

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* en suelos con y sin inundación adicionados con urea, sulfato de amonio y combinados con glucosa

POR:

LUIS FELIPE MUÑOZ BAÑUELOS

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL

TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* en suelos con y sin inundación adicionados con urea, sulfato de amonio y combinados con glucosa

TESIS

PRESENTADA POR:

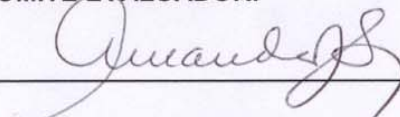
LUIS FELIPE MUÑOZ BANUELOS

**QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

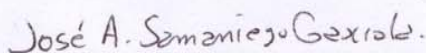
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ EVALUADOR:

PRESIDENTE:



MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS.



José A. Samaniego Gaxiola.

VOCAL:

DR. JOSÉ ALFREDO SAMANIEGO GAXIOLA.

VOCAL:

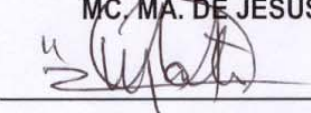


MC. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ.

VOCAL SUPLENTE:



MC. MA. DE JESÚS RIVERA GONZÁLEZ.



MC VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS.

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Diciembre 2009

**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD

LAGUNA

Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* en suelos con y sin inundación adicionados con urea, sulfato de amonio y combinados con glucosa

TESIS ELABORADA POR:

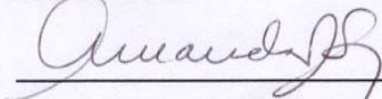
LUIS FELIPE MUÑOZ BAÑUELOS

BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

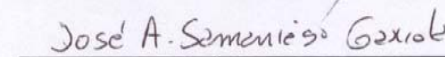
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



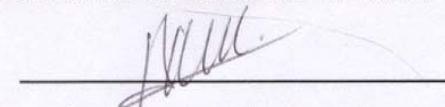
MC. AMANDA JARAMILLO SANTOS

ASESOR:



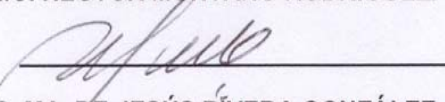
DR. JOSÉ ALFREDO SAMANIEGO GAXIOLA

ASESOR:



MC. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ.

ASESOR:

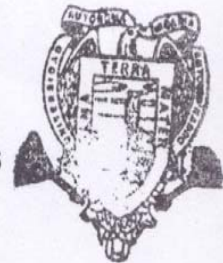


MC. MA. DE JESÚS RÍVERA GONZÁLEZ.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



MC VICTOR MARTINEZ CUETO



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

Diciembre Del 2009

Dedicatoria:

A MIS PADRES: Felipe Muñoz Santos y Cecilia Bañuelos Martínez. Por su apoyo incondicional, por la confianza y fe depositada en mí y por ese ejemplo de superación personal que siempre me han otorgado

A MIS HERMANOS: Marina, Adolfo, Abigaíl y Abraham, por su amor y apoyo incondicional que siempre me han dado.

A MIS AMIGOS: Birzabith, Karen, Natalia Belén, Moisés. Por su compañía y consejos

A MI TIOS: Magdaleno Bañuelos, por su apoyo y consejos que me otorgo siempre, Álvaro Muñoz Santos; por su apoyo y consejos que me brindo.

A MIS COMPAÑEROS: Lucero, Graciana, Abdías, Idahí, Elmi, Cesar, Rafael, Edgar, Hugo, Apolinar, Luvín, Rigoberto.

Agradecimientos:

A Dios por permitirme estar aquí y darme la vida.

A la Unidad Regional Laguna del la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por brindarme esta oportunidad de poder realizar mis estudios profesionales.

Al Dr. José Alfredo Samaniego Gaxiola por sus sugerencias, material bibliográfico y la amistad que me ha brindado.

A la MC. Amanda Jaramillo Santos, por sus revisiones y colaboración para la elaboración de mi tesis.

AL MC. Héctor Montaña por su colaboración para la elaboración de mi tesis.

A la MC. Ma. De Jesús Rivera González; por su apoyo para la realización de la tesis.

Índice de Contenido

| | |
|-----------------------------|-----|
| Dedicatorias..... | i |
| Agradecimientos..... | ii |
| Índice de contenido..... | iii |
| Índice de cuadros | iv |
| Índice de figuras | vi |
| Resumen..... | vii |
| Introducción..... | 1 |
| Hipótesis..... | 2 |
| Objetivos..... | 2 |
| Revisión de literatura..... | 3 |
| Materiales y métodos..... | 8 |
| Resultados..... | 12 |
| Discusión..... | 26 |
| Conclusiones..... | 29 |
| Literatura citada..... | 31 |

Índice de Cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Análisis de varianza para la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o sin inundar y complementado con glucosa | 13 |
| Cuadro 2. Comparación de medias de sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o no inundado adicionado con glucosa | 14 |
| Cuadro 3. Comparación de medias de sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> tomando en cuenta solo la adición de glucosa tanto en suelo inundado o sin inundar..... | 14 |
| Cuadro 4 Análisis de varianza para la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o sin inundar y complementado con urea..... | 17 |
| Cuadro 5. Comparación de medias de sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> solo tomando en cuenta el suelo inundado o no inundado adicionados con urea..... | 17 |
| Cuadro 6. Comparación de medias de la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> solo tomando en cuenta la adición de urea en suelos inundados o sin inundar..... | 18 |
| Cuadro 7. Análisis de varianza para la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o suelo sin inundar y adicionado con urea, glucosa o la combinación de ambos..... | 20 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 8. Comparación de medias de la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> tomando en cuenta solo el suelo inundado o no inundado adicionados glucosa y urea..... | 20 |
| Cuadro 9. Comparación de medias de la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> tomando en cuenta solo la adición de glucosa en suelo complementado con urea e inundado o sin inundar..... | 21 |
| Cuadro 10. Comparación de medias de la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> tomando en cuenta solo la adición de urea en suelos inundados o no y adicionado o no con glucosa | 22 |
| Cuadro 11. Análisis de varianza para la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o no y adicionado con glucosa, urea y NH_4SO_4 | 22 |
| Cuadro 12. Comparación de medias de la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> solo tomando en cuenta el nivel de humedad en suelos adicionados con glucosa + urea + sulfato de amonio | 23 |
| Cuadro 13. Análisis de varianza para la sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de permanecer en suelo inundado o suelo sin inundar y adicionado con urea, glucosa, sulfato de amonio o sus combinaciones..... | 24 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de 14 días de permanecer en suelo a 27 ± 2 °C. El suelo fue adicionado con soluciones de glucosa a razón de 0, 0.1, 0.5, 1.0 y 2.0 mg g ⁻¹ (suelo-glucosa). | 15 |
| Figura 2. Sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de 14 días de permanecer en suelo inundado o al 50% de su capacidad de inundación. El suelo fue adicionado con soluciones de nitrógeno contenido en la urea a razón de 17 (U17), 100 (U100) o 500 (U500) ppm con respecto al suelo..... | 16 |
| Figura 3. Sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de 14 días de permanecer en suelo inundado o al 50% de su capacidad de inundación. El suelo fue adicionado con soluciones de nitrógeno contenido en la urea a razón de 17, 100 o 500 ppm con respecto al suelo y glucosa a razón de 0.1 o 0.5 mg g ⁻¹ | 19 |
| Figura 4. Sobrevivencia de <i>Rhizoctonia solani</i> después de 14 días de permanecer en suelo inundado o al 50% de su capacidad de inundación adicionado con agua destilada o testigo (T); 500 ppm de N ₂ contenido en el NH ₄ SO ₄ (S) o urea (U), o 2 mg g ⁻¹ de glucosa con respecto al suelo (G); y las combinaciones urea + glucosa (U+G) o urea + sulfato (U+S). | 25 |

Resumen

Se evaluó la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* introducido en suelo como inóculo, éste a partir de segmentos de trigo colonizados. La sobrevivencia del inóculo se evaluó después de aplicarse tratamientos donde al suelo se le adicionó glucosa, urea, sulfato de amonio y combinaciones de estos, tanto en suelo inundado como en no inundado. Los experimentos no fue posible repetirlos, y mostraron una fuerte variación entre repeticiones de tratamientos semejante. Los suelos no inundados en la mayoría de los tratamientos evaluados indujeron menor sobrevivencia de *R. solani* que suelos inundados, lo que fue contrario a lo esperado. Otros resultados indican que la glucosa tuvo un efecto en reducir la sobrevivencia del hongo, la cual se acentuó al incrementar la dosis de éste carbohidrato. La urea adicionada a 500 ppm y en menor grado el sulfato de amonio también mostraron un efecto en la disminución en la sobrevivencia de *R. solani*. Se discuten algunas causas de la fuerte variación de los resultados.

Palabras claves; materia orgánica, inundación, *rhizoctonia solani*

Introducción

Rhizoctonia solani kuhn es un hongo que habita en suelo y ataca a decenas de cultivos agrícolas, por esto su importancia económica. En la Laguna uno de los cultivos de mayor importancia por superficie es la alfalfa *Medicago sativa* L, que es considerada la principal especie forrajera del mundo (Hernández *et al.*, 2003 a).

En México, el cultivo de alfalfa es prioritario, pues es uno de los principales insumos que alimenta al ganado que se utiliza para la producción de leche y carne. Puesto que la Comarca Lagunera es la mayor cuenca lechera del país, la alfalfa se ha convertido en uno de los cultivos más importantes de la región (Santamaría *et. al.*, 2000). En el 2003, la superficie sembrada con el cultivo en la región fue de 38,044 has, el rendimiento total en forraje verde fue de 3'110,522 tons, y el valor de la producción, de \$ 777'630,500; el rendimiento promedio fue de 80.91 ton/ha. (SIAP, 2003).

R. solani es uno de los principales patógenos que ataca a la alfalfa y le causan la enfermedad conocida como pudrición de la corona, lo que trae como consecuencia que este cultivo no permanezca más de tres años; en parte esto ocurre, debido al incremento de este hongo en el suelo, así como un incremento de la cantidad de tejido que destruye y número de plantas afectadas por el hongo (Chew y Santamaría, 2000).

Las posibilidades de sustituir o disminuir el uso de productos químicos en el control de enfermedades producidas por hongos que habitan el suelo como *R. solani*, abre la posibilidad de desarrollar técnicas alternativas como el control biológico, al usar antagonista de diversas especies de hongos entre ellas *Trichoderma* spp. Y bacterias como las del genero *Bacillus* (Santander *et.al.*, 2003). Sin embargo, otra manera de inducir un control biológico hacia los hongos fitopatógenos lo es aplicar carbohidratos y fertilizantes en el suelo que promuevan una microbiota antagonica.

En la Comarca Lagunera, en la mayoría de los predios, a partir del tercer año de cultivo, la producción de alfalfa resulta incosteable por el escaso desarrollo del cultivo que se refleja por la reducción de la densidad de población al morir las plantas. Todo ello en consecuencia, incrementa los costos de producción y los bajos rendimientos del cultivo; debido a esta problemática actual en la región se realizó este trabajo para buscar más alternativas para el control de este hongo

Hipótesis. La inundación y la combinación de fertilizantes con glucosa adicionados al suelo, disminuirá la sobrevivencia del inculo de *R. solani* más que en aquellos suelos donde no se inunde y se adicionen solo los fertilizantes.

Objetivo. Determinar la capacidad de sobrevivencia del inculo de *Rhizoctonia solani* al permanecer en suelos con o sin inundar, adicionados con urea, sulfato de amonio, glucosa y sus combinaciones.

Revisión de literatura

Rhizoctonia solani Kühn es la especie más reconocida del género, que fue descrito originalmente por Julio Kühn atacando al cultivo de papa en 1858. *R. solani* es un hongo ubicado taxonómicamente como basidiomiceto específicamente *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk (Domsch *et al.* 1980). Su estado asexual no produce esporas, pero sí puede llegar a producir microesclerocios, el micelio de este hongo tiene un diámetro de 20 micras, se ramifica en ángulo de 90° y es multinucleado. (Aramayo, 2002).

Distribución e importancia. (Jager y Velvis, 1988), mencionaron que *R. solani* puede atacar 250 especies de plantas, tanto en campo como en almacén en donde ataca tubérculos como los de papa *Solanum tuberosum* L. que son usados como material de propagación o alimento.

Entre las especies de mayor importancia económica para la Comarca Lagunera están los siguientes cultivos, la alfalfa (*Medicago sativa* L.) el algodónero (*Gossypium hirsutum* L.), el tomate, (*Lycopersicon esculentum* L.), entre otros, además de variadas especies de malezas que son hospedantes de este hongo.

Este fitopatógeno se presenta en casi todos los suelos porque tiene una amplia gama de hospedantes; sobrevive en los residuos de plantas y en forma de esclerocios. *R. solani* sobrevive en el suelo en forma de microesclerocios o de

micelio, alimentándose de residuos vegetales, que pueden provenir de maleza o de cultivos agrícolas; en consecuencia, porcentajes altos de residuos vegetales en el suelo favorecen su permanencia como saprobio y su ataque hacia cultivos agrícolas susceptibles (Hernández, *et al.*, 2003 a).

Por su alto potencial saprobioico *R. solani*, puede sobrevivir en forma de micelio sobre materia orgánica durante tres años o más. La actividad del hongo comienza cuando suben las temperaturas del suelo (>15°C). Después de desarrollarse en la superficie de la raíz o de los pecíolos (en contacto con el suelo), las hifas penetran el tejido vegetal por medio de enzimas que disuelven las paredes celulares en el tejido vegetal, el hongo puede propagarse tanto dentro como entre las células. Las plantas fuertemente dañadas por el hongo a menudo mueren, debido a que destruye los tejidos de conducción de agua y nutrimentos (Hernández, *et al.*, 2003 b).

Sintomatología. Los síntomas que causa *R. solani* en la raíz o rizoma de todas las plantas consisten en manchas irregulares de color café rojizo a café oscuro o bien manchas necróticas, de color café oscuro a negro. En algunos casos se observa muerte y desprendimiento de raíces laterales, necrosis de yemas radicales, pudrición total de la raíz, desprendimiento de la corteza de la raíz, pudrición de la base del tallo y bifurcación terminal de la raíz principal. (Agrios, 1988).

Inicialmente los microesclerocios presentes en el suelo son estimulados por exudados producidos por la actividad de crecimiento celular de las plantas y por la descomposición de residuos orgánicos. Estos emiten micelio que al entrar en contacto con la planta ataca la superficie externa; el proceso de infección es promovido por la producción de diferentes enzimas extracelulares que degradan varios componentes de la pared celular de las plantas como la celulosa, la quitina y la pectina. Después de este primer ataque, el hongo continua su desarrollo en la superficie externa de la planta causando enfermedad por la formación de haustorios que penetran las células vegetales tomando nutrientes de ésta para continuar su crecimiento y desarrollo (Ceresini, 1999).

Como el hongo destruye las células de las plantas, las hifas continúan el crecimiento y colonización del tejido muerto, muchas veces formando nuevos esclerocios. El nuevo inóculo es producido dentro o fuera del tejido del hospedero, repitiéndose sucesivamente nuevos ciclos cuando nuevos tubérculos-semilla y el material vegetal están disponibles (Ceresini, 1999).

Adición de fertilizantes, materia orgánica y carbohidratos en suelo. Si añadimos materiales orgánicos e inundamos cambiamos propiedades del suelo como el potencial redox negativo (Alexander, 1980; Blok *et al.*, 2000; Ponamperuman, 1972), particularmente la adición de carbohidratos en suelo incrementa dramáticamente la susceptibilidad de los fitopatógenos para ser destruidos por los microorganismos que se incrementan por efecto de la glucosa adicionada en el suelo (Samaniego, 1992, 1994).

En un suelo natural puede haber más de cinco toneladas de glucosa por hectárea (Cheshire, 1977) la cual no puede ser utilizada siempre por los microorganismos debido a que se encuentra asociada a arcillas o por efecto de biostasis. En cambio, los propios fitopatógenos podrían proporcionar carbohidratos para atraer a sus antagonistas (Hyakumachi y Luckwood, 1989; Mondal y Hyakumachi, Samaniego, 1994). Finalmente, carbohidratos simples son los que estimulan el desarrollo de las bacterias en el suelo (Alden *et al.*, 2001), que podrían ser antagónicas de *R. solani* y otros hongos fitopatógenos que habitan el suelo. Existen compuestos como la urea que en suelos alcalinos puede inducir la formación de amoníaco que es muy tóxico para hongos fitopatógenos (Baker y Cook, 1974; Henis y Chet, 1968; Punja y Grogan 1982; Tsao y Zentmyer, 1979). Otros fertilizantes también son potencialmente útiles para inhibir o inducir la muerte de hongos fitopatógenos en suelo (Engelhard, 1989).

Efecto de la humedad. La humedad en suelo cercana a saturación o inundación pueden inducir la muerte de hongos fitopatógenos (Crowe y Debons, 1992; Green, 1980; Menzies, 1962; Pullman y DeVay, 1982; Stover, 1955; Watson, 1955). La variabilidad de *R. solani* es muy abundante y ha sido estudiada en diversos países del mundo, pero casi toda la información recolectada, aún en hospederos que no pertenecen a las leguminosas, tiende a indicar que pueden presentarse daños considerables si la temperatura y la humedad son altas y el cultivo por ser atacado, se encuentra en su período inicial de crecimiento. (Díaz, *et al.* 1977.)

El agua del suelo es uno de los aspectos más importantes y quizás el menos entendido de los factores que afectan el desarrollo de los hongos del suelo. La fuerza que ejerce el suelo sobre el agua es conocida como potencial total de agua, por lo cual todos los organismos del suelo están obligados a superar esta fuerza de retención del agua por parte de las partículas de suelo para poder ocuparla en sus procesos biológicos. Se ha establecido que distintos potenciales hídricos en el suelo pueden ser limitantes para el crecimiento de algunos patógenos (Cook y Papendick, 1968). Al respecto, varios autores citados por Cook y Papendick (1968) señalaron la importancia de los niveles de humedad presente en el suelo sobre el crecimiento y desarrollo de los hongos que habitan en él.

Observaciones de campo realizadas por Cook y Papendick, (1968); Schwartz y Galvez (1980) han determinado que el desarrollo de la pudrición causada por *R. solani* es mayor en primavera - verano que en invierno, debido a mayor humedad en los suelos por efecto de las precipitaciones.

Materiales y métodos

Aislamiento de *R. solani*. Una planta de alfalfa con síntomas de pudrición de la corona, fue lavada a chorro de agua corriente para obtener segmentos menores a 0.5 cm del tejido (mitad sano mitad enfermo). Cinco segmentos se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio al 0.3% durante cinco minutos. Enseguida, los segmentos se colocaron en placas que contenían el medio de cultivo Agar Agua. Las placas inoculadas se incubaron tres días a 27 ± 2 °C, y con una aguja estéril, se cortó el Agar donde avanzaba el crecimiento del micelio. Los cortes de agar luego se transfirieron a placas con Papa Dextrosa Agar (PDA), las cuales fueron incubadas durante siete días a 27 ± 2 °C. Aquellas placas donde creció una colonia pura de *R. solani* fueron posteriormente resembradas en PDA para asegurares que el hongo estuviera puro.

Inóculo de *R. solani*. Se utilizó una variante del método de inoculación de granos de cereales descrita por Snhe *et al* (1991), la cual se describe a continuación: granos de trigo sin defecto visible fueron triturados en una licuadora, luego utilizando un juego de tamices de mallas 10, 14 y 16 fueron tamizados una vez los segmentos de trigo hasta que estos tuvieron aproximadamente 1 mm. Posteriormente, de 25-50 segmentos de trigo fueron colocados en cada bolsita de tela de “tul” (tamaño de poro < 0.5 mm) de ~ 5 x 5 cm. Las bolsitas con el trigo se esterilizaron en frascos de 250 ml durante dos días consecutivos una hora, a 121 °C y 15 libras cm^{-2} de presión. A continuación, cinco bolsitas fueron colocadas por

placa de PDA donde previamente se hizo crecer a *R. solani*, estas placas con las bolsitas se incubaron cinco semanas a 27 ± 2 °C, tiempo que permitió la invasión del trigo por el hongo.

Suelo adicionado con glucosa. Soluciones de glucosa (grado alimenticio) fueron preparadas a razón de 0 (testigo), 1, 2.5, 5 y 10 g por litro. Por otra parte, cada frasco de vidrio de 250 ml se les añadió 40 g de arena previamente cernida en tamiz de apertura 0.4 mm, luego se colocó por frasco el Inóculo de *R. solani* (una bolsita), enseguida se añadió 160 g de arena y finalmente se adicionó 40 ml de las soluciones de glucosa respectivas, de tal manera que la humedad del suelo alcanzo aproximadamente capacidad de campo (suelo no inundado). La concentración de glucosa con respecto a la arena fue de 0.1, 0.5, 1 y 2 mg g⁻¹. Otra serie de frascos manejados de manera idéntica a la descrita, se les adicionó además, 40 ml de agua destilada, en cuyo caso el suelo quedo inundado. Por cada dosis de glucosa en suelo inundado o no, se inocularon cuatro frascos (repeticiones).

Suelo adicionado con urea. Un procedimiento similar al indicado anteriormente se efectuó, solo que la glucosa fue sustituida por la urea. Las concentraciones de urea utilizadas fueron a razón de 17, 100 y 500 ppm de nitrógeno contenido en este fertilizante.

Suelo adicionado con urea + glucosa. Aquí además de usar las mismas concentraciones de urea en cada una de ellas se adicionó 0.1 o 0.5 mg g⁻¹ de glucosa – arena.

Suelo adicionado con NH₄SO₄. En este caso se adicionó sulfato de amonio a razón de 17, 100 y 500 ppm de nitrógeno contenido en este fertilizante. De igual manera a los experimentos anteriores, se usó arena no inundada y arena inundada.

Combinaciones de arena adicionada con urea, NH₄SO₄ y glucosa. A razón de 500 ppm de nitrógeno contenido en los fertilizantes (urea y sulfato) se adicionaron a la arena, y la glucosa a razón de 2.0 mg g⁻¹. Mezclas de Urea + glucosa, NH₄SO₄ + glucosa y suelo sin adicionar fertilizante o glucosa también se utilizaron. En todos los caso se utilizó suelo inundado o no inundado.

Sobreviviencia de *R. solani*. Después del período de incubación del de *R. solani* en cada experimento se extrajo el inóculo del hongo (bolsita) y se lavaron a chorro de agua corriente. Luego abrieron las bolsitas y se extrajo el inóculo, el cual se depositó en cajas Petri en donde permaneció durante aproximadamente 1 minuto en una solución de hipoclorito de sodio al 0.3%. Enseguida, 25 segmentos del inóculo fueron sembrados en placas de PDA que se incubaron hasta dos días a 27 ± 2 °C. Después de un día de incubación de las placas inoculadas se observó la aparición de las colonias de *R. solani* y una nueva observación se realizó a los dos días. Se consideró que el hongo sobrevivió cuando en las placas generaron sus colonias.

Análisis de los datos. A los valores que representaron la sobrevivencia de *R. solani* previamente transformados con la función arco-seno, se les aplicó un análisis estadístico (ANOVA). Cada experimento fue analizado en un diseño completamente al azar y un arreglo factorial; las medias de tratamientos fueron separadas con DMS. El análisis estadístico se realizó con la ayuda del programa SAS (SAS, Institute 1988).

Resultados

R. solani no fue posible recobrarlo de su inóculo en el experimento donde por primera vez se evaluó el efecto de la glucosa y, en las dos ocasiones donde se evaluó el efecto del sulfato de amonio. Por tal motivo, únicamente se muestran los resultados en donde fue posible recuperar el inóculo de éste hongo.

Todos los experimentos no fue posible repetirlos dos veces, pues en la mayoría de los casos la sobrevivencia de *R. solani* se manifestó en un porcentaje muy bajo < 10%. E incluso, en el experimento de suelo adicionado con sulfato de amonio no fue posible obtener datos de sobrevivencia. Asimismo, todos los experimentos mostraron altos coeficientes de variación.

Los experimentos en general tuvieron una alta variación dentro de las repeticiones de los tratamientos, e incluso, los tratamientos testigo (inoculo del hongo) mantenido en suelo sólo adicionado con agua fue menor al esperado. Es decir, en suelo inundado la sobrevivencia de *R. solani* únicamente fue del 90% y de menos del 5% en suelo no inundado Figura 1.

Suelo adicionado con glucosa. El análisis estadístico de los datos de sobrevivencia de *R. solani* en suelo adicionado con glucosa indica que hubo efecto del azúcar, el nivel de agua en el suelo y la interacción de ambos Cuadro 1, pero éste experimento se caracterizó por un elevado coeficiente de variación ~

85%. En suelo adicionado con 2.0 mg g⁻¹ de glucosa el hongo no pudo sobrevivir, y a dosis menores de éste azúcar la sobrevivencia fue menor el 30%.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado o sin inundar y complementado con glucosa

| Variabes | Gl | CM | F | P |
|-------------|----|---------|-------|--------|
| Humedad | 1 | 2463.63 | 11.85 | 0.002 |
| Glucosa | 4 | 1303.55 | 6.27 | <0.001 |
| Interacción | 4 | 906.12 | 4.36 | 0.006 |

Cv: 84.78

También se detectó una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos de sobrevivencia de *R. solani* en suelos adicionados con glucosa inundado o sin inundar en 25 y 9%, ver Cuadro 2.

De manera semejante a la anterior, las diferencias estadísticas se hicieron evidentes en función de la dosis de glucosa en suelo, ver Cuadro 3.

Cuadro 2. Comparación de medias de sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado o no inundado adicionado con glucosa

| Tipo de suelo | Medias de sobrevivencia ¶ |
|-------------------|---------------------------|
| Suelo inundado | 25 a |
| Suelo no inundado | 9 b |

¶ Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Cuadro 3. Comparación de medias de sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* tomando en cuenta solo la adición de glucosa tanto en suelo inundado o sin inundar

| Nivel de glucosa en mg g^{-1} (glucosa – suelo) | Medias de sobrevivencia ¶ |
|---|---------------------------|
| 0.0 | 37 a |
| 0.1 | 17 b |
| 0.5 | 15 bc |
| 1.0 | 15 bc |
| 2.0 | 1 c |

¶ Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

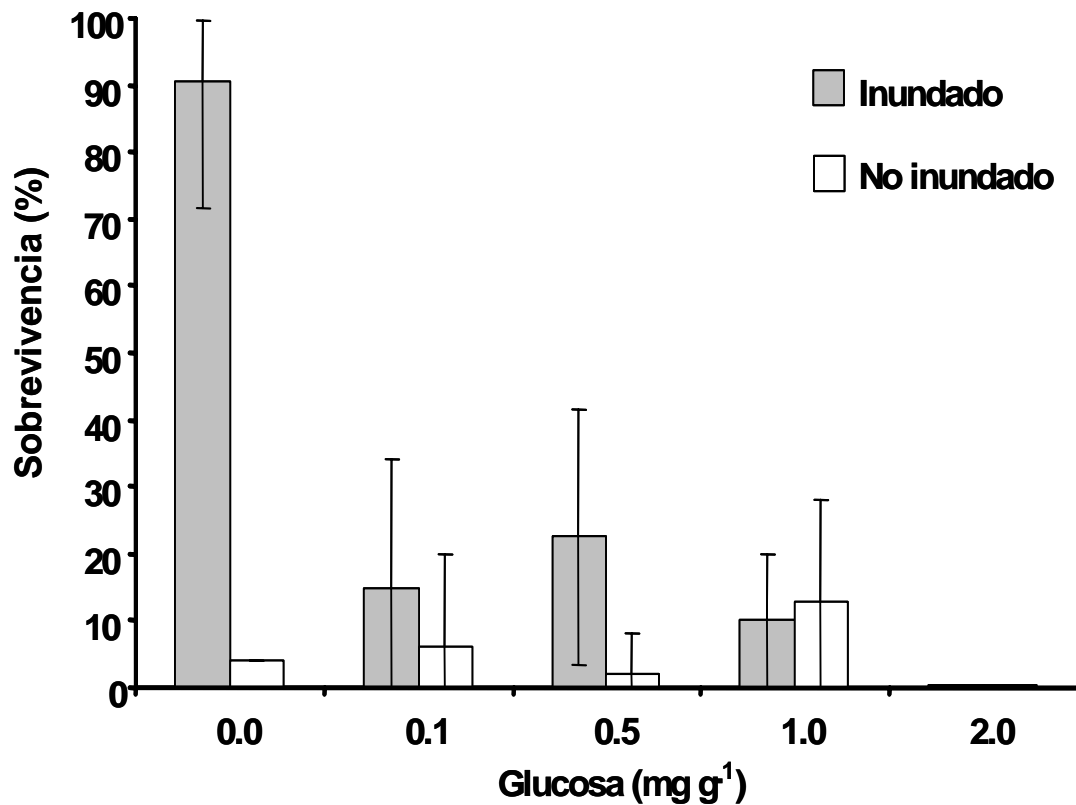


Figura 1. Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de 14 días de permanecer en suelo a 27 ± 2 °C. El suelo fue adicionado con soluciones de glucosa a razón de 0, 0.1, 0.5, 1.0 y 2.0 mg g⁻¹ (suelo-glucosa). Posteriormente, los suelos se adicionaron un 50% de agua, Las barras en cada columna indican la variación en el porcentaje de sobrevivencia del hongo.

Suelo adicionado con urea. La adición de urea al suelo inundado disminuyó la sobrevivencia de *R. solani* hasta 28% solo cuando la dosis alcanzó 500 ppm, en contraste, la sobrevivencia del hongo en este suelo se mantuvo alrededor del 90% a dosis de nitrógeno contenido en la urea adicionada a 17 y 100 ppm. En suelo inundado adicionado con nitrógeno en urea a 17, 100 y 500 ppm la sobrevivencia del hongo fue de 78, 1 y 36%, respectivamente. En ambos suelos

inundado y no inundado, la sobrevivencia de *R. solani* mostró una gran variación, lo que se aprecia en la Figura 2.

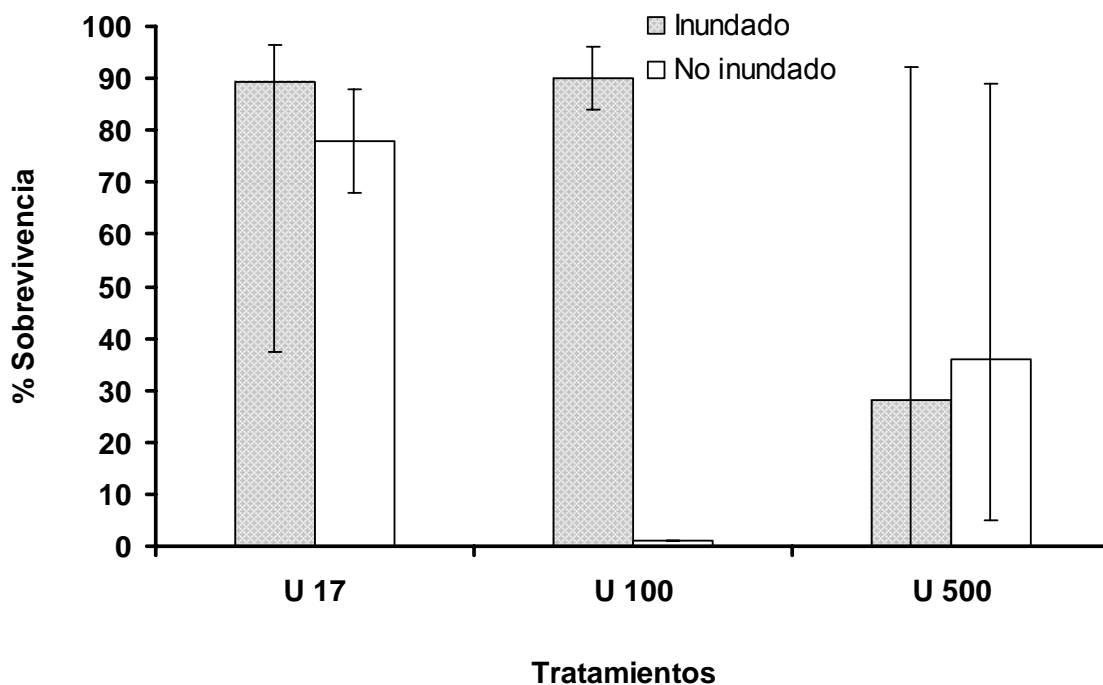


Figura 2. Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de 14 días de permanecer en suelo a 27 ± 2 °C. El suelo fue adicionado con soluciones de nitrógeno contenido en la urea a razón de 17 (U17), 100 (U100) o 500 (U500) ppm con respecto al suelo. Los suelos finalmente se inundaron (I) o se les aplicó agua para dar un nivel de humedad del 50% de su nivel de inundación (NI). Las barras en cada columna indican la variación en el porcentaje de sobrevivencia del hongo.

El nivel de humedad, las concentraciones de urea y su interacción fueron estadísticamente significativos, ver Cuadro 4.

Cuadro 4 Análisis de varianza para la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado o sin inundar y complementado con urea

| Variables | Gl | CM | F | P |
|-------------|----|---------|-------|-------|
| Humedad | 1 | 3269.46 | 9.16 | 0.007 |
| Urea | 1 | 3733.59 | 10.46 | 0.001 |
| Interacción | 2 | 3625.11 | 10.15 | 0.001 |

Cv: 42.58

Sí únicamente se toma en cuenta el nivel de humedad y no el de urea adicionada, hubo diferencia de medias de suelo inundado 64% con respecto al suelo no inundado 32% Cuadro 5. Estadísticamente la sobrevivencia de *R. solani* fue semejante entre 100 y 500 ppm de nitrógeno en la urea, pero ambas fueron distintas a las de 17 ppm Cuadro 6.

Cuadro 5. Comparación de medias de sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* solo tomando en cuenta el suelo inundado o no inundado adicionados con urea

| Tipo de suelo | Medias de sobrevivencia |
|-------------------|-------------------------|
| Suelo inundado | 64 a * |
| Suelo no inundado | 32 b |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa

Cuadro 6. Comparación de medias de la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* solo tomando en cuenta la adición de urea en suelos inundados o sin inundar

| Niveles de nitrógeno contenido en la urea en ppm | Medias de sobrevivencia |
|--|-------------------------|
| 17 | 84 a* |
| 100 | 36 b |
| 500 | 28 b |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Suelo adicionado con urea + glucosa. La evaluación de urea + glucosa en suelo inundado y no inundado (Figura 3), se aprecia una gran variación entre repeticiones de un mismo tratamiento. Las variables humedad, urea, glucosa, y las combinaciones urea + glucosa o la combinación de las tres fueron estadísticamente significativas, ver Cuadro 7. En este experimento se registró una media de tratamientos suelo inundado y no inundado de 37 y 24 respectivamente las que fueron estadísticamente distintas Cuadro 8.

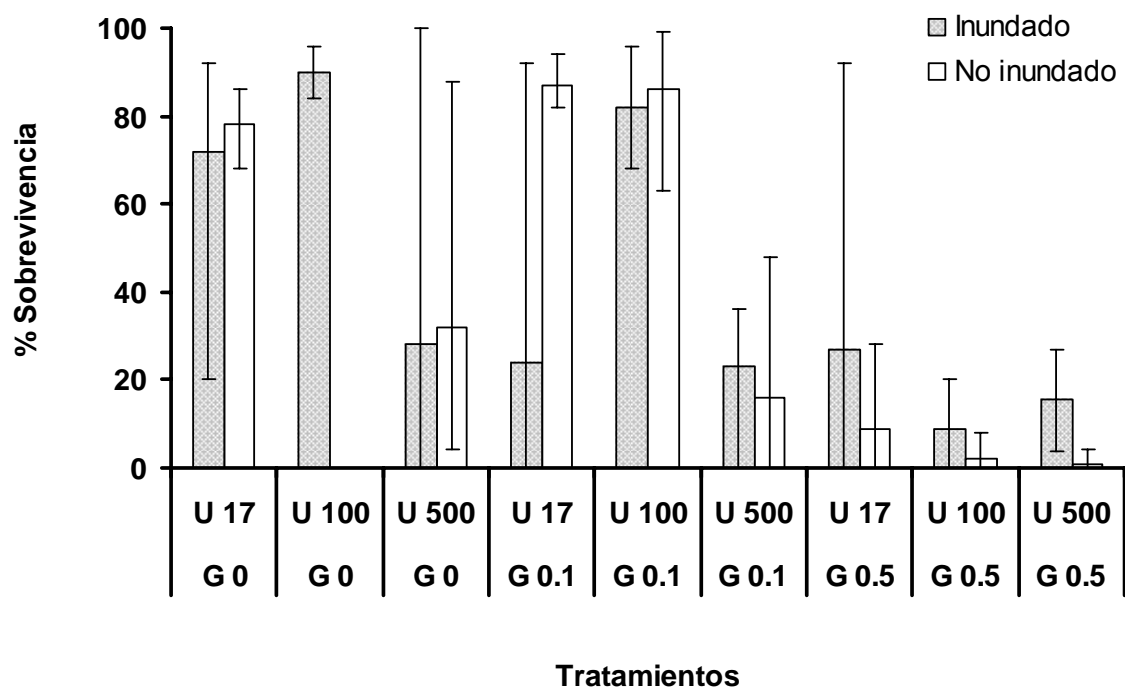


Figura 3. Sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de 14 días de permanecer en suelo a 27 ± 2 °C. El suelo fue adicionado con soluciones que contenían urea más glucosa. La urea se usó a razón de 17 (U17), 100 (U100) o 500 (U500) ppm con respecto al suelo. La glucosa (G) se usó a razón de 0.1 o 0.5 mg g⁻¹ (suelo-glucosa). Los suelos finalmente se les aplicó agua para dar un nivel de humedad del 50% de su nivel de inundación (NI). Las barras en cada columna indican la variación en el porcentaje de sobrevivencia del hongo.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado o suelo sin inundar y adicionado con urea, glucosa o la combinación de ambos

| Variables | Gl | CM | F | P |
|-------------------------|----|---------|-------|---------|
| Humedad | 1 | 3055.14 | 7.08 | 0.010 |
| Urea | 2 | 5358.51 | 12.42 | < 0.001 |
| Humedad +urea | 2 | 380.58 | 0.88 | 0.410 |
| Glucosa | 2 | 2563.55 | 5.94 | 0.004 |
| Humedad+ glucosa | 2 | 663.29 | 1.54 | 0.220 |
| Urea +glucosa | 4 | 3199.89 | 7.42 | < 0.001 |
| Urea+ glucosa + humedad | 4 | 1709.23 | 3.96 | 0.007 |

Cv: 68.8

Cuadro 8. Comparación de medias de la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* tomando en cuenta solo el suelo inundado o no inundado adicionados glucosa y urea

| Variables | Medias de sobrevivencia |
|-------------------|-------------------------|
| Suelo inundado | 37 a* |
| Suelo no inundado | 24 b |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Los valores que correspondieron al testigo y los dos niveles de glucosa también fueron estadísticamente distintos entre sí Cuadro 9.

Cuadro 9. Comparación de medias de la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* tomando en cuenta solo la adición de glucosa en suelo complementado con urea e inundado o sin inundar

| Nivel de glucosa en mg g ⁻¹ (glucosa – suelo) | Medias de sobrevivencia |
|---|-------------------------|
| 0 | 41 a* |
| 0.1 | 36 b |
| 0.5 | 13 c |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Aunque únicamente hubo diferencia significativa en la dosis de urea de 500 ppm con respecto a las otras dos dosis (100 y 17) Cuadro 10.

Cuadro 10. Comparación de medias de la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* tomando en cuenta solo la adición de urea en suelos inundados o no y adicionado o no con glucosa

| Nivel de urea en ppm | Medias de sobrevivencia |
|----------------------|-------------------------|
| 17 | 40 a* |
| 100 | 32 a |
| 500 | 19 b |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Combinaciones de arena adicionada con urea, NH_4SO_4 y glucosa. El análisis de varianza indica que las combinaciones de tratamientos (urea, sulfato de amonio y glucosa), los niveles de humedad en suelo (suelo inundado como no inundado) y su interacción fueron significativas estadísticamente Cuadro 11.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado y sin inundar, adicionado con glucosa, urea y NH_4SO_4

| Variables | GI | CM | F | P |
|--------------|----|---------|-------|-------|
| Humedad | 1 | 5384.37 | 28.41 | <.001 |
| Tratamientos | 5 | 756.29 | 3.99 | .005 |
| Interacción | 5 | 561.93 | 2.96 | .024 |

C.V: 61.80

Para el experimento urea + glucosa + sulfato de amonio, sí solo se toma en cuenta el nivel de humedad (suelo inundado o no inundado), éste fue significativo manifestándose menor sobrevivencia de *R. solani* en suelo no inundado con 12% contra un 33% en suelo inundado Cuadro 12.

Cuadro 12. Comparación de medias de la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* solo tomando en cuenta el nivel de humedad en suelos adicionados con glucosa + urea + sulfato de amonio

| VARIABLES | Medias de sobrevivencia |
|-------------------|-------------------------|
| Suelo inundado | 33 a* |
| Suelo no inundado | 12 b |

* Medias con distinta letra son estadísticamente diferentes con $P \leq 0.05$ según la prueba Diferencia Mínima Significativa.

Sin tomar en cuenta el nivel de humedad, las medias (sobrevivencia del hongo) de tratamientos estadísticamente distintas fueron Testigo y urea +glucosa del resto de los tratamientos; urea, glucosa y sulfato de amonio iguales entre sí, pero distintas a urea + sulfato de amonio Cuadro 13.

El comportamiento gráfico de la sobrevivencia de *R. solani* después de permanecer en suelos adicionados con glucosa, urea, sulfato de amonio y sus combinaciones se aprecia en la Figura 4.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la sobrevivencia de *Rhizoctonia solani* después de permanecer en suelo inundado o suelo sin inundar y adicionado con urea, glucosa, sulfato de amonio o sus combinaciones

| Variables | Medias de sobrevivencia |
|--|-------------------------|
| Nada | 38 a* |
| Urea + glucosa | 28 ab |
| Glucosa | 18 bc |
| NH ₄ SO ₄ | 19 bc |
| Urea | 21 bc |
| Urea + NH ₄ SO ₄ | 10 c |

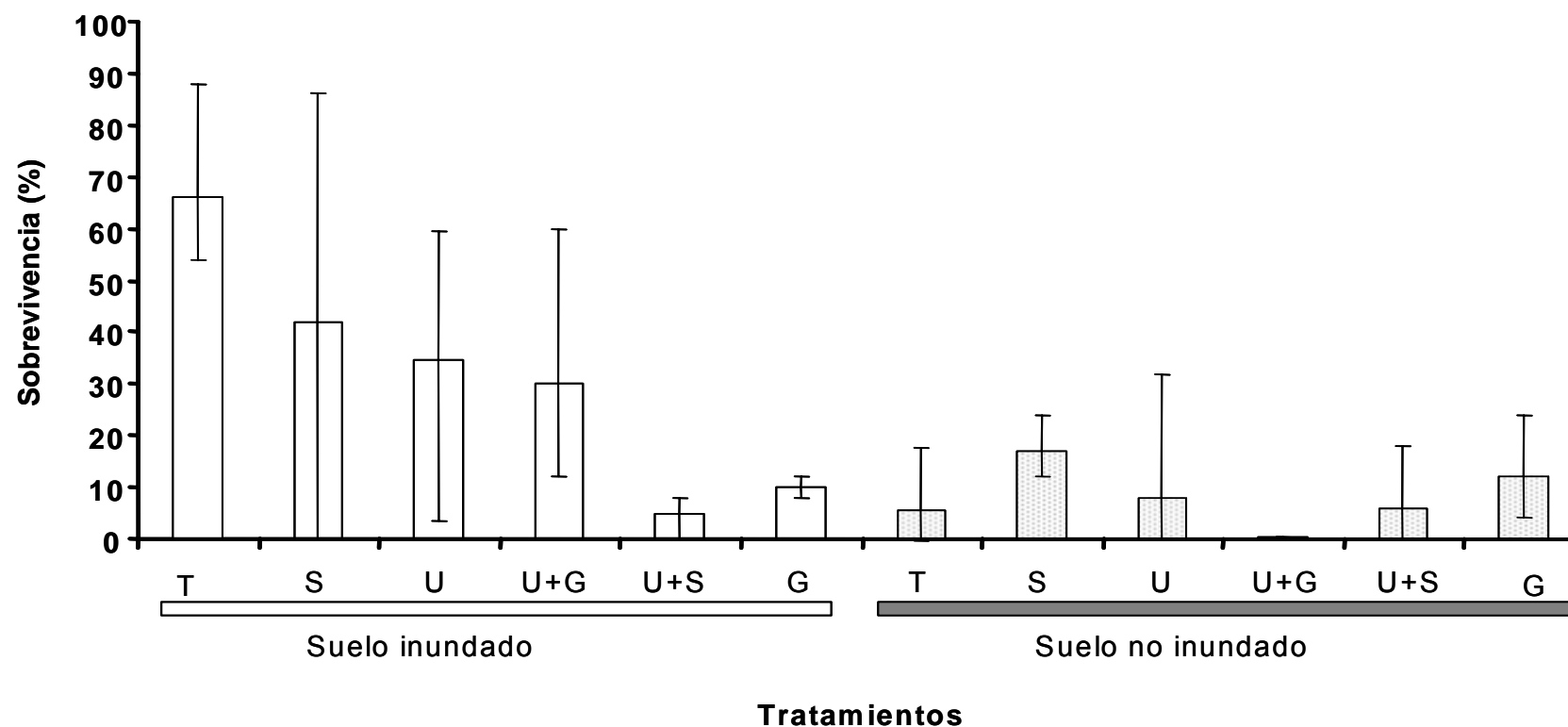


Figura 4. Supervivencia de *Rhizoctonia solani* después de 14 días de permanecer en suelo a 27 ± 2 °C. El suelo fue adicionado con agua destilada o testigo (T); 500 ppm de N₂ contenido en el NH₄SO₄ (S) o urea (U), o 2 mg g⁻¹ de glucosa con respecto al suelo (G); y las combinaciones urea + glucosa (U+G) o urea + sulfato (U+S). Los suelos finalmente se inundaron (I) o se les aplicó agua para dar un nivel de humedad del 50% de su nivel de inundación (NI). Las barras en cada columna indican la variación en el porcentaje de supervivencia del hongo.

Discusión

Esta demostrado que en suelos con altos niveles de humedad, incluida la inundación muchos hongos fitopatógenos mueren (Crowe y Debons 1992; Pullman y DeVay, 1982; Stover, 1955; Taubenhau et al. 1931), e incluso la muerte de éstos fitopatógenos se incrementa y el tiempo en el que ocurre esto disminuye sí a los suelos se les adicionan carbohidratos solubles o fertilizantes combinados con residuos de cosecha o abonos (Menzies, 1962; Samaniego, 1992, 1994; Watson, 1965).

Existen diferencias sustanciales en cuanto a características de hongos aislados aún de sitios semejantes, en este caso, el aislamiento de *R. solani* utilizado pudo tener una capacidad reducida para sobrevivir a la temperatura de incubación utilizada ($27 \pm ^\circ\text{C}$), pues algunos aislamientos de *R. solani* sobreviven escasamente a temperaturas cercanas a $30 ^\circ\text{C}$ (Papavizas *et al.* 1975).

El inóculo (segmentos de trigo invadidos por el hongo) que se utilizó pudo carecer de algo de calidad, es decir, *R. solani* tal vez no colonizó por completo el trigo, no fue capaz de formar suficientes micro esclerocios en este sustrato o no manifestó suficiente capacidad saprobioica para defender el sustrato no colonizado por completo. Se sabe que las especies de *R. solani* manifiestan una fuerte variación patogénica o simbiótica hacia las plantas, pero también fuertes diferencias fisiológicas como crecimiento, adaptación a sustratos y temperaturas, entre otras (Sneh *et al.* 1991).

Contrario a lo esperado, en la mayoría de los tratamientos en todos los experimentos, la sobrevivencia de *R. solani* fue menor en suelo no inundado que en suelo inundado, lo que se podría atribuirse a dos causas:

La primera es la generación de amoníaco en suelo no inundado en los casos en donde se utilizó urea, éste gas se sabe que es letal para hongos fitopatógenos que atacan raíces de plantas (Rush y Lyda, 1982; Punja y Grogan, 1982).

La segunda causa podría ser una falta de actividad microbiana, debido a que en el suelo inundado los frascos fueron cerrados y la cantidad limitada de oxígeno pudo impedir sustancialmente la proliferación de la microbiota del suelo, es decir, sin aire (suelo inundado) *R. solani* pudo sobrevivir más pues en ese ambiente no tenía competencia o efectos antagónicos por existir escasos microorganismos. De acuerdo a Pesaro *et al.*, (2004) los suelos almacenados pueden generar estrés en sobre las poblaciones de bacterias, lo que repercute en una disminución e incluso desaparición de algunas especies.

La adición de materia orgánica al suelo en sus diferentes formas, ha sido una práctica para el combate de hongos fitopatógenos que habitan el suelo, sin embargo, no todos los tipos de materia orgánica tienen la misma eficacia y eficiencia en lograr impedir enfermedades o disminuir las poblaciones de hongos fitopatógenos en el suelo. En el caso particular de *R. solani*, se ha consignado que la materia orgánica y ciertas formas de nitrógeno favorece su patogenicidad e incremento de su población, si bien, también existen investigaciones que indican

resultados contrarios (Bonanomi *et al.*, 2007; Samaniego y Chew, 2003; Ulacio *et al.*, 2003).

El inundar los suelos inoculados con *R. solani* redujo la incidencia de plantas enfermas de arroz, si bien, el inóculo no se redujo del todo (Ulacio *et al.*, 1999 y 2000).

Por tal motivo, es necesario seguir investigando que y como fertilizantes, carbohidratos y materia orgánica adicionados en suelo afectan la sobrevivencia de *R. solani* y hongos relacionados.

Conclusiones

Algunas causas que pudiesen afectar los resultados de todos los experimentos en cuanto a su reproducibilidad son: las características del aislamiento de *R. solani*, la calidad del inóculo y el manejo de la aireación en los frascos utilizados.

Todos los experimentos no fueron reproducibles y los tratamientos mostraron una variación muy acentuada, ello podría estar relacionado con características del aislamiento del hongo utilizado, la calidad del inóculo usado y las condiciones de aeración en la conducción de los experimentos.

El efecto de la humedad en impedir la sobrevivencia de *R. solani* fue más acentuado en suelo no inundado que en inundado, para la mayoría de los tratamientos en cada experimento.

La glucosa adicionada al suelo tuvo un efecto en la disminución de la sobrevivencia de *R. solani*, el cual se acentuó al incrementar las dosis de este carbohidrato.

La urea y en menor proporción el sulfato de amonio lograron disminuir la sobrevivencia de *R. solani* en el suelo.

Recomendaciones

Se recomienda evaluar distintos aislamientos de *R. solani* para determinar si la temperatura es un factor que afecta la baja sobrevivencia observada en éste trabajo. También se recomienda evaluar otras formas de producir el inóculo y la condición de aireación en el suelo inundado.

Literatura citada

Agrios, G. N. 1988. Fitopatología. Editorial Limusa, México. 755 pp.

Alden, I., Demoling, F. y Bååth, E 2001. Method of determining factors limiting bacterial growth in soil. *Applied and Environmental Microbiology* 67: 1830-1838.

Alexander, M. 1980. Introduction to Soil Microbiology. 2ed. John Wiley and Song. New York, N.Y., USA. 467 pp.

Aramayo, F. 2002. Putrefacción de la raíz y de la corona causadas por *Rhizoctonia solani* en pensamientos *viola tricolora*. http://www.zamorano.edu/promipac/diagnosticoplagas/diagnostico/webdiagnostico1/enfermedades/hongos/rhizoctonia_solani/rhizoctonia_solanis.htm, Página visitada en diciembre del 2002.

Baker, K. F. y Cook, R. J. 1974. Biological Control of Plant Pathogens. Freeman & Co., San Francisco, USA. 433 p.

Blok, W. J., Lamers, J. G., Termorshuizen, A. J. y Bollen, G. J. 2000. Control of soilborne plant pathogens by incorporating fresh organic amendments followed by taping. *Phytopathology* 90: 253-259.

Bonanomi, G., Antignani, V., Pane, C. y Scala, F. 2007. Suppression of soilborne fungal diseases with organic amendments. *Journal of Plant Pathology* 89: 311-340.

Ceresini, 1999. *Rhizoctonia Solani*. Pathogen Profile. <http://www.cals.ncsu.edu/course/pp728/rhizoctonia>. Visitada el 09 de marzo de 2009

Cheshire, M. V., 1977. Origins and stability of polysaccharide. *Journal of Soil Science* 28: 1-10.

Chew, M. Y. y Santamaría, C. J. 2000. Estimación de pérdidas por la pudrición de la corona de la alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la Comarca Lagunera (Norte de México). *Información Técnica Económica Agraria (ITEA)*.6 (3):165-172.

Crowe, F. J. y Debons, J. 1992. Effect of in season flooding on white rot of garlic and survival of *Sclerotium cepivorum*. *Phytopathology* 82: 1108.

Cook R. J. y Papendick, R. I. 1970. Effect of soil water on microbial growth, antagonism, and nutrient availability in relation to soil-borne fungal diseases of plants. *In*: Tousson, T.A.; Bega, R.V. and Nelson, P.E. (Eds.). *Root diseases and soil-borne pathogens*. 2nd International Symposium on Factors Determining the Behavior of Plant Pathogens in Soil. London, England. Imperial College, July 14-28, 1968. University of California. Berkeley, California, USA. p. 81-88.

Díaz, P. C, Maurezutt, P. y Salas D. G. 1977. El hongo *Rhizoctonia solani* patógeno de la soya (*glycine max*) en Venezuela. Instituto univ. Pedagógico, Barquisimeto, Venezuela en línea. *Agronomía Tropical*. 28: 61-67.

Domsch, K. H., Gams, W. y Anderson, T-H. 1980. *Compendium of soil fungi*. Vol 1. Academic Press. New York. p. 795-809.

Engelhard A. W. (ed.). 1989. *Soil Borne Plant Pathogens: Management of Diseases with Macro-and-Microelements*. The American Phytopathological Society St., Paul, MN. 217 p.

Green, R. J. 1980. Soil factors affecting survival of microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 70: 353-355.

Henis, Y. y Chet, I. 1968. The effects of nitrogenous amendments on the germinability of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* and their accompanying micro flora. *Phytopathology* 58: 209-211.

Hernández, H. V., Valdés, P. Ma. T., Sánchez, R. F. J., Domínguez, R. U. 2003 a. Dinámica de enfermedades de la parte aérea de la alfalfa en La Comarca Lagunera, Coahuila México. <http://www.uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/protvegetal/arrense02.pdf>. Visitada el 24 de Noviembre 2008.

Hernández, H. V., Valdés, P. Ma. T., Sánchez, R. F. J., Oliveros, M. H. 2003 b. Arvenses y Rudelares hospedantes de *Rhizoctonia solani* en la comarca Lagunera. Torreón Coahuila, México. <http://redepapa.org/cotes1.pdf>, página consultada el 16 de febrero del 2009.

Hyakumachi, M. y Lockwood, J. L. 1989. Relation of carbon loss from sclerotia of *Sclerotium rolfsii* during incubation in soil to decreased germinability and pathogenic aggressiveness. *Phytopathology* 79:1059-1063.

Jager, G. y Velvis, H. 1988. Inactivation of sclerotia of *Rhizoctonia solani* on potato tubers by *Verticillium biguttatum*, a soil-borne mycoparasite. *Neth. J. Pl. Path.* 94(5):225-231.

Menzies, J. D. 1962. Effect of anaerobic fermentation in soil on survival of sclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytopathology* 52: 743

Mondal, S. N. y Hyakumachi, M. 1998. Carbon loss and germinability, viability, and virulence of chlamydospores of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* after exposure to soil at different pH levels, temperatures, and matric potentials. *Phytopathology* 88: 148-155.

SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2003. Resumen Nacional sobre Producción, Precio y Valor de Productos Pecuarios. www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comanuappec.

Papavizas, G. C., Adams, P. B., Lumsden, R. D., Lewis, J. A., Dow, L. R., Ayers, W. A., y Kantzes, J. G., 1975. Ecology and epidemiology of *Rhizoctonia solani* in field soil. *Phytopathology* 65: 871-877.

Pesaro, M., Nicollier, G., Zeyer, J., and Widmer, F. 2004. Impact of soil drying-rewetting stress on microbial communities and activities and on degradation of two crop protection products. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 2577–2587.

Ponnamperuman, F. N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Advances in Agronomy* 24:29-96.

Pullman, G. S. y DeVay, J. E. 1982. Effect of soil flooding paddy rice culture on the survival of *Verticillium dahliae* and incidence of *Verticillium* wilt in cotton. *Phytopathology* 72: 1285-1289.

Punja, Z. K. y Grogan, R. G. 1982. Effects of inorganic salts, carbonate-bicarbonate anions, ammonia, and the modifying influence of pH on sclerotia germination of *Sclerotium rolfsii*. *Phytopathology* 72:635-639.

Rush, C. M. y Lyda, S. D. 1982. Effects of anhydrous ammonia on mycelium and sclerotia *Phymatotrichum omnivorum*. *Phytopathology* 72: 1085-1089.

Samaniego, G. J. A. y Chew, M. Y. 2003. Efecto de la urea añadida en el suelo inundado sobre la viabilidad de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Memoria de la XVI Semana Internacional de Agronomía. UJED - FAZ. 8-10 de Septiembre. Venecia, Durango, México. P 250-256.

Samaniego, G. J. A. 1992. Relación entre el nivel de humedad y sacarosa en el suelo y la disminución de la viabilidad de los esclerocios de *Phymatotrichum omnivorum*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 10: 126-133.

Samaniego, G. J. A. 1994. Sobrevivencia de los esclerocios de *Phymatotrichum omnivorum* (Shear) Duggar en suelos inundados y complementados con glucosa. *Revista Mexicana de Fitopatología* 12:125-133.

Santander, D. R., Montealegre, R., Herrera, 2003. Control biológico de *Rhizoctonia solani* en tomate en suelos previamente sometidos a solarización y bromuro de metilo. *Ciencia e investigación agraria* 30: 107-112.

Schwartz, H. y Galvez, G. 1980. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. CIAT. Cali, Colombia. 422 p.

SAS Institute, Inc. 1988. SAS/STAT user's guide. Release 6.03 edition. SAS Institute. Cary, North Carolina, USA. 1028 p.

Sneh. B., Burpee, L. y Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* species. American Phytopathological Society Press, St. Paul, MN. 133p.

Stover, R. H. 1955. Flood-fallowing for eradication of *Fusarium oxysporum* f *cubense*. III. Effect of oxygen on fungus survival. Soil Science 80: 397-412.

Taubenhaus J.I., Ezekiel, W. N. y Lusk, J.P. 1931. Preliminary studies on the effect of flooding on Phymatotrichum root rot. American Journal of Botany 18: 95-101.

Tsao, P. H. y Zentmyer, G. A 1979. Suppression of *Phytophthora cinnamomi* and *Ph. parasitica* in-urea amended soils. Pages 190-199 In: Schippers, B., and Gams, W. (eds.). Soil-Borne Plant Pathogens. Academic Press, London, 686 p

Ulacio, D., Nass, H. y Pineda, J. 1999. Viabilidad de *Rhizoctonia solani* AG1-1^a bajo condiciones de inundación. II. Comportamiento de los propágulos en plantas de arroz. Bioagro 11:61-68.

Ulacio, D., H. Nass y J. Pineda. 2000. Viabilidad de *Rhizoctonia solani* AG1-1A bajo condiciones de inundación. III. Comportamiento in vitro de los propágulos. Bioagro 12(1): 3-9.

Ulacio, D., Zavaleta, Mejía, E., García, R., Delgadillo, S. F., Pedroza, S. A. y Martínez, G. A. 2003. Materia Orgánica y Microorganismos Antagonistas como Estrategias de Manejo de *Sclerotium cepivorum* Berk. y su Impacto en el Progreso de

la Pudrición Blanca en Ajo (*Allium sativum* L.). Revista Mexicana de Fitopatología 21:
346-354

Watson, R. D. 1965. Erradication of soil fungi by combination of crop residues, flooding, and anaerobic fermentation. Phytopathology 55: 1437-1438.