



Dirección de Investigación

Subdirección de Programación y Evaluación



Proyecto de Investigación 2018

Unidad:	Saltillo	División:	Agronomía	Departamento:	Horticultura
Programa de Investigación:	Maestría en Ciencias en Horticultura				
Línea de investigación:	Producción hortícola sustentable				
Título del proyecto:	Obtención y Aplicación de un Formulador de <i>Brevibacillus brevis</i> para Control de <i>Fusarium</i> en Tomate				
Presupuesto solicitado (Máximo \$100,000)	\$ 80,000.00	El proyecto es:	Nuevo	Continuación	X
Tipo de investigación:	Básica	Aplicada	Tecnológica	e-mail del responsable	
Vinculación:	Si	No	X	Fondos concurrentes:	
Cooperante(s):					
Entidad (es):	Coahuila	Municipio (s):	Saltillo		
Localidades:	Saltillo				
A realizar durante el año(s):	2017-2018				

Participantes	Adscripción (Clave Depto.)	Expediente No.	Firma
Responsable: Rosalinda Mendoza Villarreal	Horticultura	1029	<i>Rosalinda Mendoza Villarreal</i>
Colaborador: Armando Robledo Olivo	Horticultura	4048	<i>Armando Robledo Olivo</i>
Colaborador: Valentín Robledo Torres	Horticultura	3031	<i>Valentin Robledo Torres</i>
Colaborador: Miguel Ángel Pérez Rodríguez	Horticultura	4104	<i>Miguel Ángel Pérez Rodríguez</i>
Colaborador:			
Colaborador:			
Colaborador:			
	Nivel estudios	Matrícula	Firma
Tesista: Uldarico Bigurra Quintero	Licenciatura	41091516	<i>Uldarico Bigurra Quintero</i>
Programa Docente: Maestría en Ciencias en Horticultura			
Tesista:			
Programa Docente:			
Tesista:			
Programa Docente:			

Vo. Bo.		Autoriza	
Firma y sello			
Nombre	Dr. Víctor Manuel Reyes Salas Jefe de Departamento	Dr. Armando Robledo Olivo Subdirector de Programación y Evaluación	

• Cada Jefe de Departamento deberá dejar copia para su archivo

Título del proyecto

Obtención y Aplicación de un Formulador de *Brevibacillus brevis* para Control de *Fusarium* en Tomate

Introducción

En nuestro país el tomate es la segunda hortaliza que más se produce, pero la más importante en exportaciones. Este cultivo se ha visto afectado por el ataque de patógenos y uno de los que afectan es el *Fusarium oxysporum*, (SAGARPA 2016). Este patógeno generalmente se controla con fungicidas químicos; lo que ha generado resistencia además de su residualidad. Por ello se buscan alternativas de control biológico que se ajusten a las nuevas normativas y leyes de inocuidad; que son mayormente efectivas por evitar resistencia y que generen un menor impacto ambiental. Una alternativa del control biológico es con microorganismos como las rizobacterias del género *Brevibacillus* las cuales inhiben el desarrollo del hongo.

El hongo *Fusarium oxysporum* es causal de un 60% de pérdidas ya que afecta la calidad del producto. Es considerado hongo de campo ya que causa un sin número de enfermedades en los cultivos, (Sumalan *et al.*, 2013). La marchitez por *Fusarium* es de las enfermedades más dañinas en el cultivo de tomate. Este es un patógeno de suelo pero se ha encontrado la introducción a través de la semilla.

En el año 2002 en el estado de Sinaloa el 85% de los campos sembrados con tomate estaban infestados y en posteriores años se dejaron de sembrar trece mil hectáreas debido a este patógeno, (Villa *et al.*, 2014).

Este hongo afecta el sistema vascular de la planta, es capaz de pudrir raíces y cuello de las plantas logrando ocasionarles la muerte a estas.

En estudios realizados en cultivos de maíz que fueron tratados con bacterias *Brevibacillus* se observó la inhibición en el desarrollo de hongos, (Hae-Lin *et al.*, 2015). Así mismo, se reportó control sobre marchitez causada por *Fusarium* como también por *Pseudomonas* con cepas de *Bacillus* (Dutta *et al.*, 2014).

Sunita *et al.*, 2009, encontró que *Brevibacillus* tiene gran capacidad de influir en la proliferación de la enfermedad, además de observarse un desarrollo potencializado en el cultivo ya que promueve la producción de sustancias antagonicas y de protección en plantas induciendo resistencia en estas (Berto *et al.*, 2011).

Objetivos

GENERAL:

- Evaluar la actividad anti-fúngica de la bacteria *Brevibacillus brevis* sobre *Fusarium oxysporum* *in vitro* e *in vivo*.

ESPECIFICOS:

- Determinar dosis y concentraciones que ejercen mayor efecto para el control de *F. oxysporum*.
- Evaluar Caracteres Morfológicos y Bioquímicos en Plantas.
- Identificar la Mejor Forma de Aplicación, al Drench o Aspersión Foliar.

Hipótesis

- El formulador elaborado a base de *B. brevis* inhibe el desarrollo de *F. oxysporum* tanto *in vitro* como *in vivo* en cultivo de tomate.
- Al menos un tratamiento con *Brevibacillus* tendrá control sobre *Fusarium*.

En nuestro país el tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annum L.*), pero por varios años consecutivos se ha encontrado dentro de los primeros lugares como país exportador (SIAP 2013). Donde se han obtenido ingresos que superan los mil ochocientos millones de dólares, teniendo que el ocupa el 18% del valor de la exportación mundial y el 3% de la producción mundial, donde se estima que del 2016 al 2017 aumente un 35% el total de la producción nacional (SAGARPA 2016).

Sinaloa es el estado que se ha consolidado como el primer productor de tomate en México, en este se siembran aproximadamente 18,623 ha, con una producción de 1,039,367 ton y un valor de poco mas de 3 billones de pesos, lo que significa una importante fuente de empleos y divisas para nuestro país, hablándose de 150mil productores y de estos 70mil empleos directos, (SIAP, 2013).

En anteriores estudios realizados por Sunita *et al.*, (2009), se encuentra una capacidad de influir en la proliferación de la enfermedad, a demás de verse un desarrollo potencializado del cultivo se producen sustancias antagonicas de patógenos induciendo resistencia en las plantas (Berto *et al.*, 2011).

Lo anterior ha generado el interés en organismos benéficos que incrementen la productividad, mejoren el estado de la planta y que reduzcan el uso indiscriminado de agroquímicos (Avis *et al.*, 2008). A estos microorganismos se les ha atribuido varios roles, como la protección contra insectos herbívoros (Clement *et al.*, 1994), *nemátodos que parasitan plantas* (Elmi *et al.*, 2000), y *patógenos de plantas* (Dingle y McGee, 2003; Wicklow *et al.*, 2005).

El suelo, es el hábitat de una gran variedad de microorganismos, las plantas alojan en su sistema radical una gran variedad de estos microorganismos interactuando con ellas de manera positiva o negativa. Los grupos dominantes son los hongos, las bacterias y los nematodos (Manoharachary y Mukerji, 2006).

La rizósfera, es el ambiente donde los microorganismos habitan, siendo relevantes a nivel de agricultura por ser ecológica. Estos microorganismos se pueden agrupar de acuerdo a su actividad y participación en los ciclos biogeoquímicos de las plantas, muchos de estos grupos funcionales están presentes de acuerdo a su actividad, por fuera de la rizósfera y en materiales orgánicos en descomposición (Osorio, 2011).

El efecto benéfico de los bioinoculantes posee además repercusiones favorables al reducir las necesidades de fertilizantes, por lo que Adesemoye y Kloepper (2009) y Xiang *et al.*, (2012), han enfatizado los efectos comparativos de los bioinoculantes con la aplicación convencional de fertilizantes minerales en los cultivos.

Procedimiento Experimental

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se dividirá en dos etapas, de las cuales, la Primera Etapa: se realizará en el Laboratorio de Biotecnología de las Fermentaciones ubicado en el Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos donde se harán pruebas en fermentador adaptando las condiciones de este para obtener un mejor desarrollo de la bacteria *Brevibacillus* y así promover su proliferación. Posteriormente en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Análisis de Minerales ubicado en el Departamento de Horticultura, se realizará una prueba de control donde en cajas petri se inoculará el hongo de *Fusarium o.* y se añadirá el formulado de *Brevibacillus b.* concentrado y a diferentes diluciones para evaluar la inhibición del desarrollo fúngico.

La Segunda Etapa: Se realizará bajo invernadero en el área del Departamento de Horticultura, utilizando plantas de tomate tipo saladette, sembradas en bolsa de polietileno con suelo previamente esterilizado, donde posterior al trasplante se realizará la inoculación con el hongo de *Fusarium* y se agregarán las distintas concentraciones del formulado para evaluar el control que tiene la bacteria sobre el patógeno con la escala de severidad propuesta por Diener 2005, a demás en esta etapa se utilizará la solución steiner durante el desarrollo de la planta a las distintas concentraciones que estas lo requieran.

Los resultados de ambas etapas se analizarán con el software InfoStat 2016 bajo un modelo estadístico completamente al azar con arreglo factorial.

Cronograma de Actividades.

ACTIVIDAD	2017		2018	
	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
Revisión de Literatura	✓	X	X	X
Elaboración de Protocolo	✓			
Presentación del Protocolo	✓			
Presentación de Avances		X		
Etapas de Laboratorio		X		
Elaboración del Formulado		X		
Adecuación del Invernadero			X	
Siembra y Trasplante			X	
Manejo del Cultivo			X	
Control Plagas y Enfermedades			X	
Toma de Datos			X	
Análisis de Resultados			X	
Redacción de Artículo Científico			X	
Presentación en Congreso			X	
Envío de Artículo				X
Redacción de la Tesis				X
Presentación del Examen de Grado				X

5.-Productos Esperados

- ▶ 1 Tesis de Maestría
- ▶ 1 Artículo Científico
- ▶ 1 Presentación en un congreso

6.-Literatura Citada

Adesemoye A.O. y Kloepper J.W. 2009. Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. Appl. Microbiol. Biotechnol. 85 pp, 1-12.

Agrios, N.G. 1991. Fitopatología. Ed. Limusa. México, D.F. 756pp.

Aguado-Santacruz, G.A. 2012. Introducción al uso y manejo de los biofertilizantes en la agricultura. INIFAP/SAGARPA. México. pp. 26-30.

Alejandra Villa-Martínez¹, Ramona Pérez-Leal^{1*}, Hugo Armando Morales-Morales², Moisés Basurto-Sotelo², Juan Manuel Soto-Parra³ y Esther Martínez-Escudero 2014. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales, Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Facultad de Ciencias

Anzola, D. y Román, G. 1982. Evaluación de la tolerancia de cultivares de tomate a diversas razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Agronomía Tropical 32:261- 272.

Ascencio-Álvarez A, López-Benitez A, Borrego-Escalante F, Rodríguez-Herrera SA, Flores-Olivas A, Jiménez-Díaz F, *et al.* 2008. Marchitez del tomate. I: Presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán, Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 26(2): 114-120.

Berto Tejera-Hernández | Marcia M. Rojas-Badía | Mayra Heydrich-Pérez, 2011. Potencialidades del género *Bacillus* en la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de hongos fitopatógenos. *Revista: Revista CENIC. Ciencias Biológicas* 42(3)

Bowen, J.E. Krathy, 1994. Nitrógeno, fijación Biológica en leguminosas tropicales. En *Agricultura de las Américas*. Vol. 13 No 12. pg 12-20.

Díaz Franco, A., Gálvez López, D., & Ortiz Cháirez, F. E. 2015. Bioinoculación y fertilización química reducida asociadas con el crecimiento de planta y productividad de sorgo. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 245-252.

INIFAP. 2005. Manejo Integrado del Cultivo del Jitomate en el Estado de San Luis Potosí., Folleto Técnico No. 22. Fundación Produce. 18 p.

Jiménez, D.F., 2003. Enfermedades del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Ed. Limusa. México, D.F. 102pp.

Jones JDG, Dangl JL. The plant immune system. *Nature*. 2006; 444: 323-329.

Mandal S, Mallick N, Mitra A. Salicylic acid-induced resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in tomato. *Plant Physiol Biochem*. 2009, 47(7): 642-649.

Ortega, M. L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Colegio de Posgraduados, Puebla, México.

Osorio, N.W. 2000. Aislamiento y evaluación in vitro de microorganismos solubilizadores de fosforo en suelos tropicales. Trabajo de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía. Bogotá.

Noguera R. Influencia de *Meloidogyne incognita* en la colonización de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en plantas de tomate. *Agron Trop*. 1983; 33(1-6):103-109.

Nuez, F.V 2001. El Cultivo del Tomate. 1ª ed. Ed. Mundi-Prensa. México D.F. 793 p.

Pérez UA, Ramírez MM, Zapata YA, Córdoba JM. 2015. Efecto de la inoculación simple y combinada con Hongos Formadores de Micorriza Arbuscular (HFMA) y Rizobacterias Promotoras de Crecimiento Vegetal (BPCV) en plántulas micro propagadas de mora (*Rubus glaucus* L.). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecu*. 16(1): 95-103

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2010. Monografía de cultivos "Jitomate", Subsecretaría de Fomento a los agronegocios. Mexico, D.F.

SAGARPA. 2005. Análisis Agropecuario del Tomate. Boletín Informativo. Culiacán, Sinaloa, México. 9 p.

Srivasta R, Khalid A, Singh US, Sharma AK, 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biol Control*. 53(1): 24-31.

Sunita Chandel^{1,2}, Eunice J. Allan² and Steve Woodward² 2009. Biological Control of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici* on Tomato by *Brevibacillus brevis*.

Urrego, V. E. 2008. Tomate: Su Industrialización. Universidad del Valle, Cali Colombia. 50 p