

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE *Azospirillum* sp. Y
POLIETILENO AMARILLO, BLANCO Y ROJO,
EN SEMILLA DE COLIFLOR (*Brassica Oleracea var botrytis*)**

Por:

HERNÁNDEZ BADILLO RAMIRO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2007

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO
NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMIA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE *Azospirillum* sp. Y
POLIETILENO AMARILLO, BLANCO Y ROJO,
EN SEMILLA DE COLIFLOR (*Brassica Oleracea* var *botrytis*)**

TESIS

Realizado por:

HERNANDEZ BADILLO RAMIRO

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por:

Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal

Dra. Rosalinda Mendoza Villareal
Sinodal

Dr. Víctor M. Reyes Salas
Sinodal

Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Mayo del 2007

Mayo de 2007

Mayo 2007

El presente trabajo de investigación derivó del proyecto 02-03-0304-2358, con financiamiento de la Universidad, siendo la responsable la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, quién fue la directora de tesis del alumno Ramiro Hernández Badillo, del trabajo titulado:

**Evaluación de la concentración de *Azospirillum* sp. y polietileno amarillo,
blanco y rojo,
en semilla de coliflor (*brassica oleracea var botrytis*)**

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

Por este conducto se extiende la presente constancia

M.C. Arnoldo Oyervídez García

Coordinador de la División del Agronomía

Buenvista, Saltillo, Coahuila

DEDICATORIAS

A Dios

Por permitirme culminar mi carrera profesional con bienestar y salud, porque jamás me abandonó en los momentos mas difíciles y sobre todo por darme la fe para creer en el.

A mis padres:

FIDELIA BADILLO OLGUIN

ERASMO HERNÁNDEZ HERNANDEZ

Con profundo cariño por haberme brindado amor, su apoyo incondicional y comprensión desde los inicios de mi vida, por enseñarme que el estudio es la base del éxito en la vida, no se de que manera pagarles todo el tiempo que les he robado pensando en mi y las cosas que se han reservado por darme lo mejor.

Pero sobre todo por tenerlos como padres gracias...

A mis hermanos

Lénin

José Luís

Iván

Por que son personas a las quiero, admiro y respeto. Con los que he compartido penas y alegrías en la vida. Pero sobre todo por el hecho de ser mis hermanos y mis mejores amigos.

A mi cuñada y a mis sobrinos

Alejandra
Kevin y Karen

Con aprecio y cariño, por haberme dado la oportunidad de ser tío, sencillamente por el hecho de ser esposa e hijos de una gran persona. Los quiero.

A mis abuelitas, tíos y primos

Por aconsejarme en todo momento de mi vida, por ser como son. Los amo familia.

A mi novia

Haydee Carolina

Por su comprensión y amor que me a otorgado. Por todos los momentos que hemos vivido. Amor gracias eres increíble **te amo**.

A todos mis amigos

Por compartir momentos inolvidables, durante mi estancia en la Universidad, no quiero mencionar nombres para no omitir a ninguno simplemente los recordare con mucho cariño, a todos, gracias. En especial a la flaca.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (MI ALMA TERRA MATER), por haberme brindado la oportunidad de superarme, pero sobre todo por darme abrigo todo el tiempo que estuve en esta grandiosa universidad, para lograr uno de mis sueños mas anhelados.

A mi familia Hernández Badillo, por todo el apoyó recibido tanto moral como económico.

A la familia Sifuentes Saucedo, por darme la confianza y oportunidad de sentirme en casa y haber recibido apoyo durante mi estancia en la universidad.

A mis asesores

Dr. Rosalinda Mendoza Villarreal

Dr. Valentín Robledo Torres

Dr. Víctor M. Reyes Salas

Ing. José Luis Aldana Hernández

Por su cooperación y tiempo dedicado en la realización de este trabajo.

INDICE DE CONTENIDO

	Pagina
I. INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del cultivo.....	4
Origen.....	4
Importancia.....	4
Clasificación botánica.....	5
Características botánicas.....	6
Raíz.....	6
Tallos.....	6
Hoja.....	6
Requerimiento del cultivo.....	7
Condiciones ambientales.....	7
Condiciones edáficas.....	7

Azospirillum

Historia.....	8
Distribución.....	9
Aislamiento e identificación.....	10
Clasificación taxonómica.....	10
Efectos de <i>azospirillum</i> en la morfología de la planta.....	12
Biomasa.....	14
Interacción con la planta.....	14
Uso de los plásticos en la agricultura.....	16
Macrotuneles.....	17
Ventajas de los macrotuneles.....	18
Materiales plásticos utilizados en la agricultura.....	19
Propiedades de los plásticos agrícolas.....	19
Influencia de la radiación luminosa sobre altura, longitud de	
Raiz, peso fresco y seco de plantas.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	25
Localización geográfica.....	25
Material biológico.....	25
Materiales.....	25
Preparación del sustrato y llenado de charolas.....	26
Inoculación.....	26
Siembra.....	27

Macrotuneles.....	27
Diseño experimental.....	27
Variables evaluadas.....	28
Longitud de raíz.....	28
Área foliar.....	28
Determinación de biomasa.....	28
Peso fresco de follaje y raíz.....	29
Peso seco de follaje y raíz.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
Área foliar.....	30
Longitud de raíz.....	32
Peso fresco de raíz.....	34
Peso fresco de tallo.....	36
Peso seco de raíz.....	39
Peso seco de tallo.....	41
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RESUMEN.....	45
VIII. LITERATURA CITADA.....	46

INDICE DE CUADROS

	Pagina
4.1 Cuadrados medios del ANVA para área foliar en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> sp y tres cubiertas plásticas.....	30
4.2 Prueba de comparación de medias de los tratamientos de <i>Azospirillum</i> sp para la variable área foliar en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	31
4.3 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable área foliar en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	31
4.4 Cuadrados medios del ANVA para longitud de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> y tres cubiertas plásticas.....	32
4.5 Prueba de comparación de medias de los tratamientos de <i>Azospirillum</i> sp para la variable longitud de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	33
4.6 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable longitud de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	34
4.7 Cuadrados medios del ANVA para peso fresco de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> y tres cubiertas plásticas	35
4.8 Prueba de comparación de medias de los tratamientos en la variable peso fresco de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	36
4.9 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso fresco de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	36

4.10 Cuadrados medios del ANVA para peso fresco de tallo en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> y tres cubiertas plásticas.....	37
4.11 Prueba de comparación de medias de los tratamientos de <i>Azospirillum</i> sp para la variable peso fresco de tallo en tres muestreo de plántulas de coliflor.....	38
4.12 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso fresco de tallo en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	38
4.13 Cuadrados medios del ANVA para peso seco de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> y tres cubiertas plasticas.....	39
4.14 Prueba de comparación de medias de los tratamientos de <i>Azospirillum</i> sp para la variable peso seco de raíz en tres muestreo de plántulas de coliflor	40
4.15 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso seco de raíz en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	41
4.16 Cuadrados medios del ANVA para peso seco de tallo en tres muestreos de plántulas de coliflor inoculadas con cuatro concentraciones de <i>Azospirillum</i> y tres cubiertas plásticas.....	41
4.17 Prueba de comparación de medias de los tratamientos de <i>Azospirillum</i> sp para la variable peso seco de tallo en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	42
4.18 Prueba de comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso seco de tallo en tres muestreos de plántulas de coliflor.....	43

I. INTRODUCCION

La coliflor esta considerada como la hortaliza más delicada y complicada de las crucíferas en cuanto a manejo se refiere, es de rápido crecimiento y fácil de cultivarla. De ella se consume la inflorescencia, constituida generalmente por las flores abortivas acortadas de color blanco. La coliflor tiene gran importancia económica a nivel mundial, se consume principalmente como verdura o en ensalada; también se puede ingerir cruda, cocida, encurtida o industrializada. En México se consumen 200,000 toneladas al año, el consumo nacional de coliflor es mayor que el del brócoli, pero también la mayor parte de la producción es destinado para congelado y/o procesado con fines de exportación.

Ensayos recientes han demostrado que la utilización de los plásticos puede contribuir muy eficazmente a la producción agrícola en general. El uso de los microtuneles proporciona condiciones mas adecuadas para el desarrollo de las plántulas o bien del cultivo obteniendo un microclima en el interior del mismo, utilizando diferentes colores de polietileno como cubierta, ya que estos influyen sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, de acuerdo a su longitud de onda, relacionándose con las necesidades de temperatura, termicidad y el coeficiente global de transmisión calorífica.

En México, es necesario reducir los fertilizantes químicos, debido a la economía precaria de los productores, una estrategia, para abatir los altos costos de producción, pueden ser el empleo de abonos verdes, estiércol, compostas, etc. Pero en investigaciones recientes con el uso de biofertilizantes, estos costos disminuyen. Además de que no contaminan al suelo ni destruyen su ecología. Uno de ellos pertenece al género *Azospirillum* sp el cual fija nitrógeno atmosférico. Este es un elemento que en las células de todos los seres vivos, participa en una serie de procesos fundamentales, por lo cual es esencial para obtener el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos (Daza, 1994)

Existen también bacterias fijadoras del nitrógeno no simbióticas, entre las que se encuentran, especies del género *Azotobacter* (aerobias), *Clostridium* (anaerobias) y *Azospirillum* (microaerofilicas), estas últimas se asocian con raíces de pastos, maíz, trigo, cebada y algunas hortalizas, ya que le proporciona el nitrógeno disponible para el cultivo. La importancia de la inoculación con *Azospirillum* es la de fijar N₂ atmosférico por medio de la enzima nitrogenasa para que la planta lo asimile en forma de amoníaco, o nitrato de tal manera que la planta lo asimile mas fácilmente.

La inoculación con semillas, es una metodología razonable de adoptar, con la finalidad de proveer al cultivo aportes de nitrógeno y otros estimuladores biológicos del crecimiento, así mismo es una práctica de biotecnología.

Uno de los objetivos que tiene la agricultura moderna es el de incrementar el rendimiento, sin contaminación del producto final, por ello es necesaria la implementación de los biofertilizantes orgánicos, los cuales no contaminan al cultivo.

OBJETIVOS

1. Evaluar la respuesta de coliflor al uso de *Azospirillum* sp. (inoculado en semilla) y su interacción con el color del polietileno del microtúnel.
2. Evaluar la longitud de raíz, área foliar, peso fresco y peso seco de tallo y raíz, al inocular con cuatro concentraciones de *Azospirillum* sp.

HIPOTESIS

Al inocular semilla de *Azospirillum* sp se incrementa el área foliar, longitud de raíz y la biomasa, por que la bacteria promueve el crecimiento de la planta, dicho efecto se potencializa con macrotúneles de polietileno de color amarillo, blanco y rojo.

II. REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Origen

El cultivo de coliflor se origina (*Brassica oleracea var. botrytis*) en las costas del Mediterráneo, Inglaterra, Dinamarca y Holanda; los pueblos del Mediterráneo podían encontrarla en forma silvestre, por lo que poco a poco se fue mejorando el cultivo hasta hacerse comestible para obtener variedades.

Importancia

La coliflor tiene gran importancia económica a nivel mundial, ya que es fácil su cultivo y de rápido crecimiento, se consume principalmente como verdura o en ensalada; también se puede ingerir cruda, cocida, encurtida o industrializada. En el 2002 en México se produjeron 200,000 toneladas, China es el país que mas produce (6, 389,118 toneladas) y Portugal es el menor productor con 35, 000 toneladas.

Clasificación Botánica

Pertenece a la familia cruciferae siendo su nombre científico (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.).

Categoría	Clasificación
Reino:	<i>plantae</i>
División:	<i>magnoliophyta</i>
Subdivisión:	<i>angiospermae</i>
Clase:	<i>magnolopsida</i>
Subclase:	<i>dillinae</i>
Orden:	<i>capparales</i>
Familia	<i>cruciferae</i>
Genero:	<i>Brassica</i>
Especie:	<i>oleracea</i>
Variedad botánica:	<i>botrytis</i> L.

Características Botánicas

Raíz

Su sistema de raíces es muy ramificado y profundo pudiendo extenderse de 50 a 110 cm. de profundidad Valadez. (1994); las raíces penetran entre 45 y 60 cm, posee una raíz pivotante.

Tallo

Su tallo es muy pequeño (10cm), no se ramifica, al alcanzar su altura definida entre 5 y 10 cm inicia la formación de hojas.

Hoja

Sus hojas se alternan en la parte superior son rugosas y por su disposición son las que forman el follaje de la planta, sus hojas son muy suculentas y su coloración varía en diversas tonalidades de verdes. Cuando tiene de 20 a 25 hojas se empieza a diferenciar la cabeza. Existen coliflores de invierno y algunas variedades de otoño que tienen sus hojas internas estrechamente unidas a la pella (cabeza) protegiéndose así de heladas leves y de otros daños causados por las variaciones atmosféricas (Hume, 1971).

Requerimientos del Cultivo

Condiciones Ambientales

La coliflor es la hortaliza más sensible a las condiciones climáticas de una zona. El clima marítimo, templado – calido, es el indicado, sin embargo también se adapta al frío – húmedo, siempre y cuando el ciclo vegetativo se desarrolle en abrigos adecuados. Sin embargo en el clima calido –seco se acelera su floración y por ello no llega a la comercialización del producto (Bolea, 1982)

Condiciones edáficas

Las coliflores se cultivan en todo tipo de suelos desde los arenosos hasta los arcillosos. Sin embargo hay consideraciones para cada tipo de suelo, por ejemplo el suelo arenoso o migaron, es preferible para cosechas tempranas sobre todo cuando la humedad no es un factor limitante. Los suelos arcillosos o con mucha materia orgánica proporcionan cosechas tardías. La coliflor no prospera muy bien en suelos ácidos, debido a que su pH optimo es de 5.5 a 6.5 (Mortensen y Bullard, 1967).

Historia de *Azospirillum*

La primera especie de *Azospirillum* fue aislada por Beijerinck en 1925 quien lo denominó *Spirillum lipoferum*, Beijerinck fue el primero en informar que se distribuyo extensamente en la raíz de varios céspedes tropicales. Después del descubrimiento de la asociación simbiótica que existe entre raiz - bacteria en *Rhizobium*, se encontró específicamente en los cereales una bacteria del género *Azospirillum*. La bacteria vive en y dentro de la superficie de las raíces y proporciona el nitrógeno necesario a la planta, con ello se reduce el uso de fertilizantes químicos (Day y Dobereiner, 1976).

Posteriormente se le llamó *Azospirillum* y se distinguieron dos especies: *Azospirillum brasilense* y *A. lipoferum*. El efecto de inoculación con *Azospirillum* en la de plantas puede tener como resultado un cambio significativo en varios parámetros del crecimiento y puede o no afectar el rendimiento en la cosecha.

Estos cambios son relacionados directamente a concentraciones de inoculación: más alto que los niveles óptimos, mientras que las dosis de baja concentración no tienen efecto. Los efectos positivos de inoculación se han demostrado en varios parámetros de raíz, inclusive el aumento en la longitud de raíz, particularmente de la zona de alargamiento. El volumen de raíz, apariencia temprana de cabellos de raíz, un aumento en la división celular del meristemo de la raíz (Bellone; Carrizo de Bellone, 2001).

Distribución

Azospirillum muestra una 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. Las especies de *A. brasilense* y *A. lipoferum* se encuentran en mayor abundancia en suelos con valores de pH cercanos a la neutralidad, aún cuando a pH abajo de 5 se les encuentra en forma esporádica y no lográndose su aislamiento en suelos con pH menor a 4.5.

Un estudio en el que se evaluaron 23 tipos de suelos con características diferentes, mostró que algunos factores abióticos como porcentaje de arcilla, contenido de materia orgánica, capacidad de retención de agua y contenido de nitrógeno afectan positivamente la sobrevivencia de *A. brasilense* en tanto que el tamaño de las partículas de arena y especialmente la alta concentración de carbonato de calcio afectan negativamente la sobrevivencia de esta especie en ausencia de plantas. No obstante, la sobrevivencia de *A. brasilense* en la rizosfera es independiente de la aridez del suelo.

Aislamiento e Identificación

Las bacterias del género *Azospirillum* son ligeramente curvas y de forma bacilar, con 1μ de diámetro y de longitud 2.1, 3.8μ son móviles en medio líquido con un flagelo polar, en medio sólido a 30° C presenta numerosos flagelos laterales cortos y fijan el nitrógeno atmosférico. Se asocian en las raíces de cultivos de cereales, pastos y plantas tuberosas, no son formadoras de nódulos en las raíces.

Clasificación Taxonómica

La clasificación del género *Azospirillum* aparece en el manual de Bergey (1984). Como se muestra a continuación:

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

braslense

amazonense

haloproferenses

irakenses

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 medio de cultivo usado para el enriquecimiento de las especies de *Azospirillum* ha sido el NFb semigelificado “libre” de nitrógeno y con malato como fuente de carbono. No obstante, en este medio de cultivo son aisladas predominantemente cepas de las especies *A. lipoferum* y *A. brasilense*. El medio NFb con algunas modificaciones en su composición y pH permiten el aislamiento predominante de otras especies de *Azospirillum*.

Una de las características fenotípicas usada como criterio para el reconocimiento del género *Azospirillum* es el color rojo escarlata. No obstante, en este medio pueden encontrarse colonias mutantes de *Azospirillum* de color blanco debido a la incapacidad de producir polisacáridos no identificados.

Efecto de *Azospirillum* en la morfología de la planta

En 1980, Bashan describió un efecto marcado de inoculación en el desarrollo en la longitud de raíz. Los cambios visibles en el crecimiento de la planta atribuido a la inoculación de *Azospirillum*, se considera comercialmente valioso a la agricultura moderna por los cambios observados dentro de las mismas en el sistema radicular.

La inoculación de frutilla (*Fragaria Xananassa* Duch) con *Azospirillum brasilense* incrementa la biosíntesis de la quitinasa defendiéndola de los patógenos y aumenta la longitud de los pelos radicales mejorando la absorción de los nutrientes (Bellone, Carrizo de Bellone, Jaime, Manlla y Monzón de Ascorregui. 1999)

González (1994), menciona una estimulación en el crecimiento de raíces, aumento en 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. Los efectos sobre las plantas de la inoculación con *Azospirillum* se producen en los estadios iniciales de crecimiento, las primeras semanas después de la colonización radicular.

Azospirillum estimula la densidad y longitud de los pelos capilares, la velocidad de aparición de las raíces laterales y la superficie radical. La intensidad de estos efectos en la morfología radical depende de la especie vegetal, el cultivar y de la concentración del inóculo de *Azospirillum sp* (Frioni, 1999).

Azospirillum tiene un efecto estimulante en la rizosfera, sobre todo en los períodos más críticos de nitrógeno para los cultivos; floración y llenado de grano (Frioni, 1999). Lucangelli y Bottíni (1996), demostraron que la presencia de la bacteria *Azospirillum lipoferum* o *A. brasilense* incrementan positivamente el largo del primer entrenudo tanto en maíz (*Zea mayz L.*) como en arroz (*Oryza sativa L.*).

También en maíz (*Zea mayz L.*) (Bellone *et al.*, 1999), Registraron mejoras en el peso seco del sistema radicular y en los parámetros de la parte aérea. Creus, Cataneo, Bariffi , Sueldo y Barassi (1996) encontraron que la presencia de *Azospirillum sp* 245, mejora el estado hídrico de plántulas de trigo.

Biomasa

Biomasa, abreviatura de masa biológica, es un término genérico que hace referencia a la cantidad de materia viva producida por plantas, animales, hongos o bacterias, en un área determinada.

En un estudio realizado con trigo var. Pavón inoculado con *Azospirillum* sp y *Azotobacter*, fueron comparadas con urea (80 Kg por ha) y se encontró que se incrementó el peso seco igual que cuando se fertiliza con urea (García-González *et al.*, 2005)

Interacción con la planta

La práctica de inoculación puede ser una metodología razonable de adoptar con la finalidad de proveer al cultivo aportes de la fijación biológica del Nitrógeno y otros estimuladores biológicos de crecimiento (Iglesias, Hordoji, Lifschitz y Romero, 2000)

Tal como cita (Bellone, Carrizo de Bellone, 2001), *Azospirillum brasiliense* es una rizobacteria fijadora del nitrógeno del aire que promueve el crecimiento cuando es inoculada especialmente en gramíneas.

Garcia de Salomone y Nelson (2001), comprobaron efectos benéficos directos sobre el crecimiento vegetal de las rizobacterias productoras de fitohormonas PGRs.

Jaime *et al.* (1999) concluyeron que la inoculación con diferentes cepas fijadoras libres de nitrógeno lograban incrementos en el cultivo de maíz, en especial con *Azospirillum*. Otros efectos beneficiosos son la producción de antibióticos, sustancias promotoras, solubilización de nutrientes, degradación de fitotóxicos, sustancias reguladoras de crecimiento (Frioni, 1999).

Varios microorganismos del suelo comunes en la rizosfera son capaces de producir PGRs (fitohormonas), producción que tiene un pronunciado efecto sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Arshald Frankerberger, 1992). La inoculación con *Azospirillum* es una práctica en biotecnología del suelo debido a la capacidad que tiene esta bacteriana de fijar nitrógeno, producir fitohormonas entre otros compuestos (Perotti y Pidello, 1999).

A. brasilense tiene la capacidad para adherirse a las raíces debido a sus características químicas y aerotácticas, por ejemplo en gramíneas como el mijo (*Pennisetum purpureum*) y *Digitaria decumbens*, trigo, maíz, así como de otras familias que incluyen al algodón y tomate, e incluso a superficies inertes como poliestireno y arena.

La asociación de *Azospirillum* con las raíces de las plantas se desarrolla en dos etapas completamente independientes. La primera consiste en una absorción rápida, débil y reversible, la cual es dependiente de proteínas de la superficie bacteriana. La segunda fase consiste de un anclaje lento pero firme e irreversible que alcanza su máximo nivel 16 h después de la inoculación, el cual parece ser dependiente de un polisacárido extracelular de *Azospirillum*.

Uso de los Plásticos en la Agricultura

Los plásticos son materiales sintéticos generalmente compuestos por moléculas orgánicas con un elevado peso molecular conocido como monómeros. Los monómeros reaccionan entre ellos en un proceso llamado polimerización, dando como resultado los polímeros, o también llamados plásticos (Papaseit *et al.*, 1997)

Robledo y Martín (1981) 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.

En algunas zonas de México como en otros países, el uso de los plásticos en la agricultura aplicados en diversas formas (invernaderos, macro y microtúneles, etc.) proporcionan condiciones mas adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose cantidad y calidad de productos (Ibarra, 1991).

Macrotuneles

Los macrotúneles, son una de las técnicas más tradicionales para la producción forzada de cultivos, las láminas de plástico utilizadas principalmente para cubrirlos son de polietileno, por su ligereza y flexibilidad, se adaptan perfectamente a estructuras semicirculares y sencillas que producen el efecto invernadero deseado en los cultivos de bajo porte.

La insolación incrementa la temperatura y la humedad bajo estas pequeñas estructuras mejorando el microclima (Papaseit *et al.*, 1997).

La producción forzada mediante la utilización de 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. Algunos cultivos soportan temperaturas mayores de 30° C, tal es el caso del melón.

El rendimiento de otras cucurbitáceas como sandía, pepino y calabacita de verano, se incrementa por el efecto de los microtúneles pero su respuesta es más variable que la del melón.

Los macrotúneles han mostrado buen éxito en varios cultivos hortícolas de siembra directa: haba, frijol, betabel, zanahoria, col o repollo, lechuga, chícharo, rábano, nabo, espinaca, etc. Y en otras hortalizas que han sido desarrolladas bajo cubiertas de poliéster y polipropileno (Weaver, 1990).

Ventajas de los Macrotúneles

Las ventajas de los macrotúneles son muchas, entre ellas el bajo costo de implementación, lo que permite que una persona pueda llegar a tener un invernadero mediante un programa que se inicia con mínima inversión, las principales ventajas son: **Precocidad** se obtienen cosechas en menos tiempo, **Programación** se obtienen cosechas fuera de las épocas normales de producción. **Protección** se protegen las cosechas del frío, lluvia, heladas, pájaros, granizo, etc. **Menores costos** reducen el consumo de agroquímicos en general. **Temperaturas** mantienen las temperaturas del suelo lo cual permite un mejor desarrollo radicular. **Calidad** los frutos obtenidos bajo microtúneles son en general de mejor calidad que los que pueden lograrse sin la protección. **Rendimiento** aumentan considerablemente los rendimientos de las cosechas. (Robledo y Martín, 1981).

Materiales Plásticos Utilizados en la Agricultura

Las aplicaciones agrícolas a que puede destinarse un determinado material plástico son numerosas; por ejemplo, puede emplearse en túneles, microtúneles, invernaderos, tuberías, embalses, etc.

Los materiales más utilizados son los siguientes: Poliolefinas, Policloruro de vinilo, Copolímero de etileno-acetato de vinilo, Poliesteres no saturados, reforzados con fibra de vidrio o de nylon, Polimeracrilato de metilo y policarbonatos, polietilenos de diversos tipos y espumas diversas.

Propiedades de los Plásticos Agrícolas

Las características relativas a la transmisión de luz, termicidad y el coeficiente global de transmisión calorífica son características deseables para una mayor y precoz producción, junto a una mayor calidad.

Las dos propiedades de mayor interés para los agricultores son la transmisión de la luz y termicidad del film (porcentaje de luz que penetra del exterior) de acuerdo a Papaseit *et al.*, 1997.

El color rojo trasmite una longitud de onda desde 825 a 800 nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y desarrollo vegetativo de las plántulas (Orzolek y Murphy, 1993).

El PVC rojo mejora y acelera la madurez del fruto en tomate, además reduce la incidencia por ataque temprano de plagas y disminuye los riesgos por enfermedad transmitidas por algunos insectos.

Las radiaciones azules y rojas son más favorables para el desarrollo horizontal de las plantas (tallos menos largos, mayor peso de hojas, mayor peso de raíces, etc.), además se consigue reducir la temperatura a uno o dos ° C en las horas de máxima luminosidad (Ledesma, 1994). También, reportó que la calidad de la luz en las bandas violetas, azul oscuro y azul son óptimas para germinación, el tamaño de las hojas y para el enraizamiento; en cambio, la luz en las bandas verde y amarilla es regular para estos mismos procesos. El color anaranjado es óptimo para germinación.

La cubierta de color blanco refleja gran parte de la radiación visible, estas cubiertas no presentan peligro alguno para los cultivos ya que la temperatura es baja en comparación a otras cubiertas plásticas. Lo cual afecta el desarrollo de malezas, la mayor aportación de energía para las plantas se presenta en la noche.

Daza (1994), encontró que la mejor cubierta para la producción de plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. Brotrytis), fue un microtúnel con PVC blanco. El color blanco, refleja mayor porcentaje de la radiación incidente, lo cual permite que la temperatura del suelo por lo general sea mas fresco (Ledesma, 1994)

Influencia de la Radiación Luminosa sobre la Altura, Longitud de Raíz, Peso Fresco y Seco de Planta.

Daza (1994), encontró que las plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. Brotrytis), dan mejores resultados al producirlas bajo cubiertas plásticas de colores PVC blanco y PVC violeta en macrotúneles.

El plástico transmite al suelo la energía calorífica recibida del sol durante el día produciendo el efecto térmico. Durante la noche limita la fuga de radiaciones IR (energía calorífica creada por el plástico y las plantas) y mantiene la temperatura durante la noche, es un aislamiento entre la planta y las condiciones atmosféricas que están en función del grosor del material lo cual es aprovechada por la planta. El uso de los microtuneles influye notablemente en el incremento de la temperatura siendo menor las fluctuaciones en suelos arcillosos y húmedos que en suelos arenosos y secos (Lamont, 1993)

La temperatura ejerce gran influencia sobre el crecimiento y metabolismo de la planta, y no hay tejido o proceso fisiológico que no esté influenciado por ésta. La respuesta a la temperatura es, además, sustancialmente diferente según el proceso metabólico o el tejido considerado, y un mismo proceso fisiológico por ejemplo la fotosíntesis o la respiración, responden a la temperatura según modalidades diferentes de acuerdo con el estado de desarrollo de las plantas (Lamont, 1993)

Para Martín y Robledo (1981), la temperatura es uno de los factores más importantes y es el que determina donde y cuando un cultivo puede desarrollarse favorablemente. El buen desarrollo de sus diferentes fases fenológicas depende de la temperatura como determinante de los procesos fisiológicos comunes en todas las plantas, como la fotosíntesis, respiración, traslocación, transpiración y otras muchas funciones. La temperatura influye en estos procesos en varias formas y en grados diferentes.

Hernández (1992), comenta que la luminosidad tiene una importancia decisiva en todos los procesos vitales de los vegetales.

Algunas de las funciones mas importantes en el desarrollo de las plantas se debe a la energía luminosa, así tenemos que la luz, además de intervenir en la fotosíntesis, interviene en el fototropismo, crecimiento de los tejidos, floración, etc.

Robledo y Martín (1981), comentan que en estudios hechos con filmes fotoselectivas por ejemplo, de filmes verdes de PVC, se han demostrado que corta el crecimiento y la producción de materia seca. En cambio, cuando las plantas son cultivadas bajo luz violeta, que separa el verde de la luz blanca, se ha visto que aumenta la producción de materia seca.

(S.A.R.H. , 1988) indica que un material ideal como cubierta para túnel debe dejar pasar las radiaciones comprendidas entre 300 y 3000 nm y ser opaco a las radiaciones de mayor longitud de onda y que correspondan a la radiación infrarroja emitida por el suelo y las plantas; para estas radiaciones, la atmósfera es transparente en días propicios a las heladas.

Ledesma (1994), estudió el comportamiento de las plántulas de brócoli producidas bajo condiciones de microtúnel con cubiertas de plástico de polietileno PE y policloruro de vinilo PVC con nueve colores diferentes: PVC violeta, blanco, azul, y transparente, donde los parámetros evaluados fueron: altura de plántula, diámetro de tallo, número de hojas, peso seco radicular y peso seco de follaje. Los mejores resultados obtenidos se tuvieron con los PVC blanco y violeta, seguidos por el PE amarillo y el PE anaranjado dentro de las variables se obtuvieron mejoras dentro de las variables peso seco radicular y follaje.

Muñiz (1994), concluyó en la producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo cubiertas plásticas de colores, acortan los días para el transplante en plántulas de tomate. El mejor tratamiento para las variables evaluadas fue el PVC blanco seguido por el P.E lila y el P.E. violeta. 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 color anaranjado, amarillo, verde, azul, y transparente, determino que con los filtros de colores la emergencia del tomate mostró siete días de precocidad con respecto a la cubierta transparente. La cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate asimilación mayor de CO₂ que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos, características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos fueron influidos positivamente

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica

El trabajo se realizó en microtuneles ubicados a un costado del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual esta situado a 25° 22´ latitud norte , y 101° 00´ latitud oeste y a una altura de 1742 mnsn.

Material biológico

Se utilizo semilla de coliflor inoculada con la bacteria *Azospirillum* sp.

Materiales

Para realizar las actividades de este trabajo se utilizaron lo siguiente:

Charolas de polietileno de 200 cavidades

Polietileno rojo, blanco y amarillo

Sustrato de peat-moss mas perlita

Regadera de jardín

Microtuneles (12/m largo) con tubo (galvanizado ½ pulgada)

Cajas petri

Espátula

Bolsas de papel

Cuter

Regla métrica

Estufa de secado (mod. Lindberg/blue.m)

Medidor de área foliar (portable area meter Li- cor mod. LI- 3000^a)

Balanza analítica

Preparación del Sustrato y Llenado de Charolas

Se mezclaron 50% de peat-moss con 50% de perlita los cuales se humedecen, y desmenuzan hasta homogenizar perfectamente el sustrato.

Inoculación

Se preparó biofertilizante nitrogenado con una cepa de *Azospirillum sp* aislada de trigo en el campo experimental de Buenavista Coahuila, desarrollada en medio Nfb y rojo congo la cepa fue caracterizada previamente en el laboratorio de Investigación de Ciencias Básicas a 29°C por 48 h, del concentrado líquido producido se prepararon las diluciones.

La siembra

Puesto que la semilla es portadora de las características genéticas. La siembra se realizó colocando 200 semillas inoculadas con 4 concentraciones de *Azospirillum* sp. (10^{15} , 10^{12} , 10^9 , 10^6 bacterias ml^{-1} y un testigo) con un total de 5 charolas por microtúnel.

Macrotúneles

Se construyeron cuatro microtúneles con polietileno de distintos colores (Rojo: calibre 300, Amarillo: calibre 300 y Blanco: calibre 300), para evaluar el efecto de *Azospirillum* y su interacción con los colores de los macrotúneles.

Diseño Experimental

El trabajo se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial, con 4 tratamientos y un testigo (A), 3 cubiertas plásticas (B), se realizaron 3 muestreos el primero se hizo cuando había un 80% de plantas germinadas, la segunda y tercera cada 8 días después del primero.

Variables Evaluadas

Longitud de Raíz

En cada evaluación se extrajo la planta completa, se limpió bien eliminando el sustrato, esto sin dañar la raíz; se evaluó 3 veces consecutivas midiendo con una regla métrica. Desde la base hasta el ápice de la raíz más larga.

Área Foliar

Después de que existió un 80 % de germinación se realizaron tres muestreos cada semana, registrándose los valores por cada tratamiento y color de túnel, se logro extendiéndola por completo en un papel de acetato para poder ser medida.

Determinación de Biomasa

Después de haber quitado todas las impurezas de la raíz se separo del tallo, posteriormente fueron pesados por separado, y colocados dentro de las bolsas de papel y puestas en la estufa durante 5 días a 70 °C.

Peso Fresco de Follaje y Raíz

Después de las variables antes mencionadas, para estimar el peso fresco del follaje y raíz, estas fueron separadas en dos partes pesándose por separado, previo al pesado de raíz esta fue sacudida hasta quitar las impurezas del sustrato.

Peso Seco de Follaje y Raíz

Después de haber estado a 70 °C, durante 5 días, se procedió al pesado de cada una de las muestras, que por diferencia de peso se obtuvo el peso seco de follaje y raíz.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Área foliar

El análisis de varianza aplicado a los tres muestreos realizados para la variable área foliar (Cuadro 4.1), muestra que en el primer muestreo no hubo diferencias significativas para concentraciones de *Azospirillum* sp, o colores de cubierta, sin embargo en el segundo y tercer muestreo si se encontraron diferencias estadísticas altamente significativa en tratamientos y colores de cubierta, así como para la interacción entre niveles de *Azospirillum* sp y colores de cubierta.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza para área foliar en plántulas de coliflor inoculadas con *Azospirillum* y desarrolladas bajo tres colores de cubierta plástica, UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S		M E D I O S
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	0.17786 NS	0.84452 **	2.70352 **
COLOR	2	0.16302 NS	2.05609 **	11.48746 **
INTERA.	8	0.05255 NS	0.58386 **	2.58408 **
ERROR	30	0.09055	0.16064	0.52111
TOTAL	44			
C.V. (%)		20.58	12.77	16.95

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa * = diferencia significativa
 C.V.= coeficiente de variación

El análisis de comparación de medias (DMS) de tratamientos para la variable área foliar en los muestreos 2 y 3 (Cuadro 4.2), muestra que la mayor área foliar se registró a la concentración de 10^6 bacterias de biofertilizante superando al testigo numéricamente, aunque no estadísticamente.

Cuadro 4.2. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para área foliar en plántulas de coliflor, UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	1.297778 A	2.7611 C	4.3444 AB
10^6	1.624444 A	3.6089 A	4.8811 A
10^9	1.335556 A	3.1100 BC	3.8944 BC
10^{12}	1.553334 A	3.1689 B	4.6456 A
10^{15}	1.498889 A	3.0389 BC	3.5344 C
DMS	N.S	0.3858	0.6949

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$, N.S= Diferencia no significativa

El análisis de comparación de medias DMS para la variable área foliar (Cuadro 4.3), indica que en el primer muestreo no se presentaron diferencias entre colores de cubierta, sin embargo en el muestreo 2 y 3 el color blanco con una media 3.4920 en el segundo y el tercero con 5.2700 superaron a la cubierta de color rojo y amarillo. El color blanco presentó mejoras en la variable área foliar.

Cuadro 4.3. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable área foliar en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	1.449333A	2.7533 C	3.7827 B
Blanco	1.572000A	3.4920 A	5.2700 A
Rojo	1.364667A	3.1673 B	3.7273 B
DMS	N.S	0.2988	0.5383

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$, N.S= Diferencia no significativa

Longitud de raíz

Para la variable longitud de raíz, el análisis de varianza muestra que en los tres muestreos realizados (Cuadro 4.4) hubo diferencias significativas entre tratamientos en el muestreo 1, el segundo muestreo, pero no en el muestreo tres. Respecto a las respuestas a colores, en los dos primeros muestreos no se encontraron diferencias significativas entre estos, sin embargo en el tercer muestreo si se encontraron diferencias altamente significativas, estos resultados se pueden coincidir con lo expuesto por Daza (1994), quien indica que las plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Brotrytis*), dan mejores resultados al producirlas en microtúneles con cubiertas plásticas de color blanco y violeta.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza para longitud de raíz en plántulas de coliflor inoculadas con *Azospirillum* en tres cubiertas plásticas. UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S		M E D I O S
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	1.540314 *	2.553375 *	1.388245 NS
COLOR	2	0.484619 NS	0.210327 NS	14.164307 **
INTERA.	8	2.008850 **	1.255478 NS	2.566376 NS
ERROR	30	0.469552	0.815780	2.278231
TOTAL	44			
C.V. (%)		13.60	14.84	21.58

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa, * = Diferencia significativa
C.V.= Coeficiente de variación

El análisis de comparación de medias DMS para la variable longitud de raíz muestra en el (Cuadro 4.5), que si hubo diferencia significativa entre tratamientos en los muestreos 1, 2, sin embargo cabe destacar que el

tratamiento que presentó una mayor media fue la concentración 10^{12} teniendo en el primer muestreo 5.5667 y en el segundo 7.0222, en el tercer muestreo no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, por lo que no se muestra comparación de medias. Al respecto Bashan en 1980, describió un efecto marcado de la inoculación, en el desarrollo de la longitud de raíz. Los cambios visibles en el crecimiento de la planta se atribuyen a la inoculación con *Azospirillum* sp. Frioni, 1999, expone que *Azospirillum* sp. estimula la densidad y longitud de los pelos radicales, la velocidad de aparición de raíces laterales. La intensidad de estos efectos en la morfología radical depende de la especie vegetal.

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para longitud de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	5.0000 AB	5.8889 B	6.711111 ^a
10^6	4.4111 B	5.7111 B	6.533334 ^a
10^9	5.1111 A	5.8222 B	7.066667 ^a
10^{12}	5.5667 A	7.0222 A	7.544446 ^a
10^{15}	5.1111 A	5.9889 B	7.122223 ^a
DMS	0.6596	0.8694	NS

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05, NS= Diferencia no significativa

El análisis de comparación de medias DMS para la variable longitud de raíz muestra en el (Cuadro 4.6), que no hubo diferencia significativa entre colores en los dos primeros muestreos, sin embargo el muestreo tres se hizo la comparación de medias ya que existe una diferencia altamente significativa

entre tratamientos, en dicho cuadro se observa que con el color rojo se obtuvo el mayor valor, presentando una media de 7.7933 superando estadísticamente al tratamiento con cubierta de color blanco. El color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800 nm, lo cual favorece la fotosíntesis y es un color que acelera la germinación y desarrollo vegetativo de las plántulas como lo señalan algunos investigadores (Orzolek, and Murphy 1993)

Cuadro 4.6. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable longitud de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	5.246666A	5.993333A	7.2800 A
Blanco	4.920000A	6.046667A	5.9133 B
Rojo	4.953333A	6.220000A	7.7933 A
DMS	NS	NS	1.1254

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$, NS= Diferencia no significativa

Peso fresco de raíz

El análisis de varianza realizado para la variable peso fresco de raíz (Cuadro 4.7), muestra que entre tratamientos de niveles de *Azospirillum* sp. Se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tres muestreos, así como entre tratamientos de colores de cubierta, donde también se encontraron diferencias altamente significativas en los tres muestreos realizados.

Cuadro 4.7. Análisis de varianza de peso fresco de raíz en plántulas de coliflor inoculadas con *Azospirillum* en tres cubiertas plásticas. UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S		M E D I O S
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	0.00089*	0.00317**	0.00033*
COLOR	2	0.00222**	0.00571**	0.00489**
INTERA.	8	0.00165**	0.00182**	0.00038**
ERROR	30	0.00026	0.00007	0.00010
TOTAL	44			
C.V. (%)		25.58	26.29	23.75

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa * = diferencia significativa
 C.V.= coeficiente de variación

El análisis de comparación de medias DMS para la variable peso fresco de raíz muestra en el (Cuadro 4.8), que en el los tres muestreos hubo diferencia entre tratamientos siendo la concentración 10^9 , la que sobresalió en el primer muestreo, la concentración 10^{12} dio altos valores y estadísticamente igual a tratamiento con la concentración de 10^{15} con una media 0.0620. En el segundo muestreo los tratamientos 10^{12} y 10^{15} fueron estadísticamente iguales pero estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. En el muestreo tres resultando estos tratamientos con 10^6 y 10^9 fueron los que presentaron los menores valores y el tratamiento con 10^{15} fue el tratamiento estadísticamente superior con una media de 0.0512. Frioni (1999) reporta que la presencia de *Azospirillum* sp., Fomenta la velocidad de aparición de raíces laterales y la superficie radical.

Cuadro 4.8. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para peso fresco de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	0.0567 BC	0.0185 C	0.0433 ABC
10 ⁶	0.0510 C	0.0231 C	0.0358 C
10 ⁹	0.0748 A	0.0203 C	0.0406 BC
10 ¹²	0.0715 AB	0.0628 A	0.0482 AB
10 ¹⁵	0.0620 ABC	0.0401 B	0.0512 A
DMS	0.0156	0.0083	0.0100

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05

El análisis de comparación de medias DMS, para la variable peso fresco de raíz bajo colores de cubierta muestra (Cuadro 4.9), que hay diferencia en los tres muestreos, en el primer y segundo muestreo se observa que el rojo supera al blanco y al amarillo obteniendo una media en el primer muestreo de 0.0748 y en el segundo 0.0555 como media, sin embargo ya en el tercer muestreo el amarillo supera al los dos restantes con una media de 0.0617.

Cuadro 4.9. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso fresco de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	0.0643 A	0.0210 B	0.0617 A
Blanco	0.0505 B	0.0224 B	0.0442 B
Rojo	0.0748 A	0.0555 A	0.0256 C
DMS	0.0121	0.0065	0.0078

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05

Peso fresco de tallo

El análisis de varianza muestra para la variable peso fresco de tallo (Cuadro 4.10) que en el tercer muestreo hay una diferencia altamente significativa entre tratamientos, en los primeros dos muestreos no hubo

diferencia significativa para tratamientos. En cuanto a colores de cubierta, el análisis de varianza muestra que en los dos primeros muestreos si exhibieron diferencias altamente significativas. Sin embargo en el tercer muestreo no se presento diferencia significativa.

Cuadro 4.10. Análisis de varianza de peso fresco de tallo en plántulas de coliflor inoculadas con *Azospirillum* en tres cubiertas plásticas. UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S		M E D I O S
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	0.00011 NS	0.00082 NS	0.01323 **
COLOR	2	0.00142 **	0.00814 **	0.00503 NS
INTERA.	8	0.00011 NS	0.00026 NS	0.00298 NS
ERROR	30	0.00634	0.00064	0.00178
TOTAL	44			
C.V. (%)		16.42	25.90	26.77

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa * = diferencia significativa
C.V.= coeficiente de variación

El análisis de comparación de medias DMS para la variable peso fresco de tallo en los muestreos 1 y 2 (Cuadro 4.11), muestra diferencias numéricas entre tratamientos de *Azospirillum* sp. Pero no son estadísticamente significativas. Sin embargo en el muestreo si se encontraron diferencias significativas entre tratamientos siendo la dosis 10^6 la que presento el valor mas alto con una media de 0.2166 siguiéndole el testigo que mostró 0.1580 como media, la concentración 10^{15} fue el que presentó la media mas baja de 0.1094.

Cuadro 4.11. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para peso fresco de tallo en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	0.061400A	0.088044 ^a	0.1580 B
10 ⁶	0.069400A	0.112411 ^a	0.2166 A
10 ⁹	0.063656A	0.095800 ^a	0.1489 BC
10 ¹²	0.069533A	0.101856 ^a	0.1564 B
10 ¹⁵	0.066378A	0.091544 ^a	0.1094 C
DMS	NS	NS	0.0407

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05, NS= Diferencia no significativa

El análisis de comparación de medias (DMS) para peso fresco de tallo de plántulas desarrolladas bajo cubiertas de colores muestra (Cuadro 4.12), que hay diferencia en los dos primeros muestreos, en el primer muestreo se observa que la cubierta amarilla y blanca fueron estadísticamente iguales con una media de 0.0707 y el blanco con 0.0725 y fueron superiores con respecto al rojo con una media 0.0581, en el segundo muestreo el blanco fue superior con una media de 0.0114. En el muestreo tres no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos aunque si hay diferencia numérica, el mayor valor lo presento el tratamiento con cubierta blanca.

Cuadro 4.12. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso fresco de tallo en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	0.0707 A	0.0713 B	0.141680 ^a
Blanco	0.0694 A	0.1144 A	0.177733 ^a
Rojo	0.0581 B	0.1081 A	0.154093 ^a
DMS	0.0081	0.0189	NS

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05, NS= Diferencia no significativa

Peso seco de raíz

El análisis de varianza realizado para la variable, peso seco de raíz (Cuadro 4.13) muestra diferencias significativas en los muestreos 1 y 3, pero en el muestreo dos no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. En cuanto al análisis de varianza para peso seco de raíz bajo colores de cubierta se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tres muestreos. Indicando que por lo menos un tratamiento influyo significativamente sobre la variable peso seco de raíz. Esto tiene referencia a lo que expone Creus *et al.*, (1996) en sus experimentos los cuales muestran, cambios positivos en el peso seco del sistema radicular en gramíneas.

Cuadro 4.13. Análisis de varianza de peso seco de raíz en plántulas de coliflor, inoculadas con *Azospirillum* en tres cubiertas plásticas. UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S			M E D I O S		
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	0.00003 **	0.00001 NS	0.00004 *			
COLOR	2	0.00003 **	0.00001 *	0.00041 **			
INTERA.	8	0.00002 **	0.00002 **	0.00002 NS			
ERROR	30	0.00000	0.00000	0.00001			
TOTAL	44						
C.V. (%)		19.68	20.34	23.21			

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa * = diferencia significativa
C.V.= coeficiente de variación

El análisis de comparación de medias DMS para la variable peso seco de raíz muestra (Cuadro 4.14), que no hubo diferencia entre tratamientos en el segundo muestreo, sin embargo en los muestreos uno la concentración que tuvo mejores resultados fue la de 10^9 teniendo un media de 0.0128, seguido de el tratamiento con la dosis 10^{12} . La concentración que reaccionó mejor en el

tercer muestreo fue la de 10^{12} que obtuvo una media mayor a las demás, superando al testigo. Tal como mencionan, Bellone *et al.*, (1999) en maíz (*Zea mays* L.) se registraron mejoras en el peso seco del sistema radicular y en los parámetros de la parte aérea.

Cuadro 4.14. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para peso seco de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	0.0103 B	0.011944	0.0160 ABC
10^6	0.0111 AB	0.009656	0.0137 C
10^9	0.0128 A	0.010578	0.0149 BC
10^{12}	0.0111 AB	0.012011	0.0194 A
10^{15}	0.0094 BC	0.010000	0.0175 AB
DMS	0.0020	NS	0.0036

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$, NS= diferencia no significativa

El análisis de comparación de medias DMS para la variable peso seco de raíz, (Cuadro 4.15), muestra diferencias significativas en los tres muestreos realizados. En el muestreo 1 el color rojo y blanco fueron estadísticamente iguales pero diferentes estadísticamente del tratamiento con cubierta amarilla que presentó una media 0.087, en el segundo muestro en las cubiertas de color blanco y amarillo, fueron estadísticamente iguales y estadísticamente diferentes del tratamiento con cubierta roja. En el tercer muestreo el tratamiento con cubierta amarilla fue estadísticamente superior al los otros dos tratamientos. Como menciona Torres en (1983), al trabajar con tomate bajo cubiertas plásticas, la cubierta amarilla permitió a las plantas tener mayor asimilación de CO_2 , que se tradujo en mayor vigor, tamaño, características

como altura de planta, número de entre nudos y longitud de los mismos fueron influidos positivamente.

Cuadro 4.15. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso seco de raíz en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	0.0087 B	0.0113 A	0.0224 A
Blanco	0.0104 A	0.0117 A	0.0130 B
Rojo	0.0118 A	0.0096 B	0.0135 B
DMS	0.0100	0.0016	0.0028

DMS= Diferencia mínima significativa P ≤ 0.05

Peso seco de tallo

El análisis de varianza realizado para la variable peso seco de tallo (Cuadro 4.16) muestra que en los tres muestreos realizados, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de *Azospirillum* sp., así mismo se observaron diferencias altamente significativas a la variable colores de cubierta, lo anterior indica que por lo menos un color de cubierta afecta de manera diferente la acumulación de materia seca en el cultivo de coliflor.

Cuadro 4.16. Análisis de varianza de peso seco de tallo en plántulas de coliflor inoculadas con *Azospirillum* en tres cubiertas plásticas. UAAAN, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C U A D R A D O S		M E D I O S
		Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
TRATAM	4	0.00000 *	0.00080 **	0.00027 **
COLOR	2	0.00001 **	0.00477 **	0.00043 **
INTERA.	8	0.00000 NS	0.00064 **	0.00015 *
ERROR	30	0.00000	0.00016	0.00005
TOTAL	44			
C.V. (%)		17.15	24.62	25.05

NS = Diferencia no significativa ** = Diferencia altamente significativa * = diferencia significativa
C.V.= coeficiente de variación

La comparación de medias (DMS) para la variable peso seco de tallo indica (Cuadro 4.17), que en el muestreo uno el tratamiento con una concentración 10^{12} presentó el mayor valor pero fue estadísticamente significativo al tratamiento con la concentración 10^{15} , estos tratamientos fueron superiores a los otros dos tratamientos, en el muestreo dos los tratamientos 10^{15} , 10^6 , 10^9 , tuvieron el mayor peso seco de tallo y fue el tratamiento 10^{15} el que supero estadísticamente a los tratamientos T y 10^{12} . En el muestreo tres el tratamiento con el mayor valor fue el 10^6 , superando estadísticamente a los tratamientos T y 10^{15} . Lo anterior y dado que el tratamiento testigo siempre exhibió los menores valores, se puede indicar que la bacteria *Azospirillum* sp. favorece la acumulación de materia seca en tallo.

Cuadro 4.17. Comparación de medias de los tratamientos con *Azospirillum* sp, para peso seco de tallo en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Tratamiento	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3
T	0.0075 B	0.0408 C	0.0208 C
10^6	0.0077 B	0.0549 AB	0.0353 A
10^9	0.0077 B	0.0549 AB	0.0287 AB
10^{12}	0.0093 A	0.0433 BC	0.0306 AB
10^{15}	0.0087 AB	0.0638 A	0.0251 BC
DMS	0.0013	0.0122	0.0068

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$

El análisis de comparación de medias DMS para la variable peso seco de tallo, (Cuadro 4.18) en el cultivo de coliflor desarrollado bajo cubiertas de colores, muestra diferencia estadísticas en los muestreos uno y tres, en el primer muestreo los tratamientos con cubierta amarilla y blanca, fueron

estadísticamente superiores al tratamiento con cubierta roja, mientras que en el muestreo tres el tratamiento con cubierta blanca fue estadísticamente superior a los otros tratamientos con cubierta blanca. En el segundo muestreo los tratamientos fueron estadísticamente iguales aunque numéricamente el tratamiento con cubierta blanca presentó el mayor valor. Daza en 1994, encontró que las mejores plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Brotrytis*), se produjeron utilizando microtúneles con cubiertas plásticas de color blanco.

Cuadro 4.18. Comparación de medias de colores de polietileno en la variable peso seco de tallo en plántulas de coliflor. UAAAN, 2006.

Color	M1	M2	M3
Amarillo	0.0087 A	0.0612	0.0231 B
Blanco	0.0088 A	0.0624	0.0338 A
Rojo	0.0071 B	0.0310	0.0275 B
DMS	0.0010	0.0095	0.0053

DMS= Diferencia mínima significativa $P \leq 0.05$

VI. CONCLUSIONES

1. La concentración de 10^6 bact ml⁻¹ inoculadas a semilla de coliflor, combinada con el polietileno de microtúnel blanco induce la mayor área foliar.
2. Con la concentración 10^{12} bact ml⁻¹ inoculadas a semilla de coliflor, se incrementó la longitud radicular, bajo cubierta de polietileno amarilla o roja
3. El mayor incremento en Peso Fresco y Seco de tallo se obtuvo con la concentración de 10^6 bact ml⁻¹ y cubiertas de polietileno de color blanco, rojo y amarillo.
4. Para las variables peso fresco y seco de raíz, se logra mejorar, con la concentración 10^9 y 10^{12} bact ml⁻¹, con cubierta de color blanco.

Recomendaciones

Dependiendo de la variable de interés se recomienda la concentración de bacterias con *Asospirillum* sp, en invernadero, además de corroborar los resultados en campo.

VII. RESUMEN

Esta investigación se realizó en los microtuneles del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La cual se hizo con el propósito de estudiar el comportamiento de la planta de coliflor al ser inoculada con la bacteria *Azospirillum*. Producidas bajo condiciones de microtunel con cubiertas de polietileno con tres colores diferentes (blanco, amarillo y rojo), en cada microtunel fueron colocadas cinco charolas las cuales cuatro de ellas contenían semilla tratada con diferentes concentración de azospirillum y una de ellas portaba al testigo.

Después de germinada la plántula se realizaron tres evaluaciones, el primer muestreo se realizo cuando ya había un 80% de plántulas, y los dos siguientes cada ocho días, en los tres muestreos se midieron: longitud de raíz, área foliar, peso fresco y seso seco de follaje, peso fresco y seco de raíz, bajo un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial, con 4 tratamientos y un testigo (A), con 3 cubiertas plásticas (B). Las concentraciones de 10^6 para área foliar con polietileno de color blanco, 10^{12} para longitud de raíz con polietileno de color amarillo o rojo, 10^6 en el Peso Fresco y Seco de tallo con cubiertas de polietileno de color blanco, rojo y amarillo, Para las variables peso fresco y seco de raíz la concentración 10^9 y 10^{12} con cubierta de color blanco. Son los resultados obtenidos de la investigación.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arshald M Frankerberger W T 1992. Microbial production of plant growth regulators. Blaine Metting F Jr Soil Microbial Ecology.
- Bellone C H, Carrizo de Bellone S, Jaime M A, Manlla A M y Monzón de Ascorregui M A. 1999. 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 Científico Técnica – Biología del Suelo – Fijación biológica del nitrógeno. Universidad Nacional de Salta – Facultad de Ciencias Naturales. Actas y CD ROM.
- Bhella, H.S. and Kwolek W.F. (1984). The effects of trickle irrigation and plastic mulch on zucchini, Hortscience.
- Bergey's, Manual. 1984. Bacteriología sistemática, De. V 1, secc.2. pp. 527-529. U.S.A.
- Bolea, L.J. 1982. Cultivo de Coles, Coliflores y Brócolis. Editorial SINTES S.A. Barcelona, España.
- 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.
- Day J. M., and Dobereiner, J. 1976. Physiological aspects of nitrogen fixation by *Azospirillum* from *Digitaria* roots soil Biol. Biochem 8:45-50

- Daza, C.A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor *Brassica aleracea* var. Botrytis bajo cubiertas plásticas de colores en microtuneles. Tesis de licenciatura.
- Frioni L. 1999. Procesos Microbianos Tomo II. Editorial de la fundación Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba). 286p
- Garcia- González, M.M., Farias- Rodríguez, R., Peña- Cabriales, J.J., y Sánchez- Yañez, J.M., 2005. Inoculación del trigo var. Pavon con *Azospirillum ssp.* Y *Asobacter beijerinckii*. Terra. 23 vol. 1: (65-72)
- García de Salamone I E y Nelson L. 2001. Efectos benéficos directos sobre el crecimiento vegetal de rizobacterias (PGPR) productoras de citoquininas. III Reunión Nacional CientíficoTécnica de biología del Suelo- Fijación biológica Del Nitrógeno. Universidad Nacional de Salta, facultad de Ciencias Naturales. Actas y CD ROM.
- Guenko, G (1983). Fundamentos de la horticultura cubana. Instituto cubano del libro. La Habana, Cuba.
- Hernández, D. J. 1992. Curso de fisiología de hortalizas. U.A.A.A.N. Departamento de Horticultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Hume, W.G. (1971). Producción comercial de coliflores y coles de bruselas y otros cultivos afines. Ed. Acriba. Zaragoza, España.
- Ibarra, J. L. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Manuales agropecuarios. LIMUSA, Editores Noriega. México.
- Iglesias I C, Hordoji R C, Lifschitz V y Romero E G 2000. Inoculación con *Azospirillum spp* y *Sacchoromyces spp* en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus L.*).
- Jaime M; Martín G O (h); Fernández R R; Nasif A y Martínez Pulido L. 1999. Incremento de productividad en maíz, mediante inoculación 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. Pp. 197-199.

- Lamont, W.J. Jr. 1993. Plastic mulches for production of vegetable crops. Hort. Technology 3: 35-39.
- Ledesma, V.M.A. 1994. Efectos de cubiertas plásticas de colores en la producción de plántulas de brócoli (brassica oleracea var. Italica). Tesis profesional U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Lira, S.R.H.1994 Fisiología vegetal. Edit. Trillas1^a impresión. México Pp.193- 212.
- Lucangelli C y Bottini R. 1996. Actas de la .XXI Reunión Argentina de Fisiología Vegetal. p 466-467.
- Maroto, J. V. 1989. horticultura herbácea. Tercera Edición. Ediciones Mundiprensa Madrid España.
- Maroto, J. V. (1991) II Congreso Nacional de Fertirrigación. Actas del Congreso. Fundación para la Investigación Agraria. Almería, España.
- Montes C.F. (1975). Guía para el cultivo de las hortalizas las zonas bajas de Nuevo León. Editado. Por la facultad de agronomía de la U.A.N.L. boletín divulgativo No. 1 México.
- Mortensen E y E. T- Bullard (1967). Horticultura tropical y subtropical. Editorial Pax-Mex. México.
- Muñiz, V. A. 1994. Producción de planta de tomate (lycopersicon esculentum mill) bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis licenciatura U.A.A.A.N. buena vista saltillo, Coahuila.
- Noguera, V. 1976. Plantas Hortícolas. Flora Print. Valencia España.
- Orzolek, D. M. And J. H. Murphy 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepeer. Department of horticulture the Pennsylvania State University. 15th international congress in agriculture and 29th National Agriculture Plastics Congress. Heresy Pennsylvania September 2000. USA.

- Perotti E.B.R. y Pidello A. 1999. II Reunión Científico Técnica de Biología de Suelo, Fijación Biológica del Nitrógeno. F.C.A. UN de Catamarca .
- Papaseit, P., Badiola G., Armengol E. 1997. Los Plásticos de la Agricultura. Ediciones de Horticultura S.L Reus.
- Ray, P. 1985. La planta viviente. 9ª impresión. Cia. Edit. Continental. Pp.130, 141, 215,223. México.
- Robledo, P.F y V.L. Martín 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pags. 10-13.
- Rojas, G.M y Vázquez, G.R. 1995. Manual de herbicida y fitoreguladores, aplicación y uso de productos agrícolas. 3ª de . edit. Uthea. P. 116. México.
- S.A.R.H. , 1988. Memorias del curso uso de películas plásticas en la agricultura. Ed. S.A.R.H. Gomez palacio, Durango. México.
- Tarrand, J.J., Krieg, N.R. and Dobereiner, J. 1978. A Taxonomic study of the *S. lipoferum* grup. With description of a new genus *A. lipoferum* Beijerinck. Con nov. and *A. brassilense*. Can. J. Microbiol. (24): 967- 980 Cariada.
- Torres R., E. 1983. Invernaderos familiares: producción intensiva de alimentos bajo cubiertas plásticas. En : memorias de IV congreso latinoamericano de energía solar. Univ. Simon bolívar, caracas, Venezuela. Pp 1.10.
- Valadez L.A. (1994). Producción de hortalizas. Editorial. Limusa, Cuarta Reimprision México.
- Valenzuela. J.L.(1992), Rango optimo de macro y microtuneles en plantas de melón. Agricultura intensiva y subtropical No. 72. Ediagro. Almería, España.
- Weaver, J.R.1990. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial. Trillas. Pp. 17-20, 114-123. México.