

INTRODUCCION

La microbiota del suelo tiene una gran variedad de microorganismos; formada por una mezcla microscópica formada de miles y millones de bacterias, actinomicetos, hongos, protozoos, etc., por cada gramo de suelo. (Ma de Lourdes, 1991) que cumplen un rol esencial en los procesos biogeoquímicos de la materia.

Entre las actividades de los microorganismos entre ellos los hongos, bacterias y otros microorganismos, esta el mantenimiento de la fertilidad del suelo; siendo los responsables de la degradación de toda la materia orgánica muerta para formar el humus, retornando al suelo y a la atmósfera las sustancias transformadas por otros seres vivientes. No obstante, los hongos que se encuentran en el suelo tiene gran importancia en otros aspectos, ya que muchos son fitopatogenos que atacan a plantas de interés económico a través de la raíz o nivel del suelo (George ,S.1963)

La población microbiana en la rizosfera es considerablemente mayor que la de los suelos sin raíces y es fisiológicamente más activa. (Ma de Lourdes 1991). La rizósfera puede considerarse como una zona de amortiguamiento microbiológico, en donde la microflora sirve de protección a la planta del ataque del patógeno (Krupa y Dommergues,1981).

Existen muchos microorganismos del suelos reportados como productores de metabolitos biológicamente activos, se tiene a los hongos (basidiomicetos) , a las bacterias y Actinomicetos , cuyo metabolismo y capacidad de producción ha sido apenas investigada. Por lo que se tiene como prioridad básica la búsqueda de grupos de microorganismos a partir de ambientes poco comunes como es el suelo.

La especie fitopatógena *Rhizoctonia solani* es un patógeno de distribución mundial que ocasiona perdidas importantes en la mayoría de las plantas perennes y anuales incluyendo casi todos los cultivos hortícolas que se desarrollan dentro o sobre el suelo. Entre las enfermedades comúnmente causada por éste patógeno está el llamado damping-off de las plántulas y la podredumbre de las raíces. Cabe destacar que para la mayoría de las hortalizas, no existe ningún fungicida efectivo contra ésta enfermedad. Este hongo patógeno de importancia económica, pues afecta a un gran numero de cultivos tanto en el Perú, países de Latinoamérica y a nivel mundial. En nuestro país afecta cultivos de frijol, cebada, algodón, tomate, papa, etc., causando serios daños durante cualquier estado de desarrollo de la planta (Agrios,G 1998).

En muchas de las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani*, los esclerocios que produce sobre los tejidos de las plantas infectadas, constituye una de las fuentes de inóculo más importante de éste patógeno.

Los mecanismos por medio de los cuales los suelos inhiben el desarrollo de los diferentes patógenos no siempre son claros, pero pueden involucrar factores bióticos y/o abióticos e incluso variar de acuerdo al patógeno. Sin embargo en la mayoría de los casos al parecer principalmente gracias a la presencia, en los suelos, de uno o varios microorganismos antagónicos al patógeno. Dichos antagonistas, gracias a los antibióticos que producen, por competencia por el alimento o al parasitar directamente al patógeno, evitan que éste último alcance poblaciones suficientemente altas para causar enfermedades severas (Agrios G, 1996).

Numerosos hongos del suelo son patógenos de especies hortícolas de importancia económica. Su control con productos químicos es muy difícil y costoso, ya que estos compuestos tienen la capacidad de permanecer en el suelo mediante los órganos de resistencia, aún bajo condiciones adversas (Brizuela A, y cols, 1998).

Existen muchos microorganismos antagónicos que existen naturalmente en los suelos de los campos de cultivo y ejercen cierto grado de control biológico sobre uno o muchos fitopatógenos, a pesar de las actividades humanas. Sin embargo el hombre ha hecho intentos por aumentar la efectividad de los microorganismos antagónicos, ya sea introduciendo poblaciones nuevas y más prolíficas de antagonistas, como por ejemplo *Trichoderma* y muchos otros microorganismos que se encuentran actualmente en estudio, en campos donde faltan se añaden enmiendas al suelo que sirven como nutrientes (o estimulan el crecimiento) de los microorganismos antagónicos, incrementándose así la actividad inhibitoria sobre el patógeno. (Agrios G, 1998).

En el Perú, el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es considerado como una especie hortícola de importancia, tanto para el consumo en estado fresco como para procesamientos industriales, por constituir una fuente de nutrientes en la alimentación humana (Dpto. de hortalizas U. Agraria); se produce en varias zonas del país principalmente en la costa y en zonas templadas de la sierra.

El uso de biocontroladores en el suelo ha comenzado a utilizarse con el fin de disminuir el uso de agroquímicos altamente contaminantes en la producción de hortalizas (Escande A y cols, 1999).

En condiciones de laboratorio los antibióticos son sintetizados cuando los microorganismos apropiados se agregan a suelos estériles o en medios específicos. La producción de antibióticos es una de las muchas armas en la lucha por la existencia en microambientes y pueden estar clasificadas, junto con un rápido crecimiento, complejidad nutricional y adaptabilidad fisiológica, como mecanismos que favorecen la colonización y sobrevivencia en poblaciones mixtas (Krupa y Dommergues, 1981).

Desde el primer simposio internacional de fitopatógenos de suelos realizados en Berkeley en 1963, el creciente peligro potencial por el uso de funguicidas en la agricultura ha incrementado el número de investigaciones relacionados al control biológico de hongos. Actualmente, el costo del desarrollo de un nuevo pesticida se estima entre 30 millones de dólares, por esta y otras razones las compañías privadas e institutos académicos vienen desarrollando productos no químicos para el control de enfermedades de plantas (Chet I, 1980).

El control biológico utilizando micoparasitos constituye hoy en día una alternativa que podría sustituir el control químico que además de su elevado costo, trae como consecuencia el desarrollo de resistencia en el hongo, y problemas de contaminación y toxicidad.

Considerando el uso indiscriminado de agroquímicos (pesticidas, fertilizantes) en horticultura contribuyendo así a la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos y en el ambiente con serias consecuencias para la salud humana; la utilización en el presente trabajo de seis cepas de microorganismos antagónicos es una alternativa para disminuir la incidencia de enfermedades en hortalizas como el tomate.

La contribución que tiene el presente trabajo es el aporte a nivel agrícola, disminuyendo el uso de compuestos químicos que usualmente se utilizan, desde el punto de vista económico, esto reduciría costos por que estaríamos explotando recursos ya existentes. Así también un impacto ecológico por una tratamiento de la enfermedad en forma natural y solamente estaríamos trabajando con la manipulación e incremento de microorganismos antagónicos y no alteraríamos el ecosistema existente en la microflora de la raíz en las plantas. Así también se proyecta en el futuro a la producción masiva de estos microorganismos antagónicos en condiciones de laboratorio y sacar muchos productos comerciales para ser aplicadas a diversas plantas previniendo así las enfermedades en estas.

Por lo expuesto y con la finalidad de conseguir una posible protección utilizando los diferentes microorganismos antagónicos de *R. solani*, se realizó el presente experimento con los siguientes objetivos:



OBJETIVOS:

- A. Evaluar la eficiencia y la utilización de seis microorganismos como antagonistas contra *Rhizoctonia solani*, mediante diferentes pruebas in vitro y compararlas con su capacidad biocontroladora en un cultivo de tomate en invernadero.
- B. Determinar el microorganismo con mayor grado de interferencia, según cada combinación patógeno-antagonista y los posibles componentes activos que podrían estar relacionados con su actividad biocontroladora.

ANTECEDENTES

Se ha descrito una gran cantidad de trabajos relacionados con el control biológico de fitopatogenos utilizando microorganismos seleccionados.

I. Antecedentes Nacionales.

Olivos F. 1989. Reportan el antagonismo microbiano para *Sclerotium rolfsii* causante de la pudrición basal de *hordeum vulgare*. utilizando 4 microorganismos antagónicos (*Bacillus spp.*), *Glilocadium roseum*, *G.rimosus* y *Trichoderma viridae*) en asociación con compuestos químicos para la reducción del fitopatogeno. Donde *Trichoderma viridae* y *Bacillus subtilis* resultaron más eficaces inhibiendo la formación de esclerocios donde ninguna planta murió frente al testigo sano. U. Agraria-Perú.

Rivera A. 1995. Describe a *Trichoderma viridae* y fungicidas sistémicos en el control de *Sclerotium rolfsii* en maní bajo condiciones de invernadero. El trabajo se realiza con la aplicación simultanea del biocontrolador y un compuesto químico para la reducción de la enfermedad donde el tratamiento con fungicida y *Trichoderma viridae* fue efectivo contra la enfermedad siendo afectadas solo el 12% de las plantas frente al tratamiento control. U Agraria-Perú.

2. Antecedentes Internacionales.

Alippi et al. 1990. Reporta el antagonismo de hongos fitopatógenos y saprobios en suelos hortícolas. Describe 2 cepas (*Trichoderma harzianum* y *T. Koningii*) con capacidad antagónica frente a fitopatogenos (*Fusarium solani*, *F. Oxisporum* y *Alternaria solani*) donde las dos especies muestran un fuerte antagonismo para *Alternaria solani* y *Fusarium*. Argentina

W. Bettiol. 1996 Presentan el control biológico de patógenos en plantas de interés comercial. Selecciono y desarrollo antagonistas de patógenos de plantas entre ellos *Trichoderma spp.*, *Bacillus subtilis* y *Gliocadium roseum*. Donde se empezó a desarrollar estos métodos en Brasil.

Brizuela A, et al. 1998. Describe a los Basidiomicetos como una nueva fuente de metabolitos secundarios. Donde el potencial de producir una gran variedad de moléculas en medio naturales y sintéticos.

Durman S, et al. 1999. Evalúan a *Trichoderma spp* como antagonista de *Rhizoctonia solani* in vitro y como biocontrolador en plantas de tomate. Señalando que el agregado al suelo de cepas de *Trichoderma* redujo significativamente al fitopatógeno disminuyendo la supervivencia y el crecimiento de los esclerocios. Además de promover el crecimiento de las plantas la producción de enzimas degradativas esta directamente vinculada con el efecto antagónico. Argentina

Oberti A et al. 1999. Describe el efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de *Sclerotinia sclerotium*, en tres cultivares de lechuga producidas en forma orgánica. Se observo que *Trichoderma harzianum* es un biocontrolador sobre *Sclerotinia sclerotium* causante de la podredumbre en lechuga, considerando que la densidad y la variedad es el factor determinante sobre la incidencia de la podredumbre. Argentina

Bajsa N. et al. 1999. Reporta a *Pseudomonas fluorescens* productora de múltiples antibióticos. Define que *P. Fluorescens* protege eficazmente a *Lotus corniculatus* del "damping off" causado por *Rhizoctonia solani*, y no interfiere en la cinética de ondulación del simbionte ni la capacidad promotora del crecimiento. Uruguay.

Escande A. et al. 1999. Evalúa a *Gliocadium spp* y *Trichoderma spp* en el biocontrol de la pudrición húmeda del capítulo del girasol causada por *Sclerotinia sclerotium*. Estas dos cepas aisladas de suelos se prepararon en suspensiones y luego asperjados a cada capítulo así como las ascosporas de *S. Sclerotium*. Donde *Trichoderma* redujo entre el 41 y 76% la intensidad de la enfermedad seguido de *Gliocadium roseum*. Argentina

Green H. et al 1999. Describe a la supresión del agente biocontrolador *Trichoderma harzianum* por micelios de hongos arbusculares micorrizales *Glomus intraradices* en raíz libre del suelo. Donde *Trichoderma harzianum* es un buen biocontrolador de hongos patógenos y no afecta a los hongos micorrizales arbusculares

Alcaraz F. et al 1999. Reporta a *Bacillus spp* in vitro como biocontroladores de *Fusarium*. Determinando la efectividad de *Bacillus sp*, siendo efectivas y provocando



Efecto Antagónico Y Biocontrolador De Algunos Microorganismos Saprófitos Contra *Rhizoctonia Solani* Un Fitopatogeno Causante Del (Damping Off) En Plantas De Tomate. Rodríguez Limach, Verónica Julia.

el deterioro morfológico del micelio y estructuras reproductivas disminuyendo significativamente el desarrollo miceliano de *Fusarium*.

Escande A. et al. 1999. Presentan el manejo de la sanidad del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), mediante solarización y antagonistas. El uso de la solarización y la aplicación de biocontroladores (*Pseudomonas fluorescens*) y el uso de agroquímicos donde se determinó una disminución de la población de *Pseudomonas* en el orden de 10^{-4} en suelos tratados con Calor y de 10^{-6} en el tratamiento control y los aplicados con Bromuro de metilo no hubo microorganismos.

Wright E. et al. 1999. Describe el uso de agentes biológicos y de enmiendas orgánicas para el control de fitopatógenos del suelo en cultivos hortícolas. Se aislaron cepas de *Pseudomonas fluorescens* y *Trichoderma spp* de la rizósfera evaluando el antagonismo frente a tres fitopatógenos (*Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotium*) demostrándose que se puede producir en biomasa *Trichoderma spp* a nivel de laboratorio empezándose hacer formulaciones en almácigos. *Pseudomonas fluorescens* se halla en etapa inicial de investigación.

Rey M. Et al. 2000. Reporta la mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. Describiendo el aumento en la capacidad para degradar la pared celular de los hongos fitopatógenos. Mediante la transformación con genes para quitinasas y glucanasas se obtuvieron cepas con actividad enzimática superior al silvestre. Donde se recomienda hacer las pruebas en invernadero y en campo. España

Higgs R. et al 2001. Describe un rápido método para estimar la presencia de metabolitos secundarios en extractos microbianos. Describen los métodos de separación en condiciones de cultivo, crecimiento y fermentación promoviendo la producción de metabolitos secundarios. Indiana

I. GENERALIDADES.

1.1. ENFERMEDADES Y RANGO DE HOSPEDANTES.

El Damping-off . El ahogamiento es el síntoma más comunes producido por *R. Solani*, en este caso las plantas jóvenes pueden ser muertas antes o poco después de que ha emergido del suelo, el hongo ataca el tallo y lo hace aguano, blando, el cual se inicia en la parte basal de los tallos y alrededor del nivel del suelo e incapaz de sostener a las plántulas, la cual se desploma y muere. Las plántulas maduras también pueden ser atacadas por el hongo, aquí se limita a invadir los tejidos corticales externos produciendo lesiones de color café rojizo pudiendo producir la muerte.

La cancrrosis del tallo de las plántulas “Mal del Talluelo”, destruyendo plantas de algodón, tienen el aspecto de canchales profundos de color café rojizo, rodeando la porción de tallo que se encuentra cerca de la superficie del suelo.

En los pastos finos para césped y de los prados. *Rhizoctonia* produce la enfermedad conocida como mancha café.

En los tallos y raíces suculentos y carnosos, así como los tubérculos, bulbos y cormos y otros órganos, *Rhizoctonia* causa pudriciones café superficiales o profundas, causando acaparamiento y amarillamiento o la muerte del follaje.

En los tubérculos de papa, *Rhizoctonia* causa “costra negra”, que son pequeños esclerocios negros y endurecidos sobre la superficie, o bien un “arrosetamiento” o “sarna en roseta”.

Finalmente *Rhizoctonia* produce pudriciones en frutos y vainas y otros órganos que yacen en el suelo tales como pepinos, lechuga, el frijol, y la berenjena y tomate, etc. (Agrios G, 1998).

1.2. RELACION DE HOSPEDANTE –PATOGENO.

R. solani puede penetrar al hospedero mecánicamente o bajo la acción de enzimas o toxinas, dependiendo la etapa de penetración. Dogman and Flentje (1970) mencionados por (Chet, I, 1980) reportaron esta infección, que puede ser sobre hipocotilos radiculares donde el hongo presenta clavijas, penetrando la epidermis del tejido del hospedero. En algunos casos las hifas se aplanan y funcionan como apresorios antes de la penetración. La infección por medio de clavijas aparentemente penetra las células mecánicamente como descrito por varios estudiosos. Sin embargo Flentje (1957) mostró que

las células parenquimatosas secretan materiales mucilaginosos, permitiendo así adherirse a los tejidos del hospedero (Chet, I , 1980).

El rol de las enzimas en la penetración es importante. *Rhizoctonia solani* produce enzimas cutinolíticos, el cual puede degradar la cutícula. Pectinasas y celulasas pueden producir fusión durante la penetración, presumiblemente después de que haya penetrado y destruido la cutícula.

Hasta el momento no se pudo identificar las enzimas que actúan durante la penetración. Pero posiblemente las protopectinasa, celulasas son importantes durante la degradación y muerte de los tejidos del hospedero

Siguiendo la penetración inicial, el mecanismo patogénico de *R. Solani* son varios e inadecuadamente explorados con los diferentes hospederos., Pero generalmente después de una invasión intercelular sigue una invasión intracelular. (Krupa and Dommergues, 1981).

1.3. MEDIOS DE CONTROL.

1.3.1. Control físico y químico.

Como medios de control físico mas utilizados esta el acolchamiento donde se colocan cubiertas de polietileno transparentes o plástico fotodegradable sobre el suelo húmedo durante los días cálidos de verano, la temperatura que prevalece en los primeros 5 cm en la parte superficial del suelo puede elevarse hasta 52°C, comparada con un máximo de 37°C en suelos que carecen de acolchado. Esto se mantiene cuando el calentamiento es generado por el sol conocido con el nombre de “solarización”, el cual inactiva a muchos patógenos que habitan en el suelo.(2). Se ha reportado que una solarización de 20 días, se obtiene una mortalidad de los esclerotes de 80% de 5 a 20 cm de profundidad (Mont Koc R. 1993)

Un cierto tipo de control, surge después de practicar la rotación de cultivos durante un tiempo suficiente (Agrios G, 1996).

El control de las enfermedades por *Rhizoctonia*, cuando el hongo va en la semilla, depende del uso de semillas libres de la enfermedad o que hayan sido tratadas con agua caliente y compuestos químicos. El humedecimiento del suelo con PCBN (Pentacloronitrobenzeno) ayuda a disminuir el

ahogamiento de los almácigos e invernaderos. Entre los compuestos químicos que inhiben el crecimiento micelial se tiene al Naftaleno, Derivados del Cloro y Bromo. El Benceno y sus derivados. El Vapam, Campogram, Calixin 75, Captafol y Benomil (Lewis J and Papavizas, 1987).

Cooper citado por Akem, C y Dashiell 1991 reportan el PCNB en cantidades de 6.8 – 13 Kg/ha. Son efectivos

1.3.2. Control biológico.

Baker y Cook, citados por Agrios, G 1998 , definen el control biológico como la reducción de la densidad del inoculo o actividad productora de enfermedad de un patógeno o parásito en su estado activo o latente, por uno o más organismos antagónicos, en forma natural o por manejo del habitante, hospedero o de los propios microorganismos.

El control de hongos fitopatogenos utilizando microorganismos antagónicos, como se ha definido en su forma clásica se basa en la acción antifungosa de bacterias, hongos y actinomycetos, etc. proveniente del suelo conocidos con el nombre de hiperparasitos o micoparásitos. Ej.: *Trichoderma spp* en *S. Rolfsii*; *S. Cepivorum*, *Verticillium dahliae* y *R. Solani* etc. (Ahmad, J 1987; Baker R, 1984; Chet I, 1980 y Strashnov 1985).

En el control biológico, se utiliza las esporas o los filtrados de cultivos que actúan por medio de productos metabólicos que ejercen acción sobre la pared celular, membrana y ácidos nucleicos de sus hospederos o por mico parasitismo matando las estructuras invadidas directamente, reduciendo de esta manera la concentración de esporas o la densidad poblacional, y por ende el ataque de muchos hongos fitopatogenos de importancia económica. (Elad Y and Katan J, 1980).

El control biológico ofrece ventajas por su bajo costo, no contamina el ambiente, y no presenta problemas de residuos, pero los resultados disponibles han sido obtenidos mayormente “in vitro” y bajo condiciones controladas. No obstante se van incrementando los trabajos de investigación en los diferentes países del mundo. Actualmente el control biológico se constituye en uno de los grande retos de nuestros tiempos (FAO 1990).

En el control de enfermedades causadas por hongos, como este trabajo esta iniciando la posibilidad de su empleo mediante estudios in vitro e invernadero para el control de *R. Solani* causante del Damping-off, utilizando los seis microorganismos antagonistas. Este aporte es uno de los pocos en nuestro país.

1.4.-HONGOS FITOPATOGENOS DEL SUELO.

Se llama fitopatogeno, a todo aquello que causa una enfermedad en las plantas. Y por lo regular casi todas las enfermedades de las plantas son causadas por hongos. Se han observado y descrito estas enfermedades desde la antigüedad.

AGENTE CAUSAL: *Rhizoctonia solani*

1.4.1.UBICACIÓN TAXONOMICA

Considerado como un hongo superior

sub.-División: Deuteromycotina

Clase Agonomycetes (Micelia Sterilia)

Orden: Agonomyvetales (Myceliales)

Rhizoctonia solani.(etapa sexual o perfecta corresponde a *Thanatephorus cucumeris*)
(Agrios G, 1996)

1.4.2.CICLO DE *Rhizoctonia solani*.

R. solani forma un micelio estéril que es incoloro cuando pasa por su estado juvenil pero que se torna amarillo o de color café claro conforme madura. El micelio consta de células largas y produce ramificaciones que crecen casi en angulo recto con respecto a la hifa principal. Las características de la ramificación comúnmente son los únicos medios disponibles para identificar al hongo como *Rhizoctonia*. En ciertas condiciones, el hongo produce ramilletes de células cortas, anchas de forma oval o triangular y que se asemeja a esclerocios, las cuales funcionan como clamidosporas, dichos ramilletes pueden desarrollar en pequeños esclerocios de color café a negro y dispuestos en forma laxa, los cuales son comunes en algunos hospedantes.

R. solani rara vez produce un estado perfecto de basidiomiceto conocido como *Thanatephorus cucumeris*. Esta fase perfecta se forma cuando hay suficiente humedad, y tiene el aspecto de un mildiu fino que se desarrolla sobre el suelo, hojas y tallos infectados. Los basidios tienen forma de barril, se forman sobre una capa membranosa de micelio y tiene cuatro esterigmas, cada una de las cuales produce una basidiospora ovoide (Agrios G, 1991).

Existe una anastomosis (fusión de hifas que entran en contacto), después que ha ocurrido la anastomosis, se forma una hifa heterocariótica (Agrios G 1996)).

El patógeno iverna casi siempre en forma de micelio o esclerocios en el suelo, en plantas perennes infectadas o en órganos de propagación tales como tubérculos de papa. El hongo también ataca a otros hospedantes, tales como frijol, berenjena, pimiento y tomates, y puede ir en la semilla. Se encuentra en la mayoría de los suelos y una vez que se ha establecido en un campo, permanece por tiempo indefinido.

El hongo se disemina con la lluvia, el riego o riego por inundación, así como los órganos de propagación infectados o contaminados. Con respecto a este hongo, la temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 o 18°C y en algunos casos a más de 35°C. La enfermedad es más severa en suelos que son 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. (Agrios G, 1998).

1.5. MICROORGANISMOS ANTAGÓNICOS.

Los mecanismos por lo que los microorganismos antagónicos afectan a las poblaciones de patógenos no siempre son claros, pero en general se atribuyen a uno de cuatro efectos:

- 1) Parasitismo directo y muerte del patógeno,
- 2) competencia con el patógeno por el alimento,
- 3) efectos tóxicos directos sobre el patógeno por medio de sustancias antibióticas liberadas por el antagonista y

- 4) Efectos tóxicos indirectos sobre el patógeno por sustancias volátiles como el etileno, liberadas por las actividades metabólicas del organismo antagonista.

Entre los hongos antagonistas mas estudiados se tiene a *Trichoderma spp.* que ejerce un biocontrol sobre muchas especies de hongos fitopatogenos como *Sclerotium rolfsii*, *S. Cepivorum*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani* y muchos otros (Agrios G, 1998 and Hadar Y, 1979).

Dentro de los hongos micoparasitos, se encuentra *T. harzianum*, que parasita el micelio de *Sclerotium*, inhibe el crecimiento de muchos hongos, como *Pythium*, *Fusarium* y *Fomes*, y reduce la magnitud de las enfermedades causadas por la mayoría de esos patógenos.. Otros hongos micoparasitos comunes son *Lateisaria arvalis* (*Corticium sp.*), Un micoparasito y antagonista de *Rhizoctonia* y *Pythium*; asi mismo , *Sporidesmium sclerotivorum*, *Gliocadium virens* y *Coniothorium minitans* son parasitos y antagonistas destructores de *Sclerotinia sclerotium* y controla eficazmente varias de las enfermedades que causa *Sclerotinia* (Fravel D, 1988).

Se ha demostrado también que muchos hongos antagonizan e inhiben a numerosos hongos patógenos de las partes aéreas de las plantas. Por ejemplo se ha observado que *Chaetomium sp*, inhibe la producción de ascosporas y conidios de *Venturia inaequalis* en las hojas ya desprendidas y las que están en desarrollo. *Tilletiopsis sp.* Parasita al hongo de la cenicilla del pepino, etc.

Además de los hongos, se ha demostrado que las bacterias del genero *Streptomyces* y *Pseudomonas* parasitan y/o inhiben a los hongos patógenos *Pythium sp.* Y *Gaeumannomyces tritici*, el nematodo micofago *Aphelenchus avenae* parasita a *Rhizoctonia* y *Fusarium*.

Los nematodos fitopatogenos también son parasitados por otros microorganismos por ejemplo el nematodo agallador de la raíz, *Meloidogyne sp.*, Es parasitado por el hongo *Dactylella oviparasitica*. *Meloidogyne javanica* tambien es parasitado por la bacteria *Bacillus penetrans*.(Agrios G, 1998).

1.5.1. TRICHODERMA

Trichoderma spp. Pertenece al orden Hyphales (Moniliales) y se caracteriza por presentar conidioforos hialinos, muchas veces blanquecinos, no verticilados, phialides simples o en grupos; conidias (Phialosporas) hialinas, unicelulares, ovoide que yace en pequeños racimos terminales; se les reconoce fácilmente por su rápido crecimiento y por el color verde de las conidias, son saprofitos muy comunes sobre el suelo o la madera (Barnett, H 1972 y Dickinson C, 1987).

1.5.2. UBICACIÓN TAXONOMICA

El género *Trichoderma* comprende un conjunto de especies sin fase sexual evidente. Presenta micelio septado, conidias generalmente ovaladas, conidioforo hialino no verticilado, fialides singulares o en grupos, conidia unicelular coloreada, de rápido desarrollo en medios sintéticos, la colonia se muestra de color verde; básicamente es saprofítica, muy común en suelos y madera.

Hongo superior

Sub-Division: Deuteromycotina

Clase: Hyphomycetes

Orden: Hyphales (Moniliales)

Género *Trichoderma* (Es un antagonista de muchos hongos fitopatógenos

Trichoderma harzianum.

(Agris G, 1996).

1.5.3. *Trichoderma harzianum* COMO CONTROLADOR.

En el control biológico se recomienda y reporta a *Trichoderma harzianum* , hongo habitante natural en el suelo, parasita hongos fitopatógenos y controla enfermedades causadas por *S. Rolfsii*, *R. Solani* y *Fusarium oxysporum* . Su uso comercial como biofungicida esta siendo investigado (Chet I, 1990).

Cook y Baker distinguen varias especies de *Trichoderma*: *T. hamatum*, *T. viridae*, *T. harzianum*, *T. koningue* y *T. polyspermun*, en el control de hongos fitopatógenos (Chet I, 1980).

Se ha podido observar que las especies de *Trichoderma* se comportan como hiperparasitos frente a diversos patógenos, al atacar directamente y producir la lisis de micelios y también de esclerocios de hongos. Elad, citado por Montealegre, manifiesta que estas especies son capaces de secretar diversos niveles de enzimas hidrolíticas como quitinasas y B-1,3 gluconasas que degradan la quitina y laminarina respectivamente, componentes estructurales de las paredes celulares de los hongos. También se cita a Dennis, quien ha demostrado que estas especies producen antibióticos que inhiben el crecimiento de otros hongos, además diferentes cepas compiten activamente por el mismo sustrato alimenticio con patógenos que presentan una fase saprofítica (Hadar Y; Chet I and Hennis, 1979).

Trichoderma harzianum, parasita micelio de *R. Solani* actuando por medio de clavijas alrededor de la hifa de su hospedero y luego penetra por lisis enzimática de la pared celular, parasitando internamente las células hifales o invadiendo la capa melanica y el tejido pseudoparenquimatoso del esclerote por medio de la β 1-3 gluconasa y quitinasa o por aglutininas (lecitinas) presentes en *R. Solani* y que se considera como posibles sustancias para el reconocimiento de la interacción del fenómeno del micoparasitismo entre *Trichoderma* y *R. Solani*

T. harzianum produce poca cantidad de antibióticos comparado con otras especies de *Trichoderma*; se sabe que razas de este hongo producen sustancias diferencialmente selectivos contra diferentes hongos. Aislamientos de este hongo produce β (1-3) glucanasa y quitinasas extracelulares, enzimas claves de la lisis de la pared celular del hongo *Rhizoctonia*. (Hadar Y, 1979; Chet I 1990 and Dennis, C 1971).

T. harzianum para ser utilizado como controlador biológico bajo condiciones de campo, es incrementado sobre gránulos conteniendo melaza y lecitinas presentes en *R. Solani* y *S. Rolfsii* y que se consideran como posibles sustancias para el reconocimiento de la interacción del fenómeno de micoparasitismo entre *T. Harzianum* y *R. Solani*. Además *T. Harzianum* ejerce un efecto directo sobre el micelio de *R. Solani* (Dennis C and Webster J, 1971).

Se ha comprobado que aplicar *T. Harzianum* a semillas de rabanito y arveja es más efectivo que otros agentes de biocontrol y resulta tan efectivo como cuando se aplican productos químicos a semillas (Hadar Y, 1979).

Las formulaciones (pellets), representan una posibilidad de aplicar microorganismos biocontroladores de patógenos habitantes del suelo, así como la aplicación de afrecho infestado con micelios de *Trichoderma spp.* Se ha comprobado que hay una mayor reducción de *R. Solani* cuando se utilizo gránulos Pellets de trichoderma y afrecho (FAO, 1990).

Actualmente en Israel, en condiciones experimentales se utiliza *T. harzianum*, aislamiento N° 35 (MTR 35) (35). Es aplicado como un fungicida biológico de protección antes o durante la siembra resultando compatible con fungicidas químicos, insecticidas, herbicidas, fertilizantes líquidos y con *Rhizobium sp.* Semillas cubiertas con *Trichoderma* MTR 32 a 12 g/Kg dan como resultado en maní, sembrado en suelo infestado con *S. Rolfsii*, un rendimiento de 7,952 Kg/ha.

Por lo general el PCNB 400 p.p.m es un fungistático que inhibe “in vitro” el crecimiento micelial y esclerotial por un lapso de 2 a 3 meses pero no llega a matar al patógeno.

Sin embargo, el mayor esfuerzo se basa en métodos de control biológico. *Rhizoctonia* es parasitado por microorganismos como los hongos *Trichoderma*, *Gliocadium* y *Laetisaria* y mixobacterias del suelo y por nematodos micofagos como *Aphelenchus avenae*. La adición de estos microorganismos antes de realizar la siembra en suelos infestados por *Rhizoctonia*, disminuye de manera considerable la incidencia y severidad de las enfermedades que ocasiona este patógeno en la mayoría de los cultivos como la zanahoria, el fríjol, el tomate, el clavel y la papa, en los cuales se ha intentado controlar el hongo. Al parece ser el método que da buenos resultados en el aumento de las poblaciones de *Trichoderma* y otros microorganismos que son antagónicos de *Rhizoctonia* y, quizá la liberación de algunos compuestos químicos fungitoxicos (Agrios G, 1998).

1.5.4. MEDIOS DE PROPAGACIÓN DE *Trichoderma* spp. Y POSIBILIDADES DE INDUSTRIALIZACIÓN.

La fórmula más general de propagación de *Trichoderma* es a través de la formación de colonias en granos de salvado de trigo, cebada o centeno. Hadar reportó según estudios en condiciones de viveros una relación inversa entre la cantidad de salvado de trigo *T. harzianum* agregada al terreno y la incidencia de plantas enfermas en un terreno artificialmente contaminado con *R. solani* en niveles que variaron entre 2 g/kg a 10g/kg de suelo (4.48 a 22.4 x 10⁶ g/Ha a una profundidad de 15cm). También se puede hacer tratamientos a la semilla cubriéndolas con conidias (esporas) de *Trichoderma*, usando como adhesivo al carboximetilcelulosa de esta manera en forma efectiva se puede proteger la semilla del ataque de algunos patógenos (Hadar Y, 1979).

La incorporación de biomasa hifal dentro de “pellets de Alginato”, con o sin fuente adicional de nutrientes ha sido desarrollada como una forma de aplicación de *Trichoderma*. Para que ocurra micoparasitismo en el suelo, las hifas de los hongos antagonistas deben desarrollarse de los pellets, y entrar en contacto con los propágulos de los patógenos (Ejm: esclerotes) y parasitarlos. Lewis & Papavizas aplicando al suelo Pellets de Alginato conteniendo *Trichoderma hamatum*, consiguieron reducir la incidencia de la enfermedad causada por *Rhizoctonia solani*. Existen en la actualidad productos comerciales denominados Binab PM y Binab-T-Pellets que son una mezcla de *T. Viride* y otras especies que presentan acción antagónica contra algunos hongos fitopatógenos como por ejemplo *Chondodendrum purpureum*. (Lewis, J 1987; Lewis J, 1985; Knadsen G, 1990).

La dosificación al follaje de árboles frutales en el caso de Binab PM es de 10 g de producto comercial por litro de agua.

Para la fabricación en serie de formulaciones de *Trichoderma* Lewis & Papavizas experimentaron con fermentaciones sólidas y líquidas para la obtención de conidias y clamidosporas, por otro lado la compañía Biotecnology General (BTG, Rehoboth, Israel) logró obtener en 60 horas 10 x 10⁸ conidias de *Trichoderma* por mililitro. Sin embargo, todavía no es claro si estas conidias son funcionalmente idénticas a las producidas sobre micelio aéreo. Makteshin Company (Beerslava, Israel) logró obtener cerca de 10⁹ c.f.u de *Trichoderma* por gramo de producto al cabo de 7 días de fermentación sólida; estas preparaciones investigadas brindan un control

significativo en semillas afectadas por *R. Solani*. (Lewis J and Papavizas G, 1987; Chet I, 1990).

1.5.5. FORMAS DE APLICACIÓN DE TRICHODERMA

Existen cuatro técnicas diferentes para la aplicación de *Trichoderma* spp. Como agentes del biocontrol y cada una pueden ser efectivas en el campo, especialmente son económicos aquellos métodos que introducen los antagonistas con el material a plantar (Chet I, 1990). Esta técnicas incluyen:

- 1) Diseminación, en este caso el preparado de trichoderma se disemina sobre la superficie y se incorpora dentro del suelo infestado.
- 2) Surcos, la preparación se coloca dentro del surco a plantar.
- 3) Zona radicular, para esto se mezcla el suelo del campo con *Trichoderma* antes del trasplante
- 4) Cubriendo las semilla las esporas de trichoderma usando un adhesivo.

Chet y Baker (1980) descubrieron que la mínima cantidad efectiva de *Trichoderma* es de 10^6 cfu/g de suelo. En Israel, experiencias con estos agentes revelaron logros contra *R. Solani* y *S. Rolfsii* cuando se tuvo temperaturas cercanas a 18 °C. La temperatura óptima para el crecimiento de los aislamientos son alrededor de 20 °C y a temperaturas menores a 18 °C el crecimiento fue muy lento.

Ruppel aplicaron *T. harzianum* parcelas en aproximadamente 1.9×10^9 cfu/g de suelo en una banda de 10 cm a lo largo de las hileras. Este tratamiento brinda una significativa disminución de la podredumbre de la raíz causada por *Rhizoctonia* en remolacha azucarera. Parece que para obtener un control de la enfermedad con especies de *Trichoderma* se necesita en el terreno una población de por lo menos 10^5 propágulos por gramo (Knadsen G, 1990)..

1.6. BACTERIAS ANTAGÓNICAS.

Baker y Cook (1974) consideraron que estas bacterias del suelo son extremadamente importantes en el control biológico, porque estas bacterias contribuyen a un numeroso grupo de organismos del suelo y microflora de la rizosfera.

Aunque la microflora cerca de la raíz es considerada por Parkinson (1967) como la primera línea de defensa en el sistema radicular contra el ataque de patógenos, muy pocas bacterias tienden a ser descritas individualmente como antagonistas capaces de controlar los patógenos de las raíces. Las únicas especies comúnmente usadas en el control biológico son *Bacillus sp.* y *Bacillus penetrans* donde muchos investigadores trabajaron; muy pocas bacterias del género *Arthrobacter* y *Pseudomonas* fueron seleccionadas y reintroducidas dentro del suelo para controlar patógenos del suelo aunque esas bacterias fueron comúnmente conocidas como residentes típicos de Rhizosferas en plantas. Esto puede ser explicado por los factores de estos microorganismos usados en el control biológico, donde fueron especialmente seleccionados por sus habilidades en producir antibióticos, esta propiedad con frecuencia ocurre en los géneros *Bacillus* más bien que en los otros mencionados. (Krupa and Dommergues, 1981).

1.6.1. CONTROL DE ENFERMEDADES DE LOS ORGANOS AEREOS DE LAS PLANTAS MEDIANTE EL USO DE BACTERIAS.

Numerosas bacterias, la mayoría de ellas bacterias gram-negativas saprofitas de los géneros *Erwinia*, *Pseudomonas* y *Xanthomonas*, y un menor número de los géneros gram-positivos *Bacillus*, *Lactobacillus* y *Corynebacterium*, existen sobre la superficie de las plantas, particularmente a principios de la estación de crecimiento. Algunas bacterias patógenas también viven epifíticamente. En algunos casos, la aspersión de superficie foliar con preparaciones de bacterias saprofitas o bien con cepas avirulentas de bacterias patógenas, ha reducido de manera considerable el número de infecciones que causan las bacterias y hongos patógenos (Agrios G, 1991)

El tratamiento de las semillas como los cereales, maíz dulce y las zanahorias con suspensiones acuosas, pastas o polvos que contienen bacterias como *Bacillus spp* o *Streptomyces sp.*, han protegido a las plantas contra los patógenos de la raíz y han dado como resultado un mejor crecimiento y producción de esos cultivos.

Las rizobacterias del género *Pseudomonas* como la *P. Putida*, aplicadas a semillas, fragmentos de semillas y raíces de plantas, han resultado en una menor incidencia de pudriciones y han dado incrementos consistentes en crecimiento y producción en varios cultivos. Aun se desconoce el mecanismo

o los mecanismos por los cuales las rizobacterias promueven el crecimiento de las plantas, e incrementan la producción de las mismas. Sin embargo, al parecer la inhibición de microorganismos tóxicos y nocivos, así como de patógenos que habitan en el suelo, por antibióticos o por competencia por el hierro, son algunos factores que determinan su efectividad (Agrios G, 1996).

1.6.2. ECOLOGÍA DE LAS BACTERIAS.

La densidad bacteriana en la rizosfera es enorme. Los cálculos por el método en placa, sobre medios de cultivo, con frecuencia proporcionan valores mayores de 10^9 por gramo de suelo de la rizosfera.

Las bacterias que reaccionan a la presencia de las raíces pertenecen a varios grupos taxonómicos, fisiológicos y morfológicos claramente diferentes, los que responden más marcadamente son los bacilos cortos gram-negativos que, casi invariable, ocupan el mayor porcentaje de la rizosfera comparado con la flora normal del suelo. Mientras que el porcentaje de incidencia de los bacilos cortos gram-positivos. Los cocobacilos y *Bacillus spp* disminuye ligeramente. Aparentemente no existe una estimulación o inhibición selectiva por los bacilos gram positivos que no forman espora. Según una base genérica, *Pseudomonas*, *Alcaligenes flavobacterium* y *Agrobacterium*, frecuentemente son comunes.

La selección de bacterias, cuyo desarrollo se favorece por los aminoácidos, esta asociado indudablemente con un incremento en el nivel de aminoácidos en este ambiente (Martín A, 1980).

1.6.3. *Bacillus subtilis* .-

Esta especie son fáciles aislar de la tierra, y se encuentran entre los organismos más frecuentes que aparecen cuando se siembran muestras de tierra en placas de agar que contienen varios nutrientes. Son formadores de esporas termoresistentes. Estas bacterias producen por lo general muchas enzimas hidrolíticas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos. También producen antibióticos como por ejemplo la Bacitracina, polimixina, tirodicina etc. El antibiótico es producido cuando el

cultivo entra en la fase estacionaria de crecimiento y después se efectúa la esporulación.

Bacillus al ser enfrentado en placa a *R. Solani* reduce el crecimiento micelial e inhibe la formación de esclerotes por antibiosis, siendo superado solamente por *Trichoderma*.

A. Ubicación taxonómica

Pertencen al grupo II según la clasificación del Manual Bergey: Bacterias Grampositivas que tienen paredes celulares. Grupo 18: Bastoncillos y cocos grampositivos formadores de endosporas

Bacillus subtilis

B. Morfología.

Presenta flagelos peritricos y una espora central, Gram-positiva, que en nuestras condiciones crece en amplios rangos de pH, Temperatura y NaCl (13).

C. Fisiología y composición

Bacillus subtilis realiza la fermentación 2,3 butanediol , también producen glicerol como un producto de la fermentación.

1.6.4. *Pseudomonas fluorescens*

Se les considera como organismos ecológicos importantes de la tierra y el agua y es probable que sean responsables de la degradación de muchos compuestos solubles derivados de la descomposición de materiales de las plantas y animales

A. Ubicación taxonomica

La clasificación de las *Pseudomonas* se basa en la homología rRNA/DNA y características comunes del cultivo.

Pertenece al grupo I de las Eubacterias gramnegativas con pared celular.

Grupo 4: Bastoncillos y cocos gramnegativos aerobios/microaerófilos.

Pseudomonas fluorescens

B. Morfología

Esta especie está constituido por bastoncillos aerobios gramnegativos, motiles, que producen pigmentos solubles en el agua, encontrándose ampliamente distribuidos en el suelo, el agua y las plantas.

Bacilos rectos o curvos pero no vibroides; tamaño 0.5 –1 μm ; sin esporas; gramnegativos; flagelos polares; sin envoltura, apéndice o yemas; metabolismo respiratorio nunca fermentativos (Brock, 1987).

Estas especies producen el pigmento fluorescente Ploverdina que imparte el color verdoso al agar.

(Arnold, Vadine 1986).

C. Control biológico de *Pseudomonas fluorescens*.

El Fe^{3+} es un elemento esencial para muchos microorganismos, siendo un factor limitante para el crecimiento microbial y su actividad como habitantes del suelo.

El Sideroforo de *Pseudomonas fluorescens* se llama Ploverdina, que muestra una alta afinidad por el Fe^{3+} . El ion ferrico es conocido juega un rol importante en el metabolismo bacteriano. Pero en otros casos *Pseudomonas fluorescens* en condiciones limitantes de O_2 usan Oxido de Nitrogeno como aceptores de electrones.

El medio ambiente del suelo experimenta muchos cambios en el crecimiento de la raíz, la lluvia o irrigación. El crecimiento o actividad del crecimiento de la raíz induce significantes modificaciones físico-químicas y propiedades biológicas del suelo alrededor de la raíz (Efecto rizosférico).

Se conoce también que *Pseudomas fluorescens* produce un metabolito depsipeptido Viscosinamida extraído con etil-acetato y también produce pigmentos como la Pioluteorina, Pirrolnitrina, Pioverdina, endoquitinasas, etc. (Demaneche, 2001).

1.7.1. ACTINOMYCETOS

Son microorganismo gram-positivos crecen lentamente formando filamentos ramificados denominados micelios.

Los actinomicetos son propios del suelo pudiendo encontrarlos en diferentes habitats (Horna, J 1996)

Los actinomicetos crecen en forma de filamentos finos rectos u ondulantes, de 0,5 a 0,8 cm de diámetro. Estos filamentos tienen ramas laterales y dicotomas; en algunos grupos crecen hacia fuera del medio para formar un micelio aéreo.

En medios sólidos, los filamentos se presentan en forma de masas enredadas; mientras que en medios líquidos y en tejidos, crecen en acumulos de masas dendríticas radiadas, que en algunas ocasiones están lobuladas.

La formación de los pigmentos, con colores que varían sobre el espectro, es común entre los Actinomicetos.

Los actinomicetos, sobre todo las formas saprofitas, son activos desde el punto de vista fisiológico, utilizan una variedad de componentes de nitrógeno y carbono, y son activamente proteolíticos. Dentro de estos los Streptomyces, producen un olor semejante a tierra húmeda, o al de tierra recién extraída.

La temperatura óptima de desarrollo es por lo general de 20 a 30°C. La mayor parte de los Actinomicetos son aeróbicos y no presentan dificultades de

nutrición, pero algunos son anaerobios o microaerófilos y son exigentes para su nutrición.

1.7.1. UBICACIÓN TAXONÓMICA.

En 1970, Lechevalier, M y cols, clasifican a los Actinomicetos aerobios basándose en la composición de la pared celular, encontrando así seis grupos taxonómicos útiles

1.7.2. FISIOLÓGÍA Y COMPOSICIÓN

- La pared celular de todos los actinomicetos posee los componentes básicos del material peptidoglucano de la pared celular (N-acetilglucosamina, ácido murámico, alanina y ácido glutámico).
- El micelio de los actinomicetos varía entre 0,5 m a 1,5 m. El micelio de los Actinomicetos. El micelio de los actinomicetos son monopodial y Dichotomus.
- Las esporas que forman los actinomicetos son de dos tipos: Endógenas y Exógenas.

1.7.3. ECOLOGÍA DE LOS ACTINOMICETOS.

Los actinomicetos constituyen un componente significativo de la población microbiana del suelo y cuenta con casi un millón por gramo.

Los actinomicetos habitan ambientes naturales y artificiales. La mayoría son saprofitos, pero algunos forman asociaciones mutualistas o parásitas con plantas y animales.

Los actinomicetos cumplen el rol de recicladores de nutrientes, pero poco se conoce a cerca de su distribución, dinámica poblacional, tasa de crecimiento, propiedades degradativas, supervivencia o los factores que gobiernan la

germinación de sus esporas latentes en la mayoría de las especies de Actinomicetos en ambientes naturales.

La disponibilidad de nutrientes es un factor que controla la actividad de los Actinomicetos del suelo, pero existen otros factores que también ejercen influencias. La temperatura es un factor obvio, habiendo pocos estudios al respecto.

EL pH es otro factor determinante en su distribución y actividad. La mayoría de las Actinomicetos se comportan como neutrofilos; creciendo entre pH 5,0 y pH 9,0, con acercamiento a neutralidad. Se sabe que los suelos ácidos producen una cantidad de Actinomicetos neutrofilos, sin embargo, los Streptomicetos han demostrado amplia distribución en suelos ácidos.

1.7.4. CONTROL BIOLÓGICO.DE ACTINOMYCETOS

Los Actinomicetos especialmente *Streptomyces* spp. Puede ser afortunadamente usados para controlar varias enfermedades. Ellos son conocidos pudiendo ser capaces de reducir a *Pythium* podredumbre del tallo y raíz de la caña de azúcar ; *Fusarium vasinfectum*, el agente causal del marchitamiento del algodón ; *Sclerotium rolfsii* y *F. Oxysporum*, patógenos de *Lens culinaris* y *Rhizoctonia solani* parasitando plántulas de pimiento y raís de cebada. En adición del control por introducción de actinomicetos artificialmente, un número de estos experimentos tienen una estimulación de la población natural de actinomicetos por enmiendas apropiadas y después acompañado por una reducción de la enfermedad. Estas observaciones sugieren que este grupo de organismos pueden ser muy efectivos cuando son usados contra patógenos siendo estos competitivos.

Es importante el rol de los actinomicetos como productores de antibióticos y ecto-enzimas micolíticas siendo muy importante en el control biológico. (Krupa and Dommergues, 1981).

1.7.5. ACTINOMYCETOS PRODUCTORES DE ANTIBIÓTICOS ANTIFUNGICOS

Los Actinomycetos considerado como un grupo de microorganismos para formar moléculas orgánicas complejas con diversas actividades biológicas, como los antibióticos que producen

Esta capacidad que tienen los actinomycetos de producir antibióticos, es compartida con otros dos grupos fundamentales de microorganismos, como son los hongos (organismos eucariotas) y las eubacterias (organismos procariotas). Entre ellos los Actinomycetos son productores de mas del 70% de los antibióticos aislados hasta el momento principalmente la especie Streptomyces, los hongos producen aproximadamente un 20% y las Eubacterias, el 10% restante (Blanco G, 1985).

En las ultimas décadas del siglo XIX diversos científicos descubrieron, efectos de antagonismo microbiano, los cuales en algunos casos eran debidos a la existencia de sustancias difusibles con propiedades antibacterianas.

1.7.6. LISIS ENZIMATICA.-

La lisis es un fenómeno ampliamente distribuido y aparentemente importante. La lisis en el suelo probablemente involucra:

- a) la digestión de las paredes celulares de especies filamentosas o susceptibles por medio de enzimas extracelulares excretadas por poblaciones líticas (heterolisis); el organismo con la pared debilitada o digerida es incapaz de mantener la integridad estructural y su viabilidad.
- b) una autodestrucción provocada por enzimas producidas por la célula o hifa que es digerida (autolisis).

Los antibióticos u otros inhibidores excretados por una población pueden ser la causa de la autolisis de una segunda población. En algunos casos, la sustancia responsable de la autolisis puede ser un metabolito que impida la biosíntesis de la pared celular realizada por las células susceptibles; un

organismo que continúe su crecimiento mientras sea incapaz de elaborar su pared, pronto dejara de ser viable.

Una diversidad de hongos esta sujeta a la heterólisis por las enzimas excretadas por actinomicetos y bacterias. Sin duda, algunas de las bacterias y actinomicetos crecen en las hifas que pudieron haber sucumbido por otras razones, pero es probable que muchos de los organismos son responsables de su degradación. No solo las estructuras vegetativas pueden ser destruidas, si no también las conidias y esporangiosporas, aunque a una velocidad baja. También son atacados, aunque muy lentamente, las clamidosporas y esclerotes. Las adiciones de materia orgánica u otros tratamientos que facilitan la germinación o el crecimiento a partir de cuerpos resistentes y favorecen el desarrollo de las hifas, con frecuencia originan un rápido descenso del numero de hongos debido a que los filamentos son las estructuras más susceptibles de ser lisadas. Parece ser que los agentes responsables son principalmente cepas de *Streptomyces*, *nocardia*, *Bacillus* y *pseudomonas*.

La lisis de las bacterias en la naturaleza se ha estudiado poco debido a su pequeño tamaño, aunque los estudios de *mixococcus* y *Polyangium* y otras mixobacterias en cultivo han dado evidencias de que liberan enzimas extracelulares que digieren una gran variedad de bacterias; la acción predatora de estas mixobacterias depende de este tipo de digestión. La lisis de las bacterias también puede llevarse a cabo in vitro por otras cepas.

Actualmente la Heterólisis enzimática involucra generalmente la liberación de enzimas por los heterótrofos líticos, que despolimerizan componentes de la pared del organismo susceptible, los cuales son esenciales para mantener la integridad de la célula o filamento. Aunque la lista de macromoléculas que son digeridas de esta forma durante la lisis es sin duda incompleta, parece ser que los constituyentes principales son los siguientes:

- a) Celulosa, un β -(1-3)-glucano y/o otros polisacáridos, en los hongos y ciertas algas.
- b) Un peptidoglucano, en muchas bacterias y algunas algas verde-azules.
- c) Quitina u otros polisacáridos que contengan N-acetilglucosamina, en una gama de hongos.



Efecto Antagónico Y Biocontrolador De Algunos Microorganismos Saprofíticos Contra Rhizoctonia Solani Un Fitopatogeno Causante Del (Damping Off) En Plantas De Tomate. Rodríguez Limach, Verónica Julia.

- d) Posiblemente quitina, celulosa y proteínas en la superficie de los quistes de varios protozoarios.

De esta manera, los organismos que producen celulasa o β -(1-3)-glucanasa y quitinasa destruyen las paredes y causan la lisis de varios hongos.

Sin embargo las endosporas de Bacillus y Clostridium, ocasionalmente hifas y varias estructuras inactivas de los hongos, conidias de actinomicetos, muchos quistes de protozoarios y algunas algas persisten sin crecer en suelos húmedos y, por lo tanto, sus superficies deben estar protegidas de alguna manera (Martín A, 1980).