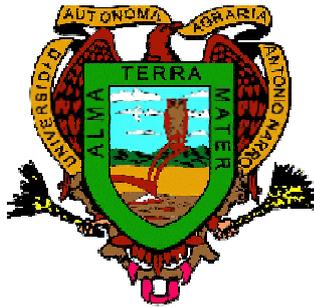


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**EVALUACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO
EN EL CULTIVO DE PERRITOS ENANOS (*Antirrhium majus*
L.)BAJO INVERNADERO**

Por:

YANIS LICET MUÑOZ GONZALEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2011

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE BACTERIAS FIJADORAS DE NITROGENO
EN EL CULTIVO DE PERRITOS ENANOS (*Antirrhium majus L.*)

Presentada por:

YANIS LICET MUÑOZ GONZÁLEZ

TESIS

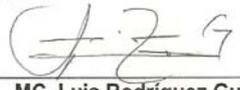
Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como
Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

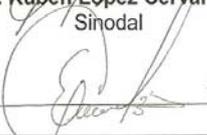
Aprobada Por:


MC. Alfonso Rojas Duarte
Presidente del jurado


Dr. Víctor M. Reyes Salas
Sinodal


MC. Luis Rodríguez Gutiérrez
Sinodal


Dr. Rubén López Cervantes
Sinodal


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2011.

La agricultura, para un hombre honorable y de alto espíritu, es la mejor de todas las ocupaciones y artes por medio de las cuales un hombre puede procurarse el sustento.

DEDICATORIA

A Dios

Definitivamente, por haberme dado la dicha de nacer, crecer y desarrollarme en la familia que tengo, por darme la fuerza y el coraje para hacer este sueño realidad, por demostrarme que soy uno de tus hijos preferidos, gracias por ayudarme a levantarme en mis fracasos, por aprender de ellos y principalmente por permitirme realizar uno de los sueños más importantes de mi vida, pero antes de ser una profesionalista quiero ser siempre tu hija ya que es el mayor privilegio y valioso que todos los títulos que podemos tener en la tierra.

A mis padres

A quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a un hijo: amor. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme como mujer de bien. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A quien nunca podré pagar todos los desvelos ni aún con las riquezas más grandes del mundo por esto y más...Gracias, Que Dios me los bendiga siempre.

*A tí padre, **Elmer Muñoz Díaz**, gracias de todo corazón por todo el apoyo que me has dado desde la infancia hasta ahora y por que siempre has trabajado para darnos lo mejor, a través de estas líneas quiero decir lo mucho que te quiero, gracias por ser mi papi el mejor, y por quitarte el pan de la boca con tal de que no nos faltara nada.*

*A tí madre, **Livia Antonieta González Juárez**, por ser la mejor madre del mundo, Por todo el amor, la paciencia, confianza, , por tu motivación constante, abrazos, por tus sabios consejos, por que siempre as estado en las buenas y en las malas, por todas esas cosas lindas con las que llenas mi vida, y mas que nada por ser siempre tu pequeña, Mamí me faltan palabras para describir todo lo que significas en mi vida, gracias por ser la fortaleza de la familia y de mi vida. Te amo Mamá.*

A mis hermanos

Aury

Mayte

Esau

Aylín

Memito

Les agradezco por todo su apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, por que siempre han estado a mi lado, han compartido todos esos secretos y aventuras que solo se pueden vivir entre hermanos y que han estado siempre alerta ante cualquier problema que se me pueda presentar, por que me han demostrado un amor inigualable, y espero que sigamos así de unidos, los quiero mucho, Dios los bendiga.

A mis bebés

Fátima

Ulises

Ivonne

Santiago

Hermosos, vinieron a ocupar un lugar muy especial en mi corazón, gracias por esos ojitos donde puedo ver la dulzura que disfruto enormemente, y con esas miradas endulzan hasta a la amargura, unas boquitas pintadas con risas y una combinación que armonizan tu encanto. Los amo demasiado, son lo mas dulce y hermoso que tengo en la vida, gran parte de lo que hago es por ustedes, para que se sientan orgullosos de mí, y ustedes sean mejores.

A mi abuelito +

Joaquín Muñoz, por que fuiste mas que un abuelito, y estoy segura que aunque no puedas leer estas líneas se que te sentirás orgulloso de mí, gracias por darme la dicha de haber disfrutado los mejores momentos que convivimos juntos, siempre te recordaré. Te quiero mucho, Dios te tenga en su gloria.

A mis tíos, en especial a mi tío Hugo González, y a mi cuñado Leonel, les doy gracias por que siempre me apoyaron con sus buenos consejos y dándome siempre los ánimos para terminar mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “mi Alma Terra Mater”** por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme en una de las mejores áreas de estudio que es la Agronomía, por permitirme realizar mi mayor meta, mi formación profesional.

Al MC. Alfonso Rojas Duarte: Por su apoyo como asesor principal de esta tesis, por compartir sus conocimientos y haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación con él, y el tiempo invertidos en mí.

Al Dr. Víctor Reyes Salas: Por la atención brindada con su amabilidad en la realización de este trabajo de investigación, por su amistad y disponibilidad en todo momento.

Al M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez: Por su asesoría, disponibilidad de tiempo y revisión del presente trabajo.

Al Dr. Rubén López Cervantes: Por su colaboración en la revisión del trabajo.

A mis amigos especiales: César, Ing. Armando, Verónica, Mayra, Beyki, Elena, Dami, Eriberto, Luis, Jorge, Saul, Pedro, Rosy, Marco Villanueva, Flor, Gracias, por abrirme las puertas de su corazón, por brindarme su amistad incondicional, por los consejos, por compartir alegrías y tristezas, por estar ahí cuando más los he necesitado, por las buenas convivencias, por los corajes que hemos pasado juntos y no nos separan, en verdad los quiero mucho. Les deseo lo mejor de todo corazón y que sigan luchando por sus sueños, siempre los recordaré. Si se me paso alguien, lo siento...!!! Pero me rodean tantas personas lindas que la tesis entera no me alcanzaría para mencionarlos a todos.

A Roberto: Un amigo por siempre y el mejor que quiero como a un hermano, que ha vivido conmigo todas esas aventuras durante mi carrera desde que empezó mi estancia en esta universidad, por apoyarme en todas las cosas que he necesitado y por brindarme la confianza, juntos hemos tenido un apoyo mutuo, sabes que cuentas conmigo. Te quiero mucho.

Al Profr. Francisco Esquivel: Por ser un gran amigo y por esas pláticas tan agradables que tenemos, además de todos los aventones que me ha dado a la universidad cuando puede, es increíble profe. Lo aprecio mucho.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
... DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
I.- INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	3
Hipótesis.....	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
Origen e historia.....	4
Descripción botánica.....	5
Propagación.....	5
Riego.....	6
Requerimientos del suelo.....	6
Trasplante.....	6
Producción en maceta.....	7
Medio de cultivo.....	7
Sustrato.....	8
Peat-moss.....	9
Perlita.....	9
Uso de los fertilizantes.....	9
Agricultura orgánica.....	10

	Pág.
Beneficios de la agricultura.....	11
La agricultura orgánica en México y en el mundo.....	11
Ventajas de la producción orgánica.....	12
Biofertilizantes.....	13
Principales mecanismos de acción de los biofertilizantes.....	13
Fijación de nitrógeno.....	15
Características de la bacteria Azospirillum.....	16
Características de la bacteria Azotobacter.....	16
Fijación de nitrógeno por las bacterias.....	17
Importancia de la fijación de nitrógeno.....	19
Actividad de la bacteria.....	19
Diferentes formas de inoculación.....	20
Condiciones ambientales.....	21
Inhibición de la fijación de nitrógeno.....	21
Fijadores de nitrógeno asimbióticos.....	22
Nitrógeno.....	25
Nitrógeno del suelo.....	27
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
Localización geográfica del área experimental.....	28
Descripción del material vegetativo.....	28
Descripción de los tratamientos.....	29
Diseño experimental.....	29

	Pág.
Modelo estadístico.....	29
VARIABLES EVALUADAS.....	30
Altura de planta.....	30
Número de brotes por planta.....	30
Longitud de brote.....	30
Número de flores por brote.....	30
Diámetro de brote.....	30
Diámetro ecuatorial de planta.....	31
Número de brotes por brote.....	31
IV.- RESULTADOS.....	32
Altura de planta.....	32
Número de brotes por planta.....	34
Longitud de brote.....	36
Número de flores por brote.....	37
Diámetro de brote.....	39
Diámetro ecuatorial de planta.....	40
Número de brotes por brote.....	42
V.- CONCLUSIÓN.....	45
VI.- LITERATURA CITADA.....	46
VII.- APÉNDICE.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

No. De Cuadro	Descripción	Pág.
4.1	Análisis de varianza para las variables evaluadas en la planta de perritos enanos, obtenidas con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno en condiciones de invernadero.....	32
4.2	Medias de las variables obtenidas en cuanto a concentración del producto aplicado en perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.)	33
A1	Análisis de varianza para la altura de planta en el cultivo de perritos enanos.....	52
A2	Análisis de varianza para el número de brotes por planta en el cultivo de perritos enanos.....	52
A3	Análisis de varianza para la longitud de brote en el cultivo de perritos enanos.....	52
A4	Análisis de varianza para el número de flores por brote en el cultivo de perritos enanos.....	53
A5	Análisis de varianza para el diámetro de brote en el cultivo de perritos enanos.....	53
A6	Análisis de varianza para el diámetro ecuatorial de planta en el cultivo de perritos enanos.....	53
A7	Análisis de varianza para el número de brotes por brote en el cultivo de perritos enanos.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

No. De Figura	Descripción	Pág.
4.1	Comparación de medias en la altura de planta de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	34
4.2	Comparación de medias en el número de brotes por planta de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	36
4.3	Comparación de medias en la longitud de brote de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	37
4.4	Comparación de medias en el número de flores por brote de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	39
4.5	Comparación de medias en el diámetro de brote de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	40
4.6	Comparación de medias en el diámetro ecuatorial de planta de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	42
4.7	Comparación de medias en el número de brotes por brote de perritos enanos (<i>Antirrhium majus</i> L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno.....	44

RESUMEN

El presente trabajo surge de la necesidad de buscar alternativas que ayuden al productor a minimizar costos de inversión, utilizando productos que no dañen al medio ambiente y que le garanticen la obtención de mayores rendimientos y calidad en el cultivo de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.). El presente trabajo de investigación se llevo a cabo dentro las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de Octubre del 2009 a Marzo del 2010, bajo condiciones de invernadero. El objetivo principal del trabajo fue evaluar la respuesta a la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno en el cultivo de perritos enanos (*Antirrhinum majus* L.), además de lo anterior se aplicaron dosis a una concentración de 10 ml/L., 20 ml/L, y 30 ml/L. El diseño utilizado fue completamente al azar con un arreglo factorial A*B. Los resultados obtenidos de cada una de las variables evaluadas durante el desarrollo de la planta, el factor producto resulto altamente significativo con Azotobacter, mientras que el factor concentración resulto mejor a 30 ml/L, esto fue altamente significativo para todas las variables. Por lo tanto la aplicación con bacterias fijadoras de nitrógeno, la bacteria azotobacter, mejoró las características de producción de esta especie mientras que con azospirillum 10^{-5} , y azospirillum, afecto el desarrollo, produciendo, tallos mas delgados, menor altura, disminuyendo la producción y calidad de la planta. Esto nos demostró que con productos orgánicos podemos aumentar nuestra producción y obtener buena calidad, así mismo contribuiremos a tener una vida mejor que con productos químicos.

Palabras clave: Perritos enanos, concentración, bacterias fijadoras de nitrógeno.

I.- INTRODUCCIÓN

En México la floricultura ha crecido muy rápidamente en los últimos años y cada día son más los estados que se integran a esta actividad; entre las entidades más destacadas como productores de flores está: Michoacán, Querétaro, Estado de México, Puebla, Morelos Chiapas, Oaxaca, Veracruz y Jalisco. (Bañuelos 2006).

En sus inicios la horticultura ornamental se tenía que conformar con las flores cortadas, posteriormente surgieron cada vez con mayor abundancia, jardines, algunos grandes y otros pequeños; considerando que en la actualidad la producción de plantas para jardinería y el viverismo en general requiere de ciertas prácticas y actividades para generar mayor cantidad de ellas.

Actualmente se cultivan alrededor de 349 especies diferentes de flores cortadas y en macetas, ya sea bajo invernadero o a campo abierto, en la cual la producción de ornamentales de maceta, esta resultando importante, dándole buen manejo del cultivo, para lograr una planta de rápido crecimiento y desarrollo.

El comercio de plantas de ornato se paga bastante bien la calidad , por lo que, cualquier medio que se ocupe para mejorar esta calidad es buena ya que el uso de productos diversos para mejorar esta calidad siempre ha sido bien visto por los productores y entre estos se encuentran algunos que son de reciente uso entre ellos el producto que se ocupa no sea contaminante, es mucho mejor .El uso de la bacteria *Azospirillum brasilense* y *Azotobacter* a resultado un éxito, ya que estos microorganismo permiten un mejor aprovechamiento de los nutrientes que se encuentran en el suelo, mejorando la calidad como en el del cultivo de perritos enanos *Antirrhium majus* L. asi como también fijando cantidades de nitrógeno.

Según Aguirre (2006), también los fertilizantes químicos sintéticos utilizadas para la producción de ornamentales ha cumplido su función hasta cierto límite, por que son fundamentalmente en el abastecimiento de la demanda de la ornamenticultura de nuestra creciente población nacional; sin embargo, en la última década, nuestra sociedad reclama mayor producción de ornamentales de alta calidad y en diversos niveles sociales, se prefieren las flores producidas sin agroquímicos. Esta nueva actitud ha favorecido el desarrollo de tecnologías de cultivos menos contaminantes y ecológicamente más racionales

Además en el sector de la agricultura orgánica es una de estas alternativas, ya que no se utilizan productos de síntesis química y se optimizan los recursos naturales y humanos de una agricultura mas sana. El mercado de la agricultura orgánica a dado lugar a otro mercado menos explorado, pero existente, el mercado de agroinsumos orgánicos.

Este mercado surgió por el incremento en la demanda de cultivos productos orgánicos, lo que lleva directamente a la incorporación de técnicas mas eficientes de producción para potencializar el incremento en la producción y los rendimientos de los cultivos orgánicos, y así poder abastecer la creciente demanda por este tipo de flores.

Debido ala creciente preocupación por la conservación del medio ambiente entre otros aspectos han dado lugar al surgimiento de la agricultura orgánica; que comprende la aplicación de técnicas amigables con el medio ambiente y la salud del hombre, el uso irracional de los recursos y el abuso en la aplicación de productos químicos, ocasiona alteraciones al medio ambiente, como por ejemplo, el uso del bromuro de metilo empleado para fumigar las tierras del cultivo, por lo que se debe buscar alternativas para cumplir los últimos objetivos, sin dañar al medio ambiente y la salud humana.

En base a lo anterior se plantea lo siguiente

OBJETIVO:

Evaluar la respuesta a la aplicación de diferentes bacterias fijadoras de nitrógeno (*azospirillum*10⁻⁵, *azospirillum* y *azotobacter*) a diferentes concentraciones en el cultivo de perritos enanos (*Antirrhinum majus* L.), bajo invernadero

HIPÓTESIS:

Al menos una de las bacterias incrementara la fijación de nitrógeno en el cultivo de Perritos enanos (*Antirrhium majus* L.)

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

ESPECIE EVALUADA

Perritos Enanos (*Antirrhium majus* L.)

Origen e historia

Gutiérrez (2003), menciona que el cultivo de *Antirrhium majus* L. conocido como perrito y a pesar de que es una especie que se cultiva desde hace tiempo, es un cultivo con gran potencial ya que puede ser explotada en la producción para flor en maceta, así como en el paisajismo ornamental. Esta especie tiene una gama amplia de colores en grupos numerosos de cultivares, lo que permite su cultivo durante todo el año

Rogers (2004), (Dole y Wilkins, 2005), comentan que el cultivo de *Antirrhium majus* L. es originario de la región mediterránea, donde crecían como plantas perenes que florecían en verano, tienen diversos usos como flor de maceta, paisajismo o flor de corte.

Cockshull (2000), compara por su parte los cultivares producidos en el ciclo otoño-invierno, requieren temperaturas 14-25/8-15 °C día/noche y fotoperiodos cortos (<10h), y desarrollan pocas hojas axilares por debajo de la espiga floral, en cambio en los cultivares producidos en el ciclo primavera-verano requieren temperaturas de 18-28/14-18°C día/noche y fotoperiodos largos (>10h), condiciones que les permiten desarrollar mayor número de hojas axilares antes de la madurez comercial en maceta

Michael (2002), comenta que las altas espigas de *Antirrhium majus* L. logran cada vez más presencia en los mercados mundiales para flor de corte para arreglos florales, en maceta y para jardinería, debido a su aspecto vertical, su amplia gama de colores y además por ser una especie que puede estar disponible en el mercado, prácticamente todo el año, escogiendo las variedades adecuadas para cultivar.

En nuestro país todavía no están potenciadas estas importantes ventajas para su producción, siendo posible verla en los mercados solamente durante los meses de septiembre a noviembre, sin embargo en verano la cosecha es más alta por las condiciones climáticas que requiere el cultivo.

Descripción botánica

Bailey (1976), y Cockshull, (1985), citan que es una planta erecta, herbácea, perene con hojas enteras lanceoladas, opuestas en la base, dispuestas en espiral en la parte superior del tallo, la inflorescencia es un racimo terminal con numerosas flores individuales, las cuales son sostenidas en un pedicelo corto a lo largo del tallo, la flor tiene cinco sépalos pequeños y cuatro estambres. Esta flor suele crecer entre 40 y 60 centímetros y se utiliza como flor de corte para arreglos florales, para jardinería, y en macetas. Por lo general, la planta suele marchitarse en invierno pero después vuelve a la normalidad en primavera pero en primavera todo vuelve a la normalidad, produciendo muchas flores.

Propagación:

Según Hamrick (2003), se multiplican con semillas, por lo general germinan un 80%, de las mismas, en charolas con sustrato como peat –mos y perlita.

Vidalie (2001), cita que la floración comienza aproximadamente entre los 120 y 140 días después de la siembra; sin embargo, esto puede variar de acuerdo con el cultivar el desarrollo y respuesta floral del perrito dependen de la interacción de la calidad, intensidad de luz, temperatura, niveles de CO₂, humedad y tipo de suelo.

Riego:

Dole y Wilkins (2005), habla sobre el riego en este tipo de cultivo es moderado a abundante en días de mucho calor por lo que su condición de temperatura de crecimiento es de 13 a 21° C. Durante su producción debe evitarse el riego y fertilización excesivos

Requerimientos de suelo

El cultivo de *Antirrhium majus* L. requiere de suelos preferentemente livianos, tipo franco-arenosos. Si posee suelos más bien pesados se recomienda hacer enmiendas para mejorar la porosidad y aireación del suelo. En cuanto a la acidez, prefiere suelos levemente ácidos ya que en suelos de pH alto se desarrollan mal y con sistemas radiculares pobres, pudiéndose presentar deficiencia de boro y clorosis intervenal por deficiencia de hierro, también común en suelos húmedos o fríos.

Con frecuencia se realizan aplicaciones de fósforo antes de la plantación como superfosfato, siendo los otros nutrientes otorgados durante el desarrollo del cultivo.

Trasplante

Previo al trasplante es conveniente aclimatar las plantas en el invernadero a trasplantar por 24 horas y luego trasplantar con prontitud. La florescencia tardía y la pérdida de calidad del producto final ocurren cuando las plántulas son mantenidas demasiado tiempo en las charolas.

Rogers (2004), cita que los estándares de comercialización de *Antirrhium majus* L. Han sido recopilados por la Asociación de Floristas Americanos (SAF), e incluye cuatro niveles de calidad, basados en la longitud y peso del tallo y número de floretes abiertos por espiga, por tanto el valor comercial de macetas de perrito lo determina su vigor, su follaje sano abundante y la espiga floral, que debe ser prominente

Producción en maceta.

Ansorena (1994), comenta que este sistema fue establecido en escala comercial a fines de 1940, pero hasta mediados de los años cincuenta que cobro auge, gracias en gran parte al refinamiento de sustratos hortícolas. Un manejo adecuado de los sustratos o medios de cultivo son fundamentales para la producción de plantas en maceta. El programa de manejo comienza con la selección de un buen sustrato. Dado que el volumen de una maceta es limitado, por lo cual el sustrato debe de poseer las características físicas y químicas para la producción de un crecimiento óptimo. Las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para las ornamentales. Las plantas ideales para producción en maceta, son aquellas con sistema radicales pobres, las que no requieren de larga y costosa y las que pueden producir tamaño y calidad del mercado en un período mínimo de tiempo. Dado que la producción en maceta representa inversiones de capital más grande que la producción en campo, se hace imperativa la necesidad de reducir costos produciendo las plantas en el menor tiempo posible

Medio de cultivo

Arsorena (1994), menciona que el suelo mineral es el medio de cultivo universal para el crecimiento vegetal y que este sirve de soporte o anclaje a la planta además de suministrar a las raíces unas cantidades equilibradas de aire, agua y nutrientes minerales.

Por otra parte Resh (1987), determina que la elección del medio de cultivo se ve influenciada según la disponibilidad de nutrientes, costo, calidad y el tipo de método de cultivo hidropónico que vaya a ser empleado.

Verdegue (1999), comenta que el cultivo de perritos enanos puede ser cultivado con éxito en una gran diversidad de suelos, mientras sean suficientemente permeables. Prefiere suelos ligeramente pesados, fértiles, bien drenados y provistos de calcio. El pH, para el mejor desarrollo del cultivo, debe estar entre 6,5 y 7,5

Sustrato

Bures (1997), denomina sustrato a cualquier material sólido, ya sea natural o artificial, colocado en un contenedor, puro o mezclado con otros, que permita el desarrollo del sistema radicular y que actúe como soporte de la planta y adicionalmente, puede intervenir o no en el proceso de la nutrición vegetal

Cabrera (2002), cita que gran parte del éxito en la producción de plantas en maceta requiere una comprensión del ambiente único encontrado en la maceta y como este es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados, así, también de una adecuada fertilización

Leszcynska y Bory (1993), mencionan que para realizar una buena elección de plantas para maceta se deben de tomar en cuenta varias características del cultivo, entre las que destacan la adecuada relación entre el tamaño (altura, anchura y peso), de la parte aérea de la planta y el tamaño de macetas (diámetro y peso).

Peat moss

Venator y Liegel (1985), cita que el Peat moss o turba es un término general para muchos componentes separados y muchas otras mezclas de que se dispone comercialmente.

Todas las turbas son pobres en minerales, requiriendo de fertilizantes para mantener el crecimiento de las plántulas

Perlita

Bunt (1998), dice que la perlita tiene una estructura celular cerrada, superficie rugosa, lo que hace de este material un material con una alta capacidad de retención de agua en la superficie de las partículas siendo liberada a muy bajas tensiones, como resultado se ha encontrado que la elaboración de mezclas de perlita con otros materiales, permiten tener un suficiente espacio de aireación.

USO DE LOS FERTILIZANTES

Según Reyes (1981), en México el uso de los fertilizantes químicos se inicio a principios del siglo pasado y la producción de los mismos en 1915.

Fertinal (1994), comenta sobre la utilización de fertilizantes sólidos es mayor que el uso de líquidos y gases; estas ultimas fuentes se utilizan en zonas mas tecnificadas, como el bajío, Guanajuato, Valle de Sinaloa y Valle del Yaqui Sonora.

Según Hernández (2005), menciona que los fertilizantes químicos representan uno de los mayores insumos agrícolas. Su producción y su uso se han incrementado enormes en las últimas décadas, sobre todo en países desarrollados, ocasionando serios daños a la ecología del planeta. La volatilización de óxidos de nitrógeno a la atmósfera que conlleva a la destrucción de la capa de ozono; el agotamiento de recursos renovables; el desequilibrio del ciclo global del nitrógeno en la tierra y la contaminación de los mantos acuíferos por exceso de nitratos.

Bauer (2002), cita que el uso de los fertilizantes juega un papel importante en reacciones químicas en el ambiente que originan efectos indeseables. Los nitratos y los fosfatos pueden producir contaminación de ríos, lagos y de las costas, al ser absorbidos por los organismos, estos los convierten en nitritos, que son tóxicos, y a óxido nitroso, gas que se desprende a la atmósfera y que contribuye, tanto al agotamiento de la capa de ozono como al calentamiento global.

AGRICULTURA ORGANICA

FAO (2001), menciona que el término agricultura se refiere al proceso que utiliza métodos que respetan al medio ambiente, y que evita el uso de productos químicos como fertilizantes, insecticidas, herbicidas en plantas, que pueden causar contaminación de los alimentos y degradación cuantitativa y cualitativa de los suelos, del agua y de todos los recursos esenciales para lograr incrementos en la producción de alimentos.

La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específica

y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico.

Según Gómez *et al.* (1999), cita que el surgimiento de esta agricultura se explica por que en las ultimas décadas se han presentado en el mundo cambios importantes en la demanda y el consumo de flores. Dichos cambios responden principalmente a una fuerte preocupación por el deterioro del medio ambiente y de tierras fértiles y a las nuevas exigencias de los gustos y preferencias de los consumidores, así como a la mayor conciencia que ahora se tiene ala necesidad de proteger al medio ambiente.

BENEFICIOS DE LA AGRICULTURA

FAO (2001), cita que la productividad de los sistemas agrícolas de bajos insumos, proporciona oportunidades comerciales, brinda la ocasión de descubrir combinando los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna, tecnologías de producción nuevas e innovadoras, fomenta el debate publico nacional e internacional sobre la sostenibilidad, generando conciencia, sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

El sistema de agricultura orgánica procura potenciar los ciclos naturales de la vida, no la supresión de la naturaleza y por lo tanto es el resultado de la interacción dinámica del suelo, plantas, animales, seres humanos y el medio ambiente.

LA agricultura orgánica en México y en el mundo.

La agricultura orgánica, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química (fertilizantes y plaguicidas en general), organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos es una de las pocas alternativas que se están vislumbrando en el campo mexicano.

Gómez *et al.* (2002), menciona que los productos orgánicos conquistan mas rápidamente las estructuras de mercado de alimentos en el ámbito mundial. En el año 2002 las ventas de estos productos alcanzaron 23,000 millones de dólares, superando los 19,000 millones alcanzados en 2001. El cuidado de la salud y la protección del medio ambiente son los principales motivos por los cuales los consumidores prefieren los productos orgánicos, que están libres de los residuos tóxicos.

Luna (2005), detalló que, en México, los estados principales productores de flores orgánicas son Chiapas, Oaxaca, Michoacan, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la superficie orgánica total. Tan solo Chiapas y Oaxaca cubren 70% total.

Ventajas de la producción orgánica:

- Produce alimentos sanos para el mercado, así como para las familias.
- Trabaja en un ambiente sano, sin peligro de intoxicaciones y de enfermedades ocasionadas por los agroquímicos
- Mantiene un empleo bien remunerado, además de generar alternativas de trabajo para su comodidad.
- Promueve la producción sostenible y la conservación del medio ambiente en su región.
- Facilidad de recursos e insumos y la comercialización de sus productos.

Es necesario comentar que uno de los papeles centrales de las instituciones gubernamentales, educativas y de investigación es el de impulsar y mantener esa orientación de los procesos de producción orgánicos, para que así esta nueva agricultura continúe sirviendo a los intereses de los pequeños y grandes productores, principalmente.

Biofertilizantes

Según Martínez y Dibut (1996), menciona que los biofertilizantes pueden definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas. A través de la aplicación de estos que contengan superpoblaciones de microorganismos desde 100 hasta 100.00 millones de ufc/ml (Unidades formadoras de colonias por mililitro) que se utiliza para aplicar a la semilla o al suelo, con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos, de tal forma de aumentar estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos.

Estos microorganismos son eficientes fijadores de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o potenciadoras de diversos nutrientes, además de suministrar sustancias hormonales o promotoras de crecimiento (Auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, vitaminas y péptidos) necesarias para su desarrollo.

Según Dibut (2001), menciona que la utilización de biofertilizantes constituye uno de los procedimientos más económicos y que más beneficios reportan al agricultor.

Varios de los procesos biotecnológicos relacionados con la biofertilización de las plantas son ya explotados comercialmente en el mundo, mientras otros se encuentran en fase de investigación o de desarrollo tecnológico.

Principales mecanismos de acción de los biofertilizantes.

Este mecanismo se distingue por la diferencia existente entre cepas microbianas de mayor o menor eficiencia en la síntesis de estas sustancias, por lo que se establece un proceso de selección de las cepas más efectivas en cuanto al potencial estimulador que presentan, el cual se caracteriza por la

actividad de un gran número de enzimas y rutas metabólicas, que finalmente se manifiestan en la producción de este conjunto de compuestos.

Son:

- Reguladores de crecimiento (Auxinas, giberelinas y citoquininas)
- Aminoácidos
- Péptidos de bajo peso molecular
- Vitaminas

Kapulnik y Okon (2002), citan mecanismos por los cuales los microorganismos promueven el crecimiento vegetal que pueden involucrar uno o más procesos, como la fijación biológica del nitrógeno, la producción de reguladores de crecimiento, producción de sideróforos, competencia en la rizósfera, e inducción de resistencias sistémicas a las plantas.

En la actualidad, la biofertilización de las leguminosas con *Rhizobium* y otras bacterias promotoras del crecimiento vegetal, como *Azospirillum*, ha tenido una interacción positiva en el desarrollo de las plantas, debido a que se favorece la nodulación y la fijación de nitrógeno. En el caso de la simbiosis doble entre *Rhizobium* y micorriza arbuscular, se sucede un sinergismo en la planta.

Kapulnik y Okon (2002), mencionan el uso de los recursos microbiológicos del suelo en los sistemas agrícolas, se visualizó como una alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos y de otros agroquímicos en los sistemas de producción, principalmente los fertilizantes nitrogenados y los fosfatados.

Aguirre (2006), cita que el término tradicionalmente utilizado para denominarlos, ha sido el de inoculantes, sin embargo, también han consignado otros como inoculantes microbianos y fertilizantes microbianos. En la actualidad, algunos productos comerciales que contienen solamente bacterias, son comúnmente llamados biofertilizantes, como el caso de *Rhizobium* o

fitoestimulantes, como el caso de *Azospirillum* o bien, biopesticidas para el control biológico con *Pseudomonas* y últimamente biofertilizantes

Kapulnik y Okon (2002), comentan que se han desarrollado investigaciones con maíces criollos y variedades e híbridos comerciales. La interacción de los microorganismos y los maíces criollos, se estudiaron en la región central del Estado de México, Tlaxcala y Puebla y algunos genotipos comerciales en el resto del país. En todos los casos, se utilizaron diversas fórmulas de fertilización y una o dos proporciones de la misma, además de las prácticas agronómicas, generalmente recomendadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en cada región de estudio. A las prácticas de manejo de cultivo, solamente se adicionó la introducción de uno o los dos microorganismos a la semilla, antes de la siembra. En la región centro del país, se cuestionó mucho sobre la aportación de los microorganismos en el rendimiento del maíz y los investigadores establecieron el ensayo con altas dosis de fertilización química, especialmente de nitrógeno. Los resultados en Tlaxcala, no mostraron diferencias contrastantes entre tratamientos con los microorganismos solos, pero si se presentó en la localidad de Humantla, cuando se aplicaron los dos *Azospirillum* y *Glomus*.

FIJACIÓN DE NITROGENO

Salisbury (2000), comenta que el nitrógeno existe en varias formas en el entorno ambiental, en la atmósfera existen grandes cantidades de nitrógeno (78% en volumen) aunque, en términos energéticos, resulta difícil para los seres vivos obtener una forma utilizable de los átomos de nitrógeno que hay en el N₂. Aunque el nitrógeno penetra, junto con el CO₂, por los estomas hacia las células de las hojas, solo existen enzimas para reducir el CO₂, por lo que el N₂ sale con la misma rapidez con la que entra. La mayor parte del nitrógeno llega a los seres vivos solo después de su fijación (reducción) mediante microorganismos procariontes, y algunos de ellos se encuentran en las raíces

de ciertas plantas, o mediante la fijación industrial en la manufactura de los fertilizantes

Características de la Bacteria Azospirillum

Pérez (1996), menciona que la cepa C2 es resistente a estreptomina a (400ppm) y su temperatura óptima de 30⁰C.

Las bacterias del género *Azospirillum* son ligeramente curvas y de forma bacilar, con 1 μ de diámetro y de longitud 2.1-3.8 μ son móviles en medio líquido con un flagelo polar, en medio sólido a 30⁰ 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. También indican que la cantidad varían notablemente dependiendo de la composición del medio de cultivo.

Características de la bacteria azotobacter

Las bacterias del género *Azotobacter* forman un grupo especial de microorganismos fijadores de nitrógeno por cuanto se trata de los únicos que son unicelulares y, aparentemente, pueden fijar nitrógeno en condiciones aerobias.

Waisel *et al.* (2002), cita que Agronómicamente, la parte aérea de las plantas han recibido mas atención para su estudio en comparación con el sistema radical aun cuando existen una estrecha interdependencia entre ambos órganos. El sistema radical ha sido llamado el componente olvidado, la mitad escondida aunque para muchas plantas representa más que en la parte aérea

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

Fijación del Nitrógeno por las Bacterias

Evans (1975) y Brown *et al.* (1975), publicaron que es importante entender la bioquímica, la genética, la fisiología y la biología de estas bacterias, si se quiere obtener la mayor ventaja del Nitrógeno fijado biológicamente y dirigir el trabajo básico hacia el campo.

La fijación del Nitrógeno, es un proceso clave para que continúe la vida sobre este planeta, por ella se recobra el nitrógeno que se pierde por la vía de la desnitrificación microbiana en el suelo.

Existe también la esperanza de que el conocimiento del mecanismo de la fijación del N_2 por la nitrogenasa pueda estimular el desarrollo de catalizadores que pueden reducir la demanda energética para el Nitrógeno fijado industrialmente.

Shet *et al.* (1975), cita que cada N_2 que se fija requiere aproximadamente de 12 a 24 moléculas de ATP. La estequiometría exacta depende de la relación de los componentes proteínicos, así como la disponibilidad de ATP y de electrones. Este requisito de energía tan alto, presumiblemente es la razón de que la mayoría de los organismos no fijan el N_2 .

Brayan *et al.* (1974), explico que la inoculación con azotobacter tiene éxito cuando se utilizan métodos adecuados. Sin embargo, los organismos no persisten indefinidamente y por lo general desaparecen o disminuyen mucho en tres años en los suelos sin leguminosas.

Boddey *et al.* (1990), mencionan que la fijación del nitrógeno por parte de la bacteria asociada con el trigo ha sido un reto para los microbiólogos del suelo debido a que el nitrógeno es frecuentemente el principal factor en la producción de trigo en las regiones cálidas del mundo, donde los fertilizantes nitrogenados son caros y menos efectivos.

Las especies de *Azospirillum* parecen ser los diazotrofos más abundantes, principalmente en las regiones más cálidas.

Brown (1968), menciona que la inoculación con *azotobacter* tiende a otro incremento en el efecto de la producción de semilla, también en el desarrollo de planta sobre rendimiento de los biomas. La inoculación de *azospirillum* disminuyó el radio del brote en el cultivo de trigo en pruebas de campo a comparación con *Azotobacter* fueron de mayor vigor las plantas.

Brundrett (2009), menciona sobre la fijación con *azotobacter* en el cultivo de maíz híbrido que fueron producidos por un sustrato como portador, los resultados fueron en el desarrollo del maíz en términos de altura de planta fue mayor por la microbiológicamente inoculado y fue el mayor que en los otros tratamientos. La rizosfera del suelo usado fue adecuada para *azotobacter*. El Nitrógeno, fósforo y contenidos de Potasio de plantas microbianas-inoculadas que han estado sujetas a tratamientos de fertilizantes químicos eran mayores que en el control, la diferencia de los residuos del nitrógeno en el suelo después de cosecha no fue significativa. El rendimiento del grano del experimento respecto a su vigor con *Azotobacter*, hubo significancia a diferencia en la población de total de *azospirillum*.

Bottini (1989), cita que *Azospirillum* es una bacteria con efectos beneficios en cereales, los efectos parcialmente son atribuidos a la producción de giberelina por los microorganismos de *azospirillum* inoculada al enanismo de Arroz seco mutante invertido en plantas inoculadas, mostro en vivo la capacidades que hubo en el desarrollo de la planta en la variable diámetro de la planta y una mejor altura en la planta, con mayor vigor.

Importancia de la fijación de nitrógeno

Tisdale (2005), mencionaron que existe una relación estrecha C/N y en términos generales si esta relación es mayor de 30, no hay liberación inmediata de nitrógeno aprovechable por lo que existe fijación de las formas nítricas y amoniacales reduciéndose la disponibilidad del nitrógeno en el suelo, si dicha relación es menor de 20, algo de nitrógeno se desmineraliza quedando utilizable para las plantas.

Thompson (2001), publicó que la apariencia interna de plásticos se altera considerablemente cuando hay deficiencias de nitrógeno, ya que este elemento es el constituyente de proteínas, purinas, pirimidinas, enzimas y coenzimas. Por lo tanto una interferencia con la síntesis de proteínas y desde luego en el crecimiento es el efecto bioquímico que señala la deficiencia de este elemento, la cual origina un amarillamiento de las hojas o clorosis. Además, una disminución en la fotosíntesis inhibe la formación de aminoácidos esenciales y al mecanismo de síntesis de carbohidratos y de esqueletos carbonatos.

Actividad de la Bacteria

Gil (1995), cita que el nitrógeno, en el suelo, se haya como NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ y NH_3 libre pero, en su mayor parte, en forma de materia orgánica como restos de las moléculas nitrogenadas de animales y vegetales (mantillo y humus), como microorganismos y, también, como compuestos orgánicos solubles (aminoácidos y aminas).

El N_2 que ocupa la porosidad llena de aire del suelo no es utilizable para la mayor parte de las plantas (solamente lo es para las fijadoras simbióticas), pero determinados microorganismos libres pueden fijarlo en fórmulas utilizables, como lo es el *Azospirillum*.

Diferentes Fórmulas de Inoculación

Kapulnik *et al.* (1985), comenta de los experimentos en cajas petri y en macetas con vermiculita con *Azospirillum*, este incrementó la longitud de la raíz y el aijamiento del trigo cultivado. En un sistema Hidropónico que contenía nitrato, se incremento el área superficial y el nitrato soluble durante el crecimiento de la planta debido a la inoculación, pero no se obtuvieron cambios significativos en la relación en el incremento del Nitrato y área de la superficie de la raíz, la altura de la planta, la cantidad de retoños fértiles y la producción de grano fueron mayores en las plantas inoculadas que en las no inoculaciones.

Denneber *et al* (1986), señala que después del descubrimiento desde hace algunos años, de la asociación entre cereales y la bacteria del genero *Azospirillum* es necesaria su identificación y su distribución en los suelos de estas regiones áridas. Esto ha sido en general la esperanza, para la fijación del nitrógeno, la bacteria vive dentro de la superficie de las raíces y proporciona nitrógeno disponible a la planta. A su vez puede reducir la demanda de fertilizantes nitrogenados e incrementar la cosecha.

Soroa (2002), concuerda con el trabajo que se realizo con los perritos ya que en plantas de ornato se paga bastante bien la calidad de las mismas, por lo que cualquier medio que se ocupe para mejorar esta calidad es buena y si el producto que se ocupa no es contaminante es mucho mejor. La bacteria *Azotobacter* a resultado un éxito su uso, ya que este microorganismo permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes que se encuentran en el suelo, mejorando la longitud de brotes de los cultivos y fijando cantidades de nitrógeno.

Condiciones Ambientales

Devlin (1982), comenta que fuera de las condiciones ambientales necesarias para un buen crecimiento, el proceso de la fijación de nitrógeno no añade ningún requerimiento especial al organismo. Una posible excepción a esta afirmación podemos encontrarla en las cantidades de ciertos elementos minerales requeridas para una fijación de nitrógeno más eficaz. Diversos investigadores han establecido que el molibdeno, el hierro y el calcio son necesarias en cantidades más elevadas cuando se emplea nitrógeno molecular en lugar de amoníaco, lo que parece indicar que participan en la fijación de nitrógeno

Wilson (1958), habla de los trabajos más completos sobre las necesidades de niveles más elevados de molibdeno, hierro y calcio para la fijación de nitrógeno que han sido los dedicados al molibdeno. Ha señalado que cada organismo fijador de nitrógeno estudiado ha demostrado necesitar molibdeno.

Inhibición de la fijación de nitrógeno.

La inhibición de la fijación de nitrógeno puede distinguirse de manera conveniente tres casos: Inhibición del metabolismo celular: Si tenemos en cuenta que el buen funcionamiento está asociado a la fijación de nitrógeno, no es sorprendente que los inhibidores de crecimiento celular inhiban también la fijación de nitrógeno, inhibición con hidrógeno molecular: El hidrógeno molecular actúa como un inhibidor específico de la fijación de nitrógeno. Ello significa que la inhibición se observa solamente cuando la única fuente de nitrógeno es nitrógeno molecular y cuando se dispone de otras formas de nitrógeno combinado.

Wilson (1937), coincide en dos explicaciones a esta inhibición: 1) el hidrógeno puede competir físicamente con los puros activos de la superficie de alguna de las enzimas que intervienen en la fijación de nitrógeno, o 2) la inhibición puede relacionarse con la función de la hidrogenase en la fijación de nitrógeno.

Devlin (1982), cita sobre la inhibición con nitrógeno combinado: En general, la fijación de nitrógeno se ve inhibida por el amoníaco o por compuestos fácilmente convertibles en amoníaco, como el nitrato y el nitrito

Fijadores de Nitrógeno Asimbióticos

Martínez *Et al.* (1985), menciona que la capacidad fijadora de nitrógeno se ha demostrado solo en organismos procarióticos de los cuales los representativos son bacterias o algas verde-azules. Las bacterias fijadoras de nitrógeno pertenecen a varios grupos fisiológicos que incluyen aerobios, anaerobios, bacterias fotosintéticas y especialistas, tales como algunas de las bacterias reductoras de sulfato.

Existe una asociación entre las raíces de algunas especies de plantas superiores y bacterias heterótrofas no simbióticas fijadoras de nitrógeno. A diferencia de *Rhizobium*, estas bacterias no se localizan en nódulos especializados o protuberancias de las raíces, sino que crecen en la superficie radical (Alexander, 1980). Entre las bacterias diazotróficas no simbióticas asociadas con zacates se encuentran *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Azospirillum*, *Klebsiella*, *Bacillus* y *Pseudomonas* (Balandreau, 1986).

Entre las bacterias aerobias se encuentran *Beijerinckia indica* aislada de raíces de caña de azúcar, *Azospirillum lipoferum* de las raíces de *Digitaria decumbens* y *Azotobacter paspalum notatum*. De las bacterias facultativas anaerobias se puede citar *Bacillus polymyxa*, *B. macerans*, y *Enterobacter*

cloacaceae en trigo y sorgo el género *Beijerinckia* es más común en suelos arenosos en climas cálidos; *Azospirillum* tiende a ser menos común en suelos templados y ácidos que en suelos tropicales y neutros; *Enterobacteraceae* se encuentra en cualquier lugar mientras que *Bacillus* y *Clostridium* tienen a predominar en suelos ácidos

Cejudo y Paneque (1986), comentaron que en Puebla solamente en el año 2000, en la localidad de Rinconada, se mostraron incrementos en el rendimiento del maíz con los dos microorganismos inoculados por separado. Los resultados anteriores confirman que las altas dosis de fertilización, combinadas con los microorganismos, no mejoran el rendimiento. Se han documentado evidencias sobre la interacción, tanto en maíz, como en soya.

Aguirre y Velazco (1994), comentaron que el efecto anterior se atribuye a la inhibición del proceso de fijación de nitrógeno por la nitrogenasa. En la región Noreste, en Coahuila, también se compararon los tratamientos de microorganismos y dos niveles de fertilización y los resultados fueron diferentes. La combinación de los niveles altos de nitrógeno más los microorganismos, fue la combinación que indujo el mayor rendimiento. Es importante señalar que los efectos simples de los microorganismos, tuvieron un comportamiento semejante al testigo absoluto.

Aguirre (2006), menciona sobre la interacción entre los microorganismos y las dosis altas de nitrógeno en estos suelos fue positiva.

Godínez *et al.* (1988), habla de cultivos perennes como el aguacate, informan de plantas más altas en vivero, cuando son inoculadas con micorriza arbuscular, en condiciones de suelo tratado con microorganismos, el mayor crecimiento radical se indujo con la simbiosis doble, según Sánchez *et al.* (1995), en papaya y González y Ferrara (1995), en limón, al combinar la inoculación de *Azospirillum* y otros microorganismos, como *Azotobacter* se consignaron incrementos en el buen desarrollo en las plantas como es vigor en

el tronco y frutos de buen tamaño. Sin embargo, en diversas situaciones, los efectos sinérgicos parecen estar más relacionados con la producción de hormonas por parte de las bacterias, que con su capacidad para fijar N₂.

Mohandas (1987), encontró en *Lycopersicon esculentum* inoculado con *Glomus fasciculatum* junto con *Azotobacter*, mayor peso seco del tallo principal. La importancia de incluir al menos dos microorganismos en el sistema radicular de las plantas, ha sido una estrategia que ha resultado en incrementos importantes en rendimientos de algunos cultivos en México.

Según Aguirre (2000) y, Mosse *et al.* (1976), citan que el crecimiento concreto de las plantas para algunos microorganismos fijadores de nitrógeno realizan un mejor trabajo cuando se asocian con otras bacterias, como el caso de la simbiosis *Rhizobium Azospirillum* en frijol, que ha inducido incremento en el número de nódulos, mayor actividad de la fijación de nitrógeno y ganancia en la biomasa de la planta

Aguirre *et al.* (2005), menciona que las raíces adquieren ciertas ventajas fisiológicas ya que crecen rápidamente y aumenta la absorción y transportación de nutrimentos como el P, Zn, Ca, S, Cu, y Mg. Los efectos son más notorios en suelos con deficiencia de fósforo y, propicia efectos de sinergia en el desarrollo radical de algunas plantas anuales y cultivos perennes en vivero como *Coffea arábica* L., *cacao* L, o en plantas micropropagadas de aguacate

Barbieri (1986), habla sobre la tendencia de *Azospirillum* en donde tuvo un efecto significativo en aumento de altura de planta, número de brotes por planta en *Gallardia pulchella*, fue buena la asimilación ya que mostro buen desarrollo de la planta y parámetros de rendimiento. De esta investigación, puede ser concluido que la tendencia de *azospirillum* puede jugar un papel muy importante en la nutrición del nitrógeno de *Gallardia pulchella*.

Soroa (2000), cita que la diferencia de nitrógeno (RDN) sobre la toma del nitrógeno en el cultivo y producción de flor de *chrysanthemum morifolium*. Los resultados fueron que *Azotobacter* aumento el desarrollo de la planta. La producción de flor y toma de nutrientes de *chrysanthemum morifolium* cuando se comparo sobre el control de plantas inoculadas. La aplicación del nitrógeno además con la inoculación con *Azotobacter* acrecentó las plantas. Los parámetros del rendimiento del cultivo y la toma de nutrientes significativamente la planta recibió el 100% de RDN y la inoculación de *Azotobacter* significativamente produjo la máxima producción de flor. La máxima población de *azotobacter* contenía el 100% de RDN y *Azotobacter* de la planta tratada ($58.5 \cdot 10^3$) el cual fue significativamente mas que las otras rhizosferas tratadas. por lo tanto la inoculación de *Azotobacter* al cultivo de *crisanthemum* sustituye el 25% de la aplicación del nitrógeno al suelo y reduce el costo de entrada y mantiene la fertilidad del suelo en el suelo.

Nitrógeno

Webster (1959), comenta que probablemente el papel más importante del nitrógeno en las plantas es su participación en la estructura de la molécula proteica. Además, el nitrógeno se encuentra en moléculas tan importantes como las *purinas*, *pirimidinas*, *porfirinas* y *coenzimas*. Las purinas y pirimidinas se encuentran en los ácidos nucleicos, RNA y DNA, esenciales para la síntesis de proteínas. El anillo de la porfirina se encuentra en compuestos tan importantes, desde el punto de vista de los citocromos, esenciales para la fotosíntesis y la respiración. Las coenzimas son indispensables para el funcionamiento de muchas enzimas. Con la excepción de las especies capaces de fijar nitrógeno molecular, la mayor parte de las plantas absorben nitrógeno existente en el suelo en forma fijada. Las formas de nitrógeno que se encuentran a disposición de la planta pueden distribuirse en cuatro grandes grupos: nitrógeno en forma de nitrato, nitrógeno en forma amoniacal, nitrógeno

en forma orgánica y nitrógeno molecular. Muy pocas plantas (ciertas bacterias y algas) son capaces de utilizar las cuatro formas de nitrógeno

Devlin (1982), cita que las raíces de la mayor parte de las plantas, absorben nitrógeno en forma de nitrato. Sin embargo, el nitrógeno en esta forma no puede ser directamente empleado por las plantas, sino que debe ser reducido hasta amoníaco antes de que pueda ser incorporado a los compuestos nitrogenados de la planta. Si admitimos que el nitrato debe ser reducido a amoníaco para que el nitrógeno pueda entrar en el sistema metabólico, deberíamos observar una asimilación de nitrógeno más rápida cuando se emplea como fuente de nitrógeno amoníaco en lugar de nitrato.

Como fuente nitrogenada para su crecimiento muchas plantas pueden utilizar también nitrógeno orgánico, además de nitrógeno inorgánico. Muchos de los aminoácidos y de las aminas suministrarían así nitrógeno aprovechable para el crecimiento de la planta. Con algunas posibles pocas excepciones, éstos son los únicos compuestos nitrogenados capaces de suministrar a la planta, nitrógeno absorbible en las cantidades requeridas para permitir el crecimiento normal de la planta. Gran parte del nitrógeno del suelo se encuentra en forma orgánica, básicamente en forma de proteínas.

La degradación de las proteínas libera aminoácidos libres que, a su vez, son oxidados, dejando libre su nitrógeno en forma de amoníaco que normalmente es oxidado hasta el nivel de nitrato antes de ser absorbido por la planta, o bien, dichos aminoácidos pueden ser empleados directamente por el vegetal. Con muchas diferencias respecto a los demás, la fuente de nitrógeno más abundante existen en la tierra es la atmósfera, que contiene en forma molecular. Sin embargo, solo relativamente pocas plantas son capaces de asimilar o “fijar” nitrógeno a partir de esta abundante reserva. Aunque las plantas superiores no son capaces de utilizar nitrógeno molecular directamente, algunas consiguen utilizar el nitrógeno gaseoso de modo indirecto con la colaboración de algunos microorganismos del suelo.

El empleo directo de nitrógeno molecular se denomina fijación asimbiótica de nitrógeno, y la utilización indirecta de nitrógeno molecular se llama fijación simbiótica de nitrógeno.

Nitrógeno del Suelo

Rodríguez (1989), menciona que el nitrógeno del suelo que se encuentra en forma orgánica e inorgánica. El nitrógeno orgánico ingresa al suelo por los tejidos y órganos de los vegetales y animales, y constituye más del 85% del nitrógeno total existente en el suelo. Las transformaciones importantes para la nutrición vegetal son predominantemente microbianas, como la mineralización, nitrificación, desnitrificación y fijación de nitrógeno. La materia orgánica es atacada por los organismos del suelo transformándola en sustancias asimilables por las plantas. El nitrógeno orgánico es transformado por bacterias amonificantes en amoníaco y éste es luego convertido en nitrato por las bacterias nitrificadoras.

La materia orgánica contiene un cinco por ciento del nitrógeno total en toda su constitución. Según las condiciones de clima y suelo, las plantas utilizan de este total sólo del uno al cinco por ciento.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

Localización geográfica del área experimental

El presente trabajo de investigación se llevo a cabo bajo condiciones de invernadero que se encuentra dentro de las instalaciones del Departamento de Fitomejoramiento, "U.A.A.A.N" que se ubica al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, en las coordenadas $100^{\circ} 50' 57''$ de longitud Oeste y $25^{\circ} 23' 47''$ latitud Norte del meridiano de Greenwich y una latitud 1742 m.s.n.m.

Para su realización se utilizaron los siguientes materiales:

Descripción del material vegetativo

Se trabajo con perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) en el mes de octubre del 2009, en 1 charola de 200 cavidades, sobre (50% de Peat moss y Perlita) hasta germinar todas las semillas. Después se realizo el trasplante en el mes de noviembre del mismo año, en macetas de 6" de diámetro, se llenaron con una relación de 1:1:1(Tierra, Peat moss, y Perlita). Dichas macetas contaron con 4 plantas cada una, llegando a un total de 120 macetas, se aplicó bacterias fijadoras de nitrógeno (*Azotobacter*, *Azospirillum* 10^{-5} y *azospirillum*) a una concentración de 10-20-30ml/L hasta el comienzo de la floración, el riego fue manual cada tercer día.

Cuadro 3.1 Descripción de los tratamientos

TRATAMIENTOS	PRODUCTO	DOSIS
1	AZ	0
2		10
3		20
4		30
5	AZF	0
6		10
7		20
8		30
9	AZB	0
10		10
11		20
12		30

Diseño experimental.

Completamente al azar con arreglo factorial A*B

Modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

j= 0, 10, 20,30: niveles del factor A

j= 1, 2,3: niveles del factor B

k= repeticiones

El análisis de varianza se realizo con ayuda del programa estadístico SAS (Statistical Analysis System): versión 9, 2002. De igual manera para cada una de las variables se realizaron pruebas de comparación de medias correspondientes, con el fin de agrupar a los tratamientos estadísticamente iguales mediante la prueba de Tukey $\alpha=0.05$.

Variables evaluadas

Altura de planta (AP)

Esta variable se midió desde la parte basal del tallo hasta el final de la espiga, se utilizó una regla y el resultado se expresó en centímetros.

Número de brotes por planta (NBP)

Para el número de brotes se tomó una media de las ramificaciones secundarias que salieron en el transcurso del ciclo.

Longitud de brote (LB)

Para esta variable se tomó una media de los brotes de las ramificaciones secundarias que salieron en el transcurso del ciclo, se utilizó una regla y el resultado se expresó en cm.

Número de flores por brote (NFB)

Se contaron de manera individual todas las flores de cada espiga en cada planta, esta se realizó con las flores abiertas y a punto de abrir o que se encontraran bien definidas de cada repetición y de cada tratamiento.

Diámetro de brote (DB)

Esta variable fue determinada con un vernier digital, la medición se hizo colocando el vernier en la parte basal del tallo (al ras del suelo), expresada en milímetros.

Diámetro ecuatorial de planta (DEP)

Consistió en medir de forma transversal la planta para tener menor margen de error se midió con una regla de 30 centímetros.

Número de brotes por brote (NBB)

Para el número de brotes por brote de las mismas medias que se tomaron en el número de brotes por planta se hizo un solo conteo de las ramificaciones que salieron en el transcurso del ciclo.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de flores ornamentales manejadas en contenedor o maceta durante su crecimiento y desarrollo de las plantas se ven afectadas por diversos problemas durante su manejo. Por esta razón, es vital e importante que el productor tenga los conocimientos y tecnologías, que ayuden a incrementar los rendimientos de los cultivos, como es el caso del cultivo de perritos enanos para tener una máxima calidad y un aspecto atractivo de las plantas.

Cuadro 4.1 Análisis de varianza realizado para las variables evaluadas en la planta de perritos enanos, obtenidas con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno en condiciones de invernadero.

FV	GL	AP	NBP	LB	NFB	DB	DEP	NBB
P	2	241.54**	56.89**	273.10**	394.30**	17.08**	508.32**	541.81**
C	3	18.81**	15.60**	20.20**	71.92**	2.33**	75.90**	48.22**
P*C	6	6.83**	1.62*	6.15**	8.87**	1.56**	8.26**	12.14**
EE	108	7.32	0.53	6.71	16.97	1.71	16.40	4.10
CV (%)		7.13	18.02	7.23	19.68	29.39	14.67	18.11

Altura de planta; NBP= Numero de brotes por planta; LB= Longitud de brote; NFB= Número de flores por brote; DB= Diámetro de brote; DEP=Diámetro ecuatorial de planta; NBB= Número de brotes por brote.

Altura de planta

De acuerdo al varianza realizado para la variable altura de planta mostro que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 4.1).

De acuerdo a la comparación de medias mediante (Tukey, $\alpha = 0.05$) en la altura de planta se observó una diferencia estadística entre los tratamientos, donde el testigo reportó una altura promedio de (31.49 cm), con respecto al tratamiento AZB que fue el mejor, reportando una altura de 48.5 cm, el otro tratamiento denominado AZ alcanzó una altura promedio (38.83 cm), el tratamiento AZF obtuvo un promedio de 33.04 cm. (Figura 4.1), con respecto a la comparación de medias, la concentración aplicada de 30 ml/L, responde mejor la planta, alcanzando una altura de 42.37 cm, que cuando se aplicó una dosis de 10ml/L alcanzó 38.12 cm. de la altura de planta, esto indica una diferencia de 10.03% mayor cuando se aplica una dosis de 30 ml/L.(Cuadro 4.2).

Cuadro 4.2 Comparación de medias de las variables obtenidas en cuanto a concentración del producto aplicado en perritos enanos (*Antirrhium majus* L.), en invernadero.

Concentración	AP (cm)	NBP	LB (cm)	NFB	DB (mm)	DEP (cm)	NBB
10	38.12 B	4.06 B	36.05 C	19.36 C	4.42 A	27.57 C	10.88 B
20	39.82 B	4.25 B	37.95 B	25.99 B	5.11 A	32.27 B	14.63 A
30	42.37A	5.06 A	40.29 A	32.12 A	4.97 A	40.32 A	15.80 A
0	31.49 C	2.91 C	29.03 D	6.23 D	3.38 B	10.30 D	3.47 C

Tukey, $\alpha = 0.05$)

Los valores con las mismas letras, no difieren significativamente entre sí de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Con base a lo anterior la interacción entre los productos y dosis, Azotobacter fue el que influyó más en la altura alcanzada en las plantas que fue el resultado del efecto que causan las bacterias, ya que son eficientes fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y potenciadoras de diversos nutrientes, esto ayuda para tener macetas vigorosas y así alcancen sus índices de calidad ya que los consumidores finales es lo que buscan siempre. (Figura 4.1) de acuerdo con Martínez y Dibut (1996), menciona que las bacterias suministran sustancias hormonales o promotoras de crecimiento (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, vitaminas y péptidos) necesarias para su desarrollo de la planta, esto coincide con lo que menciona Brundrett (2009),

sobre la fijación de nitrógeno con azotobacter en el cultivo de maíz híbrido que fueron producidos en sustrato como un portador, los resultados fueron en el desarrollo del maíz en términos de altura de planta fue mayor cuando fueron inoculados microbiológicamente con respecto a los otros tratamientos.

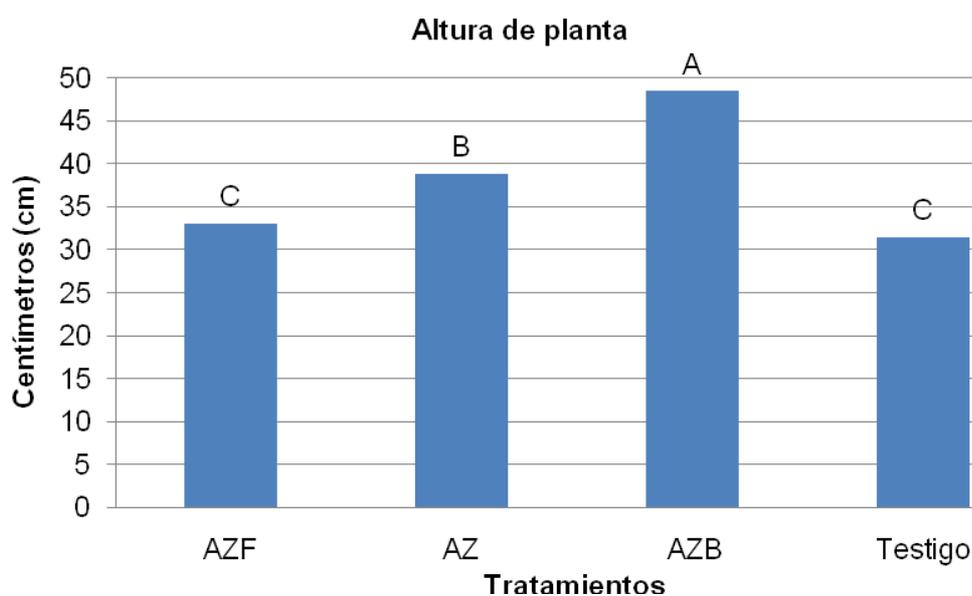


Figura 4.1 Comparación de medias en la altura de planta de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= Azospirillum fórmula, AZ= Azospirillum; AZB= Azotobacter)

Número de brotes por planta.

De acuerdo al ANVA realizado en la variable Número de brotes por planta hay una diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos (Cuadro 4.1).

La comparación de medias de (Tukey, $\alpha = 0.05$) indica que si existió una clara diferencia entre los tratamientos y dosis evaluadas, siendo el testigo que mostró el valor mas bajo, teniendo un numero de brotes de 2.91, mientras que el tratamiento AZB consignó una media de 5.17 brotes por planta; lo que representa un incremento del 43.72% brotes por planta con respecto al testigo,

seguido con el tratamiento AZ reportando una media de 4.61 brotes, y el tratamiento AZF tuvo una media de 3.60 brotes por planta (Figura4.2), estos fueron los tres mejores tratamientos que resultaron ser superiores al testigo alcanzando un mayor número de brotes por planta, mientras que la dosis sobresaliente fue de 30 ml/L. con 5.06 brotes por planta, sin embargo la concentración de 20 ml/L alcanzó 4.61 brotes por planta (cuadro4.2).

En los cultivos de especies ornamentales como es el caso de perritos enanos, alcanzar un número de brotes es de vital importancia para una buena presentación, ya que al manejarse como flor de maceta debe de tener una buena calidad para que sea aceptada para su venta, esto quiere decir que la interacción entre los microorganismos y las dosis altas empleadas en el suelo fue positiva ya que existe también el mecanismo de la fijación del N_2 por la nitrogenasa que estimula el desarrollo de catalizadores que pueden reducir la demanda energética para el Nitrógeno fijado industrialmente. Barbieri *et al.* (1986), menciona sobre la tendencia de *Azotobacter* y *Azospirillum* en donde tuvo un efecto significativo en aumento de número de brotes por planta en *Gallardia pulchella*, fue buena la asimilación ya que mostro buen desarrollo de la planta y parámetros de rendimiento. De esta investigación, puede ser concluido que la tendencia de *Azotobacter* y *azospirillum* puede jugar un papel muy importante en la nutrición del N.

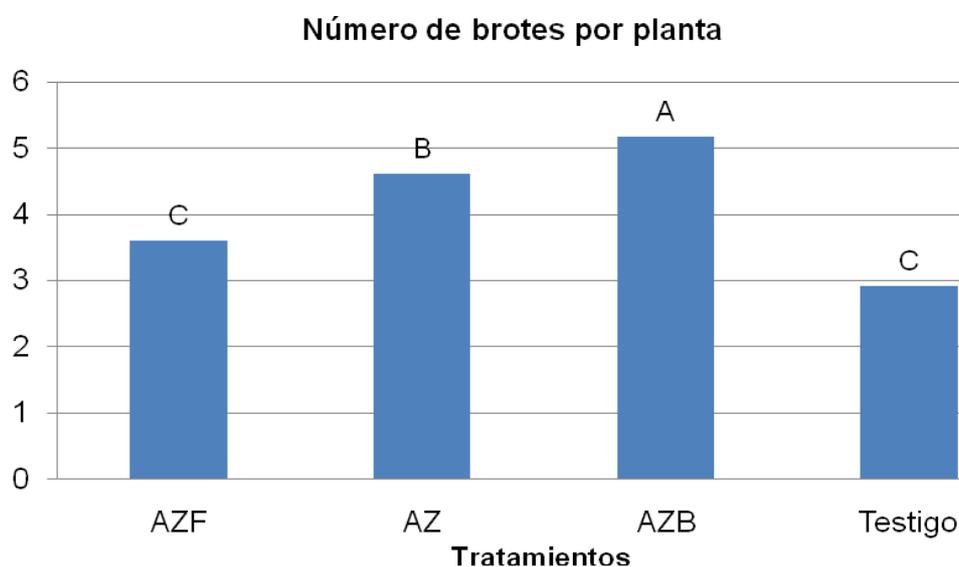


Figura4.2 Comparación de medias del Número de brotes por planta de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= Azospirillum fórmula, AZ= Azospirillum; AZB= Azotobacter)

Longitud de brote

Al analizar el comportamiento de los tratamientos en esta variable en el ANVA se encontró una respuesta estadística altamente significativa efectuándose de tal manera el incremento de longitud de brote. (Cuadro 4.1).

En cuanto a la comparación de medias de (Tukey, $\alpha = 0.05$) el mejor tratamiento fue AZB con una longitud de brote de 46.50 cm., le siguió el tratamiento AZ con 36.70 cm. y el tratamiento AZF con una longitud de 31.09 cm, el mejor tratamiento fue AZB superando al testigo con 29.03 cm. (Figura4.3)

En cuanto a las medias la dosis aplicada fue mejor a una concentración de 30 ml/L. con una longitud de 40.29 cm ya que cuando la concentración fue de 10 ml/L tan solo alcanzó una longitud de 36.05 cm (Cuadro4.2).Esto indica que las bacterias utilizadas si influyeron en cuanto ala longitud del brote, ya que a una mayor longitud, mayor será la calidad de la planta, dando estética y facilitando la comercialización como flor de maceta.

Por eso existe una preocupación de los productores de ornamentales por producir plantas de calidad y así satisfacer la demanda de los consumidores finales probablemente se debe a lo que comenta Waisel *et al.* (2002) que agrónomicamente, la parte aérea de las plantas han recibido mas atención para su estudio en comparación con el sistema radical aun cuando existe una estrecha interdependencia entre ambos órganos. El sistema radical ha sido llamado el componente olvidado, la mita escondida aunque para muchas plantas representa más que en la parte aérea. En otro trabajo con Soroa *et al.* (2002), mencionan que la bacteria *Azotobacter* a resultado un éxito su uso, ya que este microorganismo permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes que se encuentran en el suelo, mejorando la longitud de brotes de los cultivos y fijando cantidades de nitrógeno.

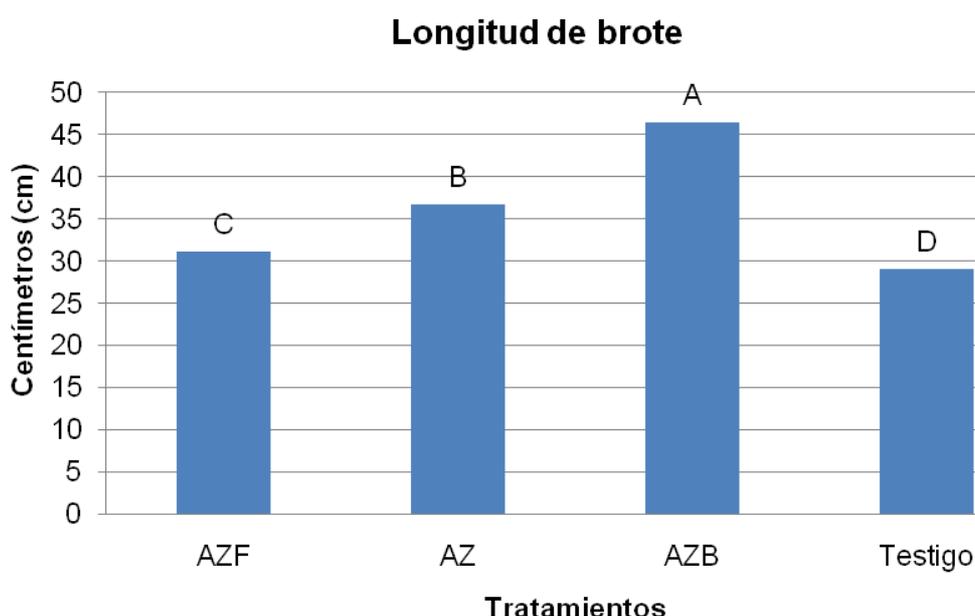


Figura4.3 Comparación de medias en la Longitud de brote de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= *Azospirillum fórmula*, AZ= *Azospirillum*; AZB= *Azotobacter*)

Número de Flores por brote

Se realizó el ANVA teniendo una alta diferencia estadística significativa entre los tratamientos (Cuadro 4.1).

Con relación a la comparación de medias con la prueba de (Tukey, $\alpha = 0.05$) en esta variable se encontró que el testigo fue el mas bajo con 6.23, siendo el mejor tratamiento AZB con 39.94 flores por brote, el otro tratamiento que le siguió fue AZ con 25.20 flores por brote, y AZF con 12.34 flores por brote. Existió un incremento en el número total de flores, ya que si hay diferencia significativa cuando se aplicó AZB (Figura 4.4). Mediante la comparación de medias la concentración de 30 ml/L fue la mejor con 32.12 flores por brote esto quiere decir que para aumentar considerablemente el número de flores, debe ser a una concentración mayor por que cuando se aplico a 10 ml/L. fue 19.36 flores por brote (Cuadro4.2), esto es importante para Perritos enanos ya que es apreciado por su consumo como flor de maceta, por este motivo es importante que cada vara floral contenga una mayor cantidad de flores, puesto que cuando se vende tiene una mejor presentación al contener una mayor cantidad de flores por planta.

Esto concuerda con lo que dice James (2000), que la toma del nitrógeno en el cultivo y producción de flor de chrisanthemum morifolium. El resultado fue que Azotobacter aumento el desarrollo de la planta. La aplicación del nitrógeno además con la inoculación con Azotobacter acrecentó las plantas. Los parámetros del rendimiento del cultivo y la toma de nutrientes en la planta recibieron el 100% y la inoculación de Azotobacter significativamente produjo la máxima producción de flor.

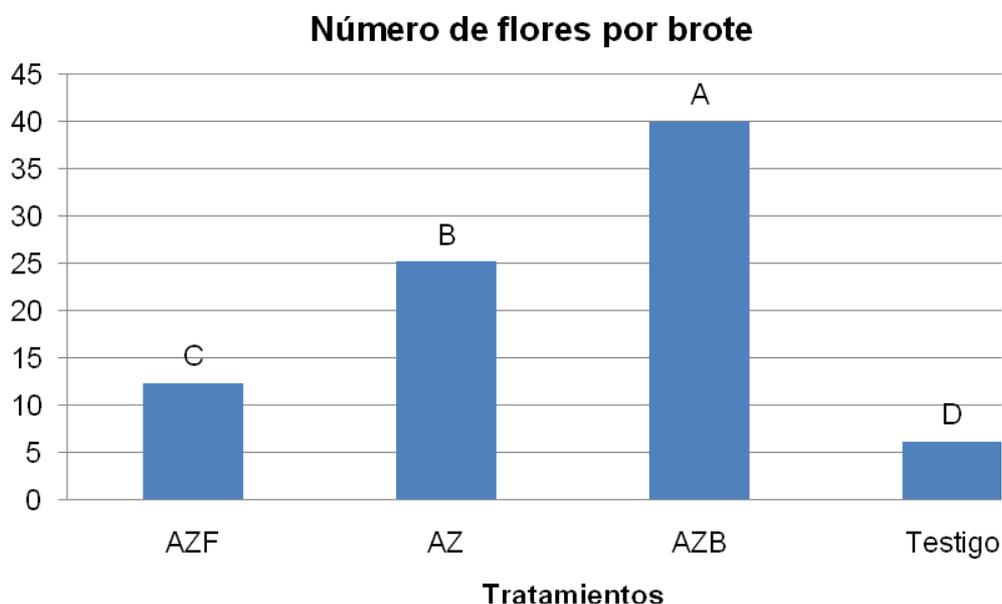


Figura 4.4 Comparación de medias en Número de flores por brote de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= Azospirillum fórmula, AZ= Azospirillum; AZB= Azotobacter)

Diámetro de brote

En los resultados evaluados para esta variable mostrados en el ANVA, existieron que si hay diferencias estadísticas altamente significativas, observándose el incremento del diámetro del tallo entre los tratamientos. (Cuadro 4.1)

En base a la comparación de medias mediante (Tukey, $\alpha = 0.05$) el testigo tuvo un valor bajo de 3.38mm.de diámetro, en cambio el tratamiento AZB tuvo 5.31mm.de diámetro de brote, le siguió AZ con 5.30mm y AZF con 3.88mm la diferencia entre los diferentes tratamientos no es mucha sin embargo los dos primeros tratamientos antes mencionados después del testigo fueron los mejores. (Figura 4.5)

De acuerdo a las medias, a una concentración de 20 ml/L se tuvo 5.11mm de diámetro mientras que a una concentración de 30 ml/L disminuyo a 4.97mm del diámetro de brote. (Cuadro 4.2). Lo que significa que a mayores concentraciones de la aplicación de estos microorganismos se obtendrá mejor el diámetro de brote. En esta planta de perritos enanos las bacterias del género *Azotobacter* forman un grupo especial de microorganismos fijadores de nitrógeno y, pueden fijar nitrógeno en condiciones aerobias, *azospirillum* también es una bacteria con efectos benéficos, que los efectos parcialmente son atribuidos a la producción de giberelina por los microorganismos de *azospirillum* inoculada.

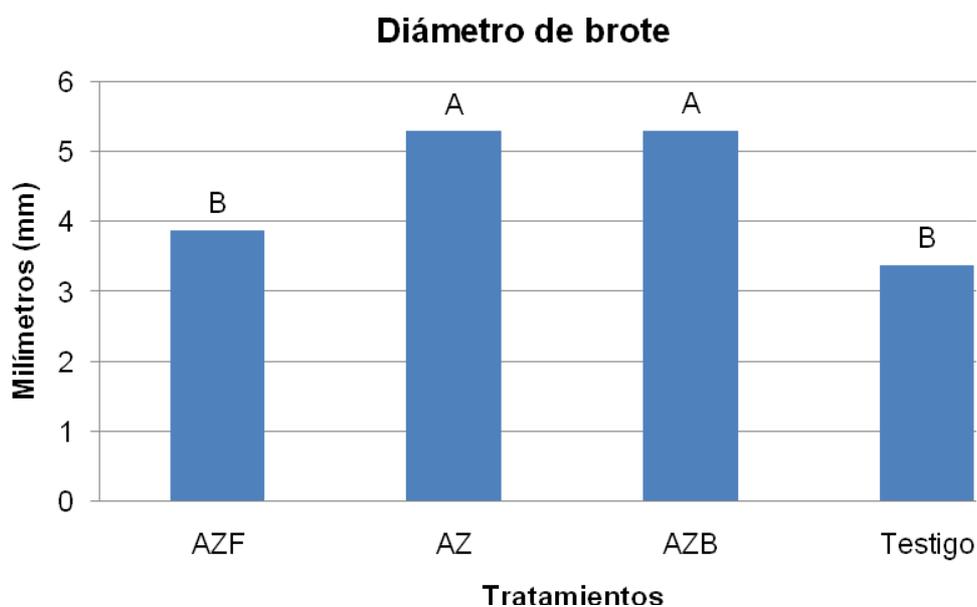


Figura4.5 Comparación de medias del Diámetro de brote de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF=Azospirillum fórmula, AZ=Azospirillum;AZB= Azotobacter)

Díametro ecuatorial de planta

El análisis de varianza mostro que existe una diferencia estadística altamente significativa en los tratamientos y concentraciones (cuadro4.1).

Así mismo al comparar las medias mediante (Tukey, $\alpha = 0.05$) se observó que el testigo tuvo un valor bajo de 10.30 cm., mientras que el tratamiento AZB alcanzo 46.96 cm en diámetro ecuatorial de planta, seguido el tratamiento AZ que fue de 35.50cm y el tratamiento AZF que consigné 17.71cm.de diámetro ecuatorial de planta; en base a lo anterior su desarrollo de las plantas fue mejor con el tratamiento AZB donde se obtuvo 46.96 (4.6)

Con una concentración de 30 ml. Se encontró el mayor diámetro ecuatorial de la planta con 40.32 cm (Cuadro 4.2) esto quiere decir que a mayor concentración de aplicación de los microorganismos en perritos enanos, fijan mejor el nitrógeno convirtiéndolo en NH_4 , ya que es importante este proceso para llevar acabo la fotosíntesis, esto se vera reflejado en un mejor desarrollo de la planta por que en esta planta cumple diversas formas como es la de mantener reservas en las hojas, para obtener un mayor vigor durante su desarrollo como requieren las plantas en maceta y así generara una estética de calidad para su venta, esto concuerda con lo que dice Thompson (2001), que la apariencia interna altera considerablemente cuando hay deficiencias de nitrógeno, ya que este elemento es el constituyente de proteínas, purinas, pirimidinas, enzimas y coenzimas. Po lo tanto una interferencia con la síntesis de proteínas y desde luego en el crecimiento es el efecto bioquímico que señala la deficiencia de este elemento, la cual origina un amarillamiento de las hojas o clorosis. Además, una disminución en la fotosíntesis inhibe la formación de aminoácidos esenciales y al mecanismo de síntesis de carbohidratos y de esqueletos carbonatados.

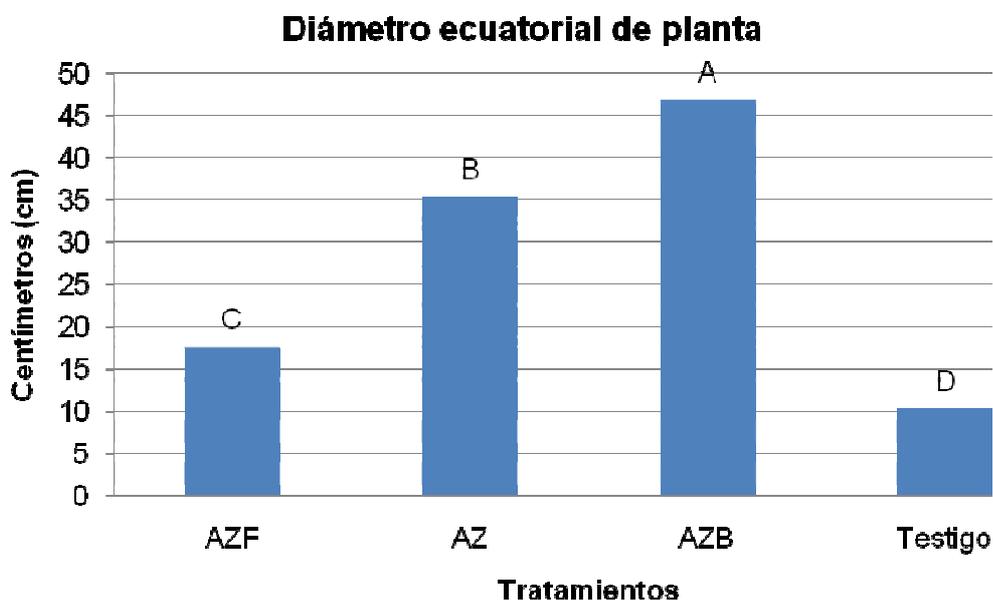


Figura 4.6 Comparación de medias en el Diámetro ecuatorial de plantas de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= Azospirillum fórmula, AZ= Azospirillum; AZB= Azotobacter)

Número de brotes por brote

Al analizar el comportamiento en la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno, en esta variable se encontró diferencia estadística altamente significativa entre tratamiento y concentración, efectuando de tal manera mayor número de brotes (Cuadro 4.1).

En base a la comparación de medias de (Tukey, $\alpha = 0.05$) se encontró que el testigo fue de 3.47 número de brotes por brote, sin embargo el tratamiento AZ con 20.88, en seguida el tratamiento AZB con 16.01, esto indica que el mejor tratamiento fue AZ con el mayor número de brotes por brote (Figura 4.2)

En cuanto a la concentración empleada la mejor fue de 30 ml/L alcanzando una media de 15.8 brotes por brote de la planta, mientras que cuando se aplicó 10 ml/L solo se obtuvo una media de 10.88 brotes por brote (Cuadro 4.2). Hoy en día, la producción ornamental ha cobrado gran importancia en el ámbito global, por lo que es importante mejorar estrategias para la producción en el mercado cumpliendo características importantes en la planta, una de ellas es el Número de brotes por brote principalmente en perritos enanos ya que entre más brotes tenga mayor cantidad de reservas tendrá, esto le servirá para dar soporte a la parte aérea (flores y hojas), ya que los brotes reciben los nutrientes que entran a partir de la raíz, por que estos microorganismos fijan nitrógeno en formas utilizables para la planta. Esto tiene relación con lo que comenta Salisbury (2000), que el nitrógeno existe en varias formas en el entorno ambiental. Aunque el nitrógeno penetra, junto con el CO₂, por las estomas hacia las células de las hojas solo existen enzimas para reducir el CO₂, por lo que el N₂ sale con la misma rapidez con la que entra.

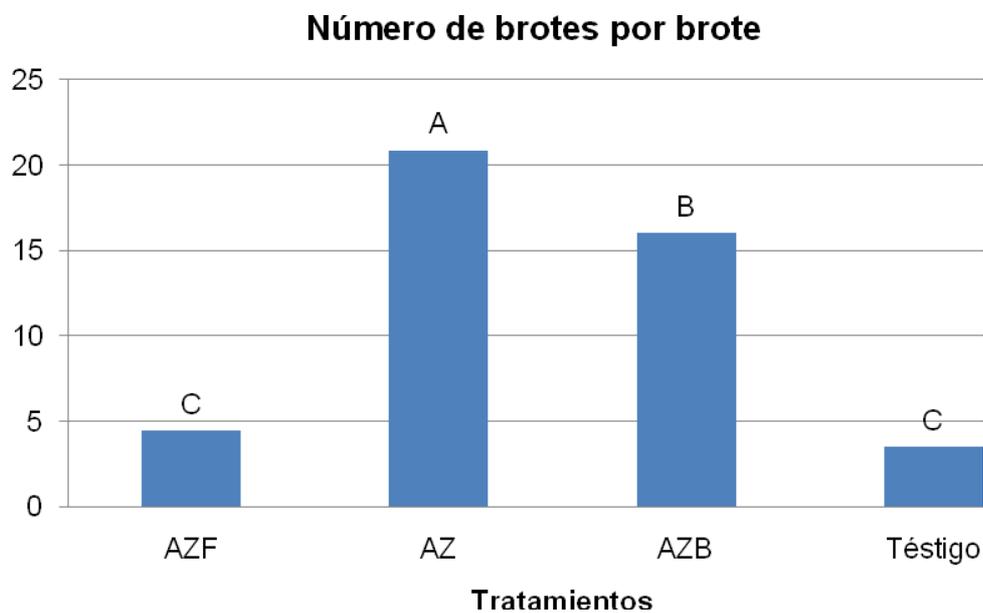


Figura4.7 Comparación de medias del Número de brotes por planta de perritos enanos (*Antirrhium majus* L.) con la aplicación de bacterias fijadoras de nitrógeno. (AZF= Azospirillum fórmula, AZ= Azospirillum; AZB= Azotobacter)

V.- CONCLUSION

De acuerdo con los objetivos, hipótesis y los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

El uso de Bacterias fijadoras de nitrógeno como es el caso de y Azotobacter que fue el que resulto mejor en perritos enanos , mostró que al aplicarse durante la etapa vegetativa fue de vital importancia para llevar acabo el proceso fotosintético. Obteniendo durante el desarrollo del cultivo mejor diámetro de tallo, altura de planta, mejor espiga floral, a concentraciones de 20ml. y 30ml.

V.- LITERATURA CITADA

- Aguirre, M.F.J, 2006. Biofertilizantes microbianos: experiencias agronómicas del programa nacional del INIFAP en México. Libro Técnico No.2. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental. Rosario Izapa, Tuxtla Chico, Chiapas, México 201p.
- Ansorena, M.J, 1994 Sustratos: propiedades y caracterización. Ediciones mandí- prensa Madrid, España. Pp.11, 12, 13, 14,15.
- Abad, M. 1993, Sustratos. Características y propiedades. Pp. 47-62 In cultivo sin suelo Canoas y J. R. Díaz (ed.). Instituto de Estudios Almeriense FIAPA.
- Alexander, M. 1980, Introducción a la Microbiología del Suelo. 2º edición. AGT. México
- Andreeva, I. N., K, Mandkhan, T. V. Re'kina, E. N. Mishustin and S. F. Izmailnov. 1992. Effect of *Azospirillum brasilense* on formation and nitrogen/fixing activity of bean and soybean nodules. Soviet Plant Physiology. 38(5):646-651.
- Bottini, R.P1989, Identification of gibberellins and Iso-A3 incultures of *Azospirillum* and *azotobacter* plant physol 90:45-47
- Bailey, L.H;E.Z. Bailey 1976. Antirrhium, L., pp86-87 in Hortus Third : A concise dictionary of plants cultivated in the united states and Canada, magmilan, New York.

- Bures, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotecnia S. L. Madrid España.
- Brundrett, M. 2009. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil* 320: 37-77.
- Brown, M.E., Burlingham, S.K., 1968. Production of plant growth substances by *Azotobacter chroococcum*. *J. Gen. Microbiol.*, **53**:135-144.
- Bagyaraj, D. J and J. A, Menge. 1978. Interactions between a VAM and *Azotobacter* and their effects on rhizosphere microflora and plant growth. *The New Phytol.* 80: 576-573.
- Balandreau, J. 1986. Ecological Factors and Adaptative Processes in N₂-fixing Bacterial Populations of the Plant Environment. *Plant Soil.* 90: 73-92. The Netherlands.
- Bauer, I.M.L.2002. Deterioro/preservación ambiental y Agricultura.colegio de postgraduados. Instituto de Recursos Naturales. Programa de Hidrociencias. Editorial CANIEM. México, Texcoco. 50-53pp.
- Cockshull, K E. 2000. *Antirrhium majus*. In the Handbook of flowering, Vol.1.A H Havelvy (ed).pp: 476-481
- Cokshull, K.E.1985 *Antirrhium majus*, in Hand Book of flowering Vol. I.A.H Havelvy. Editor, CRC press, Boca Ratón, Florida, Pp476-481
- Cejudo, J. F. and A. Paneque. 1986. Short-term nitrate (nitrite) inhibiting of nitrogen fixation in *Azotobacter chroococcum*. *J. Bacteriol.* 165: 240-243.

- Dole, J M, H F. Wilkins 2005 *Antirrium* In. Floriculture principles and Species. D Yarnell. K.Yehle, L Dalberg (eds..Pearson prentice Hall.Newyersey, USA.pp:284-294
- Devlin, R. M. 1982. Fisiología Vegetal. Omega. Barcelona. 16:319-333
- Dibut.B.2001. Obtención de un biofertilizante y bioestimulador del crecimiento vegetal para su empleo en la cebolla.Tesis de doctorado la Habana, 104Pp.
- FAO, 2001.Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicos Roma Italia <http://WWW.fao.org>
- Gutiérrez, E.,J.A 2003. Growth. Developmet and photosyntesis of the snapdragon (*Antirrhium majus* L). Leaf canopo during different seasons .doctoral thesis University of Guelph. Departament of plan Agriculture.330p.
- Gómez, Tovar Laura et al., 1999 Desafío de la Agricultura Orgánica, 1ra ed. UACH.Pp 27-32
- Gómez, T.L.Gómez. C. M.A.2002. Agricultura Orgánica en México y en el mundo. Conabio.
- Hamirck, D. 2003. Crop culture: Antirrhium. In: Ball Red book. 17th Ed. Ball publishing LL. USA: Pp230-239
- Hernández, G.2005.los biofertilizantes de la UNAM.centro de investigación sobre fijación del nitrógeno de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIFN-UNAM).

- James, E.K. (2000) Nitrogen fixation in endophytic and asociative simbiosis field cruops research 65:197-209
- Kapulinik, Y.and.okon,2002.plant growth promotion by rgizosphere bacteria.In:Waisel, Y, A.eshell and U.kafkafi (Eds).Plant roots.The hidden half. Third edition revised and expanded, Marcel Dekker, New York P.869-895.
- Lesczyńska, B. H, y Bory M. W. 1993. Componentes Estéticos en la Plantas. Memorias. Primer Simposio Nacional sobre Plantas Nativas de México con Potencial Ornamental UPAEP, Puebla, Puebla, México.
- Luna H.2005 Agricultura Orgánica en México.uneabasto.
<http://WWW.unebasto.agricultura/organica.htm>
- Martinez, V.R.yB.Dibut 1996. Los biofertilizantes como pilares básicos de la agicultura sostenible. En curso-taller sobre gestión.
- Mundo, Ocampo Jaime, (2006) El Vivero Ornamental,1ra.ed. Universidad Autónoma de Morelos
- Resh, H. M. 1987. Cultivos Hidropónicos. Segunda edición, Mundi Prensa, España.
- Soroa, R. M., Cortés J., Annia Hernández, 2002. Comportamiento de la biofertilización (HFMA-PGPR) En Gerbera jamesonii en Cuba. Reunión Internacional de ciencias Hortícolas. 8° congreso de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. Memoria, Pág. 268.

- Thomson, W.W. and T.E: Weier 2005. The fine Structure of chloroplast from mineral deficienton the structure of structure of the leaf cells of tomato, spinach, maize. Australia. J. Bot 14:1-18
- Tisdale, S. Y. W. Nelson 2001. Fertilidad de suelos y fertilizantes . ed UTHEA. Primera edición en español. Pp147
- .Vidalie, H. 2001 Producción de Flores y Plantas ornamentales 3ra. Ed. Ediciones Mundiprensas. España 269p
- Waisel, Y., A Eshell and U. Kafkafi. 2002. Plants Roots.*
The hidden half. Third edition revised and expanded, Marcel Dekker New Yourk
- Wilson, P. W. 1958. Asymbiotic nitrogen fixation. In Handbuch der Pflanzenphysilogie pp. Springer-verlag; Berlin.
- Webster, G. C. 1959. Nitrogen metabolism in developing seedling. In "Nitrogen metabolism in plants". Harper & Row, N. Y. and John Weatherhill, Inc., Tokyo.
- Wilson, P. W. 1958. Asymbiotic nitrogen fixation. In Handbuch der Pflanzenphysilogie pp. Springer-verlag; Berlin.
- Webster, G. C. 1959. Nitrogen metabolism in developing seedling. In "Nitrogen metabolism in plants". Harper & Row, N. Y. and John Weatherhill, Inc., Tokyo.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Análisis de varianza para la altura de planta en el cultivo de Perritos enanos.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	5303.755283	1767.918428	241.54	<.0001 **
C	2	275.372429	137.686214	18.81	<.0001 **
P*C	4	200.067444	50.016861	6.83	<.0001 **
EE	7.32				
CV (%)	110				

Cuadro A.2. Análisis de varianza para el número de brotes por planta en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	91.88541667	30.62847222	56.89	<.0001 **
C	2	16.0000000	8.40000000	15.60	<.0001 **
P*C	4	0.87395833	0.87395833	1.62	<.0001 **
EE	0.5383333				
CV (%)	110				

Cuadro A.3. Análisis de varianza para longitud de brote en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	5498.881169	1832.960390	273.10	<.0001 **
C	2	271.106160	135.553080	20.20	<.0001 **
P*C	4	165.103013	41.275753	6.15	0.0002**
EE	6.711758				
CV (%)	110				

Cuadro A.4. Análisis de varianza en número de flores por brote en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	20078.41327	6692.80442	394.30	<.0001 **
C	2	2441.49291	1220.74645	71.92	<.0001 **
P*C	4	602.56591	150.64148	8.87	<.0001 **
EE	16.97372				
CV (%)	110				

Cuadro A.5. Análisis de varianza en diámetro de brote en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	87.99707667	29.33235889	17.8	<.0001 **
C	2	8.00126889	4.00063444	2.33	<.0001 **
P*C	4	10.74503778	2.68625944	1.56	<.0001 **
EE	1.7172788				
CV (%)	110				

Cuadro A.6. Análisis de varianza en diámetro ecuatorial de planta en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	25024.16892	8341.38964	508.32	<.0001 **
C	2	2491.08472	1245.54236	75.90	<.0001 **
P*C	4	541.88611	135.47153	8.26	<.0001 **
EE	16.40976				
CV (%)	110				

Cuadro A.7. Análisis de varianza en número de brotes por brote en el cultivo de Perritos enanos

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
P	3	6678.803043	2226.267681	541.81	<.0001 **
C	2	396.245216	198.122608	48.22	<.0001 **
P*C	4	199.522931	49.880733	12.14	<.0001 **
EE	4.108943				
CV (%)	110				