

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



**EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE *Bacillus subtilis* y *Glomus sp.* EN LA
PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO EN PLANTAS**

POR:

FLOR SILVESTRE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2011.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

EFFECTIVIDAD BIOLOGICA DE *Bacillus subtilis* y *Glomus sp.* EN LA
PROMOCIÓN DE CRECIMIENTO EN PLANTAS

POR:

FLOR SILVESTRE HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Que somete a consideración del H. jurado examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

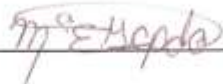
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Aprobada por:



Dr. Alberto Flores Olivas

Presidente del jurado



Mc. Maria Elizabeth Galindo Cepeda

Sinodal



Dr. Jorge Luis Quezada Mtz.

Sinodal



Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo del 2011.

AGRADECIMIENTOS.

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO: Por haberme brindado la oportunidad de superarme y darme herramientas y conocimientos que me harán salir adelante toda una vida.

A MIS ASESORES:

Dr. Alberto Flores Olivas: Por el tiempo, comprensión y amabilidad en la revisión de este trabajo, así como sus valiosas sugerencias para culminar esta tesis.

Mc. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda: Por darme su tiempo y gran apoyo en la revisión de este trabajo y por las sugerencias brindadas con respeto y cariño gracias.

Dr. Jorge Luis Quezada Martínez: Por su tiempo y colaboración en la realización de este proyecto y en la revisión del mismo. Mil gracias.

A mis compañeros de la generación CX de Parasitología: Alma Yaneth, Yanira Jiménez, Hortencia Pérez, Omegar Bautista, Lourdes Altunar, con quienes compartí mis mejores momentos durante mi estancia en la Universidad.

DEDICATORIAS

Con mucho cariño a mis padres que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento.

A ti papá, que me enseñaste y heredaste el coraje que se necesita para cumplir las metas que uno se propone y por los sabios consejos que me diste a lo largo del camino recorrido para lograr cumplir una meta más. A ti papá con mucho cariño hoy cosechas lo que con gran esfuerzo un día sembraste.

A ti mamá, por tu amor, desvelos, preocupaciones y enseñanzas durante esta vida, que han hecho de mí una persona preparada para enfrentar los retos de la vida siguiendo el claro ejemplo que me brindas. Porque siempre soñaste y anhelaste verme como una profesionalista. Tu sueño y tú esfuerzo se ha cumplido. De todo corazón para ti mamá.

A mis hermanos:

Alejandrina, Fabiola, Pericles, Álvaro e Iracema por la confianza y apoyo incondicional que siempre me han brindado y por los momentos que hemos pasado juntos en familia, gracias por creer en mí ya que ustedes fueron un claro ejemplo que me sirvió de guía para concluir mis estudios con gran satisfacción.

Al ingeniero Víctor Manuel Hernández Marcos: Por estar conmigo en todo momento brindándome consejos y porque siempre confiaste en mí, gracias por tu amistad y amor tan inmenso que me das.

ÍNDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Cilantro.....	4
Papa.....	4
Maíz.....	5
Importancia de la Nutrición vegetal para la mejora de la producción y calidad del producto.	6
Impacto de los fertilizantes sintéticos en el medio ambiente y en la agricultura.	7
Impacto de los biofertilizantes en México.	7
Características generales de los biofertilizantes.....	9
Microorganismos utilizados como biofertilizantes.....	11
Características generales de hongos Micorrízicos con fin de biofertilización.	12
Efectos de los hongos micorrízicos en las plantas.	13
Efectos que producen las Micorrizas para los suelos.	15
Factores edáficos que influyen en la micorrización.....	16
Factores abióticos.	16
Factores bióticos.	17
Fortalecimiento de la colonización.	18
Características generales de la bacteria Bacillus subtilis.	18
Bacillus subtilis, Antagonista a Patógenos en Plantas.	19
Bacillus subtilis en la promoción de crecimiento de plantas.	20
MATERIALES Y MÉTODOS.	22
Ubicación del Área Experimental.....	22
Material Biológico.....	22
Aplicación de tratamientos.....	22
Experimento 1.....	22

Procedimiento de evaluación.	23
Experimento 2.	23
Procedimiento de evaluación.	24
Experimento 3.	24
Procedimiento de evaluación.	25
Experimento 4.	26
Procedimiento de evaluación.	26
Análisis estadístico.	26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	27
CONCLUSIONES.	41
LITERATURA CITADA.	42
APENDICE.	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de fertilizantes químicos vs biofertilizantes.	10
Cuadro 2. Tratamiento y dosis aplicada en el cultivo de cilantro, 2009.	23
Cuadro 3. Tratamientos y dosis aplicada en cilantro, 2010.	24
Cuadro 4. Tratamientos y dosis aplicada en Maíz, 2010.	25
Cuadro 5. Tratamientos y dosis aplicada en papa, 2010.	26
Cuadro 6. Promoción de crecimiento y desarrollo en cilantro con la aplicación de productos microbiológicos. UAAAN, 2009.	27
Cuadro 7. Promoción de crecimiento y desarrollo en cilantro con aplicación de productos microbiológicos. UAAAN 2010.	29
Cuadro 8. Primera evaluación (Peso fresco) de Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de <i>B. subtilis</i> y <i>Glomus sp.</i> UAAAN, 2010.	32
Cuadro 9. Segunda evaluación (Peso seco) Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de <i>B. subtilis</i> y <i>Glomus sp.</i> UAAAN, 2010.	34
Cuadro 10. Tercera evaluación (madurez fisiológica) Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de <i>B. subtilis</i> y <i>Glomus sp.</i> UAAAN, 2010.	35
Cuadro 11. Madurez fisiológica, Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de <i>B. subtilis</i> y <i>Glomus sp.</i> UAAAN, 2010.	37
Cuadro 12. Promoción de crecimiento y desarrollo en papa con la aplicación de <i>B. subtilis.</i> UAAAN 2010.	39

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de tallo (LT) y longitud de raíz (LR) en cilantro. UAAAN, 2009	28
Gráfica 2. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de tallo (LT), longitud de raíz (LR), en cilantro. UAAAN, 2010.	30
Gráfica 3. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso de tallo (PT) y peso de raíz (PR) en cilantro. UAAAN, 2010.	30
Gráfica 4. Comparación de tratamientos evaluados en base longitud de tallo (LT) y longitud de raíz (LR) en maíz. UAAAN, 2010.	32
Gráfica 5. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso fresco raíz (PFR), peso fresco tallo (PFTa) y peso fresco total (PFTo) en maíz. UAAAN, 2010.	33
Gráfica 6. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso seco total (PSTo), peso seco de raíz (PSR) y peso seco de tallo (PSTa) en maíz. UAAAN, 2010.	35
Gráfica 7. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de raíz, longitud de tallo y longitud de mazorca en maíz. UAAAN, 2010.	36
Gráfica 8. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso raíz, peso tallo y peso de mazorca en maíz. UAAAN, 2010.	37
Gráfica 9. Comparación de tratamientos evaluados en base a número de hileras de la mazorca. UAAAN, 2010.	38
Gráfica 10. Comparación de tratamientos evaluados en base a Longitud de raíz (LR), Longitud de tallo (LT) en papa. UAAAN, 2010.	39
Gráfica 11. Comparación de tratamientos evaluados en base a Peso fresco de tallo (PFT), Peso fresco raíz (PFR), Peso fresco tubérculo (PFTub) en papa. UAAAN, 2010.	40
Gráfica 12. Comparacion de tratamientos evaluados en base a número de tubérculos. UAAAN, 2010.	40

RESUMEN.

Coahuila, región productora de maíz, papa y cilantro, donde se han reportado altos rendimientos; en lo que respecta a papa se reporta que posee un rendimiento de 36.593 ton/ ha. (SAGARPA 2001). Maíz, en el municipio de Galeana Nuevo León se reporta que posee un rendimiento de 3.35 ton /ha. (SAGARPA, 2009); y cilantro, en el municipio de Arteaga Coahuila se reporta que posee un rendimiento de 2.5 ton/ha. (SAGARPA, 2009). En el cual se han presentado problemas tales como deficiencias nutricionales debido al uso excesivo de fertilizantes químicos, los cuales desequilibran el medio, una de las alternativas es el uso de biofertilizantes tales como (micorrizas y bacterias). Por tal motivo este trabajo tiene como objetivo evaluar bacterias y hongos promotores de crecimiento en planta de maíz (*Zea mays L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*) y cilantro (*Coriandrum sativum L.*). Para conocer el efecto de estos microorganismos se procedió a inocular con *B. subtilis* y *Glomus sp.* bajo diferentes dosis. Los parámetros evaluados fueron: longitud de tallo, longitud de raíz, peso de tallo, peso de raíz, longitud de mazorca, número de hileras de la mazorca y número de tubérculos. Para el procesamiento de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico de la (FAUANL); Cuyos resultados fueron: en lo que respecta a maíz, el tratamiento que mostró mejor resultado fue *B. subtilis*, los parámetros más sobresalientes fueron: longitud de tallo, peso de raíz, peso de tallo, longitud de mazorca, peso mazorca y número de hileras en la mazorca, en cilantro de igual forma, el mejor tratamiento fue *B. subtilis*, los parámetros más sobresalientes fueron longitud de tallo y peso de raíz, en lo que respecta a papa *B. subtilis* mostró buen efecto en todos los parámetros evaluados, mostrando claramente la diferencia entre tratamientos.

Palabras clave: Micorriza, *B.subtilis*, biofertilización, promoción de crecimiento y desarrollo.

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, encontramos explotaciones agrícolas con diferente nivel de deterioro en su rizósfera y este nivel depende de la intensidad, frecuencia y duración de las aplicaciones de agroquímicos.

En la agricultura nacional, los estudios sobre la nutrición de los cultivos ha seguido dos grandes vertientes, una de ellas, la más tradicional en los últimos 60 años, se ha enfocado a la evolución de los fertilizantes químicos sintéticos, y la otra, a la exploración de la capacidad que tienen algunos microorganismos para mejorar la nutrición de las plantas y combatir algunos patógenos en el suelo. Esta nueva actitud ha favorecido el desarrollo de tecnologías de producción menos contaminantes y ecológicamente más racionales, como el uso de los recursos microbiológicos del suelo en la agricultura. (Keeney, 1982).

El uso de biofertilizantes ha mejorado la comprensión de la relación planta-microorganismo en su contribución a minimizar los riesgos de degradación de los suelos y a maximizar el regreso de energía a los sistemas de producción. En condiciones naturales o con bajo nivel de disturbio en la vegetación original, se ha demostrado que la interdependencia planta-microorganismo a contribuido al mantenimiento, funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas como consecuencia en la diversidad de las especies en las comunidades vegetales (Read, 1998). Estas consideraciones han tomado importancia en las últimas tres décadas para establecer fronteras a la agricultura, no solo desde el punto de vista de lograr una máxima producción sostenida, sino buscando la estabilización de los sistemas de producción a largo plazo. El incremento en la productividad a base de grandes cantidades de energía (como es el caso de la aplicación de fertilizantes químicos sintéticos) no puede ser mantenido indefinidamente, existe un límite en la capacidad de producción que va a estar regulada por los costos externos de la energía que se introduce en los sistemas de producción. (SAGARPA, 2000).

En cambio, en la actividad agrícola, esta relación de interdependencia ha sido menospreciada y poco estudiada y, en general, en los terrenos agrícolas ha ido en detrimento.

Como consecuencia de lo anterior son pocos los estudios publicados en relación con los manejos sostenibles en la agricultura, la posibilidad de usar técnicas basadas en el manejo de microorganismos que usualmente viven asociados a las plantas, por tal motivo se llevó a cabo este proyecto, en la cual se plantearon los siguientes objetivos:

OBJETIVO GENERAL.

- Evaluar bacterias y hongos promotores de crecimiento en planta de maíz (*Zea mayz L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*) y cilantro (*Coriandrum sativum L.*).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar cepas de *B.subtilis* en la promoción de crecimiento y desarrollo en plantas de maíz (*Zea mayz L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*) y cilantro (*Coriandrum sativum L.*).
- Evaluar cepas de *Glomus sp.* En la promoción de crecimiento y desarrollo en plantas de maíz (*Zea mayz L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*) y cilantro (*Coriandrum sativum L.*).
- Evaluar cepas de *B.subtillis* + *Glomus sp.* en la promoción de crecimiento y desarrollo en plantas de maíz (*Zea maíz L.*) papa (*Solanum tuberosum L.*) y cilantro (*Coriandrum sativum L.*)

HIPÓTESIS.

- *Baciillus subtilis* ofrece un efecto positivo al favorecer el crecimiento vegetativo y en raíces, en el cultivo de maíz (*Z. maíz L.*), papa, (*S. tuberosum L.*) y cilantro (*C. sativum L.*).
- *Glomus sp.* ofrece un efecto positivo al favorecer el crecimiento vegetativo y en raíces, en el cultivo de maíz (*Z. maíz L.*), papa (*S. tuberosum L.*) y cilantro (*C. sativum L.*).
- Se espera que *Bacillus subtilis* en combinación de *Glomus sp.* Presenten mejores resultados en crecimiento vegetativo y en raíces, en el cultivo de maíz (*Z. maíz L.*), papa (*S. tuberosum L.*) y cilantro (*C. sativum L.*).

REVISIÓN DE LITERATURA.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar cepas de *B. subtilis* y *Glomus sp.* en la promoción de crecimiento y desarrollo en cilantro, papa y maíz por lo que a continuación se cita la importancia que tiene cada uno de estos cultivos.

Cilantro.

El cilantro (*C. sativum L.*) es un cultivo hortícola que es utilizado para el consumo del follaje en su estado fresco, en ensaladas y como condimento en guisados. Su semilla es consumida molida después de seca como condimento también como confites al ser utilizada en confiterías, igualmente se utiliza para aromatizar licores y bebidas. En países como Pakistán, Indonesia y otros países Asiáticos se usa como planta medicinal; mientras que en la India y Rusia su principal uso es para la extracción de aceite esencial, siendo este uno de los cultivos principales para la extracción de aceite esencial en Rusia. (SAGARPA, 2000).

En México la producción de cilantro es importante en varios estados del país como Coahuila, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato y otros, su consumo es fundamental en estado fresco. Monterrey N.L es el mercado más importante en dar salida a la producción del estado vecino, seguido por la exportación a los Estados Unidos de Norteamérica. (SAGARPA, 2001).

Papa.

El cultivo de papa (*S. tuberosum L.*) ocupa el cuarto lugar a escala mundial en superficie cultivada solo superado por el trigo, arroz y maíz teniendo una producción de 308,588 ton. Con un rendimiento promedio en el ámbito mundial de 16.426 ton/ha. (FAO, 2001).

Es una hortaliza que se produce en 23 estados del país y genera 17,000 empleos directos, y 50,000 indirectos y 6, 000,000 de jornales al año. El valor de la producción por esta actividad en nuestro país es de 515 millones de dólares y tiene

comprometidas inversiones por un monto de 1,766 millones de dólares en tecnología, equipo de riego y maquinaria entre otros.

El estado de Coahuila posee una superficie sembrada de 1576 has. Con una producción de 56,427 ton, con un rendimiento promedio de 36.593 ton/ ha. (SAGARPA 2001).

Maíz.

El maíz (*Z. maíz L.*), es por mucho el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Analizando al maíz en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente), en cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento (TMAC) de 1996 a 2006 fue de 2.0%, no obstante los decrementos registrados en 2002 y 2005 en la producción obtenida de -4.1 y -10.8%, respectivamente. (SAGARPA, 2001).

El cultivo de maíz en México se caracteriza por la producción de una amplia gama de variedades, por lo que es posible generar una gran cantidad de productos finales: tortillas, forraje para animales, almidones, glucosa, fructosa, dextrosa, aceites, botanas, etanol para bebidas o como insumo en la producción de biocombustible, etcétera. (SAGARPA, 2000).

Los principales estados productores de maíz blanco son: Sinaloa, que aporta el 23% del total; Jalisco, 13%; Michoacán, Chiapas y Guerrero contribuyen con el 7% cada uno; en conjunto, estas entidades aportaron el 57% de la producción total. Otros importantes estados en la producción de este grano son Estado de México y Guanajuato con 6% en cada caso; Veracruz, 5% y Puebla con 4%.

En cuanto a la producción de maíz amarillo, cuatro entidades contribuyen con el 94% de la producción total: Chihuahua (35%), Jalisco (25%), Tamaulipas (21%) y Chiapas (13%). (SAGARPA, 2001)

Importancia de la Nutrición vegetal para la mejora de la producción y calidad del producto.

Mengel y Kirkby, 1982, mencionan que la condición nutrimental de los cultivos, debe ser óptima si se aspira a alcanzar rendimientos cercanos a los máximos posibles. Tal condición se logra mediante la formulación y aplicación de un plan nutrimental. La formulación de dicho plan impone ciertas reglas. La primera, es dominar los conceptos teóricos de la nutrición y regulación del crecimiento de los cultivos y, la segunda, es conocer en profundidad los aspectos de producción relativos al sistema y, en particular, los referentes a la tecnología del uso de los fertilizantes, reguladores y el agua. Ambos requisitos son fundamentales para el éxito del plan.

Un sistema de producción agrícola está constituido por los siguientes componentes: plantas, suelo, clima y hombre. Las plantas son las responsables del proceso de fotosíntesis, que hace que se acumule biomasa seca y, en última instancia, un producto de interés económico. El suelo donde crecen las plantas almacena el agua, proporciona los nutrimentos y el soporte mecánico. La atmósfera interacciona con los factores anteriores y provee la energía y el agua de lluvia, entre otros factores de crecimiento. El último componente es el hombre, cuya función es optimizar, dentro de lo económicamente razonable, los niveles de aquellos factores de la producción que se pueden manejar o controlar, para impedir que dichos factores se transformen en limitantes de la misma. (Mengel y Kirkby, 1982).

Impacto de los fertilizantes sintéticos en el medio ambiente y en la agricultura.

El nitrógeno es el nutrimento aplicado mas extensivamente como fertilizante, seguido por el fosforo y potasio. Los fertilizantes nitrogenados se caracterizan por su baja eficiencia en su uso por los cultivos, misma que puede ser menor al 50% (Keeney, 1982), lo que trae como consecuencia un impacto ambiental adverso, tal como contaminación de mantos acuíferos con NO_3^- , eutrofización, lluvia acida y calentamiento global (Ramanathan, *et al.*, 1985). La roca fosfórica, que es la materia prima de los fertilizantes fosforados, tiene cantidades importantes de cadmio dependiendo del tipo de roca (Gilliam, *et al.*, 1985) y el uso continuo de este fertilizante induce la acumulación en el suelo de cadmio, elemento que es indeseable por su riesgo de toxicidad en plantas y animales (Mengel y Kirkby, 1982).

Otro problema no menos importante es la contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nitratos y la emisión de gases de nitrógeno a la atmosfera (NO y N_2O) que es consecuencia del uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados (Castellanos y Pena-Cabriales, 1990; Gilliam *et al.*, 1985) y de la aplicación de laminas inapropiadas de agua de riego, y asociado a esto, está el riesgo de acumulación de nitratos en frutos y verduras comestibles, así como en acuíferos, lo cual es de alto riesgo para la salud humana cuando la concentración de NNO_3 supera el 0.2% en las partes comestibles de las plantas como frutos de hortalizas o verduras y en agua potable llega a 10 ppm (Malakouti, *et al.*, 1999).

Impacto de los biofertilizantes en México.

En México el mayor impacto de los biofertilizantes fue en los años 70's y 80's con la fijación biológica de nitrógeno en soya y garbanzo, donde se logró sustituir la fertilización nitrogenada en Sinaloa que en ese tiempo fue el principal productor nacional de estas leguminosas (Armenta-Bojorquez, 1986; 1990), la utilización de inoculantes comerciales a base de *Rhizobium* fue una práctica generalizada por los

productores agrícolas, además de ser recomendada por los centros de investigación (INIFAP, 1990).

Los trabajos de investigación con micorrizas son relativamente recientes ya que la elaboración del inóculo no es de fácil manejo por ser un simbiote obligado. Sin embargo, en los últimos años con los adelantos tecnológicos se han introducido al mercado productos con impacto a la horticultura en cuanto a la obtención de plántulas vigorosas en el invernadero aumentando la sobrevivencia de plantas en el trasplante a campo, como la introducción de un inoculante líquido de *Glomus intrarradices* por la compañía Buckman en 1995 en Sinaloa. (INIFAP, 1990).

En 1999, se introdujo Hortic Plus, de Plant Health Care (PHC) en el mercado. En el 2000, se introdujeron sustratos con esporas especialmente para su utilización en invernaderos para satisfacer la demanda a productores de hortalizas. Sin embargo, no existen evaluaciones serias de investigación sobre el beneficio de estos inoculantes comerciales.

En cultivos de granos ha habido una producción nacional de inoculantes (INIFAP) apoyada inicialmente por el gobierno mexicano, pero no se ha tenido la aceptación esperada por los productores, de cualquier manera los productos biológicos presentan una penetración menos espectacular que los fertilizantes sintéticos en el mercado, al mostrarlos los productores desconfían de reducir la fertilidad del suelo y con ello, sus ganancias. Esta desconfianza se basa principalmente en la respuesta de los biofertilizantes que varían considerablemente, dependiendo de los microorganismos, tipo de suelo, especies de plantas, y condiciones ambientales (Rabie y Humiany, 2004). Los microorganismos aplicados deben competir con una microflora nativa mejor adaptada, las condiciones ambientales adversas, incluyendo falta de humedad en el suelo, predación, alta salinidad y pH extremos, pueden disminuir rápidamente la población de cualquier especie microbiana introducida en el suelo, excepto que se tomen las precauciones

necesarias para seleccionar el inoculante adecuado y proveer condiciones que lo favorezcan. Los problemas de fertilidad son resueltos principalmente con fertilizantes sintéticos, pero los efectos adversos al medio ambiente han orientado a buscar nuevas estrategias como los biofertilizantes (Rabie y Humiany, 2004).

Características generales de los biofertilizantes.

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos.

Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fosforo inorgánico y mejorando la tolerancia al estrés por sequia, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta. El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bashan y Holguin, 1998; Lucy *et al.*, 2004).

Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiba los efectos de microorganismos patógenos (Kloepper *et al.*, 1980).

Algunas de las bacterias son versátiles y pueden presentar varios mecanismos, por ejemplo, *Bacillus subtilis* que produce auxinas que promueven el crecimiento de tomate e inducen resistencia sistémica contra *Fusarium oxysporum*, el cual provoca marchitez y pudrición de las raíces (Gupta *et al.*, 2000).

Rabie y Humiany, 2004, mencionan que los biofertilizantes realizan las siguientes funciones:

1. Fijadores de nitrógeno del medio ambiente para la alimentación de la planta.
2. Protectores de la planta ante microorganismos patógenos del suelo.
3. Estimulan el crecimiento del sistema radicular de la planta.
4. Mejoradores y regeneradores del suelo.
5. Incrementan la solubilización y absorción de nutrientes, como el fósforo, que de otra forma no son de fácil asimilación natural por la planta.
6. Incrementan la tolerancia de la planta a la sequía y la salinidad.

En el cuadro 1 se observan las ventajas que tienen los biofertilizantes sobre los fertilizantes químicos, en donde menciona que: los fertilizantes químicos tienen un alto costo, contamina el aire, suelo y agua, elimina los microorganismos del suelo y lo esteriliza, por lo contrario los biofertilizantes son de bajo costo, no contaminan y estimulan el desarrollo de microorganismos del suelo y regeneran el suelo etc.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de fertilizantes químicos vs biofertilizantes.

Fertilizante químico <i>versus</i> Biofertilizante	
Alto costo y disponibilidad decreciente (incremento desmedido de precios)	Bajo costo y fácil reproducción (menos de 10% del costo)
Alto desperdicio, sólo 30 y 40% es utilizado por la planta	No desperdicio, mejor aprovechamiento del químico
Contamina aire, suelo y agua	No contamina
Elimina los microorganismos del suelo	Estimula el desarrollo de microorganismos del suelo
Esteriliza el suelo	Regenera al suelo
Almacén y transporte costoso	Fácil almacén y transporte

Fuente: Espinosa Carmona Andrés, departamento de fertilizantes, SAGARPA, junio, 2002.

Microorganismos utilizados como biofertilizantes.

Los microorganismos que intervienen en la fijación biológica de nitrógeno atmosférico (FBNA) que es la reducción enzimática de nitrógeno (N_2) a amonio (NH_4), podemos clasificarlos en dos grupos a) microorganismos (bacterias, hongos y algas) que fijan nitrógeno en forma no simbiótica o de vida libre y b) microorganismos que fijan el nitrógeno en forma simbiótica con plantas leguminosas y no leguminosas, las mayores cantidades de nitrógeno atmosférico fijado, es llevado a cabo por leguminosas en asociación simbiótica con bacterias del género *Rhizobium* (Richards, 1987). En las bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre se encuentran los géneros más estudiados que son *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Beijerinckia* y *Klebsiella*, los cultivos en donde ha sido más estudiado este proceso de fijación de nitrógeno son: caña de azúcar, arroz, sorgo, trigo y pastos tropicales forrajeros, donde la fijación de N_2 por bacterias asociativas y de vida libre es importante (Dobereiner *et al.*, 1995).

Microorganismos que proporcionan fósforo a las plantas, entre los más importantes están los hongos micorrízicos que presentan asociación simbiótica con las plantas, las cuales suministran además de un nicho ecológico, la fuente de carbono que necesita el hongo para su desarrollo, a su vez la planta se beneficia incrementando la captación de nutrientes minerales del suelo principalmente fósforo (Fernández, 2003).

Bacillus subtilis, y *Glomus sp.* Son Microorganismos de interés, por su actividad Antagonista a Patógenos en Plantas, ser promotoras de crecimiento, así como facilitar el aprovechamiento de nutrientes que las plantas requieren, y tolerancia a las situaciones de estrés entre algunas otras actividades no menos importantes.

Características generales de hongos Micorrízicos con fin de biofertilización.

La palabra micorriza, de origen griego, define la simbiosis entre un hongo (*mycos*) y las raíces (*rhizos*) de una planta. Sin embargo, el vocablo Micorrizas fue ampliado por primera vez y con un interés puramente sistemático, por el ilustre botánico de origen Alemán Albert Bernard Frank en el año 1885 para designar la asociación que se producían entre las hifas de algunos hongos del suelo con los órganos subterráneo de la gran mayoría de las plantas superiores (Fernández, 2003).

Este mismo autor señala que, al igual que en otras relaciones simbióticas, los participantes obtienen beneficio. En este caso la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar mientras que ella lo puede hacer gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas. En la Naturaleza esta simbiosis se produce espontáneamente. Se estima que entre el 90 y el 95% de las plantas superiores presentan micorrizas de forma habitual.

Es importante señalar que el funcionamiento de un ecosistema terrestre, de acuerdo a lo planteado por Barea, (2002) y Rosa, (2003) depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo. No sólo los ciclos biogeoquímicos de los nutrientes son propulsados por microorganismos, sino que, además, los componentes de la microbiota del suelo protagonizan diversas acciones que producen beneficios para las plantas con las que se asocian. Entre otras acciones, los microorganismos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas que favorecen el enraizamiento, protegen a la planta contra patógenos, incrementan la resistencia/tolerancia de la planta a la sequía o salinidad, descomponen sustancias tóxicas en el ecosistema y mejoran la estructura del suelo.

Efectos de los hongos micorrízicos en las plantas.

Dentro de los principales beneficios de las Micorrizas para las plantas según Páez, (2006) está relacionado con la nutrición de las plantas. Este proceso de la nutrición por medio de las Micorrizas está, pues, extremadamente difundido entre los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita la toma de los alimentos por parte de las plantas superiores, en competencia con la infinita y mucho más adaptable microflora del suelo.

Continua planteando el mismo autor que son muchos los beneficios que brindan las Micorrizas para la plantas, que las convierten fieles aliadas de productores, empresarios, investigadores, científicos y población en general.

Este mismo autor enuncia los principales beneficios:

1. Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, que facilita un aumento de la producción y mayor calidad biológica de ésta.
2. Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, exceso de viento, entre otros. Esto se debe a que facilita una adecuada evapo-transpiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de éstas en sentido general.
3. Al estar mejor nutridas las plantas, promueven en éstas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su salud sin aplicación de agrotóxicos.
4. Es sumamente importante para el crecimiento de las plantas. Ello tiene una mayor significación, en aquellas zonas o regiones, en las cuales los factores importantes para la producción agrícola, se encuentran por debajo del estado óptimo para el desarrollo de las plantas (dunas de arena, suelos pobres, superficies devastadas, etc.). Pero también en el cultivo de plantas bajo buenas condiciones en comparación con otras, se obtienen efectos visibles muy positivos después de una inoculación suplementaria con Micorriza.
5. El desarrollo óptimo de los cultivos demanda una elevada aplicación de

fertilizantes minerales y pesticidas. El uso de dichos insumos químicos implica no solo un costo y requerimientos energéticos elevados, sino que su aporte indiscriminado pudiera provocar problemas de salinización y contaminación del manto acuífero. El empleo de las Micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.

6. La inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros.

7. Un aspecto de gran interés en el empleo de las Micorrizas es lo relacionado a la nutrición del Fósforo (P). Éstas desempeñan un importante papel en la toma del P presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales donde las cantidades de P asimilables a las plantas son frecuentemente bajas: Generalmente bajo estas condiciones, en la zona de crecimiento radical ocurre un rápido agotamiento del P, debido al pobre suministro del mismo provocado por la alta capacidad de fijación del elemento en el propio suelo. Los mecanismos químicos involucrados en la absorción de este elemento por el hongo se desconocen, sin embargo se sabe que toma el P en forma de ion ortofosfato y lo transporta a través de las hifas en forma de polifosfato. Se logra una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes fosfóricos aplicados en suelos deficientes y con elevada capacidad de fijación de fosfatos, predominantes en las zonas tropicales. Además del efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, el favorecimiento en la absorción del P, aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de N en plantas, el cual es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales.

8. Una mayor resistencia de las plantas a las toxinas.

9. Por su parte, en suelos afectados por los efectos negativos de los metales pesados, se ha comprobado que las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, impidiendo que éstos pasen a la parte aérea de la planta.

10. Otra de las aplicaciones punteras es fácil de deducir de todo lo dicho, su

aplicación en el control biológico contra agentes patógenos de la rizosfera.

Efectos que producen las Micorrizas para los suelos.

Los principales efectos benéficos de las Micorrizas en el suelo según Popoff, (2005); Páez, (2006) están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar éstos (suelo – planta), estrechamente relacionados. Sin embargo, podemos declarar que las Micorrizas, realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales. A modo de resumen declaramos los siguientes efectos:

1. Las Micorrizas prolongan el sistema radical de las plantas, y ello facilita una mayor retención física de partículas del suelo, limitando los efectos dañinos de la erosión causada por el agua.
2. Son las Micorrizas regeneradoras de suelos degradados, ya que al facilitar el mejoramiento de la estructura de éste, se incrementa sus posibilidades de retención de humedad, aireación y descomposición de la materia orgánica.
3. La presencia de Micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes que antes no estaban a disposición de las plantas, por lo que incrementa la fertilidad de éstos. En la medida que los suelos sean menos fértiles se necesitarán mas estructuras fúngicas para lograr una mayor eficiencia micorrízica.
4. Las Micorrizas mejoran la capacidad productiva de suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la salinización, la erosión hídrica y eólica.
5. Otro de los efectos más interesantes de las Micorrizas en el suelo, es su papel en relación con el ecosistema en el que se desarrollan; así interaccionan con diversos microorganismos del suelo, estableciendo provechosas cooperaciones con unos y compitiendo con otros generalmente de tipo patógeno, e incluso interactuando con la microfauna de la rizósfera (Nemátodos, Áfidos, Ácaros, entre otros).

6. Las Micorrizas, prolongan la vida de los suelos agrícolas productivos, contribuyendo a su uso más diverso, económico y ecológico.
7. En zonas áridas y semiáridas las Micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotes a captar agua para tolerar el estrés hídrico.
8. Las Micorrizas generan sustancias aglomerantes (glomalina), que actúan como cemento o aglutinantes, promoviendo una mayor capacidad y estabilidad física, química y biológica de los suelos.

Factores edáficos que influyen en la micorrización.

Factores abióticos.

Según Rivera, (2003) durante el desarrollo del proceso de la formación de las micorrizas – vesículo –arbusculares la ausencia de luz, tanto como por sombra o poca iluminación, no sólo reduce la infección micorrízica de las raíces y por ende la normal producción de esporas, sino que también puede afectar la respuesta de la planta a esta asociación.

Readead, (1975) postuló que los días largos podrían jugar un papel decisivo en el desarrollo de las micorrizas. En las zonas tórridas, debido a la alta radiación solar, los niveles de infección son generalmente elevados, sin embargo, cuando esta se ve atenuada por el efecto de la nubosidad perenne o el sombreo, los niveles de infección disminuyen. En relación con la radiación solar y los niveles de infección se explica a partir del incremento de la tasa fotosintética en presencia de altos niveles de radiación, lo que implica una mayor producción e intercambio de metabolitos y por ende una mayor posibilidad de mantener un simbiote con altos valores o niveles de colonización.

En estudios realizados por Fernández, (1997), reporta cambios en el número de esporas a lo largo de las estaciones que variaron marcadamente con diferentes especies de hongos micorrizógenos arbusculares.

La influencia que tiene la falta de agua sobre la infección micorrízica dentro y fuera de la raíz es diferente. Sobre este asunto Daniels, (1980) obtiene como resultado que el contenido de agua por encima de la capacidad de campo favoreció la germinación de esporas de hongos micorrizógenos.

Por otra parte se plantea que la formación de micorrizas juega un papel importante en el crecimiento de las plantas bajo condiciones de estrés hídrico, sobre todo en aquellas plantas que se exponen un largo período de tiempo a la sequía. Estas plantas logran desarrollar una capacidad de absorción superior, que les permite absorber no sólo mayor cantidad de nutrientes, sino también de agua, la cual, bajo estas condiciones, ya no se mueve por efecto de masa sino por un aumento de la “pseudo difusión” ocurriendo de hecho una irrigación en la planta que entre otras cosas, mantiene a las hifas del hongo, aún en condiciones adversas, desarrollando satisfactoriamente la asociación planta-HMA (Losano, 1995).

Se ha encontrado que el funcionamiento de la mayoría de las especies de HMA oscila entre 0 y 1 cmol. Kg de aluminio a valores de pH entre 5 y 6, no obstante especies del género *Acaulospora* han demostrado su capacidad de crecimiento en suelos con pH que oscilan entre 3 y 4 y a concentraciones tóxicas de aluminio para la planta de 2-3 cmol. Kg de suelo (Barros, 1987).

Factores bióticos.

Rivera, (2003) expresa que el análisis de la ecología de las micorrizas resulta complejo, sobre todo si se tiene en consideración que se intenta evaluar las múltiples interacciones hongo-planta-suelo de esta simbiosis. La zona más cercana a esta asociación es sin dudas la rizosfera, que no es más que el volumen de suelo

adyacente a la superficie radical (0.001 mm-3 mm) y que se encuentra afectado por la actividad de la planta (toma de agua y nutrientes, exudados radicales, respiración)

Fortalecimiento de la colonización.

Según Marx, (2004) para fortalecer la colonización micorrízica de las raíces en plantas recién trasplantadas, se realiza lo siguiente:

- Mantener el riego adecuado durante el período de establecimiento de la planta. Demasiada agua induce la producción de raíces con apariencia suculenta que difícilmente desarrollarán micorrizas.
- Fertilizar adecuadamente. Si las plantas no se fertilizan en exceso, la colonización micorrízica rápidamente se establecerá en las raíces en crecimiento.
- Seleccionar cuidadosamente los fungicidas. Es más conveniente evitar el empleo de fungicidas sistémicos durante la inoculación con micorrizas, especialmente de aquellos etiquetados para infecciones de roya.
- Evitar la compactación del suelo, la cual puede reducir la captura de oxígeno al hongo y la humedad, haciendo virtualmente imposible su distribución. La compactación también afecta la captura y distribución de nutrientes en la planta.
- "Arropar" siempre que sea necesario. La descomposición del "arropado" incrementa la materia orgánica en el suelo y mantiene favorables sus niveles de humedad. Esta práctica disminuye la erosión causada por las lluvias.

Características generales de la bacteria *Bacillus subtilis*.

González y Fragosó (2002), señalan que la bacteria *B. subtilis* no es potencialmente patógena, no produce endotoxinas y secreta proteínas al medio, algunas de ellas son propiedades antifúngicas, como la subtilina y otros antibióticos

de la familia de las iturinas. Se utiliza industrialmente como insecticida y fungicida. La subtilina liberada por *Bacillus subtilis* actúa sobre la pared celular de los hongos.

Otras características de *B. subtilis* son las siguientes:

1. Corresponde a una bacteria Gram positiva.
2. Producen endosporas, las que son termo resistente y también resisten a factores perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos.
3. La mayoría de los bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones.
4. Miden de 3 μ a 4 μ por 1 μ .
5. Móviles por ocho a doce flagelos peritricos.
6. Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.
7. Son fermentivas, usualmente fermentan caseína y almidón.
8. En general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno.
9. Viven dentro de los límites de temperatura de 55 a 70°C.
10. El límite inferior de pH para el género *B. subtilis* es de 2 a 3.

***Bacillus subtilis*, Antagonista a Patógenos en Plantas.**

Existen muchos microorganismos que han sido considerados como antagonistas de algunos patógenos, constituyendo una alternativa a los productos químicos. La lucha ejercida por ellos puede ser por el contacto físico directo de éste con el agente causal de la enfermedad o bien por la liberación por parte del biocontrolador de sustancias que tienen un efecto negativo sobre el patógeno. Otra

forma de actuar es a través de la competencia por espacio y nutrientes (Jarvis, 1989).

B. subtilis es conocido por ser antagonista de muchos hongos patógenos de vegetales. Este antagonismo es logrado a través de diversos mecanismos que incluyen la competencia por nutrientes, exclusión del sitio, colonización de la bacteria en el patógeno, y la liberación de componentes celulares durante el crecimiento, en orden de eliminar o reducir los competidores en su medio ambiente inmediato (Butt *et al.*, 1999).

Una de las posibles formas de utilización de *Bacillus subtilis* como agente de biocontrol es a través del tratamiento de semillas. Su efecto benéfico cuando se aplica junto a las semillas, no se debe exclusivamente al antagonismo proporcionado a los patógenos, sino que influyen positivamente en la germinación, desarrollo y rendimiento del cultivo debido a la producción de sustancias promotoras del crecimiento y al mejoramiento de la nutrición de las plantas. (Burke *et al.* 2006)

***Bacillus subtilis* en la promoción de crecimiento de plantas.**

B. subtilis se encuentra de los PGPR o rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas, y son aquellas bacterias que aparecen libres en el suelo, capaces de adaptarse, colonizar y persistir en la rizósfera de la planta favoreciendo el crecimiento o desarrollo de ésta con su actividad. Estos microorganismos rizosféricos son capaces de mejorar la estructura del suelo y proteger al vegetal frente a agresiones de diverso origen. Además los PGPRs pueden aportar formas asimilables de los nutrientes minerales (pudiéndose llamar por tanto biofertilizantes), producen fitohormonas y promueven un buen estado sanitario de la planta. La materia orgánica del suelo, formada por restos vegetales, animales y microorganismos, está sometida a un proceso continuo de transformaciones, bajo la acción de factores edáficos, climáticos y biológicos. Sobre estos residuos es

importantísima la acción de los PGPR's, ya que además actúan como biocatalizadores orgánicos naturales y aseguran una rápida colonización de la rizosfera y masa vegetativa, acelerando el crecimiento y vigor de la planta, algunas de ellas son *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Pseudomonas fluorescens*. (Burke et al. 2006).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Ubicación del Área Experimental.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho San Juan de los Dolores (25°41'66" N -100°56' 66"E), en 2009; Rancho el Poleo (25°15'05" N -100°80'40" E), Municipio de Arteaga, Coahuila en 2010; Rancho providencia (25°23'33"N -101°16' 66"E) en el 2010. Y Rancho la Casita (24°50'00"N -100°04'00"O) Ejido el Prado, Municipio de Galeana Nuevo León, en el 2010. El trabajo consistió en evaluar cepas de *B. subtilis* y *Glomus sp.* en la promoción de crecimiento y desarrollo en los cultivos de maíz, papa y cilantro.

Material Biológico.

Las cepas de *B. subtilis* y *Glomus sp.*, fueron proporcionadas por el laboratorio de Parasitología Molecular, Depto. de Parasitología de la UAAAN.

Para la multiplicación de las cepas de *B. subtilis* se uso caldo nutritivo, y para *Glomus sp.* se uso sustrato arena.

Aplicación de tratamientos.

La aplicación de los tratamientos se realizó en huertas ya establecidas (comerciales).

Experimento 1. Aplicación de productos microbiológicos en cilantro, 2009. Rancho San Juan de los Dolores Municipio de Arteaga Coahuila.

La unidad experimental consistió de cinco tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se conformó de 10 camas (4 surcos de 110 m de largo, distancia entre surcos de 25 cm y la distancia entre camas de 1.6 m) la aplicación de los tratamientos se realizó a través del sistema de riego por goteo nueve días después de la siembra (momento de la germinación).

Cuadro 2, En el presente cuadro se enlistan los diferentes tratamientos con su respectiva dosis.

Cuadro 2. Tratamiento y dosis aplicada en el cultivo de cilantro, 2009.

Tratamientos	Dosis
1. <i>B.subtilis</i>	1.5 L/ ha
2. Testigo productor	s/a
3. <i>Glomus sp.</i>	92 g / cama
4. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	1.5 L/ha + 92 g/ cama
5. <i>B. subtilis</i> comercial (Biotilis)	1.5 L/ha

Procedimiento de evaluación.

Se realizó una evaluación a cosecha tomando cinco muestras al azar de 40 cm lineales cada una, por tratamiento. Los parámetros evaluados fueron: longitud de tallo en cm, longitud de raíz en cm.

Experimento 2. Aplicación de productos microbiológicos en cilantro, 2010. Rancho el Poleo municipio de Arteaga Coahuila.

La unidad experimental consistió de cinco tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se conformó de 10 camas (4 surcos de 110 m de largo, distancia entre surcos de 25 cm y la distancia entre camas de 1.6 m) la aplicación de los tratamientos se realizó vía foliar 11 días después de la siembra.

Cuadro 3, En el presente cuadro se enlistan los diferentes tratamientos con su respectiva dosis.

Cuadro 3. Tratamientos y dosis aplicada en cilantro, 2010.

Tratamientos	Dosis
1. <i>B. subtilis</i>	1.5L/ha
2. <i>B. subtilis</i> comercial	1.5 L/ha
3. B. S ⁸ + B.S.M ₁	1.5 L/ha + 1.5 L/ha
4. B.S ⁸ + B.S.M ₁ +B.S.M ₀	1.5 L/ha + 1.5 L/ha +1.5 L/ha
5. Testigo productor	s/a

Procedimiento de evaluación.

Se realizó una evaluación a cosecha tomando cinco muestras al azar de 40 cm lineales cada una, por tratamiento. Los parámetros evaluados fueron: longitud de tallo en cm, longitud de raíz en cm, peso de tallo en gr, peso de raíz en gr.

Experimento 3. Evaluación de *Glomus sp* y *B. subtilis* en la promoción de crecimiento y desarrollo en maíz, 2010 .Rancho Providencia, Municipio de Galeana Nuevo León.

La unidad experimental consistió de tres tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se conformó de una hectárea, la aplicación de los tratamientos se realizó en semilla al momento de la siembra.

En el cuadro 4 se enlistan los diferentes tratamientos con su respectiva dosis.

Cuadro 4. Tratamientos y dosis aplicada en Maíz, 2010.

Tratamientos	Dosis
1. <i>B. subtilis</i>	1 L/ha
2. <i>B. subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	1 L/ha + 3 Kg
3. Testigo productor	s/a

Procedimiento de evaluación.

Se realizaron 3 evaluaciones:

La primera se realizó en la plántula a los 38 días después de la siembra, se tomaron 4 muestras al azar que constó de 5 plantas cada una, por tratamiento. La evaluación consistió en evaluar los siguientes parámetros: longitud de tallo, longitud de raíz, peso de tallo, peso raíz y peso total de la planta.

Posteriormente se procedió a deshidratar las muestras por 30 días para realizar la segunda evaluación, que consistió en evaluar los siguientes parámetros: Longitud de tallo, Longitud de raíz y Peso total de la planta.

La tercera evaluación se realizó al momento de la cosecha ó (madurez fisiológica) el 30 de septiembre del 2010, se tomaron 4 muestras al azar que constó de 4 plantas cada una, por tratamiento. Consistió evaluar lo siguientes parámetros: longitud de raíz, longitud de tallo, longitud de mazorca, peso de raíz, peso de tallo, peso de mazorca y número de hileras de la mazorca.

Experimento 4. Promoción del desarrollo de papa (Fiana) con *B. subtilis*. Durante el año 2010. Rancho la Casita, Ejido el Prado, Municipio. De Galeana, N.L.

La unidad experimental consistió de dos tratamientos con cuatro repeticiones, cada tratamiento se conformó de una hectárea, la aplicación de *B. subtilis* se realizó al momento de la siembra (6 de mayo) a surco abierto sobre los tubérculos.

Cuadro 5, en el presente cuadro se muestran los tratamientos aplicados en el cultivo de papa con su respectiva dosis.

Cuadro 5. Tratamientos y dosis aplicada en papa, 2010.

Tratamientos	Dosis
1. Testigo productor	s/a
2. <i>B. subtilis</i>	2 L/ha

Procedimiento de evaluación.

Se realizó una evaluación a los 72 días después de la siembra, se tomaron 4 muestras al azar con 1 planta cada una, por tratamiento. Esto se realizó con el fin de evaluar los siguientes parámetros: longitud de raíz en cm, longitud de tallo en cm, peso fresco de tallo en gr, peso fresco raíz en gr, peso fresco tubérculos en gr, número de tubérculos.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos se analizaron con un diseño bloques al azar, del paquete estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León de la Facultad de Agronomía FAUANL (Olivares, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Experimento 1. Aplicación de productos microbiológicos en cilantro, 2009.

En el cuadro 6, de acuerdo al Análisis de Varianza (ANVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), se pueden observar que para el parámetro longitud de tallo el T1 con una media de 43.14 a, T3 con 37.20 a y T4 con 37.40 a, son iguales estadísticamente pero significativamente diferentes de T2 con una media de 24.80 b y T5 con 27.30 b. En cuanto a longitud de raíz el T3 mostró mejor resultado con una media de 26.10 a seguido de T4 con 23.00 ab.

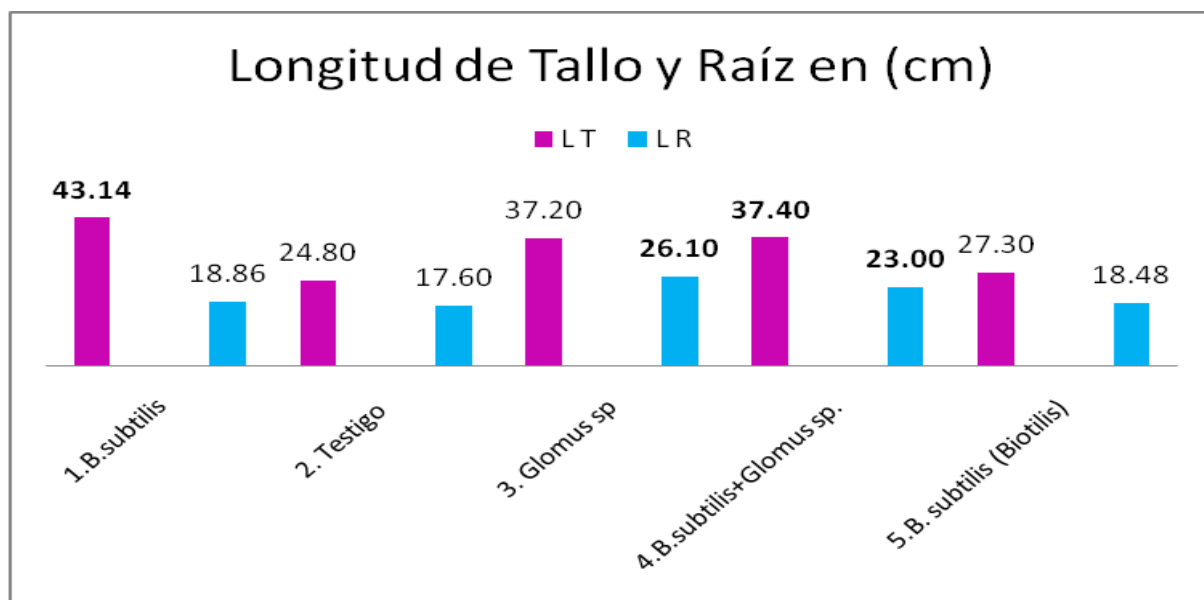
En lo que respecta a los resultados obtenidos comparados con los de Páez 2006, que inoculó plantas de cilantro con micorrizas (*Glomus sp*) obtuvo mayores alturas, peso, longitud foliar y desarrollo radicular, seguida de los tratamientos con fertilizantes químicos y por último el testigo; en lo que concuerda con los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo que de igual forma el tratamiento a base de micorriza *Glomus sp.*, fue quien mostró mejor resultado en longitud de raíz.

Cuadro 6. Promoción de crecimiento y desarrollo en cilantro con la aplicación de productos microbiológicos. UAAAN, 2009.

Tratamientos	Parámetros	
	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
1. <i>B.subtilis</i>	43.14 a	18.86 b
2. Testigo	24.80 b	17.60 b
3. <i>Glomus sp.</i>	37.20 a	26.10 a
4. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	37.40 a	23.00 ab
5. <i>B.subtilis</i> comercial	27.30 b	18.48 b

En la gráfica 1, se observa que *B. subtilis* mostró mejor resultado en cuanto a longitud de tallo, seguido por *B. subtilis* + *Glomus sp.* En cuanto a longitud de raíz, el tratamiento a base de la micorriza *Glomus sp.* fue quien mostró mejor resultado, seguido por *B.subtilis*+ *Glomus sp.*

Gráfica 1. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de tallo (LT) y longitud de raíz (LR) en cilantro. UAAAN, 2009.



Experimento 2. Aplicación de productos microbiológicos en cilantro, 2010.

En el cuadro 7, de acuerdo al Análisis de Varianza (ANVA) y en la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), se pueden observar que para el parámetro longitud de tallo, el T1 fue quien mostró mejor resultado con una media de 34.25 a, seguido por T4 con una media de 23.62 b. En lo que respecta a longitud de raíz la comparación de medias no fue posible obtenerse, ya que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero realizando una comparación numérica el T5 mostró mejor resultado, seguido de T1. Para el parámetro peso de tallo, el T1 mostró mejor resultado con una media de 349.00 a, seguido de T4 con una media de 206.25 ab. En lo que concierne al parámetro peso de raíz la comparación de medias no fue

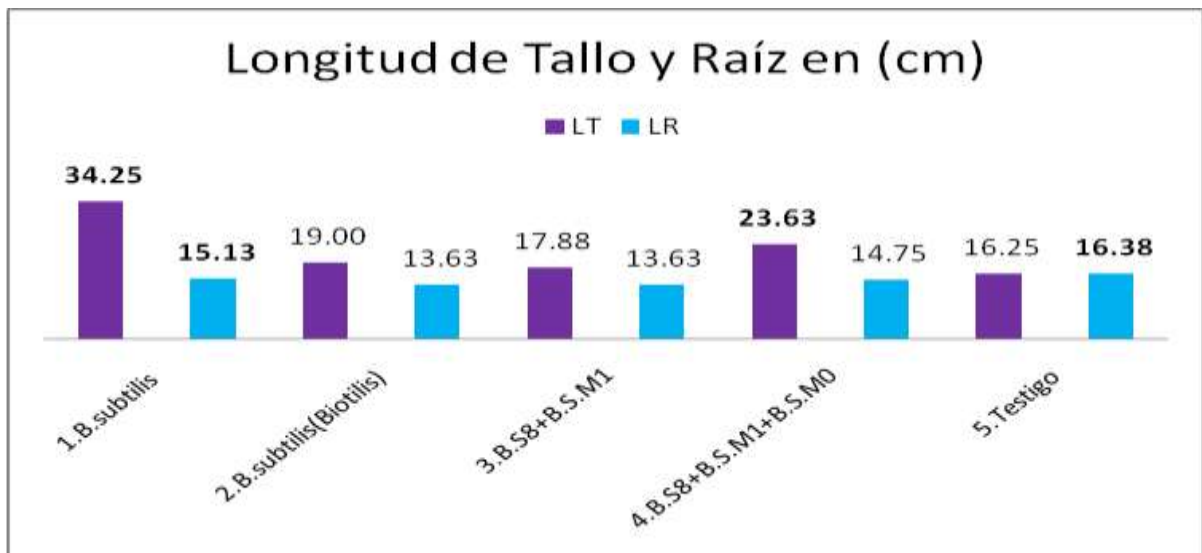
posible porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero realizando una comparación numérica el T1 mostró mejor resultado seguido de T3 y T4.

Cuadro 7. Promoción de crecimiento y desarrollo en cilantro con aplicación de productos microbiológicos. UAAAN 2010.

Tratamientos	Parámetros			
	Longitud de tallo en (cm)	Longitud de raíz en (cm)	Peso tallo (gr)	Peso raíz (gr)
1. <i>B.subtilis</i>	34.25 a	15.12	349.00 a	50.00
2. <i>B.subtilis</i> comercial	19.00 b	13.62	156.00 b	24.00
3. B.S ⁸ +B.S.M ¹	17.87 b	13.62	179.75 b	34.75
4. B.S ⁸ +B.S.M ¹ +B.S.M ⁰	23.62 b	14.75	206.25 ab	34.75
5. Testigo	16.25 b	16.37	120.00 b	27.75

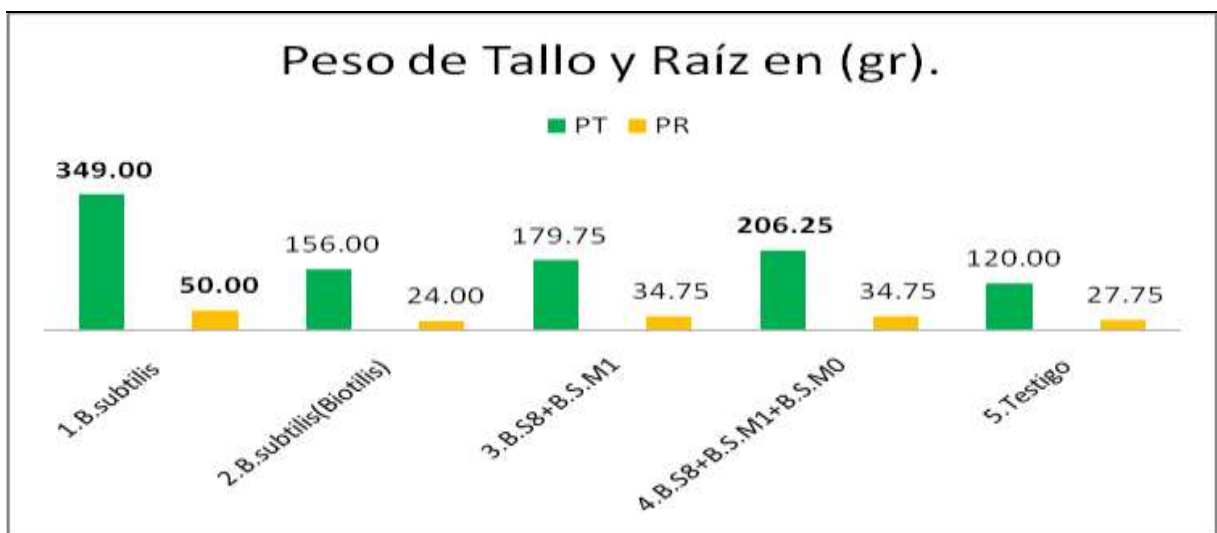
En la gráfica 2, se observa claramente que para el parámetro longitud de tallo el T1 (*B.subtilis*) mostró mejor resultado, seguido de T4 (B.S⁸+B.S.M¹+B.S.M⁰), en lo que respecta al parámetro longitud de raíz, el T5 (Testigo) mostró mejor resultado, seguido de T1 (*B.subtilis*).

Gráfica 2. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de tallo (LT), longitud de raíz (LR), en cilantro. UAAAN, 2010.



En la gráfica 3, se observa que para el parámetro peso de tallo el mejor tratamiento fue el T1, seguido de T4. En lo que concierne al parámetro peso de raíz el tratamiento T1 mostró mejor resultado, seguido de T3 y T4.

Gráfica 3. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso de tallo (PT) y peso de raíz (PR) en cilantro. UAAAN, 2010.



Experimento 3. Evaluación de *Glomus sp* y *B. subtilis* en la promoción de crecimiento y desarrollo en maíz, 2010 .Rancho Providencia, Municipio de Galeana Nuevo León.

En el cuadro 8, se observa de acuerdo al Análisis de Varianza (ANVA) y en la comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$), que en el parámetro longitud de tallo el T1 mostró mejor resultado con una media de 35.92 a, seguido de T2 con 29.15 b. en lo que respecta a longitud de raíz la comparación de medias no fue posible obtenerse ya que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T2 es el mejor tratamiento, seguido de T1. En lo que respecta al parámetro peso de raíz de igual forma no se obtuvo la comparación de medias porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T1 fue el mejor, seguido de T3. En el parámetro peso de tallo la comparación de medias no se obtuvo porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, numéricamente T1 fue el mejor tratamiento, seguido de T2. En lo que respecta al parámetro peso total la comparación de medias no fue posible porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T1 fue el mejor tratamiento seguido de T3.

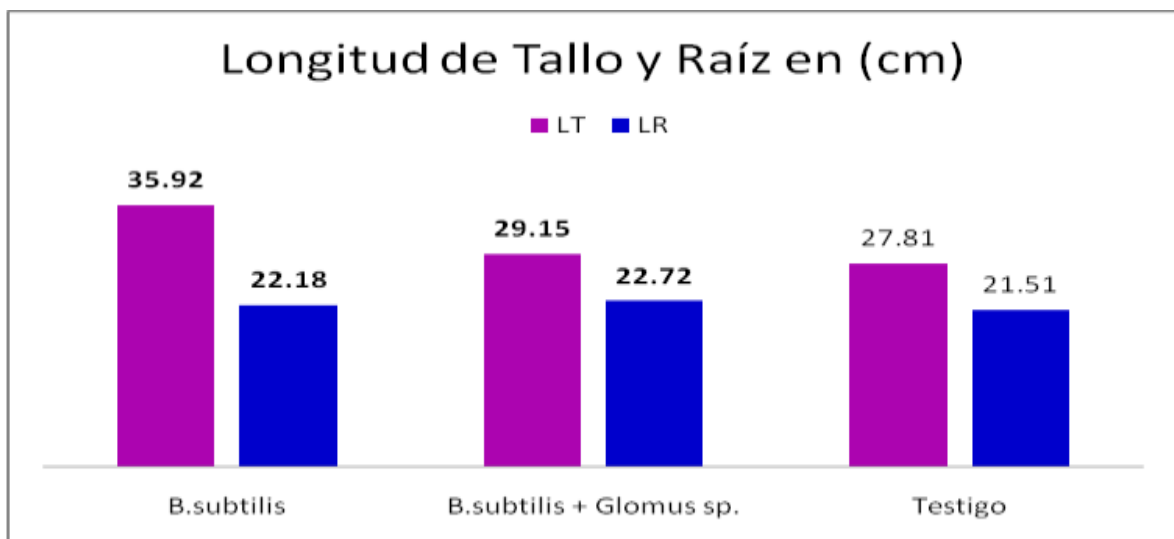
Páez (2006), realizó un experimento que consistió en evaluar a *Glomus sp.* en la promoción de crecimiento de raíz en el cultivo de maíz, y demostró que *Glomus sp* ejerce una buena actividad en cuanto al % y volumen de raíz ;en lo que respecta a nuestro trabajo, realizamos una combinación de *B. subtilis* con *Glomus sp.* para analizar si resulta efectiva esta combinación y de acuerdo a los resultados obtenidos no fue favorable el resultado, ya que el tratamiento a base de *B. subtilis* mostró mejor resultado en cuanto a longitud de tallo, peso de raíz, peso de tallo y peso total y en la combinación realizada solo sobresalió longitud de raíz.

Cuadro 8. Primera evaluación (Peso fresco) de Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de *B. subtilis* y *Glomus sp.* UAAAN, 2010.

Tratamientos	Parámetros				
	Longitud tallo (cm)	Longitud raíz(cm)	Peso raíz (gr)	Peso tallo (gr)	Peso total (gr)
1. <i>B.subtilis</i>	35.92 a	22.18	5.59	23.76	29.34
2. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	29.15 b	22.72	4.65	21.26	25.92
3.Testigo	27.81 b	21.51	5.13	13.38	27.86

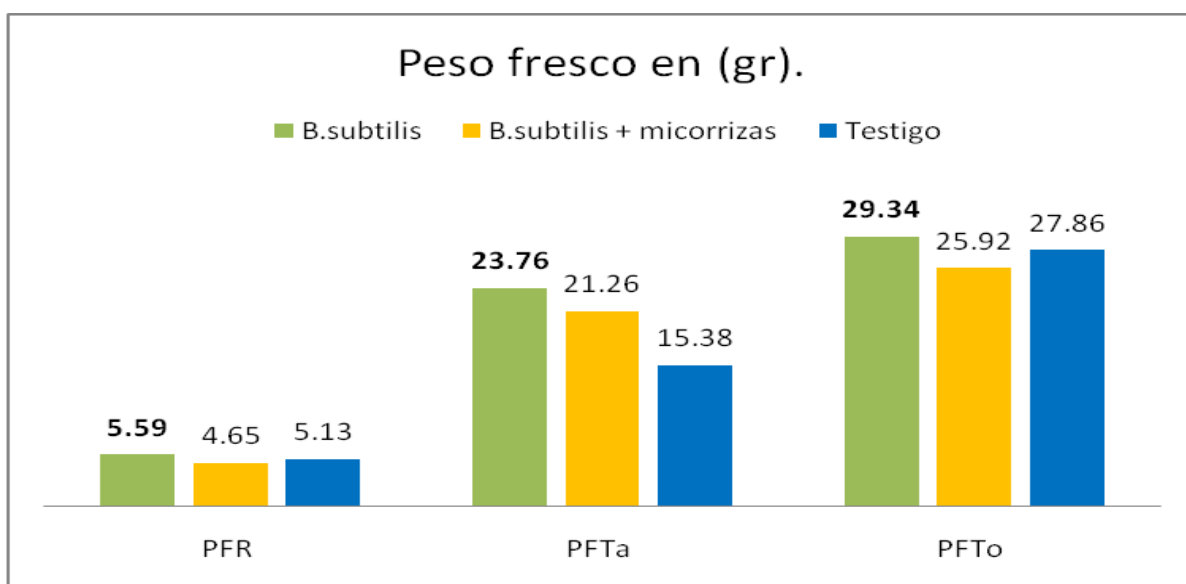
En la gráfica 4, se observa que para el parámetro longitud de tallo el mejor tratamiento fue el T1 (*B. subtilis*), seguido de T2 (*B.subtilis* + *Glomus sp.*) En lo que concierne a longitud de raíz el mejor tratamiento fue el T2 (*B.subtilis* + *Glomus sp.*) seguido de T1 (*B.subtilis*).

Gráfica 4. Comparación de tratamientos evaluados en base longitud de tallo (LT) y longitud de raíz (LR) en maíz. UAAAN, 2010.



En la gráfica 5, se observa que para el parámetro peso fresco de raíz el mejor tratamiento fue T1 (*B.subtilis*), seguido de T3 (Testigo). En lo que respecta a peso fresco de tallo el mejor tratamiento fue T1 (*B.subtilis*), seguido de T2 (*B.subtilis* + *Glomus sp.*). En lo que concierne al parámetro peso fresco total el mejor tratamiento fue el T1 (*B.subtilis*), seguido de T3 (Testigo).

Gráfica 5. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso fresco raíz (PFR), peso fresco tallo (PFTa) y peso fresco total (PFTo) en maíz. UAAAN, 2010.



En el cuadro 9, Se observa que para el parámetro peso seco total de la planta la comparación de medias no fue posible realizarse porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente el T1 fue el mejor, seguido de T3. En lo que respecta a peso seco de raíz de igual forma la comparación de medias no fue posible obtenerse ya que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T1 fue el mejor, seguido de T3. En lo que concierne a peso seco de tallo la comparación de medias no fue posible obtenerse porque no hubo

diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T1 fue el mejor, seguido de T2.

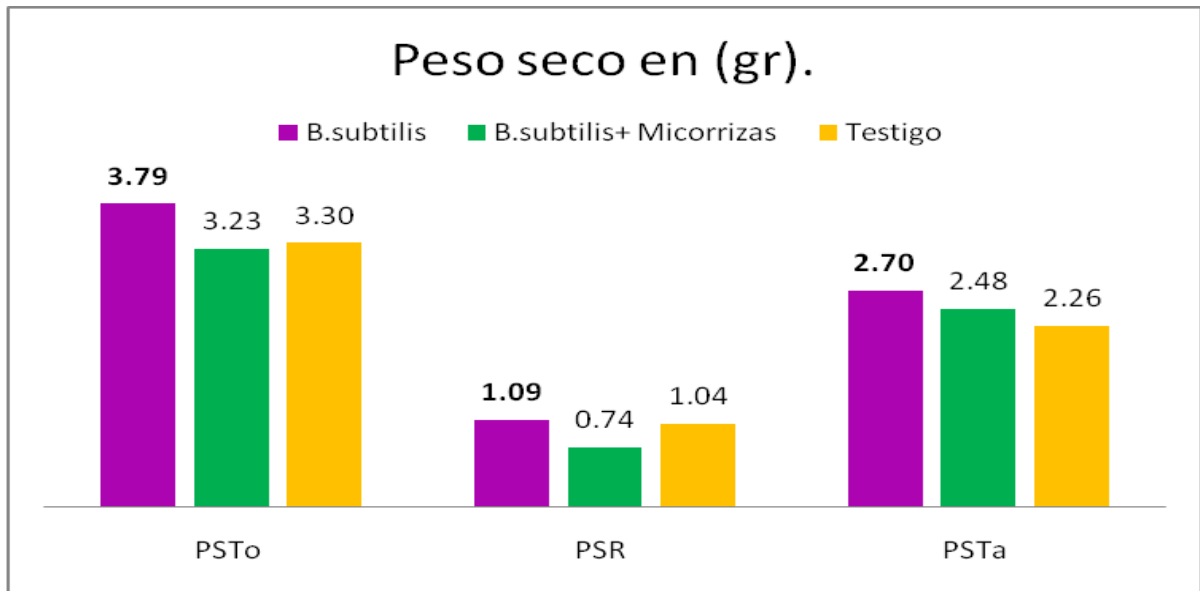
Páez (2006), realizó una inoculación con *Glomus clarum* + *Azospirillum brasilense* en el cultivo de Caña santa (*Cymbopogon citratus* D.C.) y obtuvo como resultado una colonización entre el 40 y el 60%, aunque menciona que puede ser mayor en otras variedades y los rendimientos de masa seca pueden llegar hasta un 10% si se compara con el testigo sin inocular, y los resultados que se obtuvieron en el presente trabajo realizando la inoculación de *B. subtilis* + *Glomus sp* en maíz, difieren con los de Páez, ya que en este trabajo resultó mejor la inoculación con *B. subtilis* obteniendo mayor masa seca en tallo, raíz y peso total de la planta.

Cuadro 9. Segunda evaluación (Peso seco) Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de *B. subtilis* y *Glomus sp*. UAAAN, 2010.

Tratamientos	Parámetros		
	Peso total (gr)	Peso raíz (gr)	Peso tallo (gr)
1. <i>B.subtilis</i>	3.79	1.09	2.70
2. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp</i> .	3.23	.74	2.48
3.Testigo	3.30	1.04	2.26

En la gráfica 6, se aprecia que para el parámetro peso seco total de la planta el mejor tratamiento fue el T1 (*B.subtilis*), seguido de T3 (Testigo). En lo que respecta al parámetro peso seco de raíz el mejor tratamiento fue T1 (*B.subtilis*), seguido de T3 (Testigo). En lo que concierne a peso seco de tallo T1 (*B.subtilis*) fue el mejor, seguido de T2 (*B.subtilis*+ *Glomus sp*).

Gráfica 6. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso seco total (PSTo), peso seco de raíz (PSR) y peso seco de tallo (PSTa) en maíz. UAAAN, 2010.



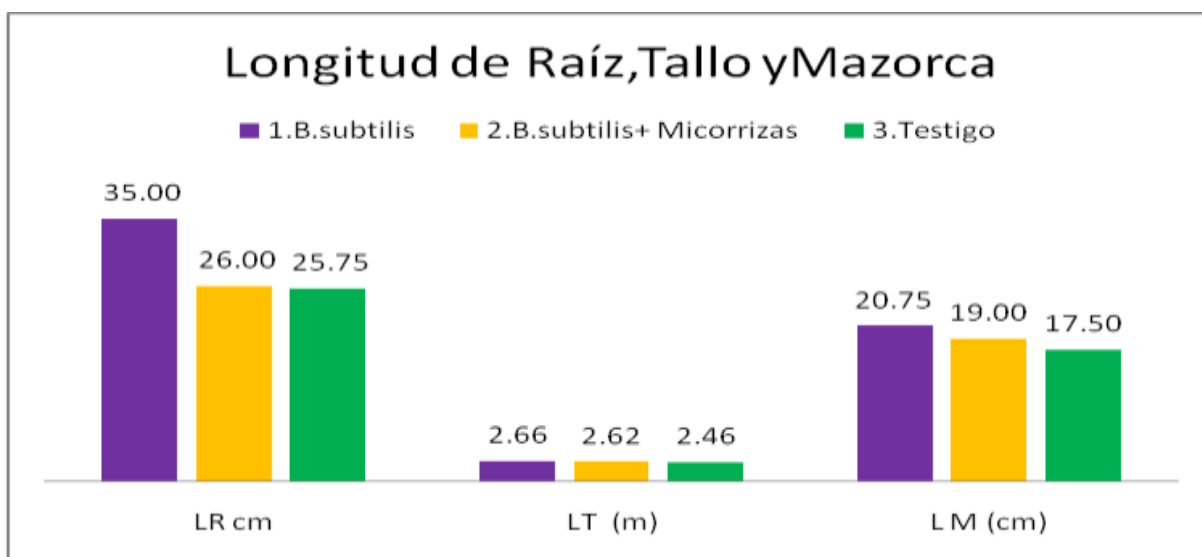
En el cuadro 10, Se observa que para el parámetro longitud de raíz el mejor tratamiento fue el T1 con una media de 35.00 a, seguido de T2 con 26.00 b. En lo que respecta a longitud de tallo el mejor tratamiento fue T1 con una media de 2.66 a, seguido por T2 con 2.62 ab. En lo que concierne a longitud de mazorca el mejor tratamiento fue T1 con una media de 20.75 a, seguido de T2 con 19.00 ab.

Cuadro 10. Tercera evaluación (madurez fisiológica) Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de *B. subtilis* y *Glomus sp.* UAAAN, 2010.

Tratamientos	Parámetros		
	Long. raíz (cm)	Long. tallo (cm)	Long. Mazorca (cm)
1. <i>B.subtilis</i>	35.00 a	2.66 a	20.75 a
2. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	26.00 b	2.62 ab	19.00 ab
3.Testigo	25.75 b	2.46 b	17.50 b

En la gráfica 7, se aprecia que para el parámetro longitud de raíz el mejor tratamiento fue el T1 (*B. subtilis*), seguido de T2 (*B. subtilis*+ *Glomus sp.*). En lo que respecta a longitud de tallo el mejor tratamiento fue T1 (*B. subtilis*), seguido de T2 (*B. subtilis*+ *Glomus sp.*). En lo que concierne al parámetro longitud de mazorca el mejor tratamiento fue el T1 (*B. subtilis.*), seguido de T2 (*B. subtilis*+ *Glomus sp.*).

Gráfica 7. Comparación de tratamientos evaluados en base a longitud de raíz, longitud de tallo y longitud de mazorca en maíz. UAAAN, 2010.



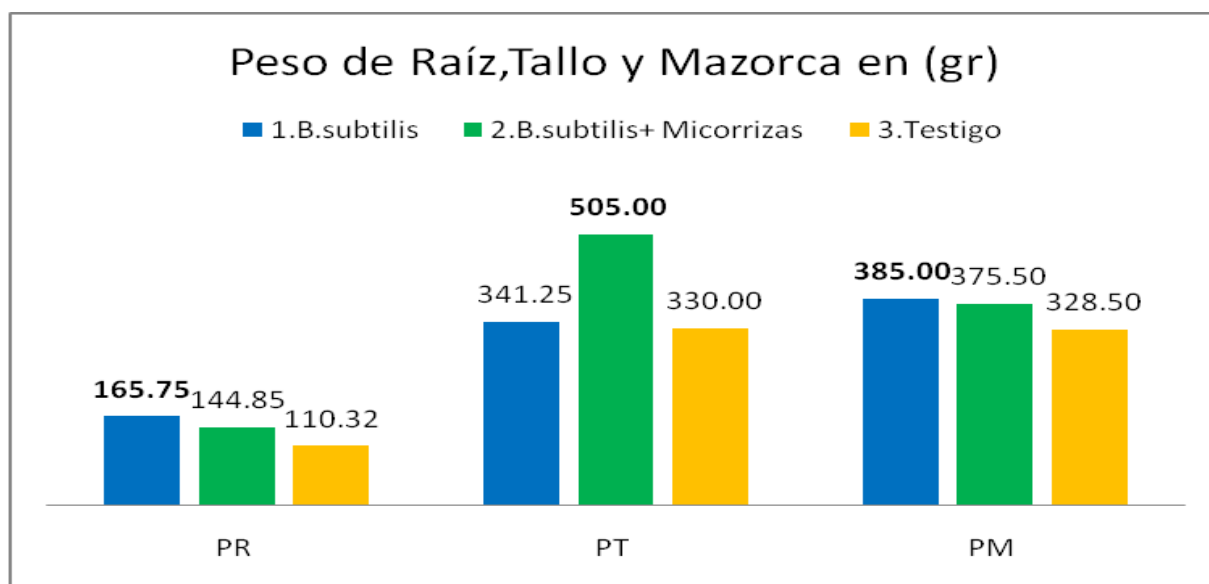
En el cuadro 11, se observa que para el parámetro peso de raíz la comparación de medias no fue posible obtenerse ya que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero realizando una comparación numérica el T1 mostró mejor resultado, seguido de T2. En lo que respecta a peso de tallo de igual forma la comparación de medias no fue posible obtenerse porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T2 mostró mejor resultado, seguido de T1. En lo que concierne al parámetro peso de mazorca no se obtuvo la comparación de medias porque no hubo diferencia significativa entre tratamientos, pero numéricamente T1 mostró mejor resultado, seguido de T2. En lo que respecta a número de hileras de la mazorca no se obtuvo la comparación de medias, pero numéricamente T1 fue mejor, seguido de T3.

Cuadro 11. Madurez fisiológica, Promoción de crecimiento y desarrollo en maíz con la aplicación de *B.subtilis* y *Glomus sp.* UAAAN, 2010.

Tratamientos	Parámetros			
	Peso raíz (gr)	Peso tallo (gr)	Peso mazorca (gr)	Núm. de hileras de la mazorca
1. <i>B.subtilis</i>	165.75	341.25	385.00	15.00
2. <i>B.subtilis</i> + <i>Glomus sp.</i>	144.85	505.00	375.50	13.50
3.Testigo	110.32	330.00	328.50	14.00

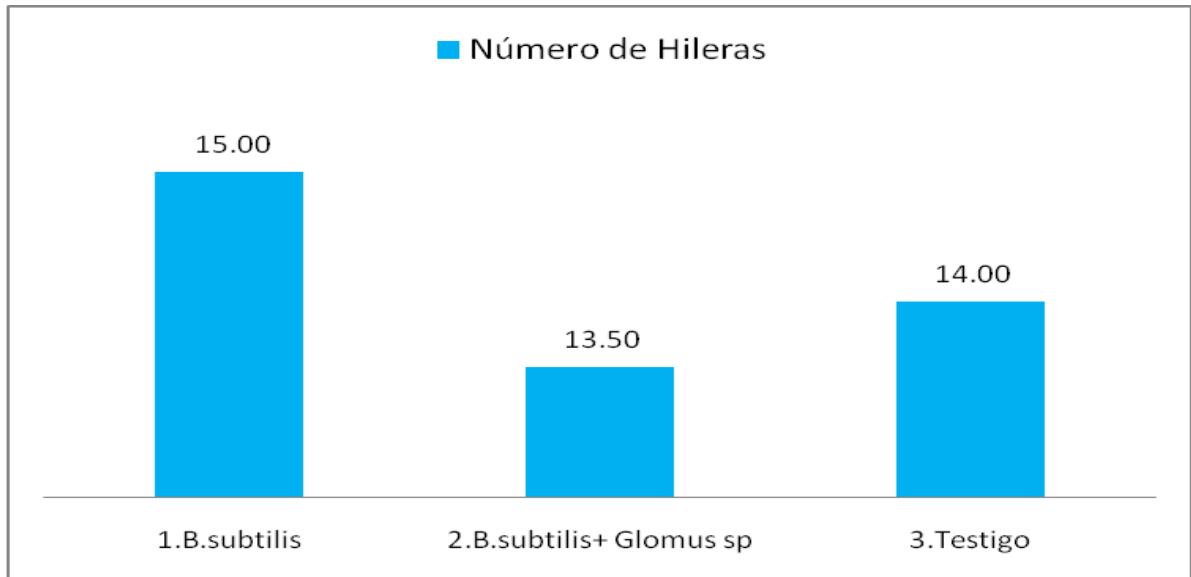
En la gráfica 8, se observa que en el parámetro peso de raíz el mejor tratamiento fue el T1 (*B.subtilis*), seguido de T2 (*B.subtilis*+ *Glomus sp.*). En lo que respecta al parámetro peso de tallo, el mejor tratamiento fue T2 (*B.subtilis*+ *Glomus sp.*), seguido de T1 (*B.subtilis*). En lo que concierne a peso de mazorca T1 (*B.subtilis*) fue el mejor, seguido de T2 (*B.subtilis*+ *Glomus sp.*).

Gráfica 8. Comparación de tratamientos evaluados en base a peso raíz, peso tallo y peso de mazorca en maíz. UAAAN, 2010.



En la gráfica 9 se observa que *B. subtilis* mostró mejor resultado en cuanto a número de hileras de la mazorca, seguido por el Testigo.

Gráfica 9. Comparación de tratamientos evaluados en base a número de hileras de la mazorca. UAAAN, 2010.



Experimento 4. Promoción del desarrollo de papa con *B. subtilis*. Durante el año 2010. Rancho la Casita, Ejido el Prado, Municipio. de Galeana, N.L.

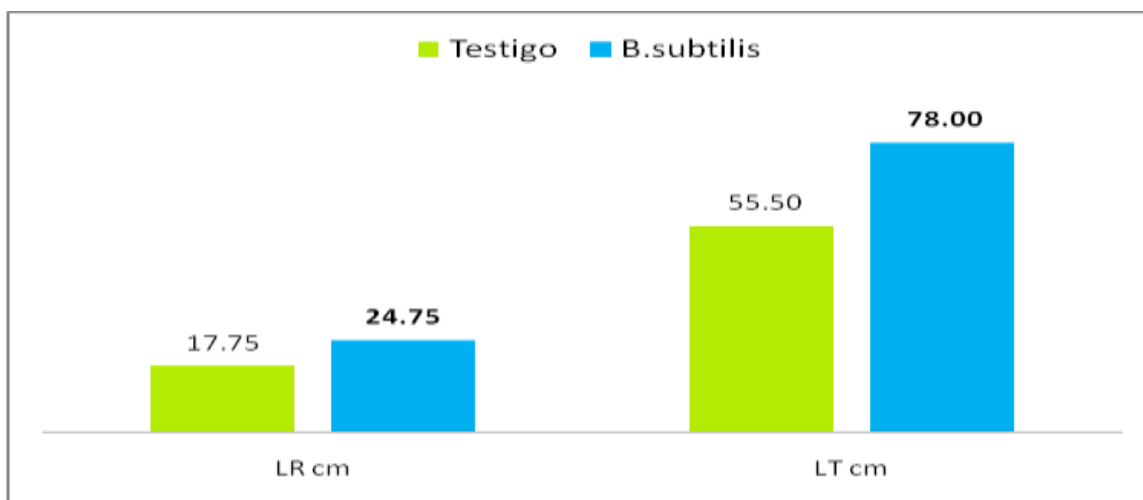
En el cuadro 12, se observa que para el parámetro longitud de raíz no se obtuvo la comparación de medias, pero numéricamente T2 fue quien mostró mejor resultado. En lo que respecta a longitud de tallo T2 fue el mejor tratamiento con una media de 78.00 a, seguido de T1 con 55.50 b. En lo que concierne al parámetro peso de tallo T2 mostró mejor resultado con una media de 510.00 a, seguido por T1 con 310.50 b. Para el parámetro peso de raíz la comparación de medias no se obtuvo, pero numéricamente T2 mostró mejor resultado. En lo que concierne a peso de tubérculos T2 mostró mejor resultado con una media de 182.50 a, seguido de T1 con 66.50 b. En lo que concierne a número de tubérculos la comparación de medias no fue posible obtenerse pero numéricamente T2 mostró mejor resultado.

Cuadro 12. Promoción de crecimiento y desarrollo en papa con la aplicación de *B. subtilis*. UAAAN 2010.

Tratamientos	Parámetros					
	Longitud raíz (cm)	Longitud tallo (cm)	Peso tallo (gr)	Peso raíz (gr)	Peso tubérculo (gr)	Núm. tubérculo
1. Testigo	17.75	55.50 b	310.50 b	49.00	66.50 b	15.25
2. <i>B. subtilis</i>	24.75	78.00 a	510.00 a	66.25	182.50 a	18.25

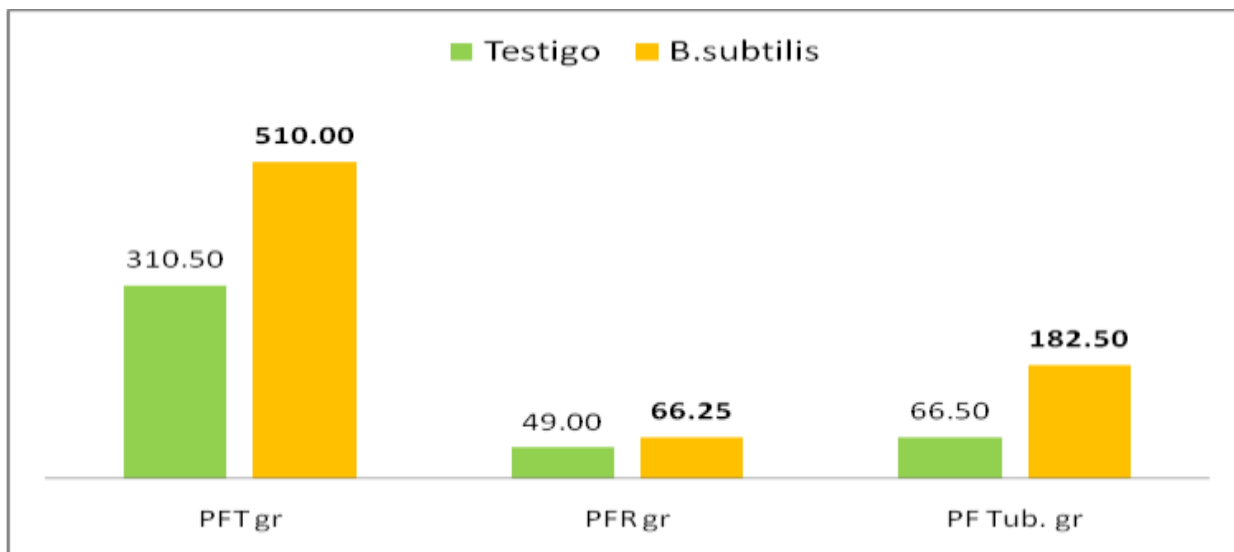
En la gráfica 10, se observa que para el parámetro longitud de raíz y tallo, el T2 (*B. subtilis*) fue el mejor tratamiento.

Gráfica 10. Comparación de tratamientos evaluados en base a Longitud de raíz (LR), Longitud de tallo (LT) en papa. UAAAN, 2010.



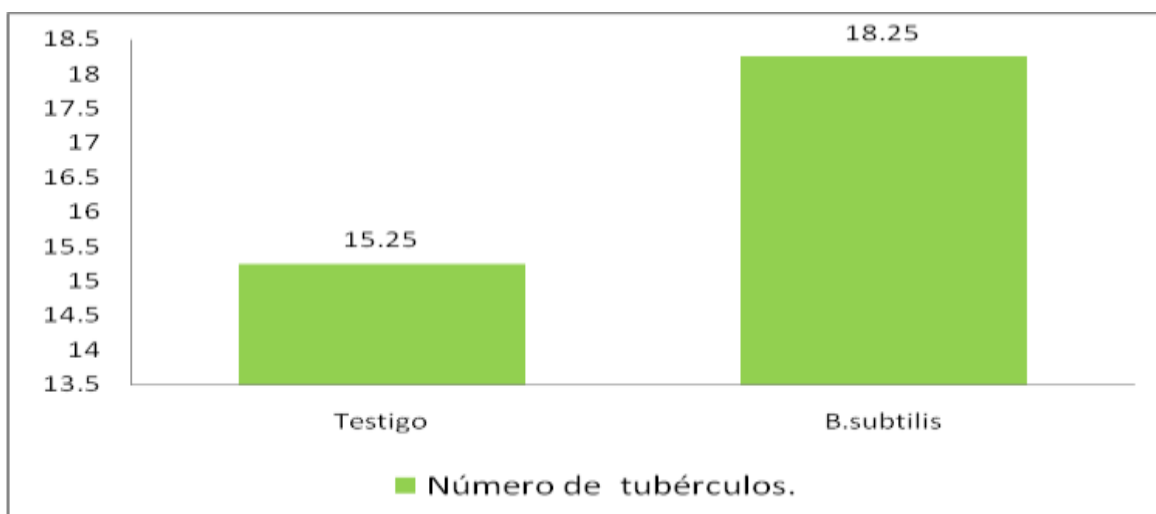
En la gráfica 11, se observa que para el parámetro peso fresco de tallo, peso fresco de raíz y peso fresco de tubérculos, T2 (*B. subtilis*) mostró mejor resultado en comparación de T1 (Testigo).

Gráfica 11. Comparación de tratamientos evaluados en base a Peso fresco de tallo (PFT), Peso fresco raíz (PFR), Peso fresco tubérculo (PFTub) en papa. UAAAN, 2010.



En la gráfica 12, se observa que el tratamiento a base de *B. subtilis* obtuvo mayor número de tubérculos en comparación del Testigo.

Gráfica 12. Comparación de tratamientos evaluados en base a número de tubérculos. UAAAN, 2010.



CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los cultivos de cilantro, papa y maíz bajo condiciones de campo, podemos concluir que:

- ❖ El cilantro es un cultivo que responde favorablemente a la inoculación de *B. subtilis* con una dosis de 1.5 L/ha, presentando mejores beneficios en longitud de tallo y peso de tallo. En lo que respecta a la inoculación de *Glomus sp* con una dosis de 92 gr / cama, estimulo positivamente en el crecimiento de raíz.
- ❖ En el cultivo de papa *B.subtilis* es capaz de establecer una buena asociación, con una dosis de 2 L/ha., por lo que produjo excelentes resultados en todos los parámetros evaluados, generando incrementos en el rendimiento y en la eficiencia de la biofertilización.
- ❖ En maíz la inoculación con *B. subtilis* con una dosis de 1 L/ ha. logró incrementar el crecimiento y el desarrollo de la planta. Mostrándose claramente los beneficios desde la fase de plántula hasta cosecha.

Podemos decir que fuimos capaces de comprobar nuestra hipótesis. Ya que en efecto el uso de *B. subtilis* en cultivo de cilantro, papa y maíz mejora su nivel de crecimiento y desarrollo.

LITERATURA CITADA.

Abdel-Fatah G.M. & A.H. Mohamedin. 2000. Interactions between a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) and *Streptomyces coelicolor* and their effects on sorghum plants grown in soil amended with chitin of brawn scales. *Biol Fertility Soils*. 32:401-409

Aguilera-Gomez, L., Davies F. T., Olalde-Portugal, V. Duray, S. A., Phavaphutanon, L. 1999. Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intrarradices*) on gas exchange and plant growth of chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. cv. San Luis). *Photosynthetica*. 36:441-449.

Armenta-Bojorquez, A. D., Ferrera-Cerrato, R., Trinidad, S. A., y Volke, H.V. 1986. Fertilización e Inoculación con *Rhizobium* y Endomicorrizas (V-A) en Garbanzo Blanco (*Cicer arietinum* L.) en Suelos del Noroeste de México. *Agrociencia*. (65):141-160.

Armenta-Bojorquez, A. D. 1990. Fijación simbiótica de nitrógeno *Rhizobium*-leguminosa. *Inter. CGIP-UAS*. 1(1):6-10.

Barea, J. M. 2002. Las micorrizas arbusculares componente clave en la productividad y estabilidad de agroecosistemas. Disponible en: <http://www.csic.es/asociaciones/api/principal.html>

Barros., A. 1987. Micorrizas vesículo arbuscular em cafeiros da regio sul do estado de Minas Gerais. *Minasgerais, Lavras*, 6:97.

Bashan y and Holguin, G. 1998. Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem*. 30, 1225-1228.

Burke D.J., A.M. Kretzer, P.T. Rygielwicz & M.A. Topa. 2006. Soil bacterial diversity in a loblolly pine plantation: Influence of ectomycorrhizas and fertilization. *FEMS Microbiology Ecology* 57:409-419

Butt T. M., J. G. Harris and K. A. Powell. 1999. Microbial Biopesticides. The European scene In Biopesticides use and Delivery. Ed.F. R. Hill and J. J. Menn. Humana Press, N. J. Pp: 23-44.

Castellanos, J. Z., y Pena-Cabriales, J. J. 1990. Los nitratos provenientes de la agricultura. Una fuente de contaminación de los acuíferos. Terra. 8 (1):113-126.

Daniels, B. and J. Trappe 1980. Factors affecting spore germination of vesicular arbuscular mycorrhiza fungus, *Glomus epigaeus*. en: Micología. 72: 457-471.p.

Dobereiner, J., Urquiaga, S., Boddey, R. M., and Ahmad, N. 1995. Alternatives for nitrogen of crops in tropical agriculture. Nitrogen Economy in tropical Soil. Fertilizer Research. 42:339-346.

Fernández, F. 2003 La simbiosis micorrízica arbuscular. en: El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. INCA. Habana, 13-48.p.

Fernández, F.; R. Ortiz, 1997. The effect of commercial arbuscular mycorrhizal (AMF) inoculants on rice (*Oryza sativa*) in different types of soils. Cultivos Tropicales, 18(1): 5-9.

Food Agency Organization (FAO, 2001). Producción mundial de papa. <http://Servicios2.ies.edu.ve/agronegocios/PPDVegetal/PPDRaicestuberc.htm#ProRenPapamundo>

Gilliam, J. W., Logan, T. J. y Broadbent, F. E. 1985. Fertilizer use in relation to the environment. In: Fertilizer technology and use; Engelstad, O.P. (ed.); third edition. Soil Science Society of America, Inc. Madison Wis. USA. 561-588 pp.

Gonzales V., y S. Fragoso. 2002. Citado por Lisboa M. M. A. Tesis licenciatura. Efectividad de *Bacillus subtilis* y de una cepa nativa de *Trichoderma harzianum*

- Sobre la Incidencia y Severidad de Pudrición Gris (*Botrytis cinerea*) en Vid *vinífera*. Universidad de Talca Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Pp: 30.
- Gupta, V.P., Bochow, H., Dolej, S., Fischer, I. 2000. Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium wilt*. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 107 (2):145-154.
- INIFAP, 1990. Guía para la asistencia técnica agrícola Valle del Fuerte. Soya para grano. Los Mochis, Sinaloa. Pp160-172.
- Jarvis, W. R. and R. A. Shoemaker. 1989. Taxonomic status of *Fusarium oxysporum* causing foot and root rot of tomato. Phytopathology 68:1679-1680.
- Keeney, D. R. 1982. Nitrogen management for maximum efficiency and minimum pollution. Farmed soils, fertilizer, agroecosystems. Agronomy. A series of monographs-Americans Society of Agronomy. (22):605-649.
- Kloepper, J. W., Schroth, M. N., and Miller, T. D. 1980. Effects of Rhizosphere colonization by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology. 70:1078-1082.
- Losano, R. J. M. and R. Ascón. 1995. Hyal contribution to water uptake in micorrizal plants as affected by the fungal species and water status. en: *Physiología Plantarum.*, 95: 472 – 478.p.
- Lucy, M., Reed, E., Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Antonie Van Leeuwenhoek.* 86: 1-25.
- Malakouti, M., M. Navabzadeth and S. H. R. Hashemi. 1999. The effect of different amounts of N-fertilizer on the nitrate accumulation in the edible parts of vegetables. In: D. Anac y P. Martin-Prevel (editors); *Improved Crop Quality by Nutrient Management.* Kluwer Academic Publisher. London. 70:43-45 pp.

- Mengel, K. and E. A. Kirkby. 1982. Principles of plant nutrition. 3ra. Edition. International Potash Institute. Switzerland. 22:569-572 pp.
- Marx, D. H. 2004. La Preservación del Sistema Radical en el Trasplante es esencial para una reforestación exitosa. 86:1-25
- Páez., O. 2006. Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible. Disponible en: <http://www.soil-fertility.com/micorhize/espagnol/index.shtml>
- Popoff, O. Micorrizas, 2005. [17 de marzo de 2006]. Disponible en: <http://fai.unne.edu.ar/biologia/fungi/micorrizas.htm>
- Rabie, G. H., Humiany, A. A. 2004. Role of VA mycorrhiza on the growth of cowpea plant and their associative effect with N₂ fixing and P-solubilizing bacteria as biofertilizer in calcareous soil. J. Food Agric. Environ. 2, 186-192.
- Ramanathan, V., Cicerone, R. J., Singh, H. B. and Kiehl. 1985. Trace gas trends and their potential role in climate change. J. Geophys. Res. 90: 5547-5566.
- Read, D. 1998. Plants on the web. Nature. 396:22-23.
- Readead, J. 1975. Some aspect of de ecology of the endotrophic mycorrhizal asociación of *Khaya grandifolia* C. D.C. Endomycirrhizas. en. London, Academic Press. 70:447-459.p.
- Richards, B. N. 1987. The microbiology of terrestrial ecosystems. LST; John Wiley and Sons. Inc. New York. 327-329 pp.
- Rivera, C. R. A.; F. F. Martín, 2003. El manejo efectivo de las simbiosis micorrízicas, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA. La Habana, 166 : 959-7023
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA.2001) Importancia de la papa a nivel nacional. www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2001) importancia a nivel mundial del cilantro. www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2001) importancia a nivel mundial del cilantro. www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2000) Importancia del maíz a nivel nacional. www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2009) Rendimiento de Maíz en el Mpio. de Galeana, N. L.
www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2009) Rendimiento de Cilantro en el Mpio. de Arteaga, Coah.
www.sagarpa.gob.mx.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
(SAGARPA.2001) Rendimiento de Maíz en el estado de Coahuila.
www.sagarpa.gob.mx.

APENDICE.

Cuadro 9. Datos obtenidos de Longitud de tallo y Longitud de raíz en el cultivo de cilantro, 2009.

Tratamientos	Parámetros	
	LT cm	LR cm
T1R1	42.0	19.0
T1R2	43.7	19.0
T1R3	45.0	16.0
T1R4	45.0	19.3
T1R5	40.0	21.0
T2R1	29.0	20.0
T2R2	29.0	20.0
T2R3	22.0	16.0
T2R4	22.0	16.0
T2R5	22.0	16.0
T3R1	39.0	23.0
T3R2	37.0	20.0
T3R3	33.0	21.0
T3R4	40.0	35.0
T3R5	37.0	31.5
T4R1	35.0	23.0
T4R2	35.0	23.0
T4R3	39.0	23.0
T4R4	39.0	23.0
T4R5	39.0	23.0
T5R1	30.0	20.0
T5R2	21.0	18.0
T5R3	30.0	20.0
T5R4	30.1	16.0
T5R5	25.4	18.4

LT= longitud de tallo, LT=longitud de raíz.

Cuadro 10. Análisis de varianza de longitud de tallo en cilantro, 2009.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1174.320313	293.580078	28.3159	0.000
BLOQUES	4	25.025391	6.256348	0.6034	0.668
ERROR	16	165.888672	10.368042		
TOTAL	24	1365.234375			

C.V. = 9.48%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	43.1400 A
4	37.4000 A
3	37.2000 A
5	27.3000 B
2	24.8000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 6.2352

Cuadro 11. Análisis de varianza de longitud de raíz en cilantro, 2009.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	261.577148	65.394287	5.3486	0.006
BLOQUES	4	28.778320	7.194580	0.5884	0.678
ERROR	16	195.622070	12.226379		
TOTAL	24	485.977539			

C.V. = 16.80%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	26.1000 A
4	23.0000 AB
1	18.8600 B
5	18.4800 B
2	17.6000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 6.7710

Cuadro 12. Datos obtenidos de Longitud de tallo, Longitud de raíz, Peso de tallo, Peso de raíz en cilantro, 2010.

Tratamientos	Parámetros			
	LT cm	LR cm	PT gr	PR gr
T1R1	25.5	14.5	224.0	24.0
T1R2	41.0	17.0	453.0	68.0
T1R3	34.0	15.0	305.0	58.0
T1R4	36.5	14.0	414.0	50.0
T2R1	18.0	12.5	142.0	23.0
T2R2	14.0	16.5	108.0	21.0
T2R3	19.0	13.5	156.0	24.0
T2R4	25.0	12.0	218.0	28.0
T3R1	13.5	16.5	213.0	47.0
T3R2	18.0	12.0	144.0	32.0
T3R3	23.0	15.0	227.0	37.0
T3R4	17.0	11.0	135.0	23.0
T4R1	23.5	12.5	290.0	40.0
T4R2	17.0	14.5	145.0	27.0
T4R3	24.5	16.0	180.0	28.0
T4R4	29.5	16.0	210.0	44.0
T5R1	12.0	19.0	77.0	20.0
T5R2	16.0	20.5	99.0	34.0
T5R3	21.5	14.0	207.0	37.0
T5R4	15.5	12.0	97.0	20.0

LT= Longitud de tallo, LR=Longitud de raíz, PT=Peso tallo, PR=Peso raíz.

Cuadro 13. Análisis de varianza de longitud de tallo en cilantro, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	846.325195	211.581299	10.9451	0.001
BLOQUES	3	128.900391	42.966797	2.2227	0.138
ERROR	12	231.974609	19.331217		
TOTAL	19	1207.200195			

C.V. = 19.81%

Comparación de medias (DMS)

TRATAMIENTO	MEDIA
1	34.2500 A
4	23.6250 B
2	19.0000 B
3	17.8750 B
5	16.2500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 9.9146

Cuadro 14. Análisis de varianza de longitud de raíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	21.200195		5.300049	0.9178 0.514
BLOQUES	3	24.700195		8.233398	1.4257 0.283
ERROR	12	69.299805		5.774984	
TOTAL	19	115.200195			

C.V. = 16.35%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.125000
2	13.625000
3	13.625000
4	14.750000
5	16.375000

Cuadro 15. Análisis de varianza en Peso tallo de cilantro, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	123847.687500	30961.921875	5.7877	0.008
BLOQUES	3	3226.750000	1075.583374	0.2011	0.893
ERROR	12	64194.750000	5349.562500		
TOTAL	19	191269.187500			

C.V. = 36.17%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	349.0000 A
4	206.2500 AB
3	179.7500 B
2	156.0000 B
5	120.0000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 164.9323

Cuadro 16. Análisis de varianza de Peso raíz de cilantro, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	4	1583.500000	395.875000	2.7439	0.078
BLOQUES	3	122.949219	40.983074	0.2841	0.837
ERROR	12	1731.300781	144.275070		
TOTAL	19	3437.750000			

C.V. = 35.07%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	50.000000
2	24.000000
3	34.750000
4	34.750000
5	27.750000

Cuadro 17. Datos obtenidos de Longitud de raíz, Longitud de tallo, peso fresco de tallo, Peso fresco raíz, Peso fresco de tubérculos y Número de tubérculos en papa, 2010.

Tratamientos	Parámetros					
	LR cm	LT cm	PFT gr	PFR gr	PF Tub gr	N Tub.
T1R1	23.0	55.0	324.0	74.0	78.0	27.0
T1R2	14.0	57.0	282.0	30.0	24.0	5.0
T1R3	17.0	50.0	304.0	43.0	64.0	18.0
T1R4	17.0	60.0	332.0	49.0	100.0	11.0
T2R1	20.0	81.0	455.0	67.0	217.0	13.0
T2R2	28.0	70.0	552.0	68.0	138.0	20.0
T2R3	23.0	77.0	595.0	71.0	238.0	22.0
T2R4	28.0	84.0	438.0	59.0	137.0	18.0

LR= Longitud de raíz, LT=Longitud de tallo, PTT=Peso fresco tallo, PFR=Peso fresco raíz, PFTub=Peso fresco tubérculos, N Tub= Número de tubérculos

Cuadro 18. Análisis de varianza de Longitud de raíz en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	98.000000	98.000000	3.5422	0.156
BLOQUES	3	6.500000	2.166667	0.0783	0.968
ERROR	3	83.000000	27.666666		
TOTAL	7	187.500000			

C.V. = 24.75%

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

1	17.750000
2	24.750000

Cuadro 19. Análisis de varianza de Longitud de tallo en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
----	----	----	----	---	-----

TRATAMIENTOS	1	1012.500000	1012.500000	48.6000	0.005
BLOQUES	3	100.500000	33.500000	1.6080	0.352
ERROR	3	62.500000	20.833334		
TOTAL	7	1175.500000			

C.V. = 6.84%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
-------------	-------

2	78.0000 A
1	55.5000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0000

Cuadro 20. Análisis de varianza de Peso fresco tallo en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	79600.500000	79600.500000	17.8363	0.022
BLOQUES	3	5308.500000	1769.500000	0.3965	0.767
ERROR	3	13388.500000	4462.833496		
TOTAL	7	98297.500000			

C.V. = 16.28%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
2	510.0000 A
1	310.5000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0000

Cuadro 21. Análisis de varianza de Peso fresco raíz en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	595.125000	595.125000	3.0088	0.181
BLOQUES	3	507.375000	169.125000	0.8551	0.550
ERROR	3	593.375000	197.791672		
TOTAL	7	1695.875000			

C.V. = 24.41%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	49.000000
2	66.250000

Cuadro 22. Análisis de varianza de Peso fresco tubérculos en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	26912.000000	26912.000000	15.9274	0.026
BLOQUES	3	6319.000000	2106.333252	1.2466	0.430
ERROR	3	5069.000000	1689.666626		
TOTAL	7	38300.000000			

C.V. = 33.02%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
2	182.5000 A
1	66.5000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0000

Cuadro 23. Análisis de varianza de Número de tubérculos en papa, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	1	18.000000	18.000000	0.2400	0.657
BLOQUES	3	88.500000	29.500000	0.3933	0.769
ERROR	3	225.000000	75.000000		
TOTAL	7	331.500000			

C.V. = 51.70%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.250000
2	18.250000

Cuadro 24. Datos obtenidos de Longitud de tallo, Longitud de raíz, Peso fresco de raíz, Peso fresco de tallo, Peso fresco total de maíz, 2010.

Tratamientos	Parámetros				
	LT cm	LR cm	PFR gr	PFTa gr	PFTo gr
T1R1	35.81	21.88	4.65	18.62	23.27
T1R2	33.83	21.03	5.03	21.08	26.10
T1R3	35.92	21.46	5.59	23.76	29.35
T1R4	38.13	24.37	7.09	31.58	38.67
T2R1	33.87	23.50	4.57	23.00	27.54
T2R2	23.85	21.03	3.51	15.54	19.17
T2R3	28.12	21.25	4.00	18.75	22.75
T2R4	30.78	25.12	6.52	27.75	34.25
T3R1	30.00	19.00	5.11	19.70	22.92
T3R2	28.35	26.00	6.17	16.34	33.78
T3R3	25.71	18.51	4.00	13.75	22.25
T3R4	27.21	22.54	5.25	11.75	27.53

LT= Longitud de tallo, LR=Longitud de raíz, PFR=Peso fresco raíz, PFTa=Peso fresco tallo, PFTo=Peso fresco total.

Cuadro 25. Análisis de varianza de Longitud de tallo de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	151.040039		75.520020	12.8041 0.008
BLOQUES	3	37.819336		12.606445	2.1374 0.197
ERROR	6	35.388672		5.898112	
TOTAL	11	224.248047			

C.V. = 7.84%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	35.9225 A
2	29.1550 B
3	27.8175 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 5.2701

Cuadro 26. Análisis de varianza de Longitud de raíz en maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	2.952148		1.476074	0.2696 0.774
BLOQUES	3	21.787598		7.262533	1.3267 0.350
ERROR	6	32.845703		5.474284	
TOTAL	11	57.585449			

C.V. = 10.57%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	22.184999
2	22.725000
3	21.512501

Cuadro 27. Análisis de varianza de Peso fresco raíz de maíz, 2010.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	1.767578	0.883789	0.9776	0.569
BLOQUES	3	5.621857	1.873952	2.0729	0.205
ERROR	6	5.424042	0.904007		
TOTAL	11	12.813477			

C.V. = 18.56%

TRATAMIENTO MEDIA

1	5.590000
2	4.650000
3	5.132500

Cuadro 28. Análisis de varianza de Peso fresco de tallo de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	147.875000	73.937500	2.9211	0.130
BLOQUES	3	62.467773	20.822592	0.8226	0.529
ERROR	6	151.870605	25.311768		
TOTAL	11	362.213379			

C.V. = 24.99%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	23.760000
2	21.260000
3	15.385000

Cuadro 29. Análisis de varianza de Peso fresco de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	23.537109	11.768555	0.3876	0.698
BLOQUES	3	139.759766	46.586590	1.5342	0.299
ERROR	6	182.187500	30.364584		
TOTAL	11	345.484375			

C.V. = 19.88%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	29.347500
2	25.927500
3	27.869999

Cuadro 30. Datos obtenidos de Peso seco total, Peso seco raíz, Peso seco tallo de maíz, 2010.

Tratamientos	Parámetros		
	PSTo gr	PSR gr	PSTa
T1R1	2.97	.89	2.08
T1R2	3.54	.99	2.57
T1R3	3.79	1.09	2.70
T1R4	4.87	1.40	3.46
T2R1	3.70	.76	2.94
T2R2	2.20	.54	1.65
T2R3	3.24	.73	2.51
T2R4	3.77	.94	2.83
T3R1	2.93	1.15	1.93
T3R2	4.02	1.14	1.92
T3R3	3.46	.93	2.52
T3R4	2.80	.97	2.68

PSto= Peso seco total, PSR=Peso seco raíz, PSTa=Peso seco de tallo.

Cuadro 31. Análisis de varianza de peso seco total de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.756363	0.378181	0.6142	0.575
BLOQUES	3	0.706894	0.235631	0.3827	0.771
ERROR	6	3.694214	0.615702		
TOTAL	11	5.157471			

C.V. = 22.77%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	3.798500
2	3.233000
3	3.306500

Cuadro 32. Análisis de varianza de Peso seco raíz de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.289583	0.144792	4.6952	0.059
BLOQUES	3	0.083668	0.027889	0.9044	0.506
ERROR	6	0.185030	0.030838		
TOTAL	11	0.558281			

C.V. = 18.20%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	1.098000
2	0.747000
3	1.049750

Cuadro 33. Análisis de varianza de Peso seco tallo de maíz, 2010.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.387222	0.193611	1.1453	0.380
BLOQUES	3	1.446846	0.482282	2.8530	0.127
ERROR	6	1.014259	0.169043		
TOTAL	11	2.848328			

C.V. = 16.53%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	2.708250
2	2.485500
3	2.268250

Cuadro 34. Datos obtenidos de Longitud raíz, Peso raíz, Longitud tallo, Peso tallo, Longitud de mazorca, Peso mazorca, NH en madures fisiológica de maíz, 2010.

Tratamientos	Parámetros						
	LR cm	PR gr	LT m	PT gr	LM cm	PM gr	NH
T1R1	33.0	160.00	2.40	330.00	20.00	410.00	14.00
T1R2	36.0	171.00	2.50	350.00	19.00	350.00	16.00
T1R3	37.0	169.00	2.45	350.00	22.00	380.00	14.00
T1R4	34.0	163.00	2.50	335.00	22.00	400.00	16.00

T2R1	28.0	170.00	2.70	500.00	20.00	428.00	14.00
T2R2	24.0	160.50	2.50	380.00	19.00	330.00	12.00
T2R3	25.0	80.90	2.70	760.00	18.00	369.00	14.00
T2R4	27.0	168.00	2.60	380.00	19.00	375.00	14.00
T3R1	27.0	100.70	2.80	260.00	17.00	317.00	14.00
T3R2	25.0	80.30	2.56	280.00	17.00	290.00	14.00
T3R3	26.0	130.3	2.70	370.00	18.00	427.00	14.00
T3R4	27.0	130.00	2.60	410.00	18.00	280.00	14.00

LR=Longitud de raíz, PR=Peso raíz, LT=Longitud de tallo, PT=Peso de tallo, LM=Longitud de mazorca, PM=Peso mazorca, NH=N

Cuadro 35. Análisis de varianza de Longitud de raíz en madurez fisiológica de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	222.166992	111.083496	32.5122	0.001
BLOQUES	3	2.250000	0.750000	0.2195	0.879
ERROR	6	20.500000	3.416667		
TOTAL	11	244.916992			

C.V. = 6.39%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	35.0000 A
2	26.0000 B
3	25.7500 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 4.0111

Cuadro 36. Análisis de varianza de Peso raíz en madurez fisiológica de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	6267.609375	3133.804688	3.0258	0.123
BLOQUES	3	1147.765625	382.588531	0.3694	0.780
ERROR	6	6214.203125	1035.700562		
TOTAL	11	13629.578125			

C.V. = 22.94%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	165.750000
2	144.850006
3	110.324997

Cuadro 37. Análisis de varianza de Longitud de tallo en madurez fisiológica de maíz, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	0.092018	0.046009	6.0832	0.036
BLOQUES	3	0.023697	0.007899	1.0444	0.440
ERROR	6	0.045380	0.007563		
TOTAL	11	0.161095			

C.V. = 3.37%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
3	2.6650 A
2	2.6250 AB
1	2.4625 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.1887

Cuadro 38. Análisis de varianza de Peso tallo en madurez fisiológica de maíz, 2010.

ANALISIS DE VARIANZA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	76754.125000	38377.062500	3.3519	0.105
BLOQUES	3	43322.875000	14440.958008	1.2613	0.369
ERROR	6	68695.875000	11449.312500		
TOTAL	11	188772.875000			

C.V. = 27.29%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	341.250000
2	505.000000
3	330.000000

Cuadro 39. Análisis de varianza de Longitud de mazorca, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	21.166504	10.583252	9.2924	0.015
BLOQUES	3	2.916504	0.972168	0.8536	0.515
ERROR	6	6.833496	1.138916		
TOTAL	11	30.916504			

C.V. = 5.59%

Comparación de medias (DMS).

TRATAMIENTO	MEDIA
1	20.7500 A
2	19.0000 AB
3	17.5000 B

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 2.3158

Cuadro 40. Análisis de varianza de Peso mazorca, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	7322.000000	3661.000000	1.9006	0.229
BLOQUES	3	9080.625000	3026.875000	1.5714	0.291
ERROR	6	11557.375000	1926.229126		
TOTAL	11	27960.000000			

C.V. = 12.09%

TRATAMIENTO	MEDIA
1	385.000000
2	375.500000
3	328.500000

Cuadro 41. Análisis de varianza de NH, 2010.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	2	4.666748	2.333374	2.3334	0.178
BLOQUES	3	1.000000	0.333333	0.3333	0.803
ERROR	6	6.000000	1.000000		
TOTAL	11	11.666748			

C.V. = 7.06%

TABLA DE MEDIAS

TRATAMIENTO	MEDIA
1	15.000000
2	13.500000
3	14.000000