

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Efecto de la Inoculación con *Azospirillum sp* y Plásticos de Colores en
plántulas de Pimiento (Capsicum annum).**

Por:

MARTÍN ALBERTO SOTO MORENO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

TESIS

Efecto de la Inoculación con *Azospirillum sp* y Plásticos de Colores en

plántulas de Pimiento (*Capsicum annuum* L).

Presentada por:

Martín Alberto Soto Moreno

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como

Requisito Parcial para Obtener el Título de

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Dr. Valentín Robledo Torres

Presidente del Jurado

Dra. Rosalinda Mendoza Villareal

Sinodal

Dr. Víctor Reyes Salas

Sinodal

M.C. Carlos Rojas Peña

Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio de 2007

El presente trabajo de investigación derivó del proyecto 02-0304-2358, con financiamiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, siendo la responsable la Dra. Rosalinda Mendoza Villareal, quién fue la directora de tesis del alumno Martín Alberto Soto Moreno del trabajo titulado:

“Efecto de la Inoculación con *Azospirillum sp* y Plásticos de Colores en plántulas de Pimiento (Capsicum annum)”

Presentado como requisito para obtener el título de Ingeniero Agrónomo en horticultura.

Por este conducto se extiende la constancia.

M.C. Arnoldo Oyervides García

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por que sin el no soy nada, pero a su lado todo lo puedo; gracias señor por haberme permitido concluir con uno de mis sueños y metas en la vida.

A mis Padres: Amparo Moreno Meléndez y Martín Soto González, por haber depositado en mí su confianza y permitirme salir de casa a buscar uno de mis sueños y metas en la vida. Gracias papás, por brindarme siempre su apoyo, amor, respeto, cariño, enseñanzas, comprensión y por educarme e inculcarme siempre valores para ser un hombre de bien. Les estaré eternamente agradecido por ayudarme y apoyarme en la realización de mis sueños, los amo.

A mí “ALMA MATER” que fue como mi segunda casa, por haberme cobijado en su seno y por darme las armas necesarias para afrontar los futuros retos como profesional de la agronomía. Y por que en ella conocí al gran amor de mi vida, te amo Lidia.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, que fue pieza clave en la realización de esta investigación y por su contribución en mí formación académica.

Al Dr. Valentín Robledo Torres, por haberme apoyado, en la revisión de este trabajo, por sus sugerencias, sabios consejos y por su valiosa contribución en mí formación académica.

Al M.C. Carlos Rojas Peña a quien estimo y aprecio mucho. Por contribuir en mí formación académica, por sus sabios consejos, apoyo incondicional y por no ser solamente un profesor mas; si no un gran amigo. Siempre lo recordaré con mucho cariño.

Al Dr. Víctor Reyes Salas por su apoyo en la revisión de este trabajo de investigación y por su contribución en mí formación académica.

A Manuel Ramírez Cerda por su amistad y apoyo en la realización de este trabajo de Tesis.

Al Departamento de Horticultura por su contribución en mi formación académica.

A todas y cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron en mí formación académica.

DEDICATORIA

A mis hermanos por brindarme siempre su apoyo y comprensión: Adriana, Yurítzy, Iris, Paquito y en especial a Víctor Manuel (†) por que contigo aprendí que en la vida siempre hay que luchar por nuestros sueños, anhelos, aspiraciones y metas; aunque estos se vean muy lejanos e inalcanzables. Y que aunque el camino sea difícil nunca hay que darse por vencidos, porque todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mis sobrinos: José Julián y Ángel Gabriel que viene en camino, los quiero mucho.

A mis Abuelos: Lesvia González Alcázar, Castulo Soto Ramírez (†), Ángela Meléndez Constantino y Alberto Moreno Cano por brindarme su amor y sabios consejos.

A mi novia Lidia por ser una personita muy especial en mí vida y por brindarme su amor, apoyo y comprensión. Por que con ella rió y lloro; comparto mis tristezas y alegrías. Y por que todo cambio cuando te vi... te amo.

A la familia Rojas Padilla por abrirme las puertas de su casa y brindarme siempre su amistad y apoyo.

A mis cuñados Rodri y Armando que ya son parte de la familia, por su apoyo y consejos.

A todos mis compañeros y amigos que conocí durante mi estancia en la Universidad y en Saltillo, les deseo mucho éxito en la vida y que dios los bendiga; siempre los recordaré con mucho cariño.

ÍNDICE GENERAL

	PÁGINA
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE CUADROS	vi
RESUMEN	Vii
I. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen del pimiento.....	3
Importancia económica.....	3
Clasificación botánica.....	4
Características Botánicas.....	4
Requerimiento del Cultivo.....	6
Uso de los Plásticos en la Agricultura.....	6
Macrotunel.....	7
Ventajas del uso de Macrotuneles.....	8
Materiales de plásticos utilizados en la Agricultura.....	8
Plásticos de uso Agrícola.....	9
Tipos de polietileno.....	9
Efecto de los Colores de Plástico.....	9
Historia del <i>azospirillum</i>	11
Distribución.....	13

Clasificación Taxonómica.....	14
Aislamiento e Identificación.....	14
Producción de Hormonas de Crecimiento.....	15
<i>Azospirillum</i> , Bacteria Promotora de Crecimiento.....	16
Efectos de <i>Azospirillum</i> en la Morfología de las Plantas.....	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
Localización Geográfica.....	21
Características del Área Experimental.....	21
Material Biológico.....	22
Materiales.....	22
Reproducción de <i>Azospirillum sp.</i> e inoculación.....	23
Macrotúneles.....	23
Preparación del sustrato para siembra.....	23
Llenado de las Charolas.....	24
Siembra.....	24
Riegos.....	24
Pesado del Material.....	24
Trabajo bajo estudio.....	25
Metodología.....	25
Variables Evaluadas.....	26
Peso fresco de Tallo y Raíz.....	26
Peso seco de Tallo y Raíz.....	26
Longitud de Raíz.....	26
Área Foliar.....	27

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
Peso fresco de Tallo.....	28
Peso fresco de Raíz.....	31
Longitud de Raíz.....	34
Área Foliar.....	37
Peso seco de Tallo.....	40
Peso seco de Raíz.....	43
V. CONCLUSIONES.....	47
VI. LITERATURA CITADA.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable peso fresco de tallo en el cultivo de plántula de chile pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	33
Cuadro 2. Comparación De Medias Para Tratamientos de la variable peso fresco de tallo.....	34
Cuadro3. Comparación de medias para color de la variable peso fresco de tallo.....	35
Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz en el cultivo de plántula de chile pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	36
Cuadro 5. Comparación de medias para tratamientos del peso fresco de raíz.....	37
Cuadro 6. Comparación de medias para color del peso fresco de raíz.....	38
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	39
Cuadro 8. Comparación de medias para tratamientos longitud de Raíz.....	40
Cuadro 9. Comparación de medias para color de la variable Longitud de Raíz.....	41
Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	42
Cuadro 11. Comparación de medias para tratamientos para la variable Área Foliar.....	43
Cuadro12. Comparación de medias para color para la variable Área Foliar.....	44
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable Peso seco de tallo en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	45
Cuadro 14. Comparación de medias para tratamientos para la variable Peso seco de tallo.....	46
Cuadro 15. Comparación de medias para color para la variable Peso seco de tallo.....	47
Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable Peso seco de Raíz en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en Saltillo, Coahuila en el 2006.....	48
Cuadro 17. Comparación de medias para tratamientos para la variable Peso seco de Raíz.....	49
Cuadro 18. Comparación de medias para color. para la variable Peso seco de Raíz.....	50

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en los macrotuneles del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Dicha investigación se hizo con el objetivo de estudiar los efectos de la inoculación de *Azospirillum sp.* en Plántulas de Chile Pimiento. Producido bajo cubiertas de polietileno de tres colores (Transparente, Amarillo y blanco de calibre 3000), por cada macrotunel fueron colocadas cinco charolas de 200 cavidades. Cuatro de ellas contenían semilla tratada con concentraciones de 10^{15} , 10^{12} , 10^9 , 10^6 bacterias/ml y la quinta portaba el testigo.

Una vez germinado el 80 por ciento de la semilla, se realizó el primer muestreo y posteriormente 2 más cada 8 días. En los cuales se midieron las variables Longitud de Raíz, Área foliar, Peso fresco de Tallo y Raíz, Peso seco de Tallo y Raíz; bajo un diseño experimental Completamente al azar con arreglo factorial. Dicho experimento consta de 4 Tratamientos y un testigo (A), con tres cubiertas plásticas (B). En los cuales Se observo que para la variable Peso Fresco de Tallo los mejores resultados Se obtuvieron con el Tratamiento 10^{15} en la interacción con el Polietileno Amarillo, En cuanto a la variable Peso Fresco de Raíz se Observó que el mejor resultado se obtuvo al aplicar 10^6 bajo la Cubierta Amarilla, para Longitud de Raíz el tratamiento 10^6 bajo la cubierta Transparente fue el mejor, la concentración 10^9 incremento notablemente el Área Foliar con la interacción del polietileno Transparente y para Peso Seco de Tallo y Raíz, se logra mejorar con la concentración de 10^9 , bajo cubiertas de color Transparente y Blanco

I. INTRODUCCIÓN

En México, el chile (Capsicum annuum L.) es uno de los cultivos mas importantes por ser parte de la dieta de los mexicanos, por lo tanto es la hortaliza de mayor consumo popular en cualquiera de sus formas. En nuestro país existe una gran diversidad de chiles de diferentes tipos, en cuanto a tamaño, sabor, color y pungencia.

El forzado mediante macrotúnel consiste en cubrir el cultivo fundamentalmente durante sus primeras fases vegetativas, con una sencilla construcción de forma más o menos semicircular, formada por unos pequeños arcos y una cubierta constituida por una lamina de plástico. La protección de cultivos con macrotúneles de plástico produce efectos ventajosos para los cultivos por la protección que les dan durante las horas mas frías del día. En estudios relacionados a los efectos de colores en macrotuneles se encontró que trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, estas, acortan el periodo para el transplante y el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate. Además la cubierta amarilla permite a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, que se traduce en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también son influidas positivamente.

. El género *Azospirillum spp.* pertenece al grupo de las denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (llamadas PGPR: plant-growth promoting rhizobacteria), fin por el cual se les emplea habitualmente como inoculantes. Su distribución se ubica en todo el mundo, conociéndose hasta el momento siete especies del género, se estima que solo el 50 por ciento del fertilizante químico aplicado es usado por la planta, y el resto se pierde por distintos procesos ya conocidos, de ahí la importancia de *Azospirillum* para un uso más eficiente de éste, por parte de la planta y un enriquecimiento del suelo, gracias a su asociación con las raíces.

OBEJTIVOS

- 1.- Determinar el efecto de los colores y las diferentes concentraciones del inóculo *Azospirillum* en el desarrollo de plántulas de chile pimiento.
- 2.- Evaluar el peso fresco y seco de tallo y raíz, longitud de raíz y área foliar; al inocular las semillas de pimiento con cuatro concentraciones de *Azospirillum sp.*

HIPOTESIS

Los diferentes colores de cubiertas y concentraciones de *Azospirillum* afectan positivamente la producción de plántula de chile pimiento en crecimiento radicular, longitud de tallo, área foliar

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Pimiento

El cultivo de chile tiene una tradición cultural en México y anteriormente se pensaba que el cultivo era originario de América Tropical, encontrándose restos prehistóricos de este género en Ancon y Dacha prieta en Perú donde estuvieron ampliamente distribuidos. Después del descubrimiento de América, este cultivo se difundió por todo el mundo (Pilatti y Favaro, 1999).

Por su amplia distribución y la capacidad de adaptación, el pimiento (Capsicum annuum L.) esta dentro de las hortalizas y especies mas importantes en México, donde se aclimató permanentemente, en la actualidad es de suma importancia a nivel mundial por su mayor consumo, especialmente en fresco e industrializado (Valadez 1996; Pozo, 1983).

Importancia Económica

En México, el chile (Capsicum annuum L.) es uno de los cultivos más importantes por ser parte de la dieta de los mexicanos por lo tanto es el de mayor consumo popular, en cualquiera de sus formas (De Santiago, 1996). El cultivo del pimiento se ha hecho universal, estando presente en la totalidad de las zonas templadas y calidas del mundo.

Es necesario señalar que en estas estadísticas no se separan tipos tales como los pimientos dulce y picante, pimiento para pimentón y de procesado industrial, etc.

Clasificación Botánica

- División..... *Spermatophyta*.
- Línea XIV.....*Angiospermae*.
- Clase A.....*Dicotyledones*.
- Rama 2.....*Malvales- Tudiflorae*.
- Orden XXI.....*Solanales*
(*Personatae*).
- Familia.....*Solanáceas*.
- Género.....*Capsicum*.
- Epecie
.....*Annuum*

Características Botánicas

Planta: herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero).

Sistema radicular: pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro.

Tallo principal: de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).

Hoja: entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.

Flor: las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógena, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10%.

Fruto: baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos.

Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 centímetros.

Requerimientos del Cultivo

El pimiento es más exigente que el tomate en cuanto a suelo y agua y menos tolerante a la salinidad. Prefiere terrenos profundos, ricos en materia orgánica, sueltos, bien aireados y permeables, donde no exista la posibilidad de estancamiento de agua. No es especialmente sensible a la acidez del suelo, adaptándose bien a un rango de pH entre 5,5 y 7,0 (Vilmorín, 1977).

El peso del sistema radical es solo de un 7 a 17 por ciento del peso total de la planta, en función del tipo varietal y de las condiciones de cultivo. En las plantas de pimiento jóvenes la proporción relativa del sistema radical respecto a la biomasa total es mayor que en las adultas (Somos, 1984).

Uso de los Plásticos en la Agricultura

Robledo y Martín (1988) mencionan que las aplicaciones más importantes que tienen los plásticos en la agricultura son: acolchado del suelo, microtúneles, invernaderos, mallas, riego por goteo, cubiertas flotantes.

El color de la cubierta plástica ha sido investigado, así, se han demostrado sus cualidades en cultivos muy diferentes, como frutilla o tomate (Gabriel *et al.*, 1994; Himelrick *et al.*, 1993).

Macrotúnel

El forzado mediante macrotúnel consiste en cubrir el cultivo fundamentalmente durante sus primeras fases vegetativas, con una sencilla construcción de forma más o menos semicircular, formada por unos pequeños arcos y una cubierta constituida por una lamina de plástico (Robledo y Martín 1981).

El cultivo de hortalizas bajo macrotúneles está directamente relacionado con las necesidades de temperatura de cada cultivo. Por ejemplo, en tomate y chile, las flores y frutos pequeños, sufren daños a temperaturas superiores a los 30° C.

El rendimiento de cucurbitáceas como sandía, pepino y calabacita de verano, se incrementa por el efecto de los macrotúneles, pero su respuesta es más variable que la del melón. Los macrotúneles han tenido éxito en varios cultivos hortícolas de siembra directa como: haba, frijol, betabel, zanahoria, col o repollo, lechuga, chicharo, rábano, nabo, espinaca, etc. (Wells y Loy, 1985).

Ventajas del Uso de Macrotúneles

La protección de cultivos con macrotúneles de plástico produce efectos ventajosos para los cultivos por la protección que les dan durante las horas mas frías del día. La eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto invernadero que produce el microtúnel.

Las ventajas que aportan son: a) permite conseguir frutos fuera de época anormal de producción, b) protege las cosechas del frío, heladas, etc.; c) permite un aprovechamiento mayor de los abonos, d) mantiene al terreno con una adecuada temperatura, lo cual facilita un mayor desarrollo de la raíz de la planta, e) permite obtener cosechas precoces y de gran calidad, f) aumenta considerablemente los rendimientos de las cosechas.

Materiales Plásticos Utilizados en la Agricultura

Los plásticos tienen múltiples aplicaciones, por ejemplo, puede emplearse en túneles, macrotúneles, invernaderos, tuberías, embalses, etc. Los materiales mas utilizados son los siguientes: Poliolefinas, policloruro de vinilo, copolimero de etileno-acetato de vinilo (EVA), poliesters no saturados, reforzados con fibra de vidrio o de nylon, polimeracrilato de metilo y policarbonatos, polietilenos de diversos tipos y espumas diversas.

Plásticos de Uso Agrícola

Los materiales plásticos utilizados en la agricultura son muy versátiles en sus aplicaciones, son ligeros, flexibles o rígidos según los casos, de fácil manipulación, resistentes a heladas y granizo y los gastos de inversión no son, en general prohibitivos (Robledo y Martín, 1988).

Papaseit, *et al.* (1997) menciona que la Plasticultura a contribuido ha mejorar la eficiencia del empleo de los factores de producción, mostrando su gran potencial en el aumento de los rendimientos de los cultivos, especialmente en los Hortícolas y en general, ha contribuido a mejorar la productividad en el sector agrario.

Tipos de Polietileno

Existen tres tipos de polietileno en el mercado: polietileno normal, polietileno normal de larga duración y polietileno térmico de larga duración.

Efecto de los Colores de Plástico

Papaseit, *et al.* (1997) agregan que los macrotúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de forzado de cultivos. En algunas zonas de México como en otros países, el uso de los plásticos en la agricultura, aplicados en diversas formas (invernaderos, macro y

macrotúneles, etc.) proporcionan condiciones mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos (Ibarra 1997).

La radiación solar es el factor climático más importante para las plantas en general, por que suministra la energía necesaria para el desarrollo de sus actividades fisiológicas. De la radiación que incide las cubiertas plásticas, una parte es absorbida, otra es reflejada y otra se transmite. Aylsworth (1997), indica que en investigaciones realizadas se ha demostrado que el color de plástico determina sus características de radiación de la energía y su efecto sobre el microclima cercano a la planta.

Una de las principales funciones de las hojas de las plantas es interceptar la radiación solar necesaria para poder llevar a cabo la fotosíntesis. Por tanto, los cultivos deben desarrollarse de tal forma que su área foliar les permita una máxima absorción de la radiación solar para así lograr el máximo desarrollo fisiológico (Jones, 1992).

Daza, C. A. (1994) encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC **blanco** y PVC violeta. En cambio Muñiz, V. A. (1994) trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores,

concluyo que estas, acortan el periodo para el transplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores, encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

Converse (1981) en Israel logró un 10 a 15% de aumento en rendimiento en frutilla plantada en invierno con el uso de polietileno transparente, en relación a los rendimientos logrados con polietileno negro.

Historia del *Azospirillum*

En años recientes, se ha retomado el interés en bacterias promotoras de crecimiento en la producción de cultivos. Estas bacterias se han aplicado a semillas, tubérculos o raíz, y son capaces de colonizar las raíces de las plantas y estimular el crecimiento y rendimiento de cultivos (Chanway *et al.*, 1989).

Actualmente son reconocidas seis especies en el género *Azospirillum*. Las dos primeras en ser descritas fueron *A. lipoferum* y *A. brasilense*, siendo éstas las mas ampliamente estudiadas. Posteriormente fueron descritas las especies *A. amazonense*, *A. halopraeferans*, *A. irakense* y *A. largomobile* siendo el nombre de esta especie corregido a *A. largimobile*. Pocos años antes ésta especie fue considerada como un sinónimo de la especie *A. lipoferum*. Recientemente, en honor de quien impulsara los estudios con este género bacteriano y descubriera otros diazótrofos, se ha propuesto la especie candidata *A. doebereineriae*. Pocos años después del redescubrimiento de *Azospirillum* y hasta alrededor de 1993, este género fue el mas estudiado entre las bacterias asociadas a plantas.

El efecto directo de la bacteria, es el aumento en la movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas (Lifshitz *et al.*, 1987), la producción de antibióticos para hongos, bacterias y virus (Hoffland *et al.*, 1997). Efectos indirectos incluyen el aumento de fijación de N₂ y el aumento de la actividad nitrogenasa (Zhang *et al.*, 1996), los cuales inducen resistencia sistémica a la planta (Chanway, 1997).

Se conoce un gran número de bacterias de vida libre o asociativa que fijan N₂, pero sólo algunas destacan por su potencial como biofertilizantes o promotoras de crecimiento. Entre los géneros más conocidos están *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia* y *Azospirillum*, dentro del grupo de aerobias; en las aerobias facultativas se presentan *Enterobacter*, *Pseudomonas* y *Bacillus*; y los géneros de bacteria anaerobia *Metanobacterium*, *Clostridium* y *Desulfovibrio* (Beringer, 1984; Ferrera-Cerrato, 1995; Rodríguez, 1995).

Distribución

Los *azospirillum* muestran una muy amplia distribución geográfica alrededor del mundo. Aún cuando son más abundantes en las regiones tropicales, también se les encuentra en las regiones templadas, frías y desérticas.

En las regiones templadas del sur de Brasil, los Estados Unidos y Kenia la presencia de *Azospirillum* es menor al 10% en las muestras analizadas. El pH del suelo juega un papel importante en la presencia de las especies del género *Azospirillum*. Las especies de *A. brasilense* y *A. lipoferum* se encuentran en mayor abundancia en suelos con valores de pH cercanos a la neutralidad, aún en pH abajo de 5 se les encuentra en forma esporádica y no lográndose su aislamiento de suelos con pH menor a 4.5

Clasificación Taxonómica

La clasificación de *Azospirillum* de acuerdo al manual bergey (1984):

Categoría	Clasificación
Reino	Procaryote
División	Gracilicute
Clase	Scotobacteria
Familia	No existe
Genero	<i>Azospirillum</i>
Especie	<i>lipoferum</i>

Aislamiento e Identificación

El aislamiento de las bacterias del género *Azospirillum* resulta en lo general muy simple, ya sea a partir de suelo rizosférico o de la superficie de las raíces (rizoplaneo) de numerosas plantas hospedadoras. También se le aísla del interior de las raíces o tallos de algunas plantas.

El cultivo puro se logra en diferentes medios de laboratorio, siendo muy comúnmente usado un medio adicionado del colorante rojo Congo, en el cual *A. lipoferum* y *A. brasilense* toman un color rojo escarlata que permite la diferenciación de otros géneros bacterianos.

Una de las características fenotípicas más ampliamente usada como criterio para el reconocimiento tentativo del género *Azospirillum* es el color rojo escarlata que toman las colonias al crecer en un medio adicionado del colorante rojo Congo. No obstante, en este medio pueden hallarse colonias mutantes de *Azospirillum* de color blanco debido a la incapacidad de producir polisacáridos no identificados

Producción de Hormonas de Crecimiento

Se conoce que algunos géneros de *Azospirillum* y *Azotobacter* penetran la corteza de la raíz y producen fitohormonas como giberelinas, auxinas (ácido indolacético), citocininas, ácido absícico y fijan N₂ (Curl y Truelove, 1986; Lynch, 1990), lo que estimula el crecimiento, la producción de raíces laterales y pelos radicales que, a su vez, favorecen la absorción de nutrimentos (De Freitas y Germida, 1992) e incrementan el rendimiento en gramíneas (Taller Wong, 1989; Bashan *et al.*, 1993).

Se ha demostrado que los cultivos puros de *Azospirillum sp.* producen auxinas, citoquininas y sustancias similares a giberelinas, hormonas que participan en el desarrollo vegetal (Kapulnik *et al.*, 1985). Por lo tanto, el género *Azospirillum* pudiera resultar benéfico para estimular el desarrollo vegetal (Schnak *et al.*, 1981; Smith *et al.*, 1984), el rendimiento de granos y semillas y producir tasas de fijación de nitrógeno en gramíneas de hasta 30 a 40kg/ha (Okon, 1982).

***Azospirillum*, Bacteria Promotora de Crecimiento**

El género *Azospirillum* spp. pertenece al grupo de las denominadas bacterias promotoras del crecimiento vegetal (llamadas PGPR: plant-growth promoting rhizobacteria), por lo tanto se les emplea habitualmente como inoculantes (Bashan y Holguin, 1997).

Efectos de *Azospirillum* en la Morfología de las Plantas

Las bacterias del género *Azospirillum* constituyen los inoculantes más comúnmente utilizados en trigo. Okon and Labandera-González (1994) mencionan que la inoculación con *Azospirillum* estimula en el crecimiento de raíces, que aumentarían su longitud, densidad y velocidad de crecimiento. También promueve la producción de auxinas, lo cual incrementa la tasa de crecimiento aérea y radicular. Esto se ve frecuentemente reflejado en una mayor absorción de agua y nutrientes.

Los efectos de la inoculación de las plantas con *Azospirillum*, se producen en los estadios iniciales de crecimiento, en las primeras semanas después de la colonización radicular (Fallik *et al.*, 1994).

Se puede mencionar que entre el 60 a 70 por ciento de experiencias con *Azospirillum*, muestran resultados favorables en rendimiento, oscilando los incrementos entre un 5 a un 30 por ciento (Bashan, 1999). En nuestro país, trabajos pioneros encontraron incrementos de rendimiento de entre 13 y 33 por ciento (Barrios *et al.*, 1986; Rodríguez-Cáceres *et al.*, 1994).

El género *Azospirillum* en asociaciones con los vegetales promueven el crecimiento y rendimiento de los cultivos bajo condiciones apropiadas (Okon *et al*, 1985). Las bacterias de este género colonizan la rizósfera de plantas forrajeras y cereales (Fallik and Okon, 1996), pudiendo encontrarse libre en el suelo o en asociación con las raíces de las plantas (Burdman *et al*, 2000; Okon y Labandera-Gonzales, 1994).

Se estima que solo el 50 por ciento del fertilizante aplicado, es usado por la planta y mucho del remanente se pierde por distintos procesos ya conocidos, de ahí la importancia de *Azospirillum* para un uso más eficiente de éste, por parte de la planta y un enriquecimiento del suelo gracias a su asociación con las raíces (Okon, *et al*, 1985).

En plantas inoculadas con *Azospirillum* se favorece una mayor exploración del suelo y se incrementa la captación de agua y nutrientes (Fallik, *et al*, 1994). La práctica de la inoculación puede ser una metodología razonable de adoptar, con la finalidad de proveer al cultivo aportes de fijación biológica de nitrógeno y otros estimuladores biológicos del crecimiento. Varios microorganismos del suelo comunes en la rizosfera son capaces de producir cantidades de PGRs (fitohormonas), producción que tiene un pronunciado efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Perotti y Pidello 1999).

Tal como cita Bellone y Bellone (2001), *Azospirillum brasilense* es una rizobacteria fijadora del nitrógeno del aire que promueve el crecimiento cuando es inoculada especialmente en gramíneas. Jaime *et al.* (1999) concluyo que la inoculación con diferentes cepas de fijadores de nitrógeno, se lograba incrementar el rendimiento en el cultivo de maíz, en especial con *Azospirillum*. Creus *et al.* (1996) encontraron que la presencia de *Azospirillum sp* mejora el estado hídrico de plántulas de trigo. Lucangelli y Bottini (1996) demostraron que la presencia de la bacteria *A. lipoferum sp* o *A. brasilense cd* incrementó el largo del primer entrenudo tanto en maíz (*Zea mays* L) como en arroz (*Oriza sativa* L). También en maíz Bellone *et al.* (1999 b) registraron mejoras en el peso seco del sistema radical y en los parámetros de la parte aérea.

La inoculación con *Azospirillum brasilense* a raíces de caña de azúcar incrementó el peso seco de las mismas y la producción de Jasmonatos (Bellone y Bellone, 2001). Ruiz *et al.* (1996) sostienen que la inoculación con *Azospirillum* puede modificar parámetros del crecimiento vegetal asociados o no con el rendimiento del cultivo y en un ensayo realizado en la misma zona en 1999, con inoculante mixto conteniendo *Azotobacteriaceas*, *Saccharomyces spp* y *Endogone spp* marcó diferencias favorables a partir de los 100 días y el mayor desarrollo radicular mostró su efecto en el estado general de la planta (Iglesias *et al.* 2000).

La utilización de fertilizantes biológicos aplicados como tratamientos de semilla es una práctica que se está difundiendo entre los productores y es estudiada por los investigadores. En diversas oportunidades se han logrado resultados positivos cuando la fertilización química fue complementada por la adición de microorganismos que producen una mejora del estado fisiológico del cultivo, y facilitan la adquisición de nutrientes.

Las bacterias del género *Azospirillum* constituyen los inoculantes más comúnmente utilizados en trigo. Son organismos fijadores de nitrógeno (N) de vida libre en el suelo, cuya población se incrementa notablemente en la zona rizosférica. Se han informado diversos efectos favorables por la inoculación con *Azospirillum*. Se menciona un estímulo en el crecimiento de raíces, que aumentarían su longitud, densidad y velocidad de crecimiento (Okon and Labandera-González, 1994). También promueve la producción de auxinas, lo cual incrementa la tasa de crecimiento aérea y radicular. Esto se ve frecuentemente reflejado en una mayor absorción de agua y nutrientes.

La inoculación con *Azospirillum* permite fijar nitrógeno, producir fitohormonas y sideróforos (Perotti y Pidello, 1999). *Azospirillum* estimula la densidad y longitud de los pelos capilares, la velocidad de aparición de raíces laterales y la superficie radical. La intensidad de estos efectos en la morfología radical depende de la especie vegetal y el cultivar (Frioni, 1999).

Iglesias *et al.* (2001) concluyeron que los efectos de la inoculación con *Azospirillum sp.* se vieron reflejados en las últimas etapas del cultivo de girasol (*Helianthus annuus L.*) en el peso del capítulo y el peso de los granos por capítulo, con incrementos del 20 %.

Azospirillum brasiliense inoculado en frutilla provoca un incremento del peso seco total de las plantas, lo que indica una mayor absorción de nutrientes (Bellone *et al.* 1991 a). Se observan incrementos de la productividad del cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*) var rabanito rosado punta blanca, al inocularlo con *Beijerinckia spp* y *Azospirillum spp* (Fernández *et al* 1999), e inoculado con *Azospirillum* y *Saccharomces* también manifestó influencia en aspectos relacionados a la misma (Iglesias *et al.* 2000). En maíz, pruebas con *Azospirillum*, *Azotobacter* y *Beijerinckia* muestran incrementos significativos de la productividad de grano (Jaime *et al.* 1999), así como el peso seco del sistema radical y los parámetros de la parte aérea (Bellone *et al.* 1999 b).

III. MATERIALES Y METODOS.

Localización Geográfica

El presente trabajo de tesis se realizó en los macrotúneles ubicados a un costado del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual esta ubicado a 25° 22' Latitud Norte, y 101° 00' Latitud Oeste, y a una altura de 1742 msnm (Mendoza, 1983).

Características del Área Experimental

Clima

Tipo BWhw (x'), el cual es seco y templado, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 13.3°C, con una oscilación media de 10.4°C, los meses calidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C, y durante enero y diciembre se registran las mas bajas, de hasta -10.4°C, con heladas regulares en febrero.

La precipitación media anual es de 460.7mm siendo los meses más lluviosos Julio, Agosto y Septiembre; la lluvia en invierno es moderada. Lo anterior tiene como resultado un 46.8% de humedad relativa media anual, que distribuye proporcionalmente, y en invierno y primavera es la mayor sequía (Mendoza 1983).

Material Biológico

Se utilizó semilla de Chile Pimiento inoculada con *Azospirillum sp.*

Materiales

Para realizar el presente trabajo de tesis se utilizó el siguiente material:

Material vegetativo de Chile Pimiento.

Charolas de poliestireno de 200 cavidades.

3 Macrotuneles de 12x4m de ancho (tubo galvanizado de ½ Pulg.).

Polietilenos de color Blanco, Transparente y Amarillo de calibre 3000.

Sustrato peat-moss más perlita (50 y 50% respectivamente).

Pipetas.

Regadera de jardín.

Cajas petri.

Balanza analítica.

Espátulas.

Bolsas de papel.

Cuter.

Estufa de secado (Lindberg/Blue M)

Medidor de Área Foliar (Portable Área Mater LI-cor Mod. LI- 3000 A.

Reproducción de *Azospirillum sp.* e inoculación

Se colocaron 200 semillas inoculadas con 4 concentraciones de *azospirillum sp* (10^{15} , 10^{12} , 10^9 , 10^6 bacterias ml^{-1} y un testigo) en un total de 5 charolas por macrotunel. Se preparó biofertilizante nitrogenado con una capa de *Azospirillum sp.* aislada de trigo en el campo experimental de Buenavista Coahuila, desarrollada en medio Nfb y rojo congo a 28°C , la cepa fue caracterizada previamente al Biofertilizante líquido, se cuantificó la concentración (10^{15} bacterias m^{-1}) a partir del cual se realizaron diluciones de 1000 en mil hasta obtener la mínima dilución de 10^6 bacterias ml^{-1} .

La inoculación de las semillas se realizó un día antes de la siembra, mezclando el biofertilizante con la semilla. Por otro lado se preparó la mezcla de la perlita+perlita depositándose en charolas de 200 cavidades.

Macrotuneles

Se construyeron 4 macrotuneles con polietileno de distintos colores Blanco, Transparente y Amarillo de calibre 3000. Para evaluar el efecto de *azospirillum* y su interacción con los macrotuneles.

Preparación del Sustrato para Siembra

Con el fin de proporcionar a la semilla las condiciones adecuadas para el proceso de germinación, se humedeció el peat-moss y la perlita, y posteriormente se deshicieron los terrones y se mezclaron hasta homogenizar perfectamente el sustrato.

Llenado de Charolas:

Se colocó el sustrato en las charolas para llenar perfectamente cada una de las cavidades, dándole una adecuada compactación al sustrato contenido en las cavidades.

Siembra

Antes de sembrar se humedeció el sustrato de las charolas y en seguida se depositó 1 semilla por cavidad. Es decir se colocaron 200 semillas inoculadas con 4 concentraciones de *Azospirillum* sp. (10^{15} , 10^{12} , 10^9 , 10^6 bacterias/ml y un testigo) en un total de 5 charolas por macrotúnel.

Riegos

Se realizaron manualmente mediante una regadera de jardín, dichos riegos se realizaban cada 3er día.

Pesado del Material

Después de la extracción del cepellón, este fue llevado al laboratorio para quitarle las impurezas hasta que este quede libre de sustrato; cuidando el no dañar la plántula y evitar la pérdida de dicho material vegetativo. Después de haber eliminado las impurezas del material vegetativo, este se midió con una regla métrica y se separó en tallo y raíz, los cuales fueron pesados posteriormente por separado, y colocados dentro de bolsas de papel; las cuales fueron colocadas en una estufa de secado durante 7 días a una T° de 70°C y posteriormente pesadas, obteniendo así el peso seco de cada muestra.

Trabajo Bajo Estudio

Los tratamientos están conformados de la siguiente manera: El trabajo de invernaderos se estableció en macrotuneles de colores (Blanco, amarillo y transparente). Se utilizaron 4 dosis de biofertilizante (10^{15} , 10^{12} , 10^9 y 10^6) en un formulado líquido y un testigo sin bacterias. En donde T1 es el testigo, T2 es 10^6 , T3 es 10^9 , T4 es 10^{12} y T5 es 10^{15} .

Metodología

El trabajo se realizó en tres macrotuneles de color Blanco, Amarillo y Transparente. En charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades con una mezcla de peat-moss y perlita como sustrato, a una proporción de 1:1. Se sembró semilla de chile pimiento inoculada con *azospirillum*, con concentraciones de 10^6 , 10^9 , 10^{12} , 10^{15} bacterias/ml y un testigo, en un total de 5 charolas por macrotúnel.

La distribución del experimento fue de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, en el cual se manejaron 4 tratamientos (10^6 , 10^9 , 10^{12} , 10^{15} bacterias/ml) y un testigo, con tres repeticiones/tratamiento/por macrotúnel de color.

Las variables evaluadas son: peso fresco de tallo y raíz, peso seco de tallo y raíz; longitud de raíz y área foliar. Se realizaron tres evaluaciones por variable para PFT, PFR, AF y LR.

La primera se realizó a los 18 días de la siembra, la segunda y tercera a los 25 y 32 días después de la siembra. Las evaluaciones para peso seco de raíz y tallo se obtuvieron a los 7 días del secado de las muestras en fresco.

Variables Evaluadas

Peso Fresco de Tallo y Raíz

Dicha evaluación se realizó días después de la siembra, realizando 3 evaluaciones mas cada semana. Se separaron raíces y tallos y se pesaron por separado, previo al pesado de las raíces; a estas se les eliminaron todas las impurezas dejándolas libres de sustrato.

Peso Seco de Tallo y Raíz

Después de realizar la evaluación de peso fresco, se colocaron las muestras de tallos y raíces en una estufa de secado a 70°C durante 7 días, y posteriormente se realizo el pesado de cada una de las muestras de los diferentes tratamientos y colores de cubiertas.

Longitud de Raíz

Esta variable se evaluó a los a los 8 días después de la siembra, y posteriormente se realizaron 2 mas cada 7 días; midiendo con una regla métrica. Desde la base hasta el ápice de la raíz de la raíz más larga.

Área foliar

Dicha evaluación se llevó acabo a los 8 días después de la siembra, realizándose 2 mediciones mas, cada 7 días; utilizando un medidor de área foliar.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso Fresco de Tallo

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANVA) presentado en el Cuadro 1, el cual muestra que hubo diferencias, altamente significativa tanto para tratamientos, colores de plástico y en la interacción, Tratamientos x Color para la variable peso fresco de tallo en los tres muestreos realizados. Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 6.99, 6.33 y 4.95, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Lo anterior indica, que existen diferencias en el efecto de los tratamientos sobre el peso fresco de tallo, también que cada color de cubierta influye de manera diferente y los tratamientos responden de manera diferente a cada color de cubierta.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable peso fresco de tallo en el cultivo de plántula de chile pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	0.00040 **	0.00238 **	0.00219**
Color	2	0.00161 **	0.00412 **	0.00636**
Trat x Color	8	0.00055 **	0.00232 **	0.00511**
Error	38	0.00004	0.00005	0.00007
Total	44			
C.V.(%)		6.99	6.33	4.95

**= Altamente significativo

C.V. = Coeficiente de Variación

Dado que se encontraron diferencias altamente significativas en el peso fresco de tallo se aplicó la prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS) a los valores medios en los tres muestreos (Cuadro 2). Se encontró que el tratamiento 10^9 presentó el mayor peso fresco de tallo en el primero y segundo muestreo, con una media de 0.1014 y 0.1391; superando específicamente al testigo en 16 y 43 por ciento respectivamente. Sin embargo en el tercer muestreo el mejor tratamiento fue 10^{15} con una media de 0.1920, superando así al testigo en 17.79 por ciento ya que este presentó una media de 0.1630. Lo observado coincide con lo mencionado por Bellone *et al.* 1991, quien dice que, *Azospirillum brasiliense* inoculado en frutilla provoca un incremento del peso seco total de las plantas, lo que indica una mayor absorción de nutrientes.

Cuadro 2. Comparación de medias para tratamientos de la variable peso fresco de tallo (gramos) en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	0.0874 B	0.0968 C	0.1630 BC
10^6	0.0864 B	0.1131 B	0.1543 C
10^9	0.1014 A	0.1391 A	0.1701 B
10^{12}	0.0969 A	0.1036 C	0.1542 C
10^{15}	0.0977 A	0.1193 B	0.1920 A
	DMS = 0.0085	DMS = 0.0094	DMS = 0.0107

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Como se encontraron diferencias altamente significativas en el peso fresco de tallo respecto a color de cubierta, se aplicó la prueba de DMS a los valores medios para los diferentes colores de macrotúnel en los tres muestreos (Cuadro 3), se encontró que el mejor tratamiento para el primero y segundo muestreo fue el color blanco, con una media de 0.1053 y 0.1331 respectivamente; superando al amarillo, que fue el peor con un 24.02 y 31 por ciento considerando los muestreos respectivos. Sin embargo en el tercer muestreo el mejor tratamiento fue el que tuvo cubierta amarilla, con una media de 0.1872, superando así al testigo por 28.21 por ciento ya que este presentó una media de 0.1460. Estos resultados coinciden con los reportados por Daza (1994) quien encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC blanco y PVC violeta.

Cuadro3. Comparación de medias para color de la variable peso fresco de tallo (gramos) en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	0.0918 B	0.1084 B	0.1670 B
Amarillo	0.0849 C	0.1016 B	0.1872 A
Blanco	0.1053 A	0.1331 A	0.1460 C
	DMS = 0.0066	DMS = 0.0073	DMS = 0.0083

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Peso Fresco de Raíz

El ANVA aplicado a la variable peso fresco de raíz presentó diferencias altamente significativa tanto para Tratamientos e interacción Tratamiento x Color, en los tres muestreos realizados (Cuadro 4). Esto indica que el peso de raíz fue afectado de manera significativa, por al menos uno de los tratamientos aplicados, así mismo se puede indicar que los tratamientos respondieron de manera diferente de acuerdo al color de cubierta utilizado. Sin embargo el color de cubierta también influye de manera significativa sobre el peso fresco de raíz lo cual se pudo observar en los muestreos 1 y 3, aunque en el muestreo 2 no se observó lo mismo, probablemente por algún error de muestreo.

Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 8.37, 8.24 y 11.67, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable peso fresco de raíz (gramos) en el cultivo de pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	0.00008 **	0.00026 **	0.00133 **
Color	2	0.00003 *	0.00002 NS	0.00555 **
Trat x Color	8	0.00020 **	0.00038 **	0.00115 **
Error	38	0.00001	0.00001	0.00008
Total	44			
C.V.(%)		8.37	8.24	11.67

NS= No significativo * = Significativo al 0.05 ** Altamente significativo al 0.01 C.V. = coeficiente de variación

Dado que se encontraron diferencias altamente significativas en el peso fresco de raíz se aplicó la prueba de DMS a los valores medios para los tratamientos en los tres muestreos (Cuadro 5). Se encontró que en el primer muestreo el tratamiento con el mayor peso fresco de raíz fue 10^{15} (con una media de 0.0367) el cual fue estadísticamente superior a los tratamientos 1, 2 y 3, y superando al testigo por 28.32 por ciento ya que este tuvo una media de 0.0286. Sin embargo en el segundo muestreo el tratamiento con el valor más alto y estadísticamente superior a los tratamientos 1, 3 y 4, fue 10^6 con una media de 0.0455 por lo que superó al testigo o tratamiento 1, en un 43.53 por ciento ya que este presentó una media de 0.0317. En el tercer muestreo el tratamiento con el mayor valor y estadísticamente superior a los tratamientos 3, 4 y 5, fue 10^6 con una media de 0.0930 superando al testigo por 2.64 por ciento ya que este tuvo una media de 0.0906. Al respecto Curl y Truelove (1986); Lynch (1990) mencionan que algunos géneros de *Azospirillum* y *Azotobacter* penetran la corteza de la raíz y producen fitohormonas como giberelinas, auxinas (ácido indolacético), citocininas, ácido absísico y fijan N_2 , lo que estimula el crecimiento, la producción de raíces laterales y pelos radicales que, a su vez, favorecen la absorción de nutrimentos

Cuadro 5. Comparación de medias para tratamientos del peso fresco de raíz (gramos) en el cultivo de pimiento en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamientos	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	0.0286 C	0.0317 D	0.0906 A
10 ⁶	0.0320 BC	0.0455 A	0.0930 A
10 ⁹	0.0313 BC	0.0393 BC	0.0712 B
10 ¹²	0.0332 AB	0.0385 C	0.0666 B
10 ¹⁵	0.0367 A	0.0435 AB	0.0721 B
	DMS = 0.0035	DMS = 0.0042	DMS = 0.0119

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Como el color de la cubierta tuvo un efecto altamente significativo en el peso fresco de raíz, se aplicó la prueba DMS a fin de identificar que cubierta influyó significativamente para tener los valores estadísticamente superiores (Cuadro 6). El análisis indica que en el primer muestreo la cubierta de color blanco presentó el mayor valor, pero fue estadísticamente igual a los otros dos colores de cubierta, solo superó a la cubierta de color transparente en un 8.7 por ciento; mientras que en el segundo muestreo el color de cubierta transparente (0.0386) fue estadísticamente superior a los otros dos colores de cubierta, superando a la cubierta amarilla en un 55.64 por ciento. Sin embargo en el tercer muestreo la cubierta de color amarillo fue la que presentó el valor estadísticamente superior (0.0974), superando a la cubierta de color blanco en un 65 por ciento ya que este tuvo una media de 0.0590. Torres, 1983 reporta que al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores, encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos.

Además, características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

Cuadro 6. Respuesta del peso fresco de raíz (gramos) al color de cubierta, en el cultivo de pimiento en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Color	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	0.0310 A	0.0386 A	0.0798 B
Amarillo	0.0322 A	0.0248 B	0.0974 A
Blanco	0.0337 A	0.0316 AB	0.0590 C
	DMS = 0.0027	DMS = 0.0073	DMS = 0.0092

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Longitud de Raíz

El análisis de varianza presentado en el Cuadro 7, muestra que diferencias altamente significativas para tratamientos, indicando que por lo menos un tratamiento tuvo un efecto significativamente diferente del resto, manifestándose en diferencias altamente significativas en la longitud e raíz en los tres muestreos realizados. También los colores de cubierta tuvieron un efecto significativamente sobre esta variable, como se muestra en el mismo Cuadro 7. Así mismo las diferencias altamente significativas en Tratamientos X Corte indica que el crecimiento de la raíz con determinado tratamiento es diferente si se cambia a otro color de cubierta. Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 7.15, 7.62 y 7.18, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable Longitud de Raíz en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	4.193268 **	9.662415 **	6.969116 **
Color	2	3.064667 **	9.302124 **	2.404297 **
Trat x Color	8	4.144028 **	4.662506 **	2.398651 **
Error	38	0.097115	0.306779	0.274276
Total	44			
C.V.(%)		7.15	7.62	7.18

**= Significativo al 0.01 C.V. = Coeficiente de Variación

Las diferencias altamente significativas encontradas en la variable Longitud de Raíz como respuesta a los tratamientos utilizados, indica que existen diferencias significativas entre los valores medios de los tratamientos, por lo tanto a fin de identificar los valores medios estadísticamente superiores, estos se analizaron mediante la prueba de DMS, y se encontró que en el muestreo 1, el tratamiento cinco tuvo un valor (5.0833) estadísticamente superior a los tratamientos 1, 3 y 4, pero fue estadísticamente igual al tratamiento 2 (4.5333). Sin embargo en el segundo muestreo el testigo fue estadísticamente superior a los cuatro tratamientos restantes. En el tercer muestreo los tratamientos 2, 3 y 4 fueron estadísticamente iguales y superiores al tratamiento 1 y 5. Estas diferencias significativas entre tratamientos, observadas en cada uno de los muestreos indican que probablemente hubo factores que indujeron respuestas sin consistencia. Lo anteriormente señalado coincide con los reportes de Okon y Labandera-González (1994) quienes mencionan que la inoculación con *Azospirillum* estimula en el crecimiento de raíces, que aumentarían su longitud, densidad y velocidad de crecimiento.

También promueve la producción de auxinas, lo cual incrementa la tasa de crecimiento aéreo y radicular. Esto se ve frecuentemente reflejado en una mayor absorción de agua y nutrientes.

Cuadro 8. Respuesta de la longitud de raíz (En cm.) de pimiento, a cinco tratamientos con *Azospirillum* en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	4.5333 B	8.8889 A	6.3611 B
10 ⁶	4.8500 AB	7.4722 B	8.0833 A
10 ⁹	3.9000 C	6.6722 CD	7.9167 A
10 ¹²	3.4333 D	7.1778 BC	7.7833 A
10 ¹⁵	5.0833 A	6.1444 D	6.3056 B
	DMS = 0.4040	DMS = 0.7180	DMS = 0.6789

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

En el Cuadro 9 se muestra que el color de la cubierta también afecto significativamente el crecimiento de la raíz de manera diferente en cada uno de los tres muestreos realizados, donde en el primer muestreo el mayor valor y estadísticamente diferente de los dos restantes, fue presentado en la cubierta amarilla, mientras que en el muestreo dos, la cubierta blanca fue la que presentó el valor mayor y estadísticamente superior y finalmente en el tercer muestreo el valor estadísticamente superior fue observado en la cubierta de color transparente. Observando también respuestas sin consistencia a lo largo de los tres muestreos realizados. Converse (1981) trabajando en Israel, logró de un 10 a 15% de aumento en rendimiento en frutilla plantada en invierno con el uso de polietileno transparente, en relación a los rendimientos logrados con polietileno negro.

Cuadro 9. Respuesta de los valores medios de longitud de raíz (En cm.) al color de cubierta, en el cultivo de pimiento en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Color	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	4.4400 B	6.4500 C	7.7000 A
Amarillo	4.7667 A	7.3433 B	6.9000 B
Blanco	3.8733 C	8.0200 A	7.2700 AB
	DMS = 0.3129	DMS = 0.5562	DMS = 0.5259

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Área Foliar

El análisis de varianza para área foliar, similarmente a los anteriores análisis de varianza realizados (Cuadro 10), muestra diferencias altamente significativas tanto para tratamientos, colores de plástico y en la interacción Tratamiento x Color, en los tres muestreos realizados. Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 8.31, 7.35 y 7.30, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable área foliar en el cultivo de plántula de Pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	1.07149**	4.29282**	5.44336**
Color	2	1.27132**	2.55565**	2.69083**
Trat x Color	8	0.60097**	1.02476**	2.78901**
Error	38	0.04469	0.05455	0.09296
Total	44			
C.V.(%)		8.31	7.35	7.30

**= Significativo al 0.01 C.V. = Coeficiente de Variación

Se realizó un análisis de comparación de medias a fin de identificar al tratamiento estadísticamente superior, en el muestreo uno se encontró que el tratamiento tres fue el que presentó el mayor valor y fue estadísticamente igual al tratamiento cuatro, los cuales fueron estadísticamente superiores a los otros tres tratamientos. Este mismo comportamiento fue encontrado en los muestreos dos y tres (Cuadro 11), donde el tratamiento con el mayor valor fue el 10⁹, indicando que esta concentración promovió el desarrollo del área foliar, probablemente como resultado de una mayor nutrición nitrogenada que contribuyó a la elongación foliar. Los resultados obtenidos coinciden con lo expuesto por Okon and Labandera-González (1994), que mencionan que la inoculación con *azospirillum* promueve la producción de auxinas, lo cual incrementa la tasa de crecimiento aérea.

Como también se encontraron diferencias altamente significativas para color de cubierta, se realizó una comparación de medias por DMS (Cuadro 12), a fin de identificar que genotipos fueron estadísticamente diferentes. Encontrado que en el muestreo 1 y 2, la cubierta de color blanco fue estadísticamente superior a las dos cubiertas restantes, promoviendo

mayor desarrollo del área foliar, mientras que en el muestreo tres la cubierta transparente fue estadísticamente superior a la cubierta blanca y amarilla. El desarrollo del área foliar de plántulas de pimiento se ve influida por la calidad de la luz, pero también por la cantidad de luz, que en el caso de la cubierta transparente permite una transmisión superior al 85%, generando mayor temperatura y por tanto un crecimiento más acelerado del área foliar.

Cuadro 11. Comparación de medias para tratamientos para la variable Área Foliar (cm²) en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	2.2178 B	2.2300 D	3.1439 D
10 ⁶	2.3917 B	2.7217 C	3.5706 C
10 ⁹	3.0217 A	3.8283 A	4.9717 A
10 ¹²	2.7850 A	3.3317 B	4.5383 B
10 ¹⁵	2.2983 B	3.7733 A	4.6483 AB
	DMS = 0.2741	DMS = 0.3028	DMS = 0.3952

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Muñiz, (1994) trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, concluyó que estas acortan el periodo para el transplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Cuadro12. Respuesta de los valores medios del área foliar (En cm²), al color de cubierta, en el cultivo de pimiento en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Color	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	2.5850 B	2.7560 C	4.5757 A
Amarillo	2.2330 C	3.1940 B	4.2163 B
Blanco	2.8107 A	3.5810 A	3.7317 C
	DMS = 0.2123	DMS = 0.2345	DMS = 0.3062

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Peso Seco de Tallo

De acuerdo con los resultados obtenidos en el ANVA presentado en el Cuadro 13, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamiento, lo cual indica que en los tres muestreos, el peso seco de tallo si fue modificado significativamente por el tratamiento aplicado. Igualmente el color de la cubierta también afectó significativamente el peso seco de tallo en los tres muestreos estudiados. Igualmente el análisis realizado indica que la respuesta del peso seco de tallo se ve in fluido de manera diferente y significativamente por el tratamiento, pero esta respuesta es diferente, de acuerdo al color de cubierta utilizado. Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 12.43, 3.05 y 3.89, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable Peso seco de tallo (En gramos) en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	0.00074 **	0.00008 **	0.00004 **
Color	2	0.00064 **	0.00011 **	0.00014 **
Trat x Color	8	0.00066 **	0.00007 **	0.00012 **
Error	38	0.000003	0.00000	0.000001
Total	44			
C.V.(%)		12.43	3.05	3.89

**= Significativo al 0.01 C.V. = Coeficiente de Variación

Dado que se encontraron diferencias altamente significativas para la variable Peso Seco de Tallo, se aplicó la prueba de DMS a los valores medios de los tratamientos en los tres muestreos (Cuadro 14). Y se encontró que el mejor tratamiento para el primer muestreo fue el tratamiento 10^6 con una media de 0.0300 superando al testigo en un 65.48 por ciento ya que este tuvo una media de 0.011, mientras que para el caso del segundo (0.0206) y tercer muestreo el mejor fue 10^9 con una media de 0.0244 en el tercer muestreo, resultando estadísticamente superior a los tratamientos restantes; superando al testigo en 22 por ciento ya que este tuvo una media de 0.0135 y 0.0199 en el segundo y tercer muestreo respectivamente. Estos resultados indican que la concentración de 10^6 y 10^9 favorecen la acumulación de materia lo cual coincide con lo observado por Bellone *et al.* (1999), que encontró incrementos significativos en el peso seco de la parte aérea en maíz.

Cuadro 14. Comparación de medias para tratamientos de la variable Peso seco de tallo (gramos), en plántulas de pimiento en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	0.0092 BC	0.0135 D	0.0199 CD
10 ⁶	0.0300 A	0.0138 CD	0.0209 C
10 ⁹	0.0109 B	0.0206 A	0.0244 A
10 ¹²	0.0113 B	0.0143 C	0.0197 D
10 ¹⁵	0.0084 C	0.0165 B	0.0232 B
	DMS = 0.0022	DMS = 0.0006	DMS = 0.0011

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

La significancia estadística encontrada para los valores medios de peso seco de tallo bajo diferentes colores de cubierta, muestra que al hacer una comparación de mediante la prueba de DMS (Cuadro15), se encontró que en el muestreo uno y tres el mayor valor de peso seco de tallo fue encontrado en el tratamiento con cubierta transparente, el cual fue estadísticamente superior a los restantes tratamientos. En cambio en el muestro dos la cubierta blanca fue la que presento el mayor valor de peso seco de tallo y también estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Estos resultados coinciden con lo obtenido por Converse (1981) que en Israel logró un 10 a 15% de aumento en rendimiento en frutilla plantada en invierno con el uso de polietileno transparente, en relación a los rendimientos logrados con polietileno negro.

Cuadro 15. Comparación de medias para color para la variable peso seco de tallo (gramos), en plántulas de pimiento en la U.A.A.N. en el 2006.

Color	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	0.0215 A	0.0144 B	0.0249 A
Amarillo	0.0099 B	0.0140 B	0.0188 C
Blanco	0.0104 B	0.0189 A	0.0211 B
	DMS = 0.0017	DMS = 0.0005	DMS = 0.0008

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Peso Seco de Raíz

De acuerdo con los resultados obtenidos en ANVA aplicado a peso seco de raíz, el cual se muestra en el Cuadro 16, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, colores de cubierta plástica y para la interacción Tratamientos x colores de cubierta. Lo antes expuesto indica que por lo menos un tratamiento de *Azospirillum* tuvo un efecto altamente significativo sobre el peso seco de la raíz en plántulas de pimiento, para la variable peso seco de raíz. Igualmente por lo menos un color de cubierta tiene un efecto significativamente al resto de los colores de cubierta. Además los tratamientos se comportan de manera diferente en cada una de las cubiertas estudiadas. Los coeficientes de variación son bajos, con valores de: 25.98, 1.84 y 3.36, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 16. Análisis de varianza para la variable Peso seco de Raíz en el cultivo de plántula de Chile Pimiento, desarrollado en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Fuente de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Tratamiento	4	0.00001 *	0.00005 **	0.00007 **
Color	2	0.00002 **	0.00002**	0.00004 **
Trat x Color	8	0.000008 **	0.000010**	0.00004 **
Error	38	0.000002	0.00000	0.00000
Total	44			
C.V.(%)		25.98	1.84	3.36

**= Significativo al 0.01 C.V. = Coeficiente de Variación

Dado que se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos para la variable peso seco de raíz, se aplicó la prueba de DMS a los valores medios para los tratamientos en los tres muestreos (Cuadro17). Se encontró que el tratamiento 10^6 Presento un valor estadísticamente mayor a los tratamientos restantes en los muestreos uno y dos, sin embargo en el muestreo tres el tratamiento 10^9 fue estadísticamente superior y diferente del resto de los tratamientos. Lo antes observado indica que el peso seco de raíz es incrementado significativamente por concentraciones de de *Azospirillum* entre 10^6 y 10^9 . Por lo que dichos resultados coinciden con lo expuesto con Bellone *et al.* 1999, que al trabajar con Maíz observo que en pruebas con *Azospirillum*, *Azotobacter* y *Beijerinckia* muestran incrementos significativos en el peso seco del sistema radical.

Cuadro 17. Comparación de medias para tratamientos para la variable peso seco de raíz (En gramos), de plántulas de pimiento desarrolladas bajo tratamientos con *Azospirillum* en en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Testigo	0.0051 AB	0.0104 D	0.0106 B
10 ⁶	0.0059 A	0.0159 A	0.0107 B
10 ⁹	0.0059 A	0.0125 B	0.0170 A
10 ¹²	0.0041 B	0.0112 C	0.0106 B
10 ¹⁵	0.0046 AB	0.0103 D	0.0108 B
	DMS = 0.0017	DMS = 0.0003	DMS = 0.0005

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

Como se encontraron diferencias altamente significativas para tratamientos en la variable peso seco de raíz se aplicó la prueba de DMS a los valores medios para los diferentes colores de macrotúnel en los tres muestreos (Cuadro18). En el muestro uno y dos se encontró que el macrotúnel con cubierta transparente presentó los valores estadísticamente superior al resto de los tratamiento, con una media de 0.0062 y 0.0133 en el muestreo uno y dos respectivamente. Mientras que en el tercer muestreo el macrotúnel con cubierta amarilla y blanca fueron estadísticamente superiores al macrotúnel con cubierta transparente. La mayor acumulación de materia seca en la raíz en estos colores de cubierta pueden ser afectados tanto por una modificación en la radiación transmitida en relación a la cantidad y a la calidad de esta. Por lo que esto coincide con Daza, C. A. (1994) que encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC **blanco** y PVC violeta.

Cuadro 18. Comparación de medias para la variable peso seco de raíz (En gramos) de plántulas de pimiento desarrolladas bajo tres colores de cubierta, en la U.A.A.A.N. en el 2006.

Color	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
Transparente	0.0062 A	0.0133 A	0.0099 B
Amarillo	0.0052 AB	0.0120 B	0.0127 A
Blanco	0.0039 B	0.0109 C	0.0131 A
	DMS = 0.0013	DMS = 0.0002	DMS = 0.0004

Números seguidos por la misma letra en columna, no muestran diferencia significativa (DMS, 0.01)

V. CONCLUSIONES

- 1.- Los mejores resultados obtenidos para el variable peso fresco de tallo, se obtuvieron con el tratamiento 10^{15} bacterias ml^{-1} en la interacción con el polietileno de color Amarillo.
- 2.- En cuanto la variable peso fresco de raíz, se observó que el mejor resultado se obtuvo al aplicar 10^6 bacterias ml^{-1} bajo la cubierta de polietileno de color Amarillo.
- 3.- El mayor crecimiento en cuanto a Longitud de Raíz se obtuvo en el tratamiento 10^6 bacterias ml^{-1} bajo la cubierta de polietileno de color Transparente.
- 4.- La concentración 10^9 bacterias ml^{-1} inoculadas a la semilla de Pimiento, incremento notablemente el Área Foliar con la interacción del polietileno Transparente.
- 5.- El Peso Seco de Tallo y Raíz, se logra mejorar con la concentración de 10^9 bacterias ml^{-1} , bajo cubiertas de polietileno de color Transparente y Blanco.
- 6.- Las variables estudiadas presentaron respuestas más favorables al uso de cubiertas blancas y transparentes.
- 7.- En algunas variables estudiadas no se encontró consistencia por lo tanto se recomienda incrementar el tamaño de muestra o incrementar el numero de repeticiones a fin de tener resultados mas consistentes.

VI. LITERATURA CITADA

- Aylsworth, D. J. 1997. Novedades sobres plásticos. Revista Productores de hortalizas. Madrid España ,1ra edición p.26-28.
- Barrios, S., A. Potenza and M.V. López. 1986. Utilización del *Azospirillum* (diazotrofo rizosférico) en el tricultivo. In: Actas del Primer Congreso Nacional de AIANBA. Pergamino, Argentina, 6-10 de Octubre.p.15-35.
- Bashan, Y., G. Olguín, M.E. Puente, A. Carrillo, L. Alcaraz-Meléndez, A. López-Cortés y J.L. Ochoa. 1993. Critical evaluation of plant inoculation with beneficial from the genus *Azospirillum*. pp. 115-126. In: R. Ferrera-Cerrato y R. Quintero L. (eds.). Agroecología, sostenibilidad y educación. Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Bashan Y. and Holguin G. 1997. *Azospirillum*-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996).Can. J. Microbiol. 43: 103-121.
- Bashan, Y. 1999. Interactions of *Azospirillum* spp in soils: a review. Biol Fertil Soils. 29:246-256.
- Bellone C H; Carrizo de Bellone S y Guerrero O. 19991. Inoculaciones con *Azospirillum brasilense* incrementan el peso seco y la micorrización en frutilla. II Reunión Científico Técnica- Biología del Suelo- Fijación biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias. 255-257. Pp.
- Bellone C H; Carrizo de Bellone S y Guerrero O. 1999a. Inoculaciones con *Azospirillum brasilense* incrementan el peso seco y la micorrización en frutilla. II Reunión Científico Técnica- Biología del Suelo- Fijación biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias.255-257. Pp.
- Bellone C H, Carrizo de Bellone S, Jaime M A, Manlla A M y Monzón de Ascorregui M A. 1999b. respuesta de los cultivares de maíz (*Zea mays L.*) a la inoculación con distintos aislamientos de *Azospirillum spp*. II Reunión Científico Técnica – Biología del Suelo – Fijación biológica del nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca –Facultad de Ciencias Agrarias. 283-286p.
- Bellone C H; Carrizo de Bellone S. 2001.*Azospirillum brasilense* induce la producción de jasmonatos en raíces de caña de azúcar. III Reunión Nacional Científico Técnica de biología del Suelo- Fijación biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Salta, facultad de Ciencias Naturales.

- Beringer, J.E. 1984. The significance of symbiotic nitrogen fixation in plant production. *Plant Sci.* 2: 269-286.
- Burdman, S.; Hamaoui, B. y Okon, Y. 2000. Improvement of legume crop yields by co-inoculation with *Azospirillum* and *Rhizobium*. The Otto Warburg Center for Agricultural Biotechnology. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- Chanway, C.P., R.K. Hynes y L.M. Nelson. 1989. Plant growth-promoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogen fixation of lentil (*Lens esculenta* Moench.) and Pea (*Pisum Sativum* L.). *Soil. Biol. Biochem.* 21: 511-517.
- Chanway, C.P. 1997. Inoculation of tree roots with plant growth promoting soil bacteria: An emerging technology for reforestation. *For. Sci.* 43: 99-112.
- Creus C M, Cataneo S H, Bariffi H I, Sueldo R J y Barassi C A. 1996. Actas de la XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. 294-295p.
- Curl, E. A. Y B. Truelove. 1986. The rhizosphere. Springer-Verlag - New York.
- Converse, R. 1981. The Israeli strawberry industry. *Hortscience* 16 (1): 19-22.
- Daza, C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica oleracea* var. botrytis bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura.
- De Freitas, J.R. y J.J. Germida. 1992. Growth promotion of winter wheat by *Pseudomonas fluorescens* under growth chamber conditions. *Soil Biol. Biochem.* 24:1127-1135.
- De Santiago, J., 1996. Programación de siembra de chiles verdes, productores de Hortalizas. Publicaciones, octubre. Publicaciones periódicas de Meister. México, D. F. p.11-14.
- Fallik, E.; Sarig, S. and Okon, Y. 1994. Morphology and physiology of plant roots associated with *Azospirillum*. In *Azospirillum/Plant Associations*. Edit. Ed. Okon, pp 77-86. CRC Press.
- Fallik, E. and Y. Okon. 1996. Inoculants of *Azospirillum brasilense*: Biomass production, survival and growth promotion of *Setaria italica* and *Zea mays*. *Soil Biol. Biochem.* pp. 123-126.
- Ferrera-Cerrato, R. 1995. Efecto de rizosfera. pp. 36-52. In: R. Ferrera-Cerrato y J. Pérez M. (eds.). *Agromicrobiología. Elemento útil en la agricultura*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Frioni L. 1999. *Procesos Microbianos Tomo II*. Editorial de la Fundación Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba). 286p.

- Gabriel, E.L., H. Lotti, R.M. Benito, and O.R. Larroque. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Hortic.* 357:243-250.
- Himelrick, D.G., W.A. Jr. Dozier, J.R. Akridge, J.L. Maas, and G.J. Galletta. 1993. Effect of mulch type in annual hill strawberry plasticulture systems. *Acta Hortic.* 348:207-212.
- Hofflan, E, P.A.H.M. Barkkery V, L. C Loon. 1997. Multiple disease protection by rhizobacteria that induce systemic resistance-reply. *Phytopathol* 87: 2, 138.
- Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la agricultura. UAAAN (CIQA). 3-7 de Noviembre de 1997.
- Iglesias I. C., Hordoji R C, Lifshitz V y Romero E G 2000. Inoculación con *Azospirillum spp* y *Sacchoromyces spp* en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*).
- Iglesias I, Cracogna M, Fogar M N y Miceli G. 2001. Inoculación con *Azospirillum sp* en cultivos comerciales. Girasol en la loma. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. UNNE (CD ROM). Sección Ciencias Agrarias.
- Jaime M, Martín G. O. (h), Fernández R. R., Nasif A y Martinez Pulido L. 1999. incremento de productividad en maíz, mediante inoculante con microorganismos fijadores libres de nitrógeno. II Reunión Científico Técnica – Biología del Suelo – Fijación biológica del nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca – Facultad de Ciencias Agrarias. 197-199p.
- Jones, G. H. 1992. Plants and microclimate. A quantitative approach to environmental plant physiology. Second edition. Cambridge University Press, 428 p.
- Kapulnik Y., Felman M., Okon Y. y Y. Henis. 1985. Contribution of Nitrogen Fixed by *Azospirillum* to the nutrition of spring wheat in Israel. *Soil Biology and Biochemistry.* 17: 509-515.
- Lifshitz, R,J.W. kloeppeper y M. Kozlowski 1987. Growth promotion of canola (repeseed) seedlings by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotics conditions. *Can. J. microbial.* 3: 390-395. in Israel.
- Lucangelli C y Bottini R. 1996. Actas de la XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. 466-467p.
- Muñiz, V. A. 1994. Producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis de licenciatura U.A.A.AN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Okon, Y. 1982. Recent Progress in research on biological nitrogen fixation with non leguminous crops. *Phosphorous And Agriculture.* 82: 3-8.

- Okon Y. 1985. *Azospirillum* as a potential inoculant for agriculture. 1985. Trends Biotechnol. 3:223-228
- Okon and C. Labandera-Gonzalez. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biol. Biochem. Vol 26 (12):1591-1601.
- Papaseit, P, J. Badiola y E. Armaguel 1997. Los plásticos y la agricultura editorial de hortalizas. Madrid. p24-27.
- Perotti E B R y Pidello A 1999. II Reunión Científico Técnica de Biología del suelo, fijación biológica del nitrógeno. FCA-UN de Catamarca. 181-184p.
- Pilatti, R., A y J., C. Favaro. 1999. El cultivo de Pimiento bajo invernadero editorial de hortalizas.Madrid.p.32-38
- Rodríguez Cáceres, E., G. Gonzáles Anta, J. López, C. Di Ciocco, J. Pacheco Basurco and J. Parada. 1994. *Azospirillum brasiliense* and *Bacillus polymyxa* inoculation in yield response of field grown wheat in an Argentine semiarid region. Arid Soil Research and Rehabilitation.p.17-23.
- Roblero, P, F y L. Martín, V, L. 1981. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Robledo, F. y Martin, L. 1988. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 573 p.
- Rodriguez M., M. N. 1995. Microorganismos libres fijadores de nitrógeno. Pp. 105-126. In: R. Ferrera-cerrato y J. Pérez M. (eds.). Agro microbiología, Elemento útil en la Agricultura. Colegio de posgraduados. Montecillo, México.
- Ruiz R A, Sánchez Serra AP, García I E, Satorre E H. 1996. Actas de la .XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. p 310-311 Sagarpa, 1984,México.
- Schnak, S. C. Weier, K.L. y I. C. Macroe. 1981. Plant yield and nitrogen content of a *Digitaria* grass in response to *Azospirillum* inoculation. Applied and Environmental Microbiology. 91: 342-349.
- Smith, R.L., Scahank, S.C., Milan, J.R. y A.A. Baltensperger. 1984. Responses of *Sorghum* and *Pennisetum* especies to the nitrogen fixing bacterium *Azospirillum brasiliense*. Applied and Environmental Microbiology. 47: 1331-1338.
- Somos, A. (1984) The paprika. Akadémia; Kiadd. Budapest. Revista Productores de Hortalizas Sep. Pág.30-33.

- Taller, G.J. y T. Wong 1989. cytokinins in *Azobacter vinelandi* culture medium. *Appl Environ. Microbiol.* S: 266-267.
- Torres R., E. 1983. Invernaderos familiares: Producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. En: *Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar.* Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1 - 10.
- Valadez, L., A. 1996 *Producción de Hortalizas.* 5ta reimpresión. Editorial limusa, S.A. de C.V. grupo Noriega Editores. Pp. 185-197. México. D. F.
- Vilmorín Díaz, F.1977. El cultivo de pimiento dulce (tipo Bell). Editorial Diana, México.p.45-58
- Wells, O.; LOY,B. 1985. Intensive vegetable production with row covers. *HortSci.* USA. 20(5):822-825.
- Zhang F., Narges D., Hynes R.K. y D.L. Smith. 1996. Plant growth promoting rhizobacteria and soybean (*Glycine max* L. Merr) nodulation and nitrogen fixation at suboptimal root zone temperatures. *Annals of Botany.* 77: 453-459.