se sumerge en esta suspensión por cinco minutos. El segundo tratamiento es a una dosis de 1.0 kg/ha aplicando en el momento de la siembra, asperjando al fondo del surco y bañando al tubérculo; posteriormente se tapa la semilla. En el tercer tratamiento se utiliza una dosis de 1.0 kg/ha y se aplica a la emergencia del cultivo, dirigiendo la aspersión a la base del tallo. También pueden lograrse excelentes resultados efectuando los siguientes tratamientos: en donde se utiliza una dosis de 300 g/100 L de agua la semilla se sumerge en esta suspensión durante cinco minutos y finalmente utilizando una dosis de 2.0 kg./ha aplicando en el momento de la siembra, asperjando al fondo del surco y bañando al tubérculo; posteriormente se tapa la semilla. Otro fungicida es el Maxim 4 TS a una dosis de 4 – 6 ml se aplica en tratamiento por aspersión procurando un buen cubrimiento de la semilla. Se encuentra también el clorotalonil a una dosis (L/ha) de 1.5 a 2.0. Las aplicaciones se deben iniciar cuando las plantas alcancen una altura de 15 cm. Continuar a intervalos de 7 a 10 días y acortarlos si es necesario. Este fungicida funciona de la misma manera para *Fusarium* (Rosenstein, 1998). Hernández et al. (1997) reportan a los fungicidas Maxim 48 TS a dosis de 120 g.i.a./100kg de semilla y al Monceren 20 PS a una dosis de 7.5 kg/ha que ofrecen un mayor control para *Rhizoctonia solani* y *Spongospora subterranea*. Siguiendo con el control de *Spongospora* se reportan los productos Ridomil + Bala 720 S aplicando 1 kg/100kg de semilla en inmersión más 2.5 kg/ha al momento de la siembra; como los mejores fungicidas para bajar la incidencia de *S. subterranea* en el invernadero (Ramos et al. 1994). Para el control de *Fusarium* y *Verticillium* se recomienda al Tecto como polvo humectante en la dosis de 300 g/100 litros de agua, por inmersión que de la misma manera funciona contra los dos hongos. Para el control de *Colletotrichum atramentarium* los tubérculos se tratan con formaldehído diluido, por inmersión, a una temperatura entre 45 y 50 ° C durante cinco minutos (Calderoni, 1978). Para el mismo

patógeno se encuentra el Caldo Cu de cobre a una dosis (L/ha) de 9.0 a 10.0. Los tratamientos se deben iniciar cuando las plantas tengan una altura de 15 cm. Se debe continuar a intervalos de siete a 10 días. Finalmente tenemos a *Rhizoctonia cerealis* donde Lara (1996) reporta que es susceptible a los fungicidas Terraclor, Rovral y al Tecto (Lara, 1996).

De acuerdo a los puntos tratados anteriormente se concentra en la figura 6 las diversas medidas de control que se recomiendan para disminuir el efecto de los hongos fitopatógenos de suelo en el cultivo de la papa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Experimento

El experimento se realizó en el rancho El Poleo ubicado en la región de Huachichil, municipio de Arteaga, Coahuila. Esta propiedad está situada entre las coordenadas 25° 12' 22'' latitud Norte y 100° 49' 27'' de longitud Oeste, con una altitud de 2100 msnm. Normalmente el clima es templado subhúmedo con lluvias escasas todo el año y precipitación total anual entre 450 a un poco más de 500 mm. Los porcentajes de lluvia invernal son relativamente altos, sin embargo la precipitación alcanza sus niveles máximos en el verano. La temperatura media anual, en esta área es de 13° C, las medias mensuales, son de 13° C. Las medias mensuales más elevadas, se aprecian, en mayo y junio, rebasando apenas los 16° C. Las temperaturas más bajas son en enero de 9° C (SPP, 1981). Los suelos son ricos en calcio provenientes de la erosión de rocas calizas, suelos arenosos por las areniscas y arcillosos debido a las lutitas (SARH, 1980).

Establecimiento del cultivo

El cultivo fue establecido en el ciclo primavera-verano de 1998, que comprendió desde el 8 de junio (siembra) al 24 de octubre (cosecha), con papa de la variedad Alpha.

Labores del Cultivo

Las labores de cultivo realizadas durante el ciclo, son la que normalmente efectúan los productores a nivel comercial.

Riegos

Se dieron con un intervalo de 8 a 10 días dependiendo de las condiciones de humedad, procurando mantener una humedad constante en el suelo. El sistema de riego utilizado fue por pivote central.

Diseño Experimental

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques al azar, con 13 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos realizados y las dosis empleadas se describen en la tabla 1. La prueba de comparación de medias fue la de Tukey al 5% de significancia.

Distribución de los Tratamientos.

La unidad experimental se constituyó de cuatro surcos de 10 m de largo con una separación entre ellos de 0.92 m, siendo el área de la parcela de 36.8 M². Como parcela útil se tomaron los dos surcos centrales eliminando un metro a cada extremo de ellos. El experimento quedó establecido en una superficie total de 1913.6 M². Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria como se muestra en la figura 7.

Toma de Muestra del Tubérculo Semilla, para la Detección de Fitopatógenos.

Se tomaron muestras del tubérculo semilla en el campo antes de la siembra y se llevaron al laboratorio de Fitopatología de la U.A.A.A.N con el propósito de detectar los fitopatógenos presentes en la semilla. En el laboratorio se hicieron cortes de tubérculos sanos y enfermos, bajo condiciones de asepsia en una cámara de flujo laminar, los cortes se desinfectaron en cloralex en agua esterilizada y se dejaron secar en papel filtro, finalmente se sembraron en cajas Petri con PDA y V8 Agar y se incubaron en condiciones de laboratorio.

Tabla 1.- Tratamientos y dosis, para estudiar la efectividad biológica de fungicidas para el control de hongos fitopatógenos de suelo, en el rancho el Poleo, Municipio de Arteaga, Coah.

No.de Trat.	Producto	Dosis Kg ó lt/ha
1	Testigo	
2	Monceren ¹	10 kg
3	Monceren ¹	8 kg
4	Monceren + Euparen ²	8 kg + 2 kg
5	Monceren + Euparen ²	7 kg + 3 kg
6	Monceren + Kodiak ³	8 kg + 0.12 kg
7	Monceren + Shogun ⁴	8 kg + 2 lt
8	Monceren + Moncut ⁵	8 kg + 3 kg
9	Monceren + Zineb ⁶	8 kg + 5 kg
10	Monceren + Cupravit ⁷	8 kg + 5 kg
11	Monceren + Tecto ⁸	8 kg + 2 kg
12	Monceren + Manzate ⁹	8 kg + 8 kg
13	Monceren + Captan ¹⁰	8 kg + 6 kg

**N. común
Comercial**

1. Pencycuron
Zineb

2. Diclofluanid
Cupravit

3. Bacillus subtilis
Tecto

4. Fluazinam
Manzate

N. Comercial

= Monceren

= Euparen

= Kodiak

= Shogun

N. Común

6. Zineb

7. Oxícloruro de Cobre =

8. Tiabendazol =

9. Mancozeb =

N.

=

=

=

=

5. Flutolanil
Captan

= Moncut

10. Captan

=

BI	BII	BIII	BIV
T ₉	T ₆	T ₁	T ₅
T ₁	T ₄	T ₉	T ₂
T ₈	T ₁₃	T ₄	T ₁₂
T ₁₀	T ₁₂	T ₇	T ₃
T ₂	T ₅	T ₃	T ₉
T ₁₃	T ₉	T ₆	T ₁₃
T ₁₁	T ₇	T ₁₀	T ₈

B= Bloques

T= Tratamientos

T₁ = Testigo

T₂ = Monceren 8 kg

T₃ = Monceren 8 kg

T₄ = Monceren + Euparen 8 kg + 2 kg

T₅ = Monceren + Euparen 7 kg + 3 kg

T₆ = Monceren + Kodiak 8 kg + 0.12 kg

T₇ = Monceren + Shogun 8 kg + 2 lt

T₈ = Monceren + Moncut 8 kg + 3 kg

T₉ = Monceren + Zineb 8 kg + 5 kg

T₁₀ = Monceren + Cupravit 8 kg + 5 kg

T₁₁ = Monceren + Tecto 8 kg + 2 kg

T₁₂ = Monceren + Manzate 8 kg + 8 kg

T₁₃ = Monceren + Captan 8 kg + 6 kg

Figura 7.- Distribución de los bloques y tratamientos, ubicados en el Rancho el Poleo, Municipio de Arteaga, Coahuila.

Preparación y Aplicación de los Fungicidas

Todos los tratamientos fueron aplicados al momento de la siembra. La semilla fue depositada primeramente al fondo de los surcos y posteriormente se realizó la aplicación de los fungicidas en las dosis señaladas por la tabla 1. Los fungicidas fueron previamente pesados en una balanza Ohaus de 2,610 gr de capacidad en el laboratorio de la U.A.A.A.N. El producto pesado se depositó en una bolsa etiquetándola para su posterior identificación y utilización en el campo. Las formulaciones líquidas fueron medidas con una probeta de 100 ml al momento de su aplicación en el campo.

La cantidad de agua para cubrir cada parcela experimental se calculó en base a 1000 lts/ha a una presión de 60 libras. La preparación de cada tratamiento se realizó en recipientes de plástico para posteriormente verterlo en el recipiente de la bomba aspersora, en esta mezcla se agregaron Cytoraizan

T ₆	T ₁	T ₅	T ₁
T ₁₂	T ₃	T ₁₁	T ₄
T ₃	T ₂	T ₁₃	T ₁₀
T ₅	T ₁₀	T ₈	T ₇
T ₄	T ₈	T ₂	T ₁₁
T ₇	T ₁₁	T ₁₂	T ₆

600 58.88 gr para un mejor enraizamiento y Mocap Gel 80.96 gr el cuál tiene acción nematicida. La bomba fue calibrada previamente de manera que todas las parcelas experimentales recibieran la misma dosificación de agua. Al momento de la aplicación se tomó lectura de temperatura ambiental,

temperatura de suelo, pH del agua, por ciento de humedad relativa y por ciento de nubosidad (Tabla 2).

Tabla 2.- Datos ambientales tomados en la fecha de aplicación.

Fecha	Temp. M.A. ° C	Temp. Suelo ° C	pH Agua	% H.R.	%Nubosidad
8/Junio/1998	37	23	7	38	0

Además se le dio un seguimiento al cultivo, con la finalidad de evitar problemas de enfermedades comunes en la región como los tizones tardío y temprano, para ello se realizaron aplicaciones con productos químicos como: clorotalonil, Manzate, Alliet, y para la palomilla de la papa se aplicó la mezcla de Agresor y Fostión.

El desvare fue realizado a los 126 días de la siembra con una desvaradora mecánica, realizándose posteriormente la cosecha a los 12 días.

Cosecha

La cosecha se hizo de forma manual con la ayuda de un biello, evitando dañar los tubérculos. De cada parcela experimental se escogieron los dos surcos medios y se cosecharon los dos metros centrales; depositando la producción de cada parcela en arpillas con su respectiva etiqueta para su posterior identificación. A continuación los tubérculos de cada parcela se lavaron para eliminar la tierra adherida, para luego hacer la clasificación, el pesado y la evaluación de los parámetros estudiados.

Parámetros Evaluados

Incidencia de *Rhizoctonia solani* a los 48 días de la Siembra.

De cada parcela experimental se escogieron los dos surcos de la parcela útil y se midieron los 8 m centrales de cada surco. Se tomaron 25 tallos, los que se depositaron en una bolsa de polietileno etiquetándola con el número de tratamiento para su observación en el laboratorio de la U.A.A.A.N a donde fueron llevados. Los tallos se lavaron para retirar la tierra y se procedió a

revisarlos observando si se presentaba o no lesiones de color café rojizo cubriendo la parte basal del tallo. Los datos obtenidos se transformaron a por ciento de tallos enfermos.

Incidencia de *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp., *Colletotrichum atramentarium*, a los 78 días de la siembra.

De cada parcela experimental se escogieron los dos surcos de la parcela útil y se midieron 8 m centrales de cada surco; posteriormente se tomaron 25 tallos se depositaron en una bolsa de polietileno etiquetándola con el número de tratamiento correspondiente para su observación en el laboratorio de la U.A.A.A.N a donde fueron llevados. Los tallos se lavaron para retirar la tierra adherida y finalmente se procedió a revisar si se presentaban o no daños ocasionados por *R. solani*, *C. atramentarium* y *Fusarium* spp. También se revisaron los estolones para determinar la presencia de *R. solani*.

Incidencia de *Rhizoctonia solani*, *Spongospora subterranea* en Tubérculos de papa a la Cosecha (a los 138 días).

La evaluación de este parámetro se realizó al momento de la cosecha. Para la incidencia de *R. solani* primeramente se separaron los tubérculos cosechados de cada parcela en sanos (sin esclerocios) y en enfermos (con esclerocios). Posteriormente se contó el número de tubérculos tanto sanos como enfermos. Los datos se transformaron en por ciento de tubérculos dañados. Para determinar la incidencia de *Spongospora subterranea* teniendo ya los tubérculos separados de cada parcela, se procedió a separar los sanos de los enfermos. Posteriormente se contó el número sanos como enfermos. Los datos se transformaron en por ciento de tubérculos dañados.

Severidad de *Rhizoctonia solani* en Tubérculo de Papa a la cosecha (a los 138 días).

La evaluación de este parámetro se realizó de acuerdo a la escala propuesta por la European Plant Protección Organización (1981) (Tabla 3). Posteriormente se contó el número de tubérculos presentes en cada clase y los datos se transformaron en por ciento de tubérculos dañados.

Rendimiento y Calidad de Tubérculos Cosechados.

La evaluación del rendimiento y la calidad de la cosecha se hizo primeramente clasificando los tubérculos de acuerdo a las categorías: Segunda, Tercera y Cuarta (cuadro 4). Después se pesaron los tubérculos obtenidos en cada una de las categorías y por último se obtuvo el peso total de producción de cada parcela experimental.

Fitotoxicidad.

Se realizó por la observación visual considerando el vigor y color de la planta.

Tabla 3. Escala propuesta por la European and Mediterranean Plant Protección Organización (1981) para determinar la severidad de *Rhizoctonia solani* en tubérculos de papa..

ESCALA	DESCRIPCION
1	1% de tubérculo
2	5% de tubérculo
3	10% de tubérculo
4	15% de tubérculo

Tabla 4.- Categorías empleadas en la clasificación de los tubérculos obtenidos al momento de la cosecha, para medir rendimiento y calidad de la cosecha.

CATEGORIA	DIAMETRO
Primera	55 a 85
Segunda	35 a 55

Tercera
Cuarta

20 a 35
Menor de 20

APENDICE

Tabla 1.- Incidencia de *Rhizoctonia solani* expresada en por ciento en tallos de papa a los 48 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	30	50	50	40	70	42.50
2	10	10	30	15	65	16.25
3	30	5	40	15	90	22.50
4	5	0	20	10	35	8.75
5	20	30	10	15	75	18.75
6	0	10	10	20	40	10.00
7	15	20	20	10	65	16.25
8	5	15	25	35	80	20.00
9	0	5	40	30	75	18.75
10	5	20	15	15	55	13.75
11	10	10	15	10	45	11.25
12	5	10	5	10	30	7.50
13	20	15	35	30	100	25.00

Tabla 2.- Datos transformados por $\text{Arc } \sqrt{X + 1/100}$ de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 48 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	33.83	45.57	45.57	39.81	164.78	41.20
2	19.37	19.37	33.83	23.58	96.15	24.04
3	33.83	14.18	39.81	23.58	111.4	27.85
4	14.18	5.74	27.27	19.37	66.56	16.64
5	27.27	33.83	19.37	23.58	104.05	26.01
6	5.74	19.37	19.37	27.27	71.75	17.94
7	23.58	27.27	27.27	19.37	97.49	24.37
8	14.18	23.58	30.66	36.87	105.29	26.32
9	5.74	14.18	39.81	33.83	93.56	23.39
10	14.18	27.27	23.58	23.58	88.61	22.15
11	19.37	19.37	23.58	19.3	81.69	20.42

12	14.18	19.37	14.18	19.37	67.1	16.78
13	27.27	23.5	36.87	33.83	121.55	30.39

Tabla 3.- Análisis de varianza para la incidencia de *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 48 días de la siembra.

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	2080.6191	173.3849	3.7573	0.001
Bloques	3	662.5137	220.837891	4.7856	0.007
Error	36	1661.2754	46.1465		
Total	51	4404.4082			

C.V. = 27.937998%

Tabla 4.- Incidencia de *Rhizoctonia solani* expresado en por ciento, en tallos de papa a los 78 días de la siembra

Trat.	BLOQUES				Σ	%X
	I	II	III	IV		
1	30	70	60	80	240	60.00
2	40	20	20	10	90	22.50
3	10	10	50	20	90	22.50
4	10	10	10	10	40	10.00
5	20	20	20	10	70	17.50
6	40	20	20	10	90	22.50
7	10	20	20	20	70	17.50
8	10	20	30	50	110	27.50
9	20	30	20	40	110	27.50
10	30	10	20	40	100	25.00
11	20	40	20	20	100	25.00
12	20	20	20	40	100	25.00
13	30	10	30	30	100	25.00

Tabla 5.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

Trat.	BLOQUES				Σ	%X
	I	II	III	IV		
1	33.21	56.79	50.77	63.43	204.2	51.05
2	39.23	26.57	26.57	18.43	110.8	27.70
3	18.43	18.43	45.00	26.57	108.43	27.11
4	18.43	18.43	18.43	18.43	73.72	18.43
5	26.57	26.57	26.57	18.43	98.14	24.54
6	39.23	26.57	26.57	18.43	110.8	27.70
7	18.43	26.57	26.57	26.57	98.14	24.54
8	18.43	26.57	33.21	45.00	123.21	30.80

9	26.57	33.21	26.57	39.23	125.58	31.40
10	33.21	18.43	26.57	39.23	117.44	29.36
11	26.57	39.23	26.57	26.57	118.94	29.74
12	26.57	26.57	26.57	39.23	118.94	29.74
13	33.21	18.43	33.21	33.21	118.06	29.5

Tabla 6.- Análisis de varianza para la incidencia de *Rhizoctonia solani* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

F.V	G.L	S.C.	C.M.	F.	P>P
Tratamientos	12	2614.4023	217.8668	3.1434	0.004
Bloques	3	156.000	52.000	0.7503	0.532
Error	36	2495.1484	69.3097		
Total	31	5265.5508			

C.V. = 28.361687%

Tabla 7.- Incidencia de *Rhizoctonia solani* expresado en por ciento en estolones a los 78 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	50	40	50	30	170	42.50
2	20	10	20	10	60	15.00
3	30	10	20	20	80	20.00
4	10	10	30	10	60	15.00
5	10	20	10	10	50	12.50
6	10	20	20	10	60	15.00
7	20	20	10	10	60	15.00
8	10	20	20	30	80	20.00
9	20	30	20	30	100	25.00
10	20	10	20	30	80	20.00
11	20	20	20	10	70	17.50
12	20	10	10	20	60	15.00
13	10	10	20	20	60	15.00

Tabla 8.- Datos transformados por $\text{Arc Sen } \sqrt{X+1}/100$ de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en estolones de papa a los 78 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	45.00	39.23	45.00	33.21	162.44	40.61
2	26.57	18.43	26.57	18.43	90.00	22.50
3	33.21	18.43	26.57	26.57	104.78	26.20

4	18.43	18.43	33.21	18.43	88.5	22.13
5	18.43	26.57	18.43	18.43	81.86	20.47
6	18.43	26.57	26.57	18.43	90.00	22.50
7	26.57	26.57	18.43	18.43	90.00	22.50
8	18.43	26.57	26.57	33.21	104.78	26.20
9	26.57	33.21	26.57	33.21	119.56	29.89
10	26.57	18.43	26.57	33.21	104.78	26.20
11	26.57	26.57	26.57	18.43	98.14	24.54
12	26.57	18.43	18.43	26.57	90.00	22.50
13	18.43	18.43	26.57	26.57	90.00	22.50

Tabla 9.- Análisis de varianza para la incidencia de *Rhizoctonia solani* en estolones de papa a los 78 días de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	1324.4297	110.3691	3.8769	0.001
Bloques	3	38.3242	12.7747	0.4487	0.723
Error	36	1024.8555	28.4682		
Total	51	2387.6094			

C.V. = 21.101364%

Tabla 10.- Incidencia de *Rhizoctonia solani* (expresado en por ciento) en tubérculos de papa a la cosecha.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	84.35	77.78	79.17	63.64	304.94	76.24
2	5.43	9.21	19.56	14.91	49.11	12.28
3	15.87	7.78	58.67	30.97	113.29	28.32
4	7.32	12.90	29.41	5.26	54.89	13.72
5	5.66	19.75	10.26	18.75	54.42	13.61
6	11.54	9.28	23.75	10.09	54.66	13.67
7	20.00	4.17	23.91	10.53	58.61	14.65
8	12.35	12.12	31.64	16.13	72.24	18.06
9	6.18	7.14	31.82	39.68	84.82	21.21
10	14.74	13.63	18.42	21.87	68.66	17.17
11	10.34	21.54	26.74	16.92	75.54	18.89
12	10.00	10.64	36.11	9.83	66.58	16.65
13	9.68	18.55	10.59	32.35	71.17	17.79

Tabla 11.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+11/100}$ de la incidencia de *Rhizoctonia solani*, en tubérculos de papa a la cosecha.

BLOQUES						
----------------	--	--	--	--	--	--

Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	66.69	61.88	62.84	52.91	244.32	61.08
2	13.47	17.67	26.25	22.71	80.1	20.03
3	23.48	16.19	49.99	33.81	123.47	30.87
4	15.70	21.05	32.84	13.26	82.85	20.71
5	13.76	26.38	18.68	25.66	84.48	21.12
6	19.86	17.83	29.17	18.52	85.38	21.35
7	26.56	11.78	29.27	18.93	86.5	21.64
8	20.57	20.37	34.23	23.68	98.85	24.71
9	14.39	15.50	34.34	39.04	103.27	25.82
10	22.58	21.66	25.42	27.88	97.54	24.39
11	18.76	27.65	31.14	24.29	101.84	25.46
12	18.43	19.04	36.93	18.27	92.67	23.17
13	18.13	25.51	18.99	34.66	97.29	24.32

Tabla 12.- Análisis de varianza para la incidencia de *Rhizoctonia solani* en tubérculos de papa a la cosecha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	5578.05859	464.83822	9.9567	0.000
Bloques	3	914.46875	304.8229	6.5292	0.002
Error	36	1680.69531	46.686		
Total	51	8173.22266			

C.V. = 25.772596%

Tabla 13.- Severidad de la Costra Negra (expresado en por ciento) en tubérculos de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*

Trat.	BLOQUES				Σ	%X
	I	II	III	IV		
1	64.95	75.00	48.64	61.90	250.49	62.62
2	100.00	100.00	77.78	88.23	366.01	91.50
3	80.00	62.50	54.54	71.43	268.47	67.12

4	100.00	50.00	55.00	80.00	285.00	71.25
5	100.00	75.00	75.00	73.33	323.33	80.83
6	100.00	66.67	78.95	72.73	318.35	79.59
7	100.00	100.00	77.27	100.00	377.27	94.32
8	50.00	100.00	88.00	60.00	298.00	74.50
9	100.00	100.00	85.71	48.00	333.71	83.43
10	64.28	80.00	71.43	50.00	265.71	66.43
11	100.00	92.86	56.52	81.82	331.20	82.80
12	100.00	100.00	80.77	100.00	380.77	95.19
13	100.00	100.00	100.00	68.18	368.18	92.05

Tabla 14.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

Trat.	B L O Q U E S				Σ	%X
	I	II	III	IV		
1	53.70	60.00	44.22	51.88	209.8	52.45
2	90.00	90.00	61.86	69.93	311.79	77.95
3	63.43	52.24	47.60	57.69	220.96	55.24
4	90.00	45.00	47.87	63.43	246.3	61.58
5	90.00	60.00	60.00	58.91	268.91	67.23
6	90.00	54.74	62.69	58.52	265.95	66.49
7	90.00	90.00	61.53	90.00	331.53	82.88
8	45.00	90.00	69.73	50.77	255.5	63.88
9	90.00	90.00	67.79	43.85	291.64	72.91
10	53.29	63.43	57.69	45.00	219.41	54.85
11	90.00	74.50	48.75	64.75	278.00	69.50

12	90.00	90.00	63.99	90.00	333.99	83.50
13	90.00	90.00	90.00	55.66	325.66	81.42

Tabla 15.- Análisis de varianza para la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el uno por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	E.	P>F
Tratamientos	12	5611.82812	467.6523	2.7161	0.010
Bloques	3	3173.15625	1057.71875	6.1206	0.002
Error		36	6221.2656	172.81292	
Total			51	15006.25	

C.V. = 19.204746%

Tabla 16.- Severidad de la Costra Negra (expresado en por ciento) en tubérculos de Papa con el cinco por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	18.56	10.71	40.54	14.29	84.10	21.03
2	0.00	0.00	22.22	11.77	33.99	8.50
3	20.00	25.00	15.90	28.57	89.47	22.37
4	0.00	50.00	30.00	20.00	100.00	25.00
5	0.00	25.00	25.00	13.33	63.33	15.83
6	0.00	33.33	21.05	18.17	72.55	18.14
7	0.00	0.00	22.73	0.00	22.73	5.68
8	40.00	0.00	12.00	20.00	72.00	18.00
9	0.00	0.00	14.29	44.00	58.29	14.57

10	35.71	20.00	28.57	28.57	112.85	28.21
11	0.00	7.14	21.74	18.18	47.06	11.77
12	0.00	0.00	19.23	0.00	19.23	4.81
13	0.00	0.00	0.00	13.64	13.64	3.41

Tabla 17.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el cinco por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	26.25	20.01	40.13	23.02	109.41	27.35
2	5.74	5.74	28.81	20.94	61.23	15.31
3	27.27	30.66	24.27	32.94	115.14	28.79
4	5.74	45.57	33.21	27.27	111.79	27.95
5	5.74	30.66	30.66	22.24	89.30	22.33
6	5.74	35.87	28.01	25.96	95.58	23.90
7	5.74	5.74	29.15	5.74	46.37	11.59
8	39.81	5.74	21.13	27.27	93.95	23.49
9	5.74	5.74	23.02	42.13	76.63	19.16
10	37.29	27.27	32.94	32.94	130.44	32.61
11	5.74	16.58	28.48	25.97	76.77	19.19
12	5.74	5.74	26.73	5.74	43.95	10.99
13	5.74	5.74	5.74	22.50	39.72	9.93

Tabla 18.- Análisis de varianza para la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el cinco por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	2602.7754	216.89795	1.9939	0.054
Bloques	3	1328.50	442.83334	4.0709	0.014
Error	36	3916.0566	108.77935		
Total	51	7847.332			

C.V. = 49.743755%

Tabla 19.- Severidad de la Costra negra (expresado en por ciento) en tubérculos de papa con el diez por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	4.12	5.36	10.82	11.90	32.2	8.05
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	12.5	22.72	0.00	35.22	8.81
4	0.00	0.00	15.00	0.00	15.00	3.75

5	0.00	0.00	0.00	13.33	13.33	3.33
6	0.00	0.00	0.00	9.10	9.1	2.28
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	10.00	0.00	0.00	20.00	30.00	7.50
9	0.00	0.00	0.00	8.00	8.00	2.00
10	0.00	0.00	0.00	21.43	21.43	5.36
11	0.00	0.00	21.74	0.00	21.74	5.44
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	18.18	18.18	4.55

Tabla 20.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el diez por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	13.08	52.89	20.11	21.05	107.13	26.78
2	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
3	5.74	21.56	29.15	5.74	62.19	15.55
4	5.74	5.74	53.58	5.74	70.8	17.70
5	5.74	5.74	5.74	22.24	39.46	9.87
6	5.74	5.74	5.74	18.53	35.75	8.94
7	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
8	19.37	5.74	5.74	27.27	58.12	14.53
9	5.74	5.74	5.74	17.46	34.68	8.67
10	5.74	5.74	5.74	28.27	45.49	11.37
11	5.74	5.74	28.48	5.74	45.7	11.43
12	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
13	5.74	5.74	5.74	25.97	43.19	10.80

Tabla 21.- Análisis de varianza para la severidad de la Costra Negra en tubérculos de Papa con el diez por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	1507.11914	125.59326	1.4806	0.177
Bloques	3	390.9663	130.3221	1.5364	0.221

Error	36	3053.65185	84.82366
Total	51	4951.7373	

C.V. = 82.374817%

Tabla 22.- Severidad de la Costra Negra (expresado en por ciento) en tubérculos de papa con el quince por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.



BLOQUES

<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	12.3	8.93	0.00	11.90	33.13	8.28
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla 23.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el quince por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	21.39	18.37	5.74	21.05	66.55	16.64
2	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
3	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
4	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
5	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
6	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
7	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
8	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
9	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
10	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
11	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
12	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
13	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74

Tabla 24.- Análisis de varianza para la severidad de la Costra Negra en tubérculos de papa con el quince por ciento de superficie cubierto por *Rhizoctonia solani*.

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	438.481689	36.54014	8.6993	0.000
Bloques	3	12.6003	4.2001	0.9999	0.595
Error	36	151.21215	4.2003		
Total	51	602.2942			

C.V. = 31.155197%

Tabla 25.- Incidencia de *Fusarium spp.* expresado en por ciento en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

Trat.	BLOQUES					Σ	%X
	I	II	III	IV			
1	60	40	40	50	190	47.50	
2	50	50	50	10	160	40.00	
3	40	40	50	40	170	42.50	
4	30	30	50	40	150	37.50	
5	20	40	20	40	120	30.00	
6	20	30	40	40	130	32.50	
7	50	30	50	50	180	45.00	
8	40	10	30	40	120	30.00	
9	20	30	20	50	120	30.00	
10	10	10	10	20	50	12.50	
11	20	20	30	60	130	32.50	
12	20	30	20	40	110	27.50	
13	20	20	30	40	110	27.50	

Tabla 26- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de *Fusarium spp.* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

Trat.	BLOQUES					Σ	%X
	I	II	III	IV			
1	50.77	39.23	39.23	45.00	174.23	43.56	
2	45.00	45.00	45.00	18.43	153.43	38.36	
3	39.23	39.23	45.00	39.23	162.69	40.67	
4	33.21	33.21	45.00	39.23	150.65	37.66	
5	26.57	39.23	26.57	39.23	131.6	32.90	
6	26.57	33.21	39.23	39.23	138.24	34.56	
7	45.00	33.21	45.00	45.00	168.21	42.05	
8	39.23	18.43	33.21	39.23	130.1	32.53	
9	26.57	33.21	26.57	45.00	131.35	32.84	
10	18.43	18.43	18.43	26.57	81.86	20.47	
11	26.57	26.57	33.21	50.77	137.12	34.28	
12	26.57	33.21	26.57	39.23	125.58	31.40	
13	26.57	26.57	33.21	39.23	125.58	31.40	

Tabla 27.- Análisis de varianza para la incidencia de *Fusarium spp* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	1705.10546	142.0921	2.6182	0.013
Bloques	3	341.8086	113.9362	2.0994	0.116
Error	36	1953.7422	54.2706		
Total	51	4000.6562			

C.V. = 21.156982%

Tabla 28.- Incidencia de *Colletotrichum atramentarium* expresado en por ciento, en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	20	20	10	20	70	17.50
2	10	20	30	0	60	15.00
3	10	0	10	30	50	12.50
4	10	0	20	0	30	7.50
5	20	20	0	0	40	10.00
6	10	0	0	0	10	2.50
7	0	0	10	0	10	2.50
8	0	0	0	0	0	0.00
9	0	20	0	0	20	5.00
10	0	0	0	0	0	0.00
11	10	10	0	0	20	5.00
12	10	0	20	10	40	10.00
13	0	0	0	10	10	2.50

Tabla 29.-Datos transformados por $\text{Arc Sen } \sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de *Colletotrichum atramentarium*, en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	27.27	27.27	19.37	27.27	101.18	25.30
2	19.37	27.27	33.83	5.74	86.21	21.55
3	19.37	5.74	19.37	33.83	78.31	19.58
4	19.37	5.74	27.27	5.74	58.12	14.53
5	27.27	27.27	5.74	5.74	66.02	16.51
6	19.37	5.74	5.74	5.74	36.59	9.15
7	5.74	5.74	19.73	5.74	36.59	9.15
8	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
9	5.74	27.27	5.74	5.74	44.49	11.12
10	5.74	5.74	5.74	5.74	22.96	5.74
11	19.37	19.37	5.74	5.74	50.22	12.56
12	19.37	5.74	27.27	19.37	71.75	17.94

13 5.74 5.74 5.74 19.37 36.59 9.15

Tabla 30.- Análisis de varianza para la incidencia de *Colletotrichum atramentarium* en tallos de papa a los 78 días de la siembra.

<i>F.V.</i>	<i>G.L</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	1816.0752	151.3396	1.9607	0.059
Bloques	3	96.2373	32.0791	0.4156	0.746
Error	36	2778.7002	77.1861		
Total	51	4691.0127			

C.V.= 64.165154 %

Tabla 31.- Incidencia de *Spongospora subterranea* en tubérculos de papa a la cosecha.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	1.74	12.50	10.42	6.45	31.11	7.78
2	8.70	7.89	8.70	5.26	30.55	7.64
3	9.52	8.89	5.33	2.65	26.39	6.60
4	7.32	3.23	2.94	6.32	19.81	4.95
5	5.66	9.88	8.97	3.75	28.26	7.07
6	2.56	3.09	7.50	3.67	16.82	4.21
7	8.00	8.33	3.26	6.32	25.91	6.48
8	6.17	12.12	8.86	8.60	35.75	8.94
9	3.10	8.93	2.30	6.35	20.68	5.17
10	7.37	5.45	5.26	10.94	29.02	7.26
11	10.34	10.77	5.81	6.15	33.07	8.27
12	12.00	9.57	11.11	8.20	40.88	10.22
13	3.23	2.42	7.06	10.30	23.01	5.75

Tabla 32.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ de la incidencia de *Spongospora subterranea* en tubérculos de papa a la cosecha.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%$
1	7.58	20.70	18.83	14.71	61.82	15.46
2	17.15	16.31	17.15	13.26	63.87	15.97
3	17.97	17.35	13.35	9.37	58.04	14.51
4	15.70	10.35	9.87	14.56	50.48	12.62
5	13.76	18.32	17.43	11.16	60.67	15.17
6	9.21	10.12	15.89	11.04	46.26	11.57
7	16.43	16.77	10.40	14.56	58.16	14.54
8	14.38	20.37	17.32	17.05	69.12	17.28
9	10.14	17.39	8.72	14.59	50.84	12.71
10	15.75	13.50	13.26	19.31	61.82	15.46
11	18.76	19.16	13.95	14.36	66.23	16.56

12	20.27	18.02	19.47	16.64	74.4	18.60
13	10.35	8.95	15.41	18.72	53.43	13.36

Tabla 33.- Análisis de varianza para la incidencia de *Spongospora subterranea* en tubérculos de papa a la cosecha.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.	P>F
Tratamientos	12	190.82519	15.9021	1.3203	0.250
Bloques	3	19.261719	6.42057	0.5331	0.667
Error	36	4333.5996	12.04443		
Total	51	643.6865			

C.V. = 23.281792%

Tabla 34.- Peso Total en kilogramos de tubérculos de papa a la cosecha.

Trat.	BLOQUES				Σ	%X
	I	II	III	IV		
1	100.00	100.00	100.67	100.00	400.66	100.17
2	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
3	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
4	100.00	100.00	100.00	100.01	400.01	100.01
5	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
6	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
7	100.00	100.00	113.42	100.00	413.42	103.35
8	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
9	100.01	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
10	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
11	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
12	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00
13	100.00	100.00	100.00	100.00	400.00	100.00

Tabla 35.- Análisis de varianza para el peso total en kilogramos de tubérculos de papa a la cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamientos	12	41.781250	3.481771	1.0045	0.465
Bloques	3	10.750000	3.583333	1.0338	0.390
Error	36	124.781250	3.466146		
Total	51	177.312500			

C.V. = 1.86 %

Tabla 36.- Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 2°

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	14.31	44.25	38.86	33.50	130.92	32.73
2	40.80	30.53	50.33	39.20	160.86	40.22
3	31.79	44.90	42.46	17.53	136.68	34.17
4	21.46	52.24	59.13	43.10	175.93	43.98
5	14.71	50.36	38.32	38.77	142.16	35.54
6	28.73	46.91	15.38	47.40	138.42	34.61
7	0.00	28.81	34.56	50.00	113.37	28.34
8	36.15	43.12	51.84	50.61	181.72	45.43
9	42.93	31.53	52.41	63.36	190.23	47.56
10	43.56	33.13	34.07	37.72	148.48	37.12
11	0.00	44.55	16.08	43.26	103.89	25.97
12	13.59	46.25	34.43	68.84	163.11	40.78

13	20.53	41.77	34.36	48.79	145.45	36.36
----	-------	-------	-------	-------	--------	-------

Tabla 37.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$ del peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 2°.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	23.03	42.27	39.15	35.97	140.42	35.11
2	40.28	34.16	45.76	39.35	159.55	39.89
3	34.93	42.65	41.24	25.50	144.32	36.08
4	27.60	46.86	50.84	41.61	166.91	41.73
5	23.35	45.78	38.83	39.10	147.06	36.77
6	33.04	43.80	23.87	44.08	144.79	36.20
7	5.74	33.09	36.60	45.57	121.00	30.25
8	37.55	41.62	46.62	45.92	171.71	42.93
9	41.51	34.77	46.95	53.34	176.57	44.14
10	41.88	35.75	36.31	38.48	152.42	38.11
11	5.74	42.25	24.41	41.70	114.3	28.58
12	21.63	43.42	36.53	56.69	158.27	39.57
13	27.64	40.84	36.49	44.88	149.85	37.46

Tabla 38.- Análisis de varianza para el peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 2°

	<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	975.85937	81.3216	1.1519	0.352	
Bloques	3	1639.30468	546.4648	7.7404	0.001	
Error	36	2541.4140	70.5948			
Total	51	5156.578				

C.V. = 22.438093%

Tabla 39.- Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría de categoría 3°

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	54.08	32.74	43.68	41.37	171.87	42.97
2	35.10	48.42	28.67	50.96	163.15	40.79
3	34.68	38.10	33.22	61.71	167.71	41.93
4	51.14	30.20	20.63	44.20	146.17	36.54
5	39.07	30.93	34.38	28.83	133.21	33.30
6	37.33	37.03	39.56	26.03	139.95	34.99
7	43.75	48.01	40.27	33.41	165.44	41.36
8	42.31	32.11	29.75	27.00	131.17	32.79

9	26.53	33.78	27.80	32.53	120.64	30.16
10	36.81	36.81	34.07	51.00	158.69	39.67
11	27.78	28.71	22.11	23.03	101.63	25.41
12	30.86	33.13	48.58	23.91	136.48	34.12
13	33.11	42.62	52.82	17.07	145.62	36.41

Tabla 40.- Datos transformados por $\text{Arc Sen } \sqrt{X+1/100}$ del peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 3°.

BLOQUES						
<i>Trat.</i>	<i>I</i>	<i>II</i>	<i>III</i>	<i>IV</i>	Σ	$\%X$
1	47.34	34.90	41.37	40.03	163.64	40.91
2	36.33	44.09	32.37	45.55	158.34	39.59
3	36.08	38.11	35.19	51.77	161.15	40.29
4	45.65	33.33	27.01	41.67	147.66	36.92
5	38.69	33.79	35.90	32.47	140.85	35.21
6	37.66	37.48	38.98	30.68	144.8	36.20
7	41.41	43.86	39.39	35.31	159.97	39.99
8	40.58	34.52	33.05	31.31	139.46	34.87
9	31.00	35.53	31.82	34.77	133.12	33.28
10	37.35	37.35	35.71	45.57	155.98	39.00
11	31.81	32.40	28.25	28.68	121.14	30.29
12	33.75	35.14	44.19	29.27	142.35	35.59
13	35.13	40.76	46.61	24.40	146.9	36.73

Tabla 41.- Análisis de varianza para el peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría de 3°

<i>F.V.</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	459.03125	38.2526	1.1603	0.346
Bloques	3	25.804688	8.60156	0.2609	0.854

Error	36	1186.8047	32.9668
Total	51	1671.6406	

C.V. = 15.588113%

Tabla 42.- Peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 4°

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	31.61	23.01	18.13	25.12	97.87	24.47
2	24.10	21.05	21.00	9.80	75.95	18.99

3	33.53	17.00	24.31	20.69	95.53	23.88
4	27.40	17.56	20.24	12.71	77.91	19.48
5	46.22	18.70	27.22	32.40	124.54	31.14
6	33.94	16.05	45.05	26.52	121.56	30.39
7	56.25	23.18	38.59	16.59	134.61	33.65
8	21.54	24.77	18.40	22.39	87.1	21.78
9	30.55	34.53	19.77	4.11	88.96	22.24
10	19.63	30.06	31.77	11.23	92.69	23.17
11	72.22	26.73	61.50	33.71	194.16	48.54
12	55.55	20.62	16.98	7.25	100.4	25.10
13	46.36	15.56	12.82	34.14	108.88	27.22

Tabla 43.- Datos transformados por Arc Sen $\sqrt{X+1/100}$
del peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la
categoría de 4°.

BLOQUES						
Trat.	I	II	III	IV	Σ	%X
1	34.21	28.66	25.20	30.08	118.15	29.54
2	29.40	27.31	27.27	18.24	102.22	25.56
3	35.38	24.35	29.54	27.06	116.33	29.08
4	31.56	24.77	26.54	20.89	103.76	25.94
5	42.83	25.62	31.45	34.69	134.59	33.65
6	35.63	23.62	42.16	30.99	132.4	33.10
7	48.59	28.78	38.40	24.03	139.8	34.95
8	27.65	29.85	25.40	28.24	111.14	27.79
9	33.55	35.99	26.40	11.70	107.64	26.91
10	26.30	33.25	34.31	19.58	113.44	28.36
11	58.19	31.13	51.65	35.49	176.46	44.12
12	48.19	27.01	24.33	15.62	115.15	28.79
13	42.92	23.23	20.98	35.75	122.88	30.72

Tabla 44.- Análisis de varianza para el peso en kilogramos de tubérculo cosechado en la categoría del 4°

<i>F.V</i>	<i>G.L.</i>	<i>S.C.</i>	<i>C.M.</i>	<i>F.</i>	<i>P>F</i>
Tratamientos	12	1190.1328	99.1777	2.1015	0.042
Bloques	3	1139.8164	379.9388	8.0507	0.001
Error	36	1698.9531	47.1931		
Total	51	4028.9023			

C.V = 22.411213%