

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Evaluación de dos materiales orgánicos en la etapa *in vitro*
contra *Rhizoctonia solani***

Por:

JOSÉ PABLO LEÓN NEGRETE

TESIS

**Presentada como Requisito parcial para
Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Junio de 1998

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS MATERIALES ORGÁNICOS EN LA ETAPA *in vitro* CONTRA
*Rhizoctonia solani***

**POR:
JOSÉ PABLO LEÓN NEGRETE**

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. CONSEJO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**ING. M.C. JESÚS GARCÍA CAMARGO
PRESIDENTE DEL JURADO**

**ING. M.C. MA. ELIZABETH GALINDO CEPEDA
SINODAL**

**ING. MARIA MAGDALENA RODRÍGUEZ VALDÉS
SINODAL**

**ING. M.C. MARIANO FLORES DAVILA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH.

JUNIO DE 1998

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. M.C. Jesús García Camargo, de manera muy especial por su invaluable amistad y por la oportunidad que me brindó para realizar el presente trabajo, por sus finas atenciones y valiosos consejos.

A la M. C. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda, por su amistad dentro y fuera de la aula y por su desinteresada colaboración para la realización de la presente investigación.

A la Ing. María Magdalena Rodríguez Valdés, por la colaboración para el desarrollo de esta tesis.

Al Ing. M.C. Víctor Manuel Reyes Salas, por la colaboración en el arreglo estadístico del diseño experimental del presente trabajo, sin esperar nada a cambio.

Al Ing. M.C. Alejandro Moreno Nuñez, por su invaluable aportación de conocimientos estadísticos y técnicos para la realización del trabajo,

Al Ing. Héctor Hernández Huerta, por su tiempo e interés mostrado en la realización así como sus acertadas sugerencias para la elaboración del mismo.

Al Dr. Gabriel Gallegos por sus acertadas sugerencias para mejorar, la redacción del presente.

A INTRAKAM, S. A. de C. V. y al Dr. Adan Kamara Keita por haberme proporcionado los productos evaluados y el apoyo para la conclusión del presente trabajo.

Al Ing. M.C. Ricardo Cuéllar Flores, por su valiosa amistad y su desinteresada colaboración.

Al Departamento de Parasitología y personal que en él labora, por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y alcanzar la meta que me había fijado.

A mis compañeros de la generación LXXXIV de la especialidad de parasitología, por la amistad y los gratos momentos que pasamos juntos.

A mis compañeros de dormitorios (Palomar, 1 y Módulo 14) por ser antes que compañeros, grandes amigos.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han influido para la realización del presente trabajo.

Con eterno respeto a mi “Alma Terra Mater” que fué fuente principal en mi formación profesional.

DEDICATORIA

Con cariño y profundo respeto a mis padres.

Sr. Rafael León Negrete

y

Sra. Consuelo Negrete Ledesma

A quienes dedico el presente trabajo de investigación, como un humilde homenaje por el digno ejemplo de sencillez, honradez, calidad humana y de trabajo, que supieron inculcarle a todos sus hijos, de lo que debemos estar agradecidos, ya que teniendo tan poco, nos han dado mucho sin esperar nada a cambio y agradecerle que me hayan dado la libertad de escoger mi propio destino en mi formación profesional. Para ellos mi eterno agradecimiento.

A mis hermanos:

Joel

René

Guadalupe

Rosa

Vicente

Humberto

Rafael

De quienes he recibido apoyo y comprensión en los momentos gratos y difíciles, en todo momento.

A mis sobrinos:

Que con sus risas y juegos nos brindan la alegría de nuestra casa.

Nayeli, Lucero, Angel, Manuelito, Vicente, Laura, José Guadalupe, Alberto, César, Fabiola y su hermanito, Brenda, Viridiana y Humbertito.

A mis tíos:

Por el apoyo brindado durante mis estudios.

A mis primos:

Por la unidad en que convivimos.

INDICE

INTRODUCCION1

REVISION DE LITERATURA	3
CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	3
MORFOLOGÍA	4
FISIOLOGÍA	5
PRODUCCIÓN MUNDIAL	6
PRODUCCIÓN NACIONAL	7
PRODUCCIÓN REGIONAL	7
IMPORTANCIA SOCIOECONÓMICA NACIONAL	7
DISPOSICIÓN DE LOS CARBOHIDRATOS EN LOS TUBÉRCULOS	8
SUELOS	8
<i>RHIZOCTONIA SOLANI</i> KUHN.	9
GENERALIDADES	9
TAXONOMÍA DE <i>RHIZOCTONIA SOLANI</i>	10
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS.....	11
INFECCIÓN.....	12
SÍNTOMAS.....	12
CICLO DE LA ENFERMEDAD	14
CONDICIONES AMBIENTALES.....	15
DISTRIBUCIÓN.	15
IMPORTANCIA DE LOS DAÑOS	16
CONTROL	16
CULTURAL.	16
GENÉTICO.	17

QUÍMICO.....	17
BIOLÓGICO	18
DESGLOSE INFORMATIVO DE LOS PRODUCTOS PROBADOS.....	19
TIMSEN	19
INFORMACIÓN GENERAL.....	20
CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS	20
MECANISMO DE ACCIÓN	21
CARACTERÍSTICAS DE USO.....	24
COMPATIBILIDAD.	24
USO AGRÍCOLA	24
DOSIS	25
APLICACIÓN FOLIAR.....	25
DESINFECCIÓN DE SEMILLAS.....	26
BELA	28
COMPOSICIÓN	28
PORCENTAJE EN PESO	28
MECANISMO DE ACCIÓN	29
DOSIS Y FORMAS DE APLICACIÓN	29
APLICACIONES A TRAVÉS DEL RIEGO	30
APLICACIONES A LA SEMILLA O EN POSTCOSECHA.....	30
TRATAMIENTO DE FRUTOS EN POSTCOSECHA PARA CONTROLAR HONGOS Y BACTERIAS	30
MATERIALES Y METODOS	34
TRATAMIENTOS	35
DISEÑO EXPERIMENTAL.....	35
DESARROLLO DE LA PRUEBA.....	35
EVALUACIÓN	36

RESULTADOS Y DISCUSION	37
CONCLUSIONES	55
RESUMEN	56
BIBLIOGRAFIA	56

INDICE DE CUADROS

Cuadro. 1. principales países productores de papa.....	6
Cuadro. 2. Constitución nutricional de la papa.....	8
Cuadro. 3. Tratamientos.....	33
Cuadro. 4. Requerimiento de producto fungicida, agua destilada, medio de cultivo para cada tratamiento	36
Cuadro.5. Efecto de los fungicidas a diferentes dosis en el crecimiento de la la colonia de <i>Rhizoctonia solani</i> al 19 de marzo.....	38

Cuadro. 6. Efecto de los fungicidas a diferentes dosis en el crecimiento de <i>R. solani</i> al 23 de marzo.....	39
Cuadro. 7. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Timsen 2500 ppm	40
Cuadro. 8. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Timsen 2000 ppm	42
Cuadro. 9. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Timsen 1500 ppm	43
Cuadro. 10. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Bela 3000 ppm	45
Cuadro. 11. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Bela 6000 ppm	47
Cuadro. 12. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Bela 12000 ppm	48
Cuadro. 13. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> en el tratamiento del testigo absoluto.....	49
Cuadro. 14. Concentración de resultados de los diferentes tratamientos.....	51

INDICE DE FIGURAS

Figura. 1. Crecimiento de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Timsen 2500 ppm.....	41
Figura. 2. Crecimiento de colonia de <i>R. Solani</i> por efecto del fungicida Timsen 1500 ppm.....	44
Figura. 3. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> por efecto del fungicida Bela 3000 ppm.....	46
Figura. 4. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> en el tratamiento del testigo absoluto.....	50
Figura. 5. Crecimiento de colonia de <i>R. solani</i> en los diferentes tratamientos de los fungicidas en sus diferentes dosis.....	52

INTRODUCCION

El grupo de los fungicidas más recientes es el de los orgánicos. Hay un producto cuya fórmula es N-Alkil dimetil benzil amonio, que ha sido

comercializado en los Estados Unidos y recientemente se ha estado probando en México, pero que carece del registro de CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas).

Este es un primer intento para evaluar las características como fungicida agrícola, ya que el fabricante asegura que tiene un efecto desinfectante múltiple, no solo en cuanto a microorganismos fitopatógenos sino también para otros usos en la ganadería, sector salud humana y hasta algunos usos en la industria.

En el área de influencia inmediata de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cultivo anual más importante desde el punto de vista económico dados sus altos rendimientos es la papa, tubérculo que se considera el de más elevada productividad en las regiones paperas del país.

Uno de los problemas fitosanitarios más comunmente asociado al cultivo de la papa desde antes de su siembra es de la costra negra causada por *Rhizoctonia solani* Kuhn. Este hongo con frecuencia acompaña al tubérculo semilla y está presente como inóculo natural en prácticamente todos los suelos de la región, por lo cual desde la misma brotación de los tallos se presentan los primeros síntomas, continúan durante el desarrollo vegetativo de la planta y aparecen finalmente sobre la epidermis de la papa al ser cosechada.

Por la anterior problemática se considera interesante conocer nuevos productos, ya que algunos que ciertamente tienen resultados positivos para combatir la enfermedad, son de costo muy elevado y, por otra parte, ya se empieza a apreciar la adquisición de resistencia a tales fungicidas.

Así, pues, el objetivo de la presente investigación es conocer la efectividad del N-Alkil dimetil benzil amonio en condiciones de laboratorio a una dosis tal que aporte bases para las siguientes fases en pruebas de invernadero y campo. De igual manera, probar un producto orgánico que sirva de comparación con el anterior.

La hipótesis que se plantea es que con dosis de costo medio de cualquiera de los productos evaluados pueda obtenerse un control de *Rhizoctonia solani*. Por lo mismo, se supone que el producto no funcionará adecuadamente a altas diluciones y que de igual manera puede resultar ineficiente en altas concentraciones, inclusive llegar a la fitotoxicidad.

REVISION DE LITERATURA

El cultivo de la papa

Origen

Los españoles introdujeron la papa a Europa en el siglo XVI, en la época de la Conquista Americana (SEP, 1983). Por dos ocasiones la papa fue introducida a Europa, la primera a España en 1570 y la segunda a Inglaterra entre 1588 y 1593, difundiéndose también en sus colonias (Harris, 1978).

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta herbácea perteneciente a la familia de las solanáceas. El centro de origen de esta planta se encuentra en Perú y Bolivia (Salaman, 1949; citado por Mireles, 1991).

El origen es muy antiguo; lo que se conoce en sus inicios en la domesticación no es tan preciso como el de la cebada y el trigo; sabemos que fue domesticada en Sudamérica y de ahí se distribuyó (Hawker, 1978).

En México el tubérculo ya era cultivado por los aborígenes cuando el cultivo se inició en Mesoamérica (Anónimo, 1983).

Clasificación Botánica

Reino ----- Metaphyta
Phylum ----- Anthophyta
Clase ----- Dicotiledoneas
Orden ----- Solanales
Familia ----- Solanaceae
Género ----- *Solanum*
Especie ----- *S. tuberosum* L
Nombre vulgar ----- papa.

(Barkley, 1973)

Morfología

Las raíces de la papa están muy desarrolladas y profundas, de tipo adventicio; al principio son gruesas y pivotantes, después forman un sistema radicular fibroso y ramificado. Alcanzan un crecimiento de 0.90 a 1.20 m, tanto verticalmente como lateralmente, encontrándose la mayoría de las raíces en los primeros 40 cm de profundidad.

Los tallos son de dos tipos: aéreos y subterráneos; los aéreos son angulosos, erguidos, ramosos, velludos, engrosados en los nudos y con ramificaciones no muy desarrolladas. Los tallos subterráneos se componen de estolones 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 los cuales son cortos gruesos y carnosos. Los estolones nacen de la porción enterrada del tallo aéreo, cuyo extremo se hincha, resultando de ello el tubérculo; desarrollan hojas semejantes a escamas llamadas "cejas"; éstas rodean las yemas llamadas "ojos", estas yemas son ramas no desarrolladas (Matoms, 1943).

Las hojas son pilosas, compuestas, imparipinadas; están constituidas por folíolos grandes y pequeños hacia los lados y uno grande terminal, con lacinias ovales acuminadas. En las axilas, que forman las hojas con el tallo, salen las yemas vegetativas (Matoms, 1943).

La inflorescencia es de tipo cima corimbiforme, compuesta de terminal con pedúnculos largos. Nace en racimos en la extremidad de los tallos, las flores individuales varían de color blanco, amarillo, púrpura o veteadas de acuerdo a la variedad; son actinomorfas, hermafroditas y pentámeras. El cáliz es veloso con cinco sépalos unidos y persistentes; la corola tiene un tubo corto, es gamopétala y pentalobulada, limbo horizontal abierto y en rueda.

El androceo está formado por cinco estambres sostenidos en el tubo de la corola, con filamentos, muy cortos y presentan una antera en la parte superior.

El gineceo consta de un ovario súpero, sentado sobre un disco carnosos y

tiene un solo estilo que sobrepasa a los estambres y termina en un estigma grueso; generalmente ocurre autopolinización (García, 1959; SEP, 1983).

El fruto es una baya pulposa, con muchas semillas redondas, suaves y aplastadas; con un diámetro de aproximadamente dos centímetros (SEP, 1995, citado por Trujillo, 1997).

Fisiología

El crecimiento y desarrollo de la papa depende, principalmente, de factores genéticos y de condiciones ambientales (SEP, 1983).

El factor climático que más interviene en el crecimiento y rendimientos es la temperatura. La planta prospera mejor en tiempo uniforme fresco; la temperatura ideal es entre 7.2°C y 18°C. Cuando los tubérculos están en desarrollo, el crecimiento de tallos y raíces cesa parcialmente; por lo tanto, la acumulación de carbohidratos es mayor en la formación de tubérculos (Edmond, 1967).

La tuberización, es un proceso de almacenaje de alimentos en un tallo subterráneo, modificado para la reproducción vegetativa. El tallo subterráneo empieza a engrosarse en el ápice por la acumulación de nutrimentos, especialmente almidón (SEP, 1983).

La propagación es por medio del tubérculo; éste presenta dominancia apical, el ápice o corona es la parte opuesta a la inserción del estolón. El tubérculo está provisto de yemas u ojos, a menudo en mayor proporción en la parte apical. En condiciones favorables para el desarrollo de las yemas, el almidón se transforma en azúcares que son utilizados en la formación de nuevas células para proporcionar la energía necesaria en el desarrollo de las nuevas plantas (Edmond, 1967).

Producción Mundial

Este cultivo podría ser el más importante a nivel mundial, dado su potencial de rendimiento por unidad de superficie y por el alto consumo en la alimentación humana (Valdés, 1989). La producción de la papa se ha mantenido estable en años recientes, con producción en promedio de 293 a 300 millones de toneladas, en una superficie cercana a las 22 millones de hectáreas dedicadas al cultivo. Un análisis de producción muestra que la papa es un cultivo principalmente europeo. Rusia es el mayor productor de este cultivo; en Europa, el mayor productor es Polonia, seguido de Alemania Occidental, Alemania Oriental, Francia, Holanda y el Reino Unido. En Asia, China es el mayor productor y en América es Estados Unidos, siguiendo Brasil, Colombia y Perú (FAO, 1975).

Cuadro. 1. Principales países productores de papa área sembrada y rendimiento promedio por hectárea.

País	Superficie (ha)	Rendimiento promedio (ton/ha)
U.R.S.S.	6,970,000	14.3
Polonia	2,441,000	22.3
E.U.A.	518,000	33.55
China	1,534,000	10.12
Alemania Democrática	527,000	26.18
India	790,000	14.08
Alemania Federal	277,000	34.76
Francia	268,000	29.26
Inglaterra	204,000	34.98

(FAO, 1980. citado por Valadez, 1996)

Producción Nacional

En la República Mexicana la producción de papa ha tenido un incremento destacado; estadísticas registradas indican que en el país el año 1970 tuvo una producción de 508, 092 toneladas; para 1978 la producción alcanzó 923, 230 toneladas; en 1985 subió a 1,333, 034 toneladas; para el año de 1990 se elevó hasta alcanzar 1,698,51 toneladas; esto representa una tasa de crecimiento anual de 5.49 por ciento (Valadez, 1996).

A pesar de que la papa se cultiva en 24 estados de la República Mexicana, los principales productores son los estados de México, Puebla, Sinaloa y Veracruz, que en conjunto aportan el 67 por ciento de producción total (Anónimo 1983).

En los últimos años (1990 a la fecha) * en nuestro país el uso de la papa se lleva a cabo de la siguiente manera:

- | | |
|------------|-------------|
| 1). 78.8 % | Consumo |
| 2). 19.0 % | Semilla |
| 3). 10.0 % | Merma |
| 4). 0.2 % | Exportación |

Producción Regional

En la región sureste de Coahuila y sur de Nuevo León se cultivan de 3000 a 4000 ha (Pérez, 1997).

Importancia Socioeconómica Nacional

México es un de los pocos países en el mundo que dispone de tubérculos frescos todo el año para consumo y siembra. Además, es un insumo de procesamiento industrial, ya que de la papa se obtiene almidón, harina, dextrina, alcohol y glicerina. Los tubérculos pequeños o maltratados son buen alimento para el ganado, cuidando que no se encuentren verdes, ya que contienen solanina y son tóxicos (Anónimo, 1983).

* Información proporcionada por el C.C.D.T. S.

Cuadro. 2. Constitución nutricional de la papa

NUTRIMENTO	CANTIDAD DE NUTRIMENTOS POR CADA 100 g DE PAPA
Agua	80.0 g
Proteína	3.9 g
Carbohidratos	16.2 g
Calcio	8.0 mg
Fósforo	56.0 mg
Fierro	0.7 mg
Tiamina (B1)	0.1 mg
Riboflavina (B2)	0.03 mg
Acido ascórbico	28.0 mg

(White y N. Selvey. *et al.*, citados por Valadez, 1996)

Disposición de los Carbohidratos en los Tubérculos

Los tubérculos son el lugar de acumulación de los carbohidratos, por lo tanto antes de su formación, los tallos y las hojas (que forman el alimento) y las raíces (que son las que absorben los nutrimentos y el agua), deben haberse formado cuando la planta tiene un sistema radicular y aéreo muy desarrollado, lo cual necesita grandes cantidades de carbohidratos para su formación; se puede decir que en las etapas de crecimiento hay dominancia sobre la acumulación de carbohidratos (Edmond, 1967).

SUELOS

Se recomiendan suelos con buen drenaje, buena aireación, profundos, pH entre 5 y 7.0; los suelos ligeros no retienen la humedad y son pobres en humus: suelos muy pesados retienen mucho la humedad y facilitan el desarrollo de las enfermedades (Thompson, 1978).

RHIZOCTONIA SOLANI KUHN.

Generalidades

A fines del siglo XVIII los micólogos europeos descubrieron un hongo, *Crocus sativus* L. parásito del azafrán. En 1801, Persoon, consideró a este hongo como una forma estéril, lo clasificó en el género *Sclerotium*. De Candolle en 1816 creó el género *Rhizoctonia*. El primer estudio morfológico sobre este género en las formas parásitas sobre azafrán y alfalfa se dió por hecho que pertenecían a la misma especie; la enfermedad fue conocida después con el nombre de “mal vinoso”, de acuerdo a Tulasne en 1862 (Hawksworth *et al.* 1995).

En el año de 1858, Kuhn describe una enfermedad provocada por *Rhizoctonia* sobre patata. La consideró distinta a la del “mal vinoso”, describiendo al hongo causante de ella como *Rhizoctonia solani* (Walker, 1959).

Walker (1959), hace una relación histórica de los cambios nominales y taxonómicos del hongo. Las relaciones entre *R. solani* y los hongos basidiomicetos no se confirmaron sino hasta principios del siglo XX. La fase basidial constituye, de hecho, una fase que pasa fácilmente inadvertida durante la etapa saprofítica del agente patógeno. El micólogo Francés Patovillard fue el primero en descubrir, en 1891, esta fase basidial con el nombre de *Hipochnus filamentosus*; Prillieux y Delacroix la describieron el mismo año sobre tallos de patata con el nombre *Hipochnus solani*. Rols descubrió, en 1903, este hongo sobre tallos de patata en el estado de Colorado. En 1927, Buddin y Wakefield demostraron que un basidiomiceto, descrito como *Helicobasidium purpureum* (Tul.) Pat., constituía la fase basidial de *R. crocorum*, agente causal del “mal vinoso” de distintas especies vegetales. En 1943, Rogers clasificó a este hongo dentro del género *Pellicularia*.

Taxonomía de *Rhizoctonia solani*.

No se ha observado o es muy poco frecuente la formación de esporas asexuales o sexuales en esta especie.

Genero: *Rhizoctonia* origina las pudriciones de la raíz y de la corona de las plantas anuales y la mancha parda de los pastos (su etapa sexual o perfecta corresponde a *Thanatephorus*).

El hongo *Rhizoctonia solani* pertenece a la clase Fungi Imperfecti o Deuteromicetes. Otros autores dicen que el orden al que pertenece, es denominado Mycelia Sterilia por que no se ha observado o es muy poco frecuente la formación de esporas sexuales o asexuales (Agrios, 1985).

Rhizoctonia solani presenta varios sinónimos:

Fase Miceliana:

Rhizoctonia napaeae West., 1846

Rhizoctonia rapae West., 1852

Rhizoctonia solani Kuhn 1858

Rhizoctonia betae Eidam, 1887

Fase basidial:

ypochnus filamentosus Pat., 1891

Hypochnus solani Prill y Del., 1891

Corticium vagun Bere y Curt var. *solani* Burt. 1903

Corticium botriasum Bres., 1903

Corticium solani (Prill y Del.) Bourd y Galz. 1911

Botryobasidium solani (Prill y Del.) Donk, 1931

Corticium microsclerotia Weber, 1939

Corticium areolatum Stabel, 1940

Para Romero (1988), existe cierta confusión en la taxonomía del género *Rhizoctonia* debido a que produce una amplia variedad de micelio, esclerocios y estados perfectos; podemos mencionar que el estado perfecto o basidial de *R. solani* ha sido incluido sucesivamente en los géneros: *Corticium* (Rolfs, 1903), *Botryobasidium* Donk (1931), *Pellicularia* Rogers (1943), *Ceratobasidium* Olive (1957), y *Thanatephorus* Donk (1957).

El mismo autor da la siguiente ubicación taxonómica

Reino ----- *Mycota*
 Subdivisión ----- *Eumycotina*
 Clase ----- *Deuteromycetes*
 Orden ----- *Mycelia sterilia*
 Genero ----- *Rhizoctonia*
 Especie ----- *solani*

Características morfológicas

Las hifas principales del micelio son de 6 a 10 micras de ancho, ramificándose en ángulo agudo, con una constricción donde surge la ramificación y una septa cerca de ella. Después se forman hifas con células cortas muy ramificadas; estas ramificaciones se producen en ángulos rectos (De la Garza, 1996). Las características de la ramificación comúnmente son los únicos medios disponibles para identificar al hongo (Agrios, 1985).

Walker (1959), menciona que el hongo se desarrolla en medios de cultivo. El micelio es incoloro cuando es joven, se vuelve café-oscuro con la edad, presentándose unos filamentos pardos visibles en el sustrato. Cuando joven las ramificaciones se inclinan en la dirección del crecimiento y se acercan al punto de unión con las hifas principales, pero a medida que envejecen, se colocan con respecto a aquéllas casi en ángulo recto (90 grados). En determinadas condiciones y en ciertos sustratos, el micelio toma forma de penacho dividiéndose en unas células cortas y ovaes que desarrollan

eventualmente esclerocios pardos.

Mendoza y Pinto (1983), indican que además de lo característico de la ramificación del micelio, presenta unas constricciones muy marcadas en las septas.

El estado basidial se presenta en condiciones de alta humedad relativa en forma de una película escamosa en la superficie de los tallos del huésped o en las hojas que se hallan cerca del suelo (Walker, 1959).

Infección

Campos (1987), asienta que el patógeno penetra a través de la cutícula y epidermis en forma mecánica; inicialmente, el hongo produce un cojinete de infección o mediante hifas individuales; además puede penetrar por las aberturas naturales o las heridas. González (1977) señala que la penetración puede ser en tallos, raíces tiernas y aún en frutos que están en contacto con el suelo.

Síntomas.

El hongo ataca a la papa en una o varias etapas de su desarrollo, dando lugar a enfermedades altamente diferenciadas; así, cuando ataca a los tallos y brotes, produce la podredumbre, y cuando ataca a los tubérculos, la enfermedad es denominada rizoctoniasis o, más comúnmente, “costra negra”.

En caso de ataques severos, el hongo mata a la planta por estrangulamiento del tallo a nivel del suelo, debido a las lesiones de color café oscuro o negro que produce en él. Estas lesiones se encuentran también en los estolones, raíces y tallos secundarios.

En la superficie de los tubérculos el hongo produce cuerpos negros, duros y chatos (esclerocios), que aunque no afectan la calidad del tubérculo, le hacen perder mucha apariencia (Basan, 1975).

Los síntomas mencionados traen por consecuencia fallas en la brotación, por lo cual se pierde la semilla o podemos encontrar semillas que germinan

pero las plantas no emergen del suelo y se denomina *Damping – off* preemergente (Zamora, 1996).

En los tubérculos causa áreas rugosas de aspecto corchoso en la superficie; en algunas ocasiones el daño se llega a extender hasta la parte interior. Las áreas corchosas difieren en forma y tamaño pudiendo llegar a cubrir un área considerable del tubérculo. El color de las lesiones puede llegar a variar de blanco–grisáceo a canela oscuro, generalmente son de color más oscuro que el tejido (León, 1982).

Las plantas recién emergidas se marchitan rápidamente debido a la pudrición de los tejidos del cuello de la raíz presentando estrangulamiento (Mendoza, 1996). En estos órganos *Rhizoctonia* puede producir rosetado o roña en roseta (De la Garza, 1996).

Los síntomas de *Rhizoctonia* pueden variar en los diferentes cultivos e incluso en una misma planta hospedante; dependen de la etapa de crecimiento en que se encuentre al momento de ser infectada y de las condiciones ambientales predominantes. Los síntomas más comunes de *Rhizoctonia*, principalmente de *R. solani*, en la mayoría de las plantas son el ahogamiento de plántulas y pudrición de la raíz, así como la pudrición y la cancrrosis del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento. Sin embargo, en algunos hospedantes causa pudrición de los órganos vegetales de almacenamiento, así como los tizones o manchas del follaje, especialmente del follaje que está cerca del suelo (Agrios, 1985).

Fuentes del Valle (1960), al referirse a los síntomas de esta enfermedad, menciona que se presentan en 4 fases:

1) El marchitamiento de las plántulas, se debe a que en condiciones favorables *R. solani* infecta el hipocótilo y raíces produciendo un rápido colapso; las ataca poco antes de emerger o inmediatamente después.

2) El cáncer del tallo y la podredumbre de las raíces se manifiesta de distinta forma según las condiciones del medio ambiente y del huésped, cuando los brotes de los tubérculos sembrados inician su desarrollo, el ápice vegetativo es especialmente susceptible a los ataques de *Rhizoctonia solani* y, en ciertas condiciones, puede morir antes de su emergencia. En este caso, se desarrolla una yema latente cercana a la base del brote, la cual no muere, como en el caso anterior, o emerge normalmente si las condiciones han cambiado. Generalmente ya desarrollada la planta adquiere mayor resistencia y las lesiones son más limitadas y menos peligrosas. Las tumoraciones de los tallos son superficiales y parduscas. Los efectos secundarios de los daños son muy variados, pudiendo llegar a constituir la fase más espectacular y destructora de la enfermedad.

3) Pudrición de almacén: el ataque a los tubérculos se manifiesta superficialmente por el desarrollo de los esclerocios, de color pardo a negro, fijados fuertemente sobre la piel. Raras ocasiones invade tejidos del tubérculo, provocando su descomposición.

4) En los tubérculos son muy diversos los síntomas; por lo general se deforman adquiriendo formas distintas, la lesión más frecuentes es el resquebrajamiento de la corteza en numerosos canículos que se asemejan a una red que abarca parte de la superficie del tubérculo.

Ciclo de la Enfermedad

Las condiciones que favorecen la incidencia de esta enfermedad son exceso de humedad en el suelo y temperatura alrededor de 15°C. Este hongo produce estructuras de resistencia llamadas microesclerocios, como piedrecillas

negras, las cuales quedan adheridas al tubérculo dando un aspecto de que estuviera impregnado de yodo; se producen al inicio de las lluvias. *Rhizoctonia* sobrevive en residuos de cosecha, se disemina en la semilla (tubérculos). Los esclerocios germinan entre 8 y 30°C, con un óptimo 21 a 25°C (Mendoza, 1983).

Otras especies de *Rhizoctonia* producen síntomas distintos. Así, *R. crocorum* ataca solo a órganos subterráneos de muchas hortalizas y plantas de ornato y en las partes enfermas muestran una coloración violeta o roja, debido al color púrpura del micelio del hongo, el cual contiene muchos cuerpos de color oscuro y estrechamente unidos que se asemejan a esclerocios (Agrios, 1985).

R. solani rara vez produce estado perfecto de basidiomiceto, conocido como *Pellicularia filamentosa* o *Thanatephorus cucumeris*. Esta se forma cuando hay bastante humedad, tiene aspecto de mildiu fino sobre el suelo, hojas y tallos infectados que se encuentran cerca del suelo. Los basidios tienen forma de barril, se forman sobre una capa membranosa de micelio y tiene cuatro esterigmas, cada uno produce una basidiospora ovoide (Agrios, 1985).

Condiciones ambientales

R. solani interviene en la formación de micorrizas en orquídeas. La rizoctoniasis se da a bajas temperaturas en papa, frijol y chícharo con un intervalo óptimo de 15 a 20 °C. En el algodónero se presenta en tiempos fríos y húmedos. Sin embargo, algunas razas u otras especies del patógeno se desarrollan mejor a altas temperaturas (De la Garza, 1996).

Distribución.

Mendoza (1996), menciona que *Rhizoctonia* habita comúnmente en cualquier suelo agrícola de todo el país. A su vez, León (19982), asevera que la roña común de la papa es una enfermedad que prevalece en todas las áreas productoras de papa en el mundo.

R. solani en ocasiones la encontramos asociada con *Fusarium* spp. y *Phytophthora* spp, entre otros; estos afectan a semillas y plántulas en semilleros o almácigos, además atacan en campo cultivos tales como: algodón, arroz, frijol, haba, fresa, cacahuate, cebolla y chile entre otros, evitando la germinación y hasta la muerte de las plántulas (Mendoza y Pinto, 1985 citados por Mendoza, 1996).

Importancia de los daños

Woodard y Janes (1980), señalan que *R. solani* es un hongo que tiene una amplia gama de hospedantes, tales como frutales, hortalizas, ornamentales, forestales, cultivos básicos y otros. En Texas en el cultivo del cacahuate durante 1978 y 1979 se reportaron pérdidas de 2.2 millones de dólares; en México *R. solani* ha ocasionado pérdidas del 30 por ciento en lechuga (Gutiérrez y Romero 1980); en frijol origina pérdidas del 50 por ciento o más (Campos, 1987).

De la Garza (1996), asienta que en las mayoría de las plantas el ataque de *R. solani* está limitado desde la siembra hasta unas cuatro o seis semanas después; sin embargo, en papa puede ejercer su acción patogénica durante todo el ciclo del cultivo.

Control

Cultural.

Diversas prácticas culturales reducen la infección de *R. solani*; así, según Campos (1967), asegura que si se siembra frijol a 7.5 cm de profundidad se presenta mayor pudrición radical y daño en el hipocotilo que cuando se siembra

a solo 2.5 cm, pues en este caso disminuye la cantidad de tejido expuesto al inóculo.

Otra alternativa es la rotación de cultivos, utilizando especialmente maíz, los residuos de esta gramínea ha probado su eficacia para proteger al frijol (Campos, 1987).

El mismo autor anterior, asienta que *R. solani* tiene razas fisiológicas que atacan preferentemente al algodón, papa, chile, fresa, Poaceae, etc. De aquí la conveniencia de una rotación de cultivos. Debe sembrarse semilla sana, y tratada. El algodón debe sembrarse mateado, y cuando la temperatura del suelo sea alta. Después de la siembra deben espaciarse los riegos porque favorecen el ataque del hongo. La solarización del suelo es efectiva, principalmente por el uso de acolchados plásticos.

Genético.

Ha resultado difícil encontrar material con resistencia a *R. solani* en el germoplasma del frijol común; sin embargo, una línea de *Phaseolus lunatus* L. es resistente a la infección de este patógeno (Campos, 1987).

Químico.

Este control suele ser efectivo durante la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas, pero en muy pocos casos logra dar protección a la zona radical en crecimiento de las plantas adultas. Entre los fungicidas más eficaces se encuentran el PCNB, Benomyl, Carboxin, Thiram, Zineb y Captan, aplicados a la semilla antes o durante la siembra (Romero, 1988).

En los últimos años, el producto químico más usado que se pregona es específico para el control de *Rhizoctonia* es el Pencycuron o "Monceren" (Mendoza, 1996).

El tratamiento con productos a los tubérculos antes de sembrar, si bien no controla la rizoctoniasis por que no destruye los esclerocios, en cambio ayuda a combatir las pudriciones secundarias (Bazan, 1975).

La fumigación del suelo con formol se hace aplicando una parte del producto al 37% con 50 partes de agua a una proporción de 17 litros por metro cuadrado; se cubre el suelo con polietileno evitando el escape del gas durante 24 a 48 horas; en seguida se rastrea el suelo durante diez días para que se ventile. (Mendoza, 1996).

El bromuro de metilo se aplica en la proporción de una libra por 10 metros cuadrados o 1 kilogramo por metro cúbico de volumen de suelo. La aplicación se hace en suelo cubierto con polietileno, durante 24 horas, y luego se ventila el suelo durante 7 días antes de sembrar (Mendoza, 1996).

Durante el desarrollo de las plántulas en semillero o plantas transplantadas, se puede proteger con aplicaciones de Captan (250 g/ 100 lt), o PCNB 75% PH. en la proporción de 8 a 10 g por metro cuadrado o 2 kg por cada 100 lt de agua en banda a lo largo del surco; además se puede emplear "Monceren" (Pencycuron), "Rizolex" o "Shogun" (Fluzinan) (Mendoza, 1996).

Mireles (1991), en su investigación concluye que el fungicida "Rovrin" (iprodine) inhibió el crecimiento de *Rhizoctonia solani* en las pruebas *in vitro* donde mostró una acción fungicida a partir de la concentración de 1000 ppm.

Biológico

El tratamiento en surco con *Gliocladium virens* produjo mayor emergencia y supervivencia de plántulas de algodónero en suelo infestado con *Pythium ultimum* y *Rhizoctonia solani*. Varias especies de *Streptomyces* son efectivas contra *R. solani*. El tratamiento de la semilla con *Trichoderma*

hamatum protege a plántulas de rábano y chícharo contra el ataque de *Pythium* spp. y *Rhizoctonia solani* (García, 1959).

. El antagonista *Cunninghamella elegans* controla también el patógeno.
(De la Garza, 1996).

Desglose informativo de los productos probados

A continuación se presenta la información técnica de los dos productos evaluados en el presente trabajo, de acuerdo a los datos proporcionados por las empresas que los han formulado o los distribuyen.

Timsen

Fabricante: Okehi Group. Macon, Georgia. 31201. U.S.A.
(Fungicida, Bactericida e inhibidor de virus)

Registro en Estados Unidos EPA#507-3-66784.

Información General

Timsen es una sustancia de gran eficacia, diseñado para curar y proteger a las plantas contra enfermedades causadas por hongos, bacterias y virus, así como desinfectar equipos agrícolas.

Controla bacterias y hongos los más comunes, así como los más difíciles de eliminar mediante el uso de otros productos en los cultivos.

Timsen se usa en tratamientos de post-cosecha en frutas, tubérculos y hortalizas para eliminar bacterias y hongos asegurando una larga y buena conservación.

Posee una formulación de alta tecnología mediante la cual se encuentra encapsulado el compuesto N-alkil dimetil benzil amonio al 40 % en urea estabilizada que representa un 60 % de la formulación; el producto es 100 % soluble en agua.

Características fisicoquímicas

Timsen es estable y trabaja desde pH 3 hasta pH 11 en relación a su medio de aplicación.

Nombre químico del ingrediente activo:

N-alkil dimetil benzil amonio.

- Punto de ebullición: 121 ° C.
- Punto de fusión: 121 ° C.
- Presión de vapor (mm Hg): negativo
- Densidad de vapor (aire = 1): negativo

- Tasa de evaporación (acetato de butil = 1): negativo
- Solubilidad: 100 %
- Flamabilidad: negativo.
- Incompatibilidad: jabones aniónicos.

Daños a la salud:

- a) Inhalación: negativo.
- b) Por la piel: negativo.
- c) Ingestión: positivo (DL 50: 525 mg/kg)
- d) Ojos: ligeramente.

Carcinogenicidad:

- a) NTP: negativo.
- b) IARC: negativo.
- c) OSHA: negativo.
- Protección respiratoria: no se requiere.
- Ropa o equipo de protección: no se requiere.

Mecanismo de acción

La alta eficiencia y efectividad de Timsen se fundamenta en la técnica de selección, refinamiento y distribución de los radicales alquil para integrar el alquil dimethyl benzil amonio, molécula formada por carga lipofílica positiva (catiónica) e hidrofílica positiva (aniónica). Esta característica incrementa el rango de control de Timsen que abarca un número considerable de bacterias y hongos.

Es estable en presencia de la materia orgánica, contrariamente a los productos halogenados, que pierden algunas características químicas de acuerdo con el tiempo de contacto con el oxígeno y los rayos ultravioleta.

Timsen a través de sus componentes desactiva las enzimas proteolíticas de la pared a través de una desnaturalización química y morfológica, la cual no permite el embone correcto entre la enzima y el substrato. De esta manera se inhibe en la pared de la bacteria, del micelio y de la espora del hongo, así como el de la cápside del virus, es decir, todas las reacciones bioquímicas dependientes de estas enzimas. Esto genera en primera instancia un bloqueo de la síntesis de sustancias en la pared, una ruptura de la misma y posteriormente su plasmólisis. La muerte del microorganismo ocurre en un tiempo de hasta 30 minutos después de la aplicación, dependiendo de la concentración y el tipo de microorganismo.

Este mecanismo de acción se fundamenta en dos principios básicos considerando su uso agrícola:

- La lenta liberación del ingrediente activo cuando es aplicado en forma sólida, mezclado con fertilizantes químicos y orgánicos incrementa su tiempo de efectividad biológica contra aquellos microorganismos cuya actividad en la pared celular es gobernada por las enzimas proteolíticas.
- Cuando se disuelve Timsen en agua se libera inmediatamente el ingrediente activo entrando en solución, lo que implica que al aplicarse esta solución la actividad biológica es menos prolongada que en el primer caso.

Considerando lo anterior, la aplicación de Timsen para controlar microorganismos del suelo que son patógenos puede eliminar otro tipo de microorganismos mientras dura su acción tóxica, la cual no es en forma permanente, por lo que su acción sobre microorganismos benéficos es transitoria.

En la planta la fracción dimetil y la urea tienen una alta afinidad con las enzimas transportadoras, lo que permite su movimiento tanto acro- como basipétalo. La fracción urea, que es mínima en relación a las dosis de aplicación, forma parte de los compuestos nitrogenados, integrándose así a los metabolitos primarios. La fracción dimetil por su alta polaridad sigue la ruta de

los inhibidores y en función de su poca cantidad se integra al etileno para seguir desempeñando junto con esta sustancia las acciones biológicas correspondientes.

La fracción alquil es sólo un radical para mantener el ingrediente activo estable hasta entrar en contacto con el blanco (microorganismos o bien la planta). En este caso el radical alquil sigue la ruta metabólica de los precursores adentro de la planta.

La fracción bencil amonio tiene una acción específica sobre los microorganismos y en la medida que tiene contacto con ellos su concentración va disminuyendo, ya que cada acción requiere de una cierta cantidad de bencil amonio, por lo cual esta sustancia no tiene ningún efecto colateral metabólico en la planta, ni tampoco tóxico por residuos en el suelo.

Timsen aplicado en cualquier forma no tiene ninguna alteración para el ambiente, ya que no se gasifica porque carece de presión de vapor.

Su actividad biológica aplicada en forma sólida en el suelo tiene una duración de 25 a 30 días, periodo en el cual lleva a cabo su efecto en el control de los microorganismos. Cuando se aplica Timsen en solución, ya sea en el suelo o foliarmente, su acción va de 20 a 25 días. De cualquiera forma, su rango de acción puede extenderse o reducirse dependiendo de la fuente de inóculo o bien de la cantidad del mismo presente en el suelo, sobre la hoja o en la planta.

Timsen tiene un proceso de degradación natural en el suelo mediante un mecanismo de deactivación que genera la materia orgánica alterando con el tiempo la relación química en el enlace de los radicales alquil y los ingredientes activos lo que origina una fracción del producto en urea, radicales y bencil dimetil amonio.

Características de Uso

▪ **Compatibilidad.**

Timsen es compatible con todos los compuestos catiónicos y no iónicos en la proporción de 1.5 a 1.0. Es incompatible con los jabones aniónicos y los detergentes. No se recomienda almacenar Timsen en recipientes de fierro vaciado o aluminio.

▪ **Toxicología**

Timsen no es tóxico para humanos ni animales, ya que se dijo antes su DL 50 es de 525 mg/kg; sin embargo, se recomienda evitar su inhalación así como el contacto directo.

▪ **Beneficios.**

- Amplio espectro de acción.
- Estabilidad en pH ácido y alcalino.
- Mayor eficacia en presencia de materia orgánica.
- Mayor actividad biológica durante un tiempo prolongado.

Primeros auxilios.

Debe evitarse el contacto con los ojos y en caso de irritación se debe lavar la cara con abundante agua. Cuando se trate de ingestión arriba de los límites de seguridad, se recomienda tomar bastante leche, yema de huevo o bien gelatina.

Los envases de Timsen pueden ser reutilizados para cualquier fin sin peligro, siempre y cuando hayan sido enjuagados con suficiente agua.

Costo/ beneficio

Aunque es difícil establecer un rango de costo en papa y ornamentales, estos cultivos arrojan una relación de 1:10 hasta 1:100.

Uso Agrícola

Timsen se usa en aspersión foliar, aplicación al suelo (líquido o en mezcla con fertilizantes y otros agroquímicos), en microaspersión, así como en

riego subterráneo a diferente concentración, dependiendo del tipo de microorganismo a prevenir o eliminar.

Dosis

▪ Aplicación Foliar.

Timsen se aplica vía foliar por avión para controlar tizones, manchas bacterianas, pudriciones y otras enfermedades bacterianas; carbones, fusariosis, *Rhizoctonia*, y otras enfermedades fungosas, así como virus. En este caso se aplica de 300 hasta 400 gramos por 80 a 100 litros de agua por hectárea lo que equivale a 3.75 a 5 g de ingrediente activo por litro de agua. En la aplicación foliar usando equipo de riego por aspersión con alto volumen de agua, la dosis es de 1.0 hasta 1.5 kg/ha, dependiendo del grado de infestación. En este caso se prepara una solución maestra equivalente a: horas de riego / ha multiplicado por 60 litros de agua más la dosis de Timsen por ha. Esta solución se inyecta al sistema de riego.

Ejemplo:

Superficie = 20 ha.

Tiempo de riego = 6 horas-

Dosis de Timsen / ha. = 1 kg.

La solución maestra es igual a: $60 * 20 = 1200$ litros de agua = 20 kg. de Timsen + 1180 litros de agua.

▪ Riego por goteo.

En la aplicación usando equipo de riego subterráneo o bien microaspersión con un volumen de agua de 80 hasta 150 metros cúbicos / ha la dosis es de 0.5 hasta 1.0 kg, dependiendo del grado de infestación. En este caso se prepara una solución maestra equivalente a: horas de riego por ha multiplicado por 80 litros de agua más la dosis de Timsen por ha. Esta solución se inyecta al sistema de riego.

Ejemplo:

Superficie = 20 ha

Tiempo de riego = 6 horas

Dosis de Timsen / ha. = 1kg

La solución maestra es igual a: $80 \times 20 = 1600$ litros de agua = 20 kg de Timsen + 1580 litros de agua.

▪ **Riego rodado**

Con alto volumen de agua /ha, la dosis es de 1.5 hasta 2.0 kg/ha dependiendo del grado de infestación. En esta caso se prepara una solución maestra equivalente a: horas de riego por ha multiplicando por 100 litros de agua más la dosis de Timsen por ha. Esta solución se inyecta al sistema de riego.

Ejemplo:

Superficie = 20 ha.

Tiempo de riego = 6 horas

Dosis de Timsen / ha. = 1 kg.

La solución maestra es igual a: $100 \times 20 = 2000$ litros de agua = 20 kg. de Timsen + 1980 litros de agua.

▪ **Desinfección de semillas.**

Timsen se usa como desinfectante y protector de semillas de cultivos, tubérculos de papa y esquejes contra bacterias y hongos, usando las siguientes concentraciones:

Hongos (protección) 400 – 1600 ppm

Bactericida (protección) 300 – 1000 ppm

▪ **Tratamiento de postcosecha, desinfección de áreas y utensilios.**

Timsen sirve también para tratamiento de postcosecha en frutales, flores, hortalizas de frutas y de hojas para asegurar su almacenamiento y

transporte evitando los problemas de pudrición por hongos y bacterias. Para ello se usa una inmersión (5 a 10 min.) o aspersion con una solución de Timsen de 100 hasta 800 ppm de ingrediente activo.

▪ **Desinfección de albercas**

Timsen se inyecta en solución al agua de la alberca contra algas y hongos; reduce la dureza de las aguas cloradas por la acción de los radicales lipofilicos e hidrofílicos usando solución de 2000 a 3000 ppm, que se inyectan desde 5 hasta 30 litros de esta solución por alberca, dependiendo de su tamaño así como el grado de infestación.

De acuerdo a los rangos de dosis, las diferentes diluciones de Timsen pueden presentarse en base a la siguiente tabla:

50 – 100 ppm	0.125 – 0.250 g/lt de agua
200 – 800 ppm	0.5 – 2.0 g/lt de agua
400 – 1600 ppm	1.0 – 4.0 g/lt de agua
1000 – 1800 ppm	2.5 – 4.5 g/lt de agua

Tratamiento al suelo (mezcla con fertilizantes o plaguicidas).

En aplicación al suelo junto con los fertilizantes se recomienda una mezcla de acuerdo al tipo de patógeno y del contenido de materia orgánica en el suelo.

PATOGENOS	SUELO CON 0.5 a 2.0 % DE M.O.	SUELO CON 2.0 a 4.0 % M.O.
<i>Rhizoctonia</i> sp	6.0 kg/ha	8.0 kg/ha
<i>Fusarium</i> sp	6.0 kg/ha	8.0 kg/ha
<i>Erwinia</i> sp	4.0 kg/ha	6.0 kg/ha

BELA

Distribuidor: INTRAKAM, S.A. de C. V.

Registro en proceso.

Desinfectante e inhibidor de hongos y bacterias

Composición

	Porcentaje en peso
Fuentes enzimáticas _____	12.62
Activadores enzimáticos _____	12.52
Acido clorhídrico (grado alimenticio) _____	5.00
Cobre orgánico _____	2.00
Oxidantes y acondicionadores orgánicos _____	30.00
Extractos de plantas como fuente de alcaloides, saponina y enzimas _____	<u>37.86</u>
TOTAL _____	100.00
 Peso específico (H ₂ O = 1) _____	 1.03

Bela es un fungicida y bactericida orgánico a base de extractos orgánicos de plantas y de otras sustancias (ácido clorhídrico, cobre, oxidantes, humectantes y penetrantes) es altamente eficaz para el control de la gran mayoría de los hongos y bacterias fitopatógenos. Para obtener una mayor efectividad, la aplicación debe lograr un total cubrimiento de la hoja. Su período de protección varía de 15 a 20 días después de la aplicación.

Mecanismo de acción

Inhibe la acción de las enzimas fundamentalmente a nivel de la pared de la bacteria, del micelio y de los cuerpos fructíferos de los hongos mediante una desnaturalización enzimática; una interferencia entre la enzima y el sustrato y una inhibición enzimática.

Dosis y Formas de Aplicación

Bela es una solución enzimática que tiene un amplio espectro de control de los hongos del suelo y foliares. En la mayoría de los casos se obtiene de un 90 a un 100 por ciento de control aplicando de 2.5 hasta 4.0 litros/ha dependiendo del grado de infestación.

Aplicaciones al Suelo

Para controlar a *Fusarium* sp y *Rhizoctonia solani* y en general el complejo de hongos del damping off. en el suelo. Aplicar en forma tópica una solución de 2.5 por ciento de Bela a razón de 5 a 10 cc a la base del tallo sobre mojado y repetir de los 15 a los 20 días después.

- Aplicar en surco abierto 1 litro de Bela por cada 100 litros de agua

Para controlar *Alternaria solani* en el Suelo.

• Aplicar en forma tópica una solución de 3 por ciento de Bela a razón de 5 a 10 cc a la base del tallo sobre mojado y repetir de 15 a 20 días después.

- Aplicar en surco abierto 1.5 litros de Bela por cada 100 litros de agua.

- Aplicar en forma foliar 1.5 litros de Bela por cada 100 litros de agua y repetir de los 15 a los 20 días después.

Aplicaciones a través del Riego

Para controlar a *Fusarium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Alternaria solani*, *Pythium* y otros hongos.

- Aplicar de 5 a 10 litros por ha de acuerdo con el grado de infestación.

Aplicaciones a la Semilla o en Postcosecha

- Tratamiento de granos: maíz, sorgo, trigo, frijol y soya para controlar hongos. Aplicar en forma de aspersion una solución de 3.5 por ciento de Bela antes de almacenar.
- Para frijol y soya se recomienda no mojar la semilla al punto de afectar la cutícula.

Tratamiento a la Papa para Controlar a los Hongos.

- Aplicar en forma de aspersion o inmersión una solución de 3.0 por ciento de Bela antes de almacenar.

Tratamiento de Frutos en Postcosecha para Controlar Hongos y Bacterias

- Aplicar en forma de aspersion o inmersión una solución de 3.0 por ciento de Bela antes de almacenar o transportar los productos.

Compatibilidad y Fitotoxicidad

Bela es compatible con la mayoría de los fungicidas, insecticidas y herbicidas; sin embargo, se recomienda realizar pruebas previas; no es fitotóxico en los cultivos a las dosis recomendadas.

MATERIALES Y METODOS

El sitio donde se realizaron las evaluaciones fue en el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Departamento de Parasitología.

La obtención del patógeno se realizó partiendo de material vegetal enfermo de la siguiente forma: se tomó muestra de una papa con signos marcados de esclerocios negros; se desinfectó en una solución de hipoclorito de sodio en agua destilada al 1.2 por ciento (una parte de cloro comercial por cinco de agua), sumergiéndola durante 1 ó 2 minutos; en seguida se lavó cuidadosamente en agua destilada para quitar el exceso de solución. En cajas de petri esterilizadas se dispersó el medio de cultivo PDA; una vez que solidificó se colocó la muestra, se selló con plástico transparente ("Kleen pack") y se colocó la caja petri en la incubadora a una temperatura constante de 28°C.

Una vez que hubo crecimiento de micelio se procedió a purificar el hongo tomando una porción del mismo que fue depositado en una caja de petri. De este cultivo puro, se procedió a realizar la siembra en una cámara de transferencia: mediante un sacabocados de 5 mm de diámetro se fue depositando en siete cajas de petri con PDA para la siembra de los respectivos tratamientos.

Tratamientos

Cuadro. 3. La prueba comparativa del producto Timsen y el otro producto llamado Bela, llevó a preparar los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Concentración
TIMSEN	2500 ppm
TIMSEN	2000 ppm
TIMSEN	1500 ppm
BELA	3000 ppm
BELA	6000 ppm
BELA	12000 ppm
TESTIGO ABSOLUTO	0.00

Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar, con siete tratamientos y ocho repeticiones, siendo la unidad experimental una caja de petri.

Desarrollo de la prueba

Las concentraciones en partes por millón (ppm) para cada tratamiento de Timsen se obtuvieron pesando en la balanza analítica el producto necesario. Debe aclararse que las concentraciones se dieron en base a la formulación comercial y no a la del ingrediente activo. En las dosis del líquido Bela se midieron con una pipeta en base al 32.14 por ciento de ingrediente activo.

En siete matraces Erlenmeyer de 200 ml los cuales contenían 150 ml de medio de cultivo, el cual correspondía a cada tratamiento, es decir la cantidad suficiente para llenar 8 cajas petri, cada una de las cuales representaba una repetición. Una vez esterilizado el medio de cultivo, se dejó que tomara la temperatura adecuada (soportable al tacto) para adicionarle las respectivas dosis de los productos a probar. Se mezcló el medio de cultivo con el fungicida homogeneizando mediante agitación e inmediatamente se dispersó en las cajas de petri estériles, para la formación de la placa.

La siembra se hizo con la ayuda de un horador de 5 mm de diámetro, con el cual se tomaron porciones circulares del medio con el patógeno, de la

caja de petri que contenía el cultivo puro; la porción se depositó en el centro de la caja, sobre el medio de cultivo con la mezcla del fungicida. Cada vez que se sembraba una caja el horador se sumergía en alcohol y se pasaba a la flama del mechero antes de repetir la operación de siembra.

Cuadro. 4. Requerimiento de producto fungicida, agua destilada, medio de cultivo para cada tratamiento.

TRATAMIENTO	REPETICIONES	CONCENTRACION	CANTIDAD FUNGICIDA	AGUA DESTILADA	MEDIO DE CULTIVO PDA.
Timsen	8	2500 ppm.	0.937 g.	150 ml	5.85 g
Timsen	8	2000 ppm.	0.750 g	150 ml	5.85 g
Timsen	8	1500 ppm.	0.560 cc	150 ml	5.85 g
Bela	8	3,000 ppm	1.35 cc	150 ml	5.85 g
Bela	8	6,000 ppm	2.7 cc	150 ml	5.85 g
Bela	8	12,000 ppm	5.4 cc	150 ml	5.85 g
Testigo	8	0.00	0.00	150 ml	5.85 g

Evaluación

La evaluación de esta etapa experimental *in vitro* se realizó en base a crecimiento radial del hongo y/o supresión de crecimiento en relación con el testigo. Las mediciones se hicieron diariamente, hasta el llenado de la caja de petri del testigo (sin producto).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se identificó desde la primera siembra en medio de cultivo del fragmento de tubérculo de papa, el hongo *Rhizoctonia solani*, mismo que fue confirmado en las siembras subsiguientes.

La toma de datos del crecimiento radial del micelio del patógeno se realizó diariamente, procurando que las lecturas se hicieran a la misma hora cada vez. Los resultados de dicho crecimiento se exponen en los cuadros (1 y 2). El crecimiento corresponde al promedio de las ocho repeticiones utilizadas en cada tratamiento; y se expresa en centímetros.

El número de días que se tomaron lecturas fue en función de los días necesarios para que el testigo llenara la caja de petri.

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron analizados estadísticamente mediante un diseño completamente al azar.

Como en esta prueba solo se evaluó una variable (diámetro de colonia en centímetros) lo cual se hizo durante siete diferentes fechas o días, Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Para el crecimiento de colonia en la primera fecha de evaluación (19 de marzo de 1998). Para esta fecha el análisis de varianza nos arrojó diferencias significativas entre los tratamientos; al realizar la comparación de medias éstas variaron desde 0.00 cm hasta 0.345 cm

Cuadro. 5. Efecto de los fungicidas a diferentes dosis en el crecimiento de la colonia de *Rhizoctonia solani* al 19 de marzo.

# TRAT	TRAT	MEDIA DE CREC. COL. cm.
7	Testigo	0.345
4	Bela 3000ppm	0.3
3	Timsen 1500 ppm	0.00
1	Timsen 2500 ppm	0.00
5	Bela 6000 ppm	0.00
6	Bela 12000 ppm	0.00
2	Timsen 2000 ppm	0.00

Como se puede observar los tratamientos que tuvieron efecto en esta fecha fueron el 3, 1, 5, 6 y 2 que corresponden a Timsen 1500 ppm, Timsen 2500 ppm, Bela 6000 ppm, Bela 12000 ppm y Timsen 2000 ppm. Estos tratamientos redujeron el crecimiento de colonia en un 100 por ciento con respecto al testigo y el tratamiento Bela 3000 ppm redujo el crecimiento en un 13.04 por ciento con respecto al testigo.

En las fechas correspondientes al 20, 21 y 22 de marzo la tendencia se mantuvo, presentándose una diferencia el 23 de marzo.

Cuadro. 6. Efecto de los fungicidas a diferentes dosis, en el crecimiento de la colonia de *R. solani* al 23 de marzo.

# TRAT	TRAT	MEDIA CREC. COL. cm
7	Testigo	5.314
4	Bela 3000 ppm	2.06
3	Timsen 1500 ppm	0.625
1	Timsen 2500 ppm	0.175
5	Bela 6000 ppm	0.00
6	Bela 12000 ppm	0.00
2	Timsen 2000 ppm	0.00

En el cuadro anterior se puede observar los tratamientos que tuvieron efecto en esta fecha fueron el 5, 6 y 2 que corresponden a Bela 6000 ppm, Bela 12000 ppm y Timsen 2000 ppm., estos tratamientos redujeron el crecimiento de colonia en un 100 por ciento en relación al testigo.

Bela 3000 ppm redujo el crecimiento de colonia en un 61.23 por ciento en relación con el testigo.

Timsen 1500 ppm redujo el crecimiento de colonia hasta un 88.23 por ciento en relación con el testigo.

Timsen 2500 ppm suprimió el crecimiento en un 96.70 por ciento con respecto al testigo.

En las fechas correspondientes al 24 y el 25 de marzo la tendencia se mantuvo presentándose crecimiento en los mismos tratamientos.

Se dio por terminada la evaluación el 25 de marzo una vez que el testigo tuvo un crecimiento de 7.8 cm de diámetro de colonia llenando la caja petri.

Cuadro. 7. Crecimiento de la colonia de *R. solani* por efecto del fungicida

Timsen 2500 ppm

FECHA	MEDIA CREC. cm
-------	----------------

19 de marzo	0.00
20 “	0.00
21 “	0.00
22 “	0.00
23 “	0.175
24 “	0.175
25 “	0.280

El tratamiento Timsen 2500 ppm a la primera fecha de evaluación se comporto eficientemente impidiendo el crecimiento de colonia. Sin embargo, inició su crecimiento hasta el cuarto día de evaluación, que se presentó únicamente en dos de sus repeticiones, y solo alcanzó en promedio un crecimiento de 0.28 cm. Lo anterior podría deberse a que un mayor número de partículas en el medio de cultivo tal vez formaron grumos que se precipitaron, quedando menos partículas dispersas en el agar

Cuadro. 8. Crecimiento de la colonia de *R. solani* por efecto del fungicida Timsen 2000 ppm.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.00
20 “	0.00

21	“	0.00
22	“	0.00
23	“	0.00
24	“	0.00
25	“	0.00

El fungicida Timsen de 2000 ppm como se observa en el cuadro anterior no permitió el crecimiento de *Rhizoctonia solani* durante el periodo en que se realizó la evaluación.

Cuadro. 9. Crecimiento de la colonia de *R. solani* por efecto del fungicida Timsen a 1500 ppm.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.00
20 “	0.00
21 “	0.00

22	“	0.00
23	“	0.625
24	“	0.701
25	“	0.771

El fungicida Timsen de 1500 ppm al primera evaluación no presentó crecimiento, permaneciendo así hasta la cuarta evaluación; en la quinta evaluación bajó su efecto y se presentó un crecimiento de colonia permitiendo un crecimiento total de 0.771 cm.

Cuadro. 10. Crecimiento de colonia de *R. solani* por efecto del fungicida Bela 3000 ppm.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.3
20 “	0.931
21 “	1.333
22 “	1.714

23	“	2.06
24	“	2.385
25	“	2.824

El fungicida Bela 3000 ppm desde la primera evaluación hasta la última tuvo crecimiento de colonia, lo que quiere decir que este tratamiento no tiene efecto sobre *Rhizoctonia solani*.

Cuadro. 11. Crecimiento de la colonia de *R. solani* por efecto del fungicida Bela 6000 ppm.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.00
20 “	0.00
21 “	0.00
22 “	0.00
23 “	0.00
24 “	0.00

25	“	0.00
----	---	------

Se observa claramente que en este tratamiento tuvo un efecto eficiente impidiendo el crecimiento de la colonia de *Rhizoctonia solani*.

Cuadro. 12. Crecimiento de la colonia de *R. solani* por efecto del fungicida Bela 12000 ppm.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.00
20 “	0.00
21 “	0.00
22 “	0.00
23 “	0.00
24 “	0.00
25 “	0.00

En este tratamiento se observa nuevamente que el fungicida Bela 12000 ppm se comportó eficientemente impidiendo el crecimiento de la colonia.

La explicación podría ser que este producto se dispersa uniformemente en el medio semisólido proporcionado por el agar, dada la composición de ese producto en el que las enzimas probablemente juegan un papel importante. Debe mencionarse que la empresa que elabora este producto tiene documentadas varias observaciones en pruebas demostrativas de campo en las que los resultados han sido muy favorables, pero no se habían sometido a un rigor estadístico

Cuadro. 13. Crecimiento de la colonia de *R. solani* en el tratamiento del testigo absoluto.

FECHA	MEDIA CREC. cm
19 de marzo	0.345
20 “	1.791
21 “	3.192
22 “	4.253
23 “	5.314
24 “	6.402
25 “	7.800

En este tratamiento se observa que el hongo tiene un crecimiento normal desde la primera fecha de medición hasta la última, llegando al llenado de la caja petri, así como un crecimiento uniforme de *R. solani*.

Cuadro. 14. De acuerdo a los resultados anteriores y analizando cada tratamiento se puede sintetizar lo siguiente.

# Trat	Tratamiento	Fecha y Ø de crecimiento total							
		19 \bar{x} cm	20 \bar{x} cm	21 \bar{x} cm	22 \bar{x} cm	23 \bar{x} cm	24 \bar{x} cm	25 \bar{x} cm	Total
1	Timsen 2500 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.17	0.28	0.28
2	Timsen 2000 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Timsen 1500 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.70	0.77	0.77
4	Bela 3000ppm	0.3	0.93	1.33	1.71	2.06	2.38	2.82	2.82
5	Bela 6000 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Bela 12000 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	Testigo	3.45	1.79	3.19	4.25	5.31	6.4	7.8	7.8

Los mejores tratamientos fueron el 6, 5 y 2 que corresponden a Bela 12000 ppm, Bela 6000 ppm y Timsen 2000 ppm, respectivamente, los cuales tuvieron un efecto positivo en la inhibición de crecimiento de la colonia de *R. solani*.

Sin embargo, Timsen a 2000 ppm según los resultados puede no ser confiable, ya que a dosis altas 2500 ppm después de cierto tiempo reduce su efecto en el crecimiento de la colonia. Lo cual nos indica que es un producto poco estable. Lo contrario ocurre con Bela el cual a una dosis de 6000 ppm controló eficientemente el crecimiento de la colonia y al aumentar la dosis mantuvo el efecto de inhibición del crecimiento de *R. solani*, lo que indica que es un producto estable en su efecto.

CONCLUSIONES

El producto Timsen se comportó como un buen fungicida a la dosis recomendada por el distribuidor. En la dosis baja da una protección parcial, dado que hubo crecimiento miceliano a partir del cuarto día. De igual manera, la dosis alta se comporta como un fungistático.

El producto enzimático Bela tiene una acción fungicida muy definida a dosis media y alta, pero no funcionó a la dosis baja.

Estas evaluaciones constituyen la fase inicial que deberá confirmarse en posteriores trabajos, tanto de invernadero como en cultivos establecidos en campo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con la finalidad de observar el efecto fungicida de dos productos orgánicos para el control de *Rhizoctonia solani* en condiciones controladas de laboratorio. El experimento se llevó a cabo durante el mes de marzo de 1998, en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el Departamento de Parasitología. Instalándose para esto un diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 8 repeticiones; cada repetición estaba representada por una caja de petri que contenía sembrado el hongo *R. solani*; los tratamientos fueron: testigo absoluto, donde no se aplicó fungicida, 3 dosis de Timsen: 1500, 2000 y 2500 ppm y 3 dosis de Bela: 3000, 6000 y 12000 ppm medio de cultivo PDA. El día 18 de marzo de 1998 se sembró el hongo, concluyéndose el día 25 de marzo del mismo año, durante este tiempo se evaluó el crecimiento radial de la colonia diariamente hasta que el testigo llenara la caja de petri. Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar; además se realizó la comparación de medias por el método de DMSa un nivel de significancia de 0.05 por ciento.

Por los resultados obtenidos estadísticamente, Timsen 1500, 2500 ppm, así como Bela 3000 ppm, tuvieron un crecimiento reducido con respecto al testigo.

Los mejores tratamientos fueron el 6, 5, y 2 que corresponden a Bela 12000, 6000 ppm y Timsen 2000 ppm, respectivamente, los cuales tuvieron un efecto positivo en la inhibición del crecimiento de la colonia de *R. solani*.

BIBLIOGRAFIA

- Agrios, N. G. 1985. Fitopatología. 1a. ed. LIMUSA. México. 756 p.
- Anónimo. 1983. Bayer. Manual Fitosanitario de la Papa. México. 28 p.
- Barkley, F. A.. 1973. Outline classification of organisms. Northeastern University. Boston. 656 p.
- Basan de Segura, C. 1975. Enfermedades de Cultivos Frutícolas y Hortícolas. Ed, Jurica, S.A. Lima, Perú. 276 p.
- Bianchini, F. 1974. Frutos de la Tierra. Gran Enciclopedia Agropecuaria. Ed, AEDOS. Barcelona, España. 224 p.
- Campos, A. J. 1987. Enfermedades del Frijol. Ed, Trillas. México. 132 p.
- De la Garza, G. J. L. 1996. Fitopatología General. Univ. Aut. de Nuevo León. Monterrey, N. L..
- Edmond, J. B. and T.L Seen. 1976. Principios de Horticultura. 3a. ed. Ed. CECSA. México. 268 p.
- FAO. 1975. Production Yearbook. Rome, Italy. 54 p.
- Fuentes del Valle, O. 1960 .Elementos de Fitopatología. ESAAN. Saltillo, Coahuila. México. 268 p.
- García, O.L. 1959. Horticultura. 2ª. ed. Ed. Salvat. Barcelona, España. 459 p.
- González, L. C. 1977. Introducción a la Fitopatología. IICA. San José, Costa Rica. 148 p.
- Harris, P. M. 1978. The Potato Crop. Department of Agriculture and Horticulture . Reading. University of London. Chapman Hall. New York. 703 p.
- Hawkes, J. G. 1978. History of the Potato. pp.1-8. In: Harris P. M. (Ed). The Potato Crop. Chapman Hall. London.
- Hawksworth, D. L. *et al.* 1995. Ainsworth and Bisby`s Dictionary of the Fungi. 8th ed. CAB International. Wallingford, Oxon. England. 616 p.
- León Gallegos, H. M. 1982. Enfermedades de los Cultivos en el Estado de Sinaloa. CIAPAN, INIA, SARH. Culiacán , Sinaloa, México. 262 p.
- Matons, A. 1943. Diccionario de Agricultura. 2o. Tomo. Ed. Herrera, S.A.

- México. 1026 p.
- Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades Fungosas de Hortalizas. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, México. 85 p.
- Mendoza, Z. C. y C. B. Pinto. 1983. Principios de Fitopatología y Enfermedades Causadas por Hongos. UACH.. Chapingo, México. 311 p.
- Mireles, R. J. 1991. Evaluación del Fungicida Rovrin (Iprodine + TMTD) *in vitro* e Invernadero sobre Cinco Hongos Fitopatógenos de Importancia Económica. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 97 p.
- Ortiz, F. P.. 1983. Efecto de Cuatro Niveles de Vermiculita y Cuatro Dosis de Fertilizantes Fosfatados sobre el Desarrollo y Rendimiento de Papa (*Solanum tuberosum*, L.) en la Región de Navidad, Nuevo León. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 62 p.
- Peña, M. y Bermudez. 1948. Cultivo de la Papa. Ed. Atlántida. 233 p.
- Pérez, U. G. 1997. Fitomejoramiento en el Cultivo de Papa. Foro de Investigación. Investigaciones en el Cultivo de Papa. UAAAN. pp. 1-3.
- Romero, C. S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Univ. Aut. Chapingo. Texcoco, México. 347 p.
- Secretaría de Educación Pública (SEP). 1983. Papas. Manual para la Educación Agropecuaria. Ed. Trillas. México. 53 p.
- Talavera, R. 1981. La Papa. Enfermedades Principales en México y su Control. Milciades. 1 (1). pp. 33-37 .
- Thompson, W. T. 1978. Agricultural Chemicals. Book in Fungicides. Thompson Pub. Fresno, CA. 181 p.
- Trujillo, S. E. 1997. Efecto de Extracto de Algas Marinas y un Nematicida Orgánico en el cultivo de la Papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 65 p.
- Valadez, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. 5a. reimpresión. Ed. UTEHA. México. 297 p.
- Valdés, O. A. 1989. Resúmenes Primera Demostración Agrícola para Productores de Papa. SARH – INIFAP - FIRA - CIFAP - COAH,

Campo "Sierra de Arteaga". Arteaga, Coah. México. 20 p.

Walker, J. C. 1959. Enfermedades de las Hortalizas. Trad. 1ª. ed. Ed. Salvat, Barcelona, España, 624 p.