

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



**USO DE BACTERIAS FIJADORES DE NITROGENO (*Bacillus spp.*),
BIORADICANTE Y SABILA (*Aloe vera*) EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES
DE HORTENSIA (*Hydrangea macrophylla*).**

Por:

ROSA ISABELA PEÑATE MONTEJO

TESIS

Presentada como Requisito parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

USO DE BACTERIAS FIJADORES DE NITROGENO (*Bacillus spp.*), BIORADICANTE Y
SABILA (*Aloe vera*) EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE HORTENSIA
(*Hydrangea macrophylla*).

TESIS

Presentada por:

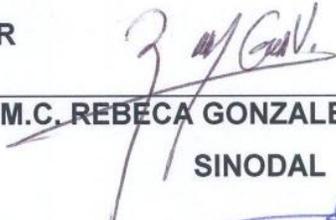
ROSA ISABELA PEÑATE MONTEJO

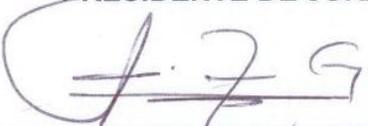
Que somete a Consideración de H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

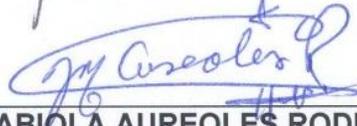
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

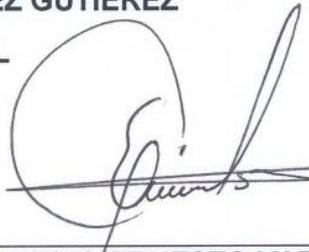
APROBADA POR


M.C. ALFONSO ROJAS DUARTE
PRESIDENTE DE JURADO


M.C. REBECA GONZALEZ VILLEGAS
SINODAL


M.C. LUIS RODRIGUEZ GUTIEREZ
SINODAL


DRA. FABIOLA AUREOLES RODRIGUEZ
SINODAL



DR. MARIO ERNESTO VAZQUEZ BADILLO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA
División de Agronomía

SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

MAYO DEL 2011.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Por darme la oportunidad de vivir y llegar a lograr una etapa más en mi vida y por todas las satisfacciones a las que con seguridad me seguirá dando en el futuro. Amén.

A mí Alma Terra Mater:

Por brindarme la oportunidad para realizarme como profesionista y sobre todo por la fructífera y firme formación tanto personal como profesional; por permitirme formar parte de ti, por enseñarme a valorar tantas cosas: mi vida, mi familia, mi estudio, mis amigos, y mi alrededor. Mi querida Universidad Antonio Narro, gracias por cobijarme, en los momentos que estuve en tus instalaciones.

Al Ing. Alfonso Rojas Duarte, por permitirme realizar esta investigación, así como su tiempo y confianza que me ha brindado, que son de un valor incalculable.

A la MC. Rebeca González Villegas, por su gran apoyo y colaboración para la elaboración de este trabajo.

Al MC. Luis Rodríguez Gutiérrez, por su apoyo y paciencia en la culminación del presente trabajo.

Al Sr. Rodó, por facilitarme los materiales para la realización del presente trabajo y por su gran amistad valiosa.

A mis amigos: Manuela, Martha, Luz, José Manuel, Roberto, Yanís, Emilio, Elvira, con quienes compartí momentos muy felices con ellos y quienes siempre estuvieron cuando los necesitaba.

A todos mis compañeros de generación CX de Horticultura: a todos ellos gracias por compartir los 4 años y medio en nuestra Alma Terra Mater.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Sr. José Peñate Gíménez

Sra. Rosa Montejo Sánchez

Dedico este trabajo con amor y cariño a mis padres, que me dieron la vida y me alientan para seguir adelante. Por su infinito amor y confianza que me tuvieron en cada instante de mi vida, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de estudiar; les reitero mi agradecimiento, la mejor de las herencias que se le puede dar a un hijo, una formación profesional, de la cual estaré agradecida toda mi vida, gracias por esos sacrificios y desvelos que han hecho por mí cuando niña y hasta en estos momentos; ahora que he logrado culminar una etapa más de mi vida, el éxito obtenido también es de ustedes, porque se lo merecen.

A ti madre que en algún momento te hice sufrir por el vacío que dejaba en casa, a pesar de la lejanía que nos separa, nunca los olvido, siempre los llevo en mi corazón, y son ustedes los que me motivan día con día para avanzar en la vida, gracias queridos padres, los *AMO*.

A MIS HERMANOS

Antonio, Miguel, Pablo, Mary, José, Rufino.

Quienes estuvieron presentes en todo momento durante mi formación y quienes estarán conmigo siempre, gracias por brindarme todo su apoyo y por los sabios consejos que me impulsaron a ser alguien en la vida, lo único que me queda decirles es gracias por que hicieron posible que llegara a lograr un objetivo más en mi vida.

A TÍ HERMANO PASCUAL: Porque siempre me motivaste y confiaste en mí para culminar esta etapa de mi vida, gracias por esas palabras que un día me dijiste, porque eso, fue lo que siempre lo tuve muy presente en todo momento de mi vida y lo seguiré teniendo.

A TODA MI FAMILIA: Tíos, Tías, Cuñadas, Primos y a mis Abuelitas y en especial a mis primas Meregilda, Elizabeth y Andrea.

A todos ellos muchas gracias por sus ánimos, por su preocupación y su apoyo incondicional, gracias.

A MIS AMIGAS

Manuela flores García y Martha del ángel, por la amistad que me brindaron incondicionalmente, por los consejos que me dieron cuando más los necesite, por las alegrías y tristezas que pasamos juntas y por toda la confianza que me dieron, sé que no hay forma ni palabras para agradecerles todo lo que hicieron por mí desinteresadamente, que Dios me las bendiga siempre y les deseo lo mejor en la vida.

Para alguien muy especial

A mi prima, *Teresa Peñate Montejo;* que más que parte de mi familia, ha sido mi amiga y hermana:

Con quien compartí muchos momentos felices, en mi niñez y en mi adolescencia, gracias por estar siempre conmigo, y por apoyarme en todo momento de mi vida y por preocuparte siempre por mí, porque aunque no pudimos realizar juntos nuestros sueños sé que vas a salir adelante, porque confió en ti, gracias por todas las alegrías y tristezas que compartimos juntas, que Dios te bendiga siempre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
HIPOTESIS.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen e historia de la hortensia.....	3
Antecedentes.....	3
Características morfológicas.....	4
Ambiente y exposición.....	5
Temperatura.....	5
Suelo.....	5
Riego.....	5
Fertilización.....	5
Poda.....	5
Plagas y enfermedades en el cultivo de hortensia.....	6
Plagas.....	7
Mosca negra (<i>Bradysia</i> spp.).....	7
Descripción.....	7
Daños.....	7
Control.....	7
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	8
Descripción.....	8
Daños.....	8
Control.....	8

Enfermedades.....	9
Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i>).....	9
Descripción.....	9
Daños.....	9
Control.....	9
Propagación de la hortensia (<i>Hydrangea macrophylla</i>).....	10
Propagación vegetativa.....	11
Efecto de las hojas sobre el enraizamiento.....	11
Sustratos.....	11
Propiedades del sustrato ideal.....	13
Propiedades físicas.....	13
Propiedades químicas.....	13
Otras propiedades.....	14
Descripción general de los sustratos utilizados.....	14
Perlita.....	14
Turbas (Peat moss).....	14
Generalidades de los productos usados.....	15
Sábila (<i>Aloe vera</i>).....	15
Características y antecedentes.....	16
Usos y aplicaciones.....	16
Usos de la Sábila en el área agronómica.....	17
Obtención del extracto de <i>Aloe vera</i>	18
<i>Bacillus spp.</i>	19
Características y antecedentes.....	19
Bacterias fijadoras de nitrógeno.....	20
Importancia de la fijación de nitrógeno.....	21
Bioradicante®.....	21
Características y antecedentes.....	22
Descripción de los ingredientes activos del	22
Bioradicante®.....	
Aminoácidos libres.....	22

Nitrógeno total (N).....	23
Materia orgánica.....	23
Boro (B).....	23
Hierro (Fe).....	23
Manganeso (Mn).....	23
Molibdeno (Mo).....	24
Zinc (Zn).....	24
Fitohormonas.....	24
Modo de acción del bioradicante®.....	24
Ventajas de su uso.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Localización del área experimental.....	25
Material vegetativo.....	25
Desarrollo del experimento.....	25
Riegos.....	26
Monitores de organismo dañinos.....	26
Diseño experimental.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES.....	39
LITERATURA CITADA.....	40
A P É N D I C E.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
2.1.- Composición química de la sábila (<i>Aloe vera</i>).....	17
2.2.- Composición química del Bioradicante®.....	22

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
2.1.- Volúmenes relativos de material sólido, líquido y gaseoso en un sustrato.....	12
4.1.- Respuesta comparativa del número de raicillas por plántula, con tres tratamientos.	33
4.2.- Respuesta comparativa de longitud de raíz por plántula, con tres tratamientos.....	34
4.3.- Respuesta comparativa de longitud de plántula, con tres tratamientos.....	35
4.4.- Respuesta comparativa de número de nudos por plántula, con tres tratamientos.....	36
4.5.- Respuesta comparativa del número total de hojas por plántula, con tres tratamientos.....	37
4.6.- Respuesta comparativa de peso fresco de la plántula, con tres tratamientos	38

RESUMEN

Uno de los principales problemas que enfrenta el productor en la producción de ornamentales es el difícil enraizamiento de esquejes, por ello se recurren al uso de algunos productos u hormonas con el fin de obtener una mayor cantidad de esquejes en menor tiempo; el objetivo de la investigación fue determinar la mejor dosis y tipo de producto para un enraizamiento efectivo en los esquejes de hortensia (*Hydrangea macrophylla*), conocer el efecto de los diferentes tratamientos y dosis con las que fueron tratadas, en este caso se probó el efecto del extracto de Sábila, *Bacillus spp* y Bioradicante®. El experimento se llevó a cabo en los meses de Mayo a Julio del 2010. Usando un diseño experimental completamente al azar, con 10 tratamientos y 42 repeticiones cada uno originando al combinarlos 378 unidades experimentales. Empleando 126 esquejes por unidad experimental, con el cultivar "*macrophylla*"; los tratamientos se conformaron por esquejes tratados y puestos a enraizar inmediatamente. Los variables evaluados fueron: número de raicillas, longitud de raíz, longitud planta, número de nudos, número de hojas y peso fresco.

Los resultados obtenidos indicaron que no hubo diferencias significativas entre los tres productos; sin embargo, entre los variables evaluados, el número de raicillas es la que tuvo mejores resultados.

Palabras claves: Propagación, *Macrophylla*, *Bacillus mildiu spp*, Bioradicante, Sábila, esquejes.

INTRODUCCIÓN

La hortensia (*Hydrangea macrophylla* Tumb.) es una especie exótica, muy atractiva, utilizada para la decoración interior de los hogares, cuyo cultivo a nivel local reviste gran importancia económica. El género *Hydrangea* (*Saxifragaceae*), cuenta con aproximadamente 80 especies nativas de Asia y América Central y del Sur. *Hydrangea macrophylla* la especie más conocida; de la que en la actualidad se han obtenido variedades de colores diferentes, tiene su origen en Himalaya, China y Japón (Álvarez *et al.*, s/f).

En México la producción de ornamentales y flores de corte se da en 26 estados, centrándose básicamente en los estados de Puebla, México, Morelos, Michoacán, Jalisco, San Luis Potosí y Baja California, quienes en conjunto le destinan 21 mil hectáreas (SAGARPA, 2010).

En este cultivo, normalmente en la producción de esquejes la propagación se da tradicionalmente utilizando plantas madres de donde obtienen la mayoría de los productores que lo cultivan, esta actividad es de gran utilidad en la multiplicación de plantas ornamentales; sin embargo, algunas veces se dificulta por razones de carácter fisiológico, anatómico y genético (Cabré, 1984).

En la actualidad uno de los problemas más difíciles que enfrenta el productor es el enraizamiento de los esquejes, un método para lograr la seguridad en la propagación es utilizar hormonas y auxinas para acelerar el enraizamiento.

Por lo que se ha buscado lograr un método rápido de enraizamiento de esquejes, para obtener una mayor cantidad y calidad de plantas en menor tiempo, ya que los pedidos de plantas enraizadas aumentan día a día. Algunos productores no utilizan ningún tipo de producto y en otras ocasiones desconocen completamente su efecto sobre el mismo, teniendo como consecuencia porcentajes bajos de enraizamiento. Por lo anterior los objetivos del presente trabajo son los siguientes:

OBJETIVOS

- ❖ Determinar el efecto de enraizamiento de esquejes de hortensia con el uso de *Bacillus spp*, Bioradicante® y Sábila (*Aloe vera*).
- ❖ Determinar los parámetros de calidad de los productos sobre los esquejes.

HIPOTESIS

- ❖ Al menos uno de los productos utilizados beneficiara la calidad de los esquejes y su enraizamiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e historia

La Hortensia (*Hydrangea macrophylla*) es originario del extremo Oriente, Japón, China, Himalaya, Asia e Indonesia; es un género que incluye unas 100 especies de plantas de flor nativas del Sur y Este de Asia extendiéndose en Norteamérica y Suramérica. Se conocen normalmente por su nombre común de Hortensias (Cabré, 1984).

Comerson, en su expedición de 1769, fue el primero en dar a conocer las muestras de flores secas a las que nombro Lepautia.

Cabré (1984), menciona que el nombre de hortensia se debe a la dama francesa del Siglo XVIII Hortense Lepante, pero también cita que es posible que el nombre de hortensia provenga de un homenaje a la reina Hortense de Beaumarchais (1783-1837) que hizo cambiar el nombre de Hortensia, otros mencionan que *Hydrangea* significa “bebedora de agua”.

Antecedentes

La hortensia se cultiva desde tiempos remotos como planta ornamental en Japón, y desde mediados del siglo XIX, también de forma extensiva en otras áreas del mundo con climas templados. Es una planta ornamental muy popular por sus enormes cabezas florales, con la especie *H. macrophylla* siendo con mucho la más ampliamente cultivada con cerca de 600 cultivares conocidos (*Hydrangea*-Wikipedia.mht).

Vidalie (2001), reporta que su importancia económica tiene un lugar importante en Francia, que es el primer productor mundial, con una producción anual de 5 millones de plantas por año (de las cuales más de 3 millones lo son en Anjou).

Características morfológicas

Raíz.- Las principales funciones de la raíz son:

- a) Anclaje
- b) Absorción del agua y minerales del suelo.

Ella realiza la absorción del agua como función principal en mayor cantidad en esta región a través de los pelos absorbentes, penetrando en un grado mayor en otras células de la epidermis de la misma, Botanical-online.com (1999-2010). Así mismo describe la raíz de la hortensia como ramificada, porque no tienen una raíz principal.

Tallo.- Es un órgano que tiene como funciones principales: El soporte, la exposición de las hojas, el transporte de agua y nutrientes.

Según Botanical-online.com (1999-2010) la Hortensia presenta tallos cilíndricos poco leñosos, que llega a tener altura de 1.5 y 2 m cuando se cultiva en el suelo y unos 60 cm cuando se cultiva en contenedor; sin embargo, en su lugar de Origen (Japón) alcanza fácilmente los 3 y 4 m de altura. Los vástagos del año alcanzan desarrollos de más de un metro en el tiempo que media entre el arranque de las yemas y la apertura de las flores.

Hojas: Órganos fotosintéticos en el cual se realiza la transpiración y la respiración en gran intensidad.

Las hojas de la hortensia son simple por lo general opuesta/subopuestas, ovadas a 9 pulgadas de largo, grueso y flexible, a menudo pubescentes, márgenes toscamente serradas, a corto textura acuminado, carnosos, pecíolo glabro, robusto. (Behgan, 1998).

Flor.- Vidalie (2001), señala que la hortensia presenta una inflorescencia en corimbo con dos tipos de flores:

Flores estériles, situadas en la extremidad del corimbo, con 4 o 5 sépalos petaloides coloreados, solamente decorativos.

Flores fértiles, en el centro (8 estaminadas), poco llamativas, sin interés decorativo y frecuentemente ausentes en muchos de los cultivares.

Fruto: Cápsulas dehiscentes, muchas semillas pequeñas (Behgan, 1998).

Ambiente y exposición de la Hortensia

Temperatura: Las hortensias prefieren climas con temperaturas suaves, lo cual la temperatura ideal es que no pase de 18 °C, Vidalie (2001); por el contrario Ballester (s/f), menciona que la planta experimenta un crecimiento óptimo con temperaturas nocturnas inferiores a 15.5 °C, con valores termométricos de 12-13 °C.

Así mismo Infoagro (2010), menciona que es una planta que no puede vivir a pleno sol todo el año, por lo cual se le considera planta de semisombra.

Suelo: Necesita de suelos ácidos (pH 5), porosos y húmedos aunque en los alcalinos y neutros también vegeta con normalidad. Prefiere suelos frescos, permeable, bien abonado (Vidalie, 2001).

Riego: La planta necesita grandes aportaciones de agua y humedad constante en el terreno o sustrato, pero éste debe tener un buen drenaje para evitar encharcamiento y así enfermedades de tipo criptogámicas y asfixia radicular (Infoagro, 2010).

Fertilización: La fertilización de hortensias se basa en el uso de productos ricos en potasio y pobres en nitrógeno y fósforo. En invierno, después de la poda de limpieza, es recomendable usar un abono orgánico como estiércol, tierra ácida y turba. Esto favorecerá la floración de verano (<http://www.paisajismo-virtual.cl/Datos/hortensias.htm>, 2010).

Poda

Para que las hortensias (*Hydrangea macrophylla*) se desarrollen sanas y vigorosas deben sufrir dos podas durante el año:

Poda de limpieza: Es una poda de invierno que se realiza para eliminar elementos que dañarán o desordenarán el hábito globoso y floral de la planta, como por ejemplo:

- 1.-Las ramas secas y muertas. (Se ven leñosas y se quiebran fácilmente)
- 2.-Los "chupones," que son brotes que nacen desde la raíz
- 3.-Las ramas muy vigorosas que escapan del follaje normal
- 4.-Las flores y frutos secos que desordenan y consumen la energía de la planta

Poda para estimular la floración: Se realiza todos los años, hacia el mes de agosto. Consiste en eliminar todas las ramas que florecieron dejando dos nudos por encima de la base:

No se deben cortar las ramas que no hayan florecido, porque esas son las que florecen en la próxima temporada (<http://www.paisajismo-virtual.cl/Datos/hortensias.htm>, 2010).

Plagas y enfermedades en el cultivo Hortensia

Las plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de hortensia son muchas según Margery (2001). Entre las plagas que afecta el cultivo de hortensia esta la araña roja, mosca negra, afidios, mosca blanca y minadores foliares. En el caso de la enfermedad todavía es mucho más numerosa, entre ellos están los siguientes:

Mosaico de la alfalfa, mancha foliar por alternaría, antracnosis, podredumbre de la raíz negra, *Botrytis*, nematodo perforador, mancho foliar por *cercospora*, mancha foliar por *corynespora*, agalla de la corona, mosaico del pepino, nematodo foliar, mancha foliar por *Helminthosporium*, latente de *hydrangea*, mosaico de *hydrangea*, mancha anular de *hydrangea*, virescencia de *hydrangea*, mancha necrótica de *impatiens*, agalla del tallo por *Nectriella*, entre otras (Margery, 2001).

De las plagas y enfermedades que se mencionaron anteriormente, solo se describen las de mayor importancia en el cultivo:

Plagas

Mosca negra (*Bradysia spp.*)

La mosca negra, para muchos productores, es la plaga más peligrosa para las ornamentales esto porque puede causar la muerte de la planta, dificultad para controlarla y su relación con diversas enfermedades.

Identificación. Son pequeñas moscas oscuras de aproximadamente 3 mm de tamaño. Tienen antenas y patas largas, lo que les da una apariencia de mosquitos. Los adultos sobrevuelan o caminan rápidamente sobre el sustrato y el follaje cuando se les agita. Las larvas son pequeños gusanos de cuerpo blanco y cabeza negra, localizados en la zona de la corona y de las raíces de las plantas.

Daños. El adulto no causa daño alguno de manera directa a las plantas. Sin embargo las larvas pueden dañar seriamente las raíces y tallos al alimentarse de ellos con su aparato bucal masticador. Inclusive llegar a provocar su muerte. Además se ha llegado a relacionar la incidencia de larvas de mosca negra con ciertos patógenos tales como: *Pythium*, *Verticilium*, *Cylindrocladium*, *Sclerotinia* y *Thielaviopsis*. Un ataque severo de esta plaga puede provocar la pérdida total de la cosecha.

Control. Para saber si existe una población elevada de la larva de mosca negra, se coloca un trozo de papa sobre el sustrato. Al día siguiente, las larvas estarán en la papa o bajo de ella. Para el caso del adulto usar trampas amarillas. Se recomienda evitar el exceso de humedad en el sustrato y evitar la formación de algas. Se pueden usar los siguientes productos como son: Aplicación al suelo Diazinol y Carbofuran. Aplicación al follaje Clorpirifos, Dursban, Ometuato y Oxamil. (Martínez, 1995).

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Descripción: Es de cuerpo oval de aproximadamente 0.4 mm de longitud y color variable (rojizo, café, anaranjado o verdoso). La hembra tiene 12 pares de sedas dorsales. El macho es más pequeño que la hembra, con las patas proporcionalmente más largas y con el extremo caudal del cuerpo puntiagudo. Deposita sus huevos en las hojas, cubiertos por una capa fina de telaraña. El ciclo de vida, tanto de machos como de hembras, pasa por los estadios de larva, dos estadios ninfales (protoninfa y deutoninfa) y adulto. El ciclo de vida varía dependiendo de las condiciones ambientales. En condiciones óptimas de temperatura (aproximadamente 25-28 °C), el ciclo de vida se completa en 5 a 20 días (Cid, 2002).

Daños: Perforan las células vegetales y se alimentan de ellas, vaciando las células. Al eliminarse los contenidos celulares, el mesofilo se colapsa y se forman manchas amarillentas, blanquecinas, rojizas o necróticas; las manchas pueden cubrir completamente las hojas. Como resultado de la acumulación de lesiones causadas por las picaduras de los ácaros, las plantas pierden agua y se marchitan más fácilmente en las horas cálidas del día (Cid, 2002).

Control: Se pueden utilizar algunos productos químicos como Savey 50 PH, Acaristop, Agrimec 1.8 % CE, Koromite 1 % CE, etc. El control biológico podría ser una buena opción, sin embargo dada la importancia de plagas y enfermedades que afectan a estas plantas, se requiere aplicar grandes dosis de varios productos químicos en el mismo ciclo de producción. Todos estos productos son incompatibles con el uso de enemigos naturales, principalmente ácaros depredadores (Cid, 2002).

Enfermedades

Botrytis (*Botrytis cinerea*)

Descripción: Es un hifomiceto con conidióforos septados, rectos y de color pardo, que son simples o ramificados. Los conidióforos llevan racimos de conidias hialinas que aparecen en una masa pardo grisácea. Las conidias se originan en una célula esporogena hinchada en la extremidad del conidióforo. Las conidias (8-14 x 6-9 um) son elipsoides a ovoides. Se pueden desarrollar con las temperaturas de 24-28 °C, pero existe algún crecimiento de 0-35 °C. Los esclerocios son negros, duros, firmemente adheridos al sustrato, irregulares en tamaño y forma, y de 1-15 mm de longitud. Los esclerocios tienen una corteza pseudoparenquimatosa oscura de células casi isométricas, aproximadamente de 5-10 um de diámetro, que encierran una medula de hifas fuertemente tejidas, hialinas y de paredes gruesas (Margery, 2001).

Daños: Causa una gran variedad de síntomas que incluyen manchas y marchitamientos en los tejidos de la hoja y del pétalo, podredumbre de la corona, chancros del tallo, podredumbre del esqueje y de las plántulas. Los tejidos en depósito como raíces, cormos o rizomas, son también susceptibles. Los tejidos heridos o senescentes son muy susceptibles a la invasión. Las lesiones causadas por *B. cinérea* son identificadas en campo por la esporulación característica y vellosa. Sin embargo las se desarrollan solo en condiciones húmedas. Las heridas de las hojas desarrollan muchas veces un diseño zonado. Los pétalos de la flor pueden tener pequeñas manchas o se marchitan completamente. Los tallos pueden debilitarse progresivamente por las heridas del esqueje o desarrollar chancros de color pardo a marrón que se originan en las bases de los peciolos de las hojas marchitas (Margery, 2001).

Control: Las medidas sanitarias no son suficientes para minimizar las pérdidas causadas por *Botrytis* en los invernaderos. La prevención debe ser el principal objetivo del programa de control de *Botrytis*. Una estrategia integrada, que combine

el control ambiental, las prácticas culturales y los fungicidas, controlara más eficientemente esta amenaza siempre presente en los invernaderos. Un control que ayuda a minimizar la aparición de *Botrytis* es el control de la humedad relativa, la adecuada ventilación, el espaciamiento adecuado en las plantas; en el control químico se pueden utilizar fungicidas como el benzimidazol y dicarboximida, solo en cepas no resistentes de *B. cinérea*, otros recomendados en estados unidos es Clorotalonil, hidróxido de cobre, sulfato de cobre pentahidratado y mancozeb, son generalmente más efectivos (Margery, 2001).

Propagación de la hortensia (*Hydrangea macrophylla*)

Las hortensias se propagan de dos formas; por semilla y por esquejes, nada más que en la primera es muy difícil de obtener la semilla por ello se recurre mayormente a la propagación vegetativa, por medio de esquejes de plantas madres. Los esquejes al momento de enraizarlos, son vulnerables a las enfermedades y lento crecimiento; por lo tanto se deben seleccionar solamente esquejes con un gran diámetro del tallo (0.75-1.25cm) (Larson, 2004).

Vidalie (2001), menciona que los esquejes deben medir entre 8 a 10 cm, con 2 a 3 pares de hojas (a veces dos hojas en las unifloras, e incluso una sola hoja). Los esquejes se toman de las plantas madres sanas, colocadas en invernadero caliente (cultivo de un año) o sobre los ramos pinzados de las plantas multiplicadas el año anterior (cultivo de dos años), y que la época de multiplicación más apropiada es de Marzo a Junio.

Así mismo Infoagro (2010) cita que la multiplicación vegetativa de la hortensia, a es a partir de un esqueje; la medida ideal es de 8-10 cm de longitud, aunque si no se dispone de suficiente material vegetal pueden emplearse esquejes de menor tamaño, cogiendo 1 cm a cada lado de la hoja y dividiendo el tallo en dos partes de forma longitudinal; no obstante estos últimos tardan más tiempo en dar una planta vendible.

Propagación vegetativa

La propagación vegetativa o asexual se utiliza para producir una planta que posea el mismo genotipo que la planta madre (planta donadora) y esto es posible porque todas las células de una planta poseen la información necesaria y/o suficiente para reproducir la planta entera (Hartmann *et al.*, 1992).

López y Carazo (2005), mencionan que el objetivo de la propagación mediante esquejes es conseguir esquejes enraizados de calidad, es decir que respondan bien y rápidamente al trasplante, presenten gran uniformidad y sean la mejor base para alcanzar plantas de calidad.

Efecto de las hojas sobre el enraizamiento

Hartmann *et al.*, (1992) menciona que la traslocación de carbohidratos desde las hojas sin duda contribuye, a la formación de raíces, sin embargo, la mayor promoción del enraizamiento por efecto de las hojas y yemas, es posiblemente resultado de otros factores más directos. Hojas y yemas, son conocidas como poderosos centros productores de auxinas, y los efectos son observados directamente por debajo de ellos, demostrando el transporte polar, desde el ápice a la base.

Es ampliamente conocido que la presencia de las hojas en la estaca, ejerce una fuerte influencia, estimulando la iniciación de las raíces (Hartmann *et al.*, 1999).

Sustratos

Felipe y Francisco (2001), indican que el sustrato es un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. Infoagro (2011), lo define como todo material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual mineral u orgánico, que colocado en un

contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte de la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Felipe y Francisco (2001), mencionan que la granulación (dimensión de las pequeñas partículas de las que está compuesto el sustrato) ha de ser tal que permita la circulación de la solución nutritiva y del aire. Un sustrato excesivamente fino se vuelve compacto, en especial cuando está húmedo, e impide el paso del aire.

En general la experiencia señala como mejores aquellos sustratos que permiten la presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total.



Fig.2.1.- Volúmenes relativos de material sólido, líquido y gaseoso en un sustrato.

Harman y Kester (1999), indican que para el enraizamiento de estacas y mejor desarrollo del cultivo es necesario considerar las siguientes características; el medio debe ser lo suficientemente macizo y denso para mantener en su lugar las estacas durante el enraizamiento y su volumen debe mantenerse constante, ya sea seco o mojado, debe retener suficiente humedad para no tener que regar con frecuencia, debe ser lo suficientemente poroso de manera que escurra el agua excesiva permitiendo una aireación adecuada, debe de estar libre de semillas de malezas, nematodos y diferentes patógenos, no debe tener un alto nivel de salinidad, debe ser esterilizado en vapor o sustancias químicas sin que sufra efectos nocivos además de

que debe proporcionar una provisión adecuada de nutrientes cuando las plantas permanezcan por un periodo largo.

Sustratos químicamente inertes: Infoagro (2011), Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.

Sustratos químicamente activos: Infoagro (2011), Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulosicos, etc.

Propiedades del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización, aspectos económicos, etc.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo (Infoagro, 2011).

Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible.
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores
- Baja densidad aparente
- Elevada porosidad
- Estructura estable, que impida la contracción (o hinchazón del medio).

Propiedades químicas

- Baja o apreciable capacidad de intercambio cationico, dependiendo de la fertirrigacion que se aplique.
- Suficiente nivel de nutrientes asimilables
- Baja salinidad
- Elevada capacidad tampón y capacidad para mantener constante el pH.
- Mínima velocidad de descomposición.

Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar
- Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección
- Resistencia a cambios externos, físicos, químicos y ambientales.

Descripción general de los sustratos utilizados

Perlita.

Material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000-1,200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas. Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja, en general inferior a los 100 kg/m³. Posee una capacidad de retención de agua de hasta 5 veces su peso y una elevada porosidad; su C. I. C es prácticamente nula (1.5- 2.5 meq/100g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5-6 años. Su pH esta cercano a la neutralidad (7-7.5) y se utiliza a veces, mezclada con otros sustratos como turba, arena, etc. Por las características mencionadas se utilizan estos materiales como sustrato en la producción de plántulas (Infroagro, 2011).

Turbas (Peat moss)

Hartmann y Kester (1999), mencionan que el peat moss está formado por restos de vegetación acuática, de pantanos o marismas, que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial.

La falta de oxígeno en los pantanos hace más baja la descomposición bacteriana y química del material vegetal. La descomposición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación de que se originó, su estado de descomposición contenido de minerales y grado de acidez. La turba de musgo se deriva de musgos *Sphagnum*, *Hypnum* y otros musgos. Varían de color, pardo claro a pardo oscuro, tiene una alta capacidad de retención de humedad, una acidez elevada (pH de 3.3 a 4.5) y contienen una pequeña cantidad de nitrógeno (alrededor de 1.0 %) pero poco a nada de fósforo o potasio.

Así mismo Infoagro (2011), cita que las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función de su origen. La inestabilidad de su estructura y su alta capacidad de intercambio catiónico interfiere en la nutrición vegetal, presentan un pH que oscila entre 3,5 y 8,5. Se emplea en la producción ornamental y de plántulas hortícolas en semilleros. Tiene 1-2 % de Nitrógeno, pero este no puede ser considerado en una dosis de fertilización. La desventaja en el empleo de este sustrato es que al omitir el riego este tiende a secarse y por lo tanto es muy difícil la recuperación de la humedad. Algunos de estos sustratos pueden ser empleados en un 100 %, pero usualmente constituyen el 25 o 75 % de volúmenes en otro tipo de mezclas de sustratos.

Generalidades de los productos usados

Sábila (*Aloe vera*)

Es una planta que pertenece a la familia de las liliáceas. Se parece a un pequeño maguey, es perenne, de rizoma largo, se propaga por división de mata y tiene un hábito de crecimiento herbáceo. El análisis fotoquímico de la planta refleja que contiene aceites esenciales, alcaloides, glucósidos cardiotónicos, taninos, glucosa, proteínas y resinas (Aprocsal, 1994).

Características y antecedentes

El cultivo de sábila fue introducido por los españoles a las Antillas y posteriormente en diversos estados de México. Según Sánchez (2002), esta planta ha adquirido importancia económica en países como Estados Unidos, Canadá, Japón, Alemania, debido esencialmente a la gran cantidad de beneficios que aporta por sus propiedades curativas y cosmetológicas. En Grecia también fue conocida y muy apreciada dándole la categoría de medicamento que solían usar para eliminar los trastornos intestinales. Los romanos también la consideraron un medicamento de diversa aplicación. En el siglo V a. de C. la isla de Socotra al sur de Arabia destacó por sus plantaciones de Aloe cuyas plantas y extractos exportaban a los lugares más remotos del planeta.

La sábila es originaria de Arabia, norte y del sur de África su nombre científico es *Aloe barbadensis* pero es mejor conocida por su nombre común Aloe vera.

Usos y aplicaciones

El uso de la sábila, a lo largo de la historia universal ha sido aplicado por el hombre para diferentes fines, principalmente medicinales. En la actualidad, el reciente redescubrimiento de la planta a partir de la Segunda Guerra Mundial, ha conducido a la realización de investigaciones científicas en busca de nuevos usos y aplicaciones y a la validación de sus usos tradicionales.

Los usos de la sábila que se fundamentan en estudios científicos, son muchas, pero en este caso nada más vamos a mencionar, los relacionados al área agronómica.

En el área agronómica ha sido empleada a nivel experimental como un repelente e insecticida en larvas que atacan las plantas tuberosas obteniéndose muy buenos resultados (García *et al.*, 2008).

Cuadro 2.1.- Composición química de la sábila (Aloe vera).

Agua	6-10 %
Resina	40-80 %
Aloína	20 %
Enzimas	0 %
Proteínas	0 %
Vitaminas	B12, B6,B5,B, A YC
Aminoácidos y oligoelementos	
Magnesio, calcio, potasio, sodio, aluminio	
Hierro, zinc, cobre, plata, cromo	
Fosforo y titanio; geranio	

Así mismo el Departamento Agroindustrial Fundación Chile, (2003); señala que 99,4 % del peso del gel de *Aloe vera* es agua y contiene: 12 vitaminas, 20 minerales, 18 aminoácidos, Polisacáridos, Enzimas, Lignina, saponinas y antraquinonas.

Usos de la sábila en el área agronómica.

Rodríguez (2004), señala que el gel de *Aloe vera* tiene eficacia en la sustitución de reguladores sintéticos en medios de cultivos para el enraizamiento “*in vitro*” de plantas medicinales y frutales, en los resultados expuestos se percibe la existencia de efectos estimuladores del crecimiento en algunos de los extractos utilizados correspondiendo al extracto de sábila el mejor comportamiento con relación a la formación de raíces lo que demuestra la posible presencia de actividad auxínica en el mismo.

Existen referencias de la utilización de la sábila, como enraizador en condiciones de campo, con experiencias en plántulas de mora, donde recomiendan extraer el cristal de las hojas y colocarlo en contacto con la parte vegetativa de la plántula de mora para enraizar.

El gel sábila es una fuente rica en aminoácidos (ácido glutámico y arginina, en particular), lactatos y ácidos orgánicos, componentes también conocidos como materiales hidrofílicos que incrementan la hidratación de los tejidos (Rodríguez, 2004).

Rodríguez, (2006) reporta que es posible la sustitución total o parcial del agar empleado tradicionalmente, por gel de sábila y/o harina de sagú (*Maranta arundinacea* L.) y así contar con alternativas sostenibles sin afectar las condiciones apropiadas del medio de cultivo para el crecimiento y desarrollo óptimos de especies de plantas medicinales. Se logra, además, un alto beneficio económico, pues el agar requiere ser importado y tiene un alto precio en el mercado mundial.

García *et al.*,(2008), señala que se encontraron respuestas fisiológicas en la fase de enraizamiento en la micropropagación del plátano FIAH 18 en la Biofábrica de Pinar del Río, utilizando diferentes concentraciones de MS adicionando 20 y 40 mL del extracto de Aloe vera.

Obtención del extracto de *Aloe vera*

Según Conaza (1990), para obtener el extracto o acíbar de la sábila artesanalmente, se procede de la siguiente forma:

Se escogen las hojas más grandes procurando al hacer el corte, de no lastimar las más jóvenes. Se deben cortar de 8 a 12 hojas de la planta en forma transversal y se cuelgan de manera que la parte seccionada quede hacia abajo, con el objeto de que escurra el acíbar por 24 horas, de esta manera se recibe el jugo en un recipiente de lámina galvanizada cubierta de resina epóxica, colocando sobre baños de agua fría, después de esto se envasa.

Vickery (1994), cita que otro método de extracción consiste en moler las hojas por cualquier medio, centrifugar los residuos, filtrar el jugo y envasarlo.

La producción promedio de acíbar obtenido de esta forma es de 10 ml por cada hoja de tamaño medio.

La extracción debe hacerse cuidadosamente para evitar que las proteínas se desnaturalicen y pierdan su actividad catalizadora, por esta razón debe evitarse que las hojas una vez cortadas sean expuestas al calor, a altas concentraciones salinas o pH extremos.

Bacillus spp.

Es un género de bacterias en forma de bastón y Gram positiva; pertenece a la división Firmicutes. Son aerobios estrictos o anaerobios facultativos. En condiciones estresantes forman una endospora de situación central, que deforma la estructura de la célula. Dicha forma esporulada es resistente a las altas temperaturas y a los desinfectantes químicos corrientes (<http://es.wikipedia.org/wiki/Bacillus>).

Características y antecedentes

Taxonómicamente según la segunda Edición del Manual Bergey's (1982). El género *Bacillus* pertenece a la familia I *Bacillaceae*, del orden I *Bacillales* de clase tres *Bacilli*, del *fillum* BXIII *firmicutes* del Dominio bacteria. En la primera edición del género es claramente diverso desde el punto de vista fenotípico y genotípico. La diferenciación entre especies del género *Bacillus* se centro en los resultados en la fermentación de lactosa, sorbitol, manitol, melobiosis, hidrólisis de la urea y descarboxilación de la lisina (Anderson *et al.*, 2003).

Bacillus spp. pertenece a la familia *Bacillaceae*, es un género que hoy en día incluye más de 60 especies de bacilos; está formado por microorganismos bacilares Gram positivos, formadores de endosporas, quimiheterotrofos que normalmente son móviles y rodeados de flagelos periticos. Son anaerobios o aerobios facultativos son catalasa positivos. Las células bacterianas de este género tienen un amplio tamaño que varía 0,5 a 2,5 μm x 1,2-10 μm . Se encuentra comúnmente en suelos y plantas donde tienen un papel importante en ciclo del carbono y el nitrógeno. Son habitantes comunes de aguas frescas y estancadas, son particularmente activos en sedimentos (Koneman, 2001).

Así mismo, Bartram *et al.*, (2003), menciona que los microorganismos del género *Bacillus* son bacilos de gran tamaño (4-10 μm), grampositivos, aerobios estrictos o anaerobios facultativos encapsulados. Una característica importante es que forman esporas extraordinariamente resistentes a condiciones desfavorables. Las especies del género *Bacillus* se clasifican en los subgrupos *B. polymyxa*, *B. subtilis* (que incluye a *B. cereus* y *B. licheniformis*), *B. brevis* y *B. anthracis*.

Berg y Hallmann (2006), menciona que son buenas secretoras de proteínas y metabolitos, fáciles de cultivar y altamente eficientes para el control de plagas y enfermedades. Además, tienen comprobado efecto en la promoción de crecimiento de las plantas (Kloepper *et al.*, 2004).

Entre las especies más representativas del género *Bacillus* se encuentran *B. alkalophilus*, *B. anthracis*, *B. azotoformans*, *B. brevis*, *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. coagulans*, *B. firmus*, *B. insolitus*, *B. licheniformis*, *B. polymyxa* y *B. turingiensis* entre otros (Berge'ys, 1984-2000).

Lagunas *et al.*, (2001) menciona el efecto de *Bacillus spp.*, Sobre la germinación y desarrollo de jitomate cv. Rio grande, en semillas tratadas con *Bacillus spp.*, se incremento significativamente ($p= 0.05$) la germinación en 60% con respecto al testigo. Donde se obtienen un incremento en volumen radical y el peso seco de la planta en 87.5 y 84 %, respectivamente, con la aplicación de la bacteria en comparación con el testigo. La aplicación de medio de cultivo sin bacteria incremento el volumen radical y el peso seco en un 34 y 21 %, Sin embargo, tales incrementos no fueron significativos.

Bacterias fijadoras de nitrógeno

Son microorganismos capaces de catalizar el rompimiento del triple enlace de nitrógeno y activarlo para que se combine con otros elementos químicos, como el hidrogeno o el oxigeno, a estos organismos también se les conoce como diazotrofos (Mishustinetal., 1971).

Cabe mencionar que el suelo contiene cinco grandes grupos de microorganismos: Bacterias, hongos, actinomicetos, algas y protozoarios

(Dommergues, 1978); algunos de ellos pertenecen a los géneros *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Azoarcus*, *Klebsiella*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Enterobacter*, *Burkholderias*, *Serratia*, y *Rhizobiumson* considerados Organismos Promotores del Crecimiento Vegetal (OPCV) (Burdman *et al.*, 2001).

Dentro de las bacterias de vida libre encontramos especies de *Azospirillum*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Alcaligenes*, *Pseudomonas*, *Klebsiella*, *Bacillus*. Numerosas investigaciones en el ámbito mundial demuestran las bondades de la utilización de bacterias asimbióticas del género *Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp. En lo que se refiere a la reducción del periodo de tiempo de germinación en las semillas de tomate, ají y algodón, inoculadas con este microorganismo probablemente por la inducción de la producción de hormonas.

(Mishustin *et al.*, 1971).

Las bacterias pueden cubrir del cinco al diez por ciento de la superficie radical distribuidas en micrositios particulares de la raíz. Los hongos diferentes a las formas micorrízicas presentan una cobertura escasa (Paul y Clark, 1989).

Importancia de la fijación de nitrógeno

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

Bioradicante®

Es un bioestimulante radicular orgánico líquido de aplicación foliar y al suelo, elaborado a base de aminoácidos, materia orgánica y micro elementos.

Los componentes de su formulación interactúan sobre los procesos metabólicos de las plantas, aumentando la formación y metabolismo del sistema radicular,

favorece la asimilación de nutrientes reduciendo efectos de asfixia radicular y favorece la pronta recuperación del cultivo por heladas (Bravoag, 2007).

Características y antecedentes

Es un fertilizante orgánico de aplicación al suelo y foliar que actúa en el sistema radicular y en el metabolismo de las partes aéreas de los cultivos.

El desarrollo de la raíz es fundamental para garantizar un buen crecimiento de la parte aérea de la planta y asegurar un rendimiento óptimo de los cultivos (Ficha técnica, Bioradicante s/f).

Cuadro 2.2.-composicion química del Bioradicante

Ingredientes	% p/p
Aminoácidos libres	11.10
Nitrógeno total (N)	9.00
Materia orgánica	11.30
Boro (B)	0.20
Hierro (Fe)	5.70
Manganeso (Mn)	1.30
Molibdeno (Mo)	0.04
Zinc (Zn)	0.10
Fitohormonas (equivalente a 5000 ppm)	0.50

Ficha técnica, Bioradicante (s/f).

Descripción de los ingredientes activos del Bioradicante

Aminoácidos libres: Son aquellos que no se encuentran unidos a otros aminoácidos; por tanto, su peso molecular es reducido y son rápidamente absorbidos por la planta. Los aminoácidos constituyen la base fundamental de cualquier molécula biológica, y son compuestos orgánicos. No puede realizarse

proceso biológico alguno, sin que en alguna fase del mismo intervengan los aminoácidos. Además de una función nutricional, pueden actuar como reguladores del transporte de microelementos, ya que pueden formar complejos con metales en forma de quelatos (Cervantes, s/f).

Nitrógeno total (N): El nitrógeno es el componente básico de los aminoácidos, proteínas y clorofila. Las plantas pueden absorber el nitrógeno, ya sea como nitrato (NO_3^-) o amonio (NH_4^+), y por lo tanto, la incorporación total de nitrógeno por lo general consiste en una combinación de estas dos formas (Cervantes, s/f).

Materia orgánica: Los efectos de la Materia Orgánica en el suelo son varias; aquí solo se menciona el efecto sobre las plantas:

Efecto de las moléculas orgánicas sobre las plantas. Al degradarse y transformarse, la materia orgánica libera compuestos alimenticios y hormonales que actúan sobre las plantas, generalmente induciendo desarrollo (<http://www.mediterraneadeagroquimicos.cat/Informa/suelo.htm#mo>).

Boro (B): El boro es uno de los 7 micronutrientes esenciales para el crecimiento normal de las plantas, ya que promueve la división apropiada de las células, la elongación de células, la fuerza de la pared celular, la polinización, floración, producción de las semillas y la traslación de azúcar. También es esencial para la germinación de los granos del polen, el crecimiento del tubo polínico y para la formación de semillas y paredes celulares (Villarreal, 1997).

Hierro (Fe): Villarreal (1997), cita que el hierro es un metal que cataliza la formación de la clorofila y actúa como transportador del oxígeno. Además ayuda a formar ciertos sistemas enzimáticos que actúan en los procesos de respiración.

Manganeso (Mn): Funciona principalmente como parte de los sistemas enzimáticos de las plantas, activa varias reacciones metabólicas importantes y juega un papel directo en la fotosíntesis al ayudar a la planta a sintetizar clorofila (Villarreal *et al.*, 1997).

Molibdeno (Mo): Es vital para el proceso de fijación simbiótica de N, llevado a cabo por la bacteria *Rhizobium* en los nódulos de las raíces de las leguminosas. También es necesario para convertir el P en inorgánico a su forma orgánica en la planta (Villarreal *et al.*, 1997).

Zinc (Zn): Ayuda a la síntesis de sustancias que permiten el crecimiento de la planta y la síntesis de varios sistemas enzimáticos. Es esencial para promover ciertas reacciones metabólicas y además es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos (Villarreal, 1997)

Fitohormonas: Son reguladores de crecimiento producido por las plantas, que en bajas concentraciones, regulan sus procesos fisiológicos, normalmente, las hormonas se desplazan por el interior de las plantas, de un lugar de producción a un sitio de acción (Saldívar, 1994).

Modo de acción del bioradicante®

Los componentes de su formulación interactúan sobre los procesos metabólicos de las plantas, aumentando la formación y metabolismo del sistema radicular, favorece la asimilación de nutrientes reduciendo efectos de asfixia radicular, favorece la pronta recuperación del cultivo por heladas. También actúa sobre la fisiológica y metabolismo de las partes aéreas de la planta induciendo la síntesis de clorofila (Bravoag, 2007).

Ventajas de su uso

- ❖ Desarrollo de una mayor densidad en las raíces.
- ❖ Incremento en la absorción de agua y nutrientes.
- ❖ Mayor rendimiento en la síntesis de citoquininas endógenas en las raíces.
- ❖ Recuperación de raíces por el daño causado por nematodos y hongos.
(Bravoag, 2007).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

El presente trabajo fue establecido en uno de los invernaderos del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro durante el periodo comprendido del 28 mayo al 05 de julio del 2010. Se localiza en Buenavista, municipio de Saltillo Coahuila México. Situada a 25° 23' latitud Norte, 101° 00' longitud Oeste y a una altitud de 1743 msnm.

Material vegetativo

El material vegetativo que se uso fue esquejes de Hortensias del cultivar *Hydrangea macrophylla*, mismo que se tomo del invernadero de Horticultura, donde se llevo a cabo dicha investigación, esta variedad actualmente tiene mucha demanda en el área ornamental.

Desarrollo del experimento

Se empezó con la mezcla de sustratos de perlita y peat moss en partes iguales agregando un poco de agua para una mejor manipulación del sustrato y obtener una mezcla homogénea, posteriormente se coloco en las charolas de unicel donde se haría el trasplante del esqueje de hortensia.

Una vez obtenidos los esquejes y el sustrato, se procedió a la realización de las concentraciones de los productos, para el caso de *Bacillus spp.* se manejaron diferentes dosis (1, 2 y 4 mL), para el Bioradicante® (0.08, 0.16 y 0.32mL), cada dosis diluida en 20 mL de agua.

En el caso de la Sábila, se trabajo con pencas divididas en 3 partes (parte apical, parte media y parte basal), para este caso se trituro cada parte de la sábila por separado y se utilizo únicamente el gel que salió de cada parte de penca de la sábila.

Una vez preparadas las concentraciones se procedió a tratar los esquejes, aproximadamente 8 cm de longitud, dejándolos 5 segundos en contacto con el tratamiento que correspondiera, para posteriormente transplantar en las cavidades de la charola.

Cabe mencionar que por cada tratamiento se tuvo 42 repeticiones, teniendo para esto un testigo sin aplicar. Esto fue realizado a partir del día 28 de mayo del 2010, donde permanecieron los esquejes por 8 semanas bajo condiciones de invernadero.

Riegos

Inmediatamente después de haber terminado la colocación de los esquejes en las charolas se procedió a darle un riego y posteriormente con el fin de mantener los esquejes con la humedad requerida que favoreciera un buen enraizamiento, los riegos se llevaban a cabo cada tercer día o dependiendo de las condiciones climáticas, con agua pura; a los ocho días de haber puesto los esquejes se le dio un riego con los tratamientos respectivos (*Bacillus spp*, Bioradicante® y Sábila) con la dosis correspondiente de cada tratamiento, se le aplico este riego cada 8 días.

Monitores de organismo dañinos

Se realizo durante todo el desarrollo del experimento un monitoreo de plagas y enfermedades presentes en el sustrato o en los esquejes de hortensia.

Diseño experimental

Una vez obtenidos los resultados del enraizamiento se procedió al análisis estadístico utilizando un diseño completamente al azar, con 10 tratamientos (3 productos y un testigo) con 42 repeticiones por tratamiento.

Análisis estadístico

Los análisis estadísticos de la presente investigación se realizó en el paquete SAS (Statistical Analysis System) versión 11, 2010, usando el diseño completamente al Azar. Los variables evaluados fueron: número de raicillas, longitud de raíz, longitud de planta, número de nudos, número de hojas y peso fresco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos como se muestra en el ANVA, (Cuadro A 5.1); sin embargo se considero y se procedió a hacer un análisis descriptivo mediante graficas guiadas en el programa de Excel, versión 2007 para cada variable, incluyendo los tratamientos más el testigo; y en base a esto se obtuvieron:

Número de raicillas

La raíz es un órgano subterráneo que desempeña varias funciones, entre ellas absorber y conducir agua, minerales disueltos, acumular nutrientes y sujetar la planta al suelo, por ello, es importante su número en los diferentes cortes propagados entre ellos, los esquejes para que alcancen buen anclaje en el sustrato, y funcionen óptimamente en su desarrollo normal de la planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos (figura 4.1), correspondiente al total de raicillas por planta, los esquejes tratados con *Bacillus spp* alcanzaron entre 8,11 y 15 raicillas, mismas que corresponden a la repetición 14, 23 (2 mL) y 23 (4 mL); seguida por el tratamiento Bioradicante® con 8, 9 y 14 los de mayor numero (0.16 mL y 0.32 mL), posteriormente el tratamiento trabajado a base de Sábila (parte apical y parte media) alcanzo 6,11 y 12 raicillas, considerados los de mayor numero. Además se observo que las repeticiones 19 y 39 a base de *Bacillus spp* la 32 con Bioradicante®, la 23 y 2 con sábila parte apical y media respectivamente, no presentaron raíces a lo largo del experimento.

Por otra parte los esquejes que fueron tratados con *Bacillus spp* con dosis de 1mL y el tratamiento con sábila parte basal, no se observo ningún esqueje enraizado.

Lo anterior demuestra en esta variable que no es satisfactorio, el usar dosis bajas; pues los datos reportan mejores resultados con los tratados con dosis alta y también en el caso de la parte media de la penca de sábila.

Estos resultados difieren en efectividad de enraizamiento con lo obtenido por Giraldo *et al.*, (2009), quienes al utilizar extracto de Aloe vera en enraizamiento de esquejes se alcanzo un mayor resultado que al evaluar unas sustancias promotoras de raíces en estacas de mataratón (*Gliricidia sepium*), nacedero (*Trichanthera gigantea*) y sauce (*Salix humboldtiana*). Ellos utilizaron Hormonagro® como generador de raíces y un enraizador natural a base del extracto de Aloe vera en estas especies en donde observaron que sauce (*Salix humboldtiana*) en 60 días después de la aplicación sobre el corte genero raíces.

Longitud de raíces

La longitud de raíz de un esqueje define el tamaño de la planta, es decir; mientras más longitud tenga las raíces un esqueje será mejor en su calidad y consecuentemente será de mayor tamaño, mientras que con longitudes menores el tamaño y el vigor de la planta decrecerán teniendo poca probabilidad de supervivencia durante el desarrollo de la planta. Sin embargo, cuando se tiene una raíz con mayor longitud le sirve a la planta como soporte y es una característica indicativa de calidad en el esqueje.

En la (figura 4.2) se observa que la respuesta del tratamiento a base *Bacillus spp* solo alcanzo entre 8 y 9 cm presentándose los de mayor longitud en las repeticiones 14 y 23 con dosis de 2 y 4 mL. Además también, el producto que promovió mayor longitud de raíz fue el tratado con Bioradicante®, alcanzando de 10 a 8.5 cm de longitud, en la repetición numero 13 y 34 respectivamente, mismas que corresponden a las dosis altas, aunado a ello, se observo que de los tratamientos trabajados con Sábila en la parte media se obtuvo entre 6.5 y 4.5 cm de longitud de sus raíces (repeticiones 12 y 20 respectivamente), mientras que los testigos siempre estuvieron más abajo de los tratamientos, alcanzando a medir solamente 2.5, 2 y 1 cm para las tres repeticiones (17,22 y 40).

Cabe mencionar que dentro del manejo dado y las condiciones presentadas dentro del invernadero en donde se estableció el experimento, quizás modificaron su efecto ya que se considera que el número de raicillas es relativamente bajo, por lo que probablemente el sustrato utilizado no fue el adecuado, pues si los esquejes se colocan en un sustrato bien drenado se puede obtener mayor cantidad de raíces (Coyier, 1988).

Longitud de plántula

La longitud de plántula representa de manera directa la presencia o ausencia de raíces en el esqueje; si este presenta una mayor longitud, se debe a que quizás tiene raíces funcionales en mayor cantidad, mientras que, un esqueje corto y pequeño no alcanza la calidad deseada desde el punto de vista de producción para su establecimiento, lo cual representa una mala calidad y por consecuencia así será posteriormente la planta en su desarrollo.

Lo observado al manejar los diversos productos en sus diferentes concentraciones (figura 4.3) muestra que fueron pocos los esquejes que tuvieron una longitud aceptable e ideal, sin embargo utilizando el producto a base de *Bacillus spp* mostro que alcanzo menor longitud en general y en comparación con los demás productos usados (Sábila y Bioradicante®) en donde sobresalen los esquejes tratados con el gel de sábila, con longitudes de hasta 5 cm. los que fueron tratados con el gel de la parte media de la penca superando tanto a los tratados con Bioradicante® e incluso al testigo.

Dado los resultados obtenidos la evaluación de esta variable desde el punto de vista productivo e importancia por variable se puede considerar como una variable secundaria ya que su tamaño normalmente depende de características al momento de la selección para su establecimiento. Sin embargo, si importa considerarla cuanto pudiera estas crecer ya que esto mejoraría la presentación de los mismos al momento de su venta hacia el cliente, por lo cual tienen que presentar buen sistema radicular mismo que pudiera en un momento dado ayudar o no al crecimiento de esquejes durante la etapa de enraizamiento.

Número de nudos por plántula

En esta investigación se midió al final el número de nudos por plántula pues definen si existió o no crecimiento en su eje principal (tallo) (Blume, 1974).

Esta variable se considero como secundaria en importancia por lo cual solo los datos fueron de referencia en la investigación sin embargo se observaron que los esquejes tratados con sábila en su parte media alcanzo un mayor número de nudos, pero esto no es un dato que compacte su efecto pues se considera que probablemente este comportamiento dependa de la capacidad genética de esta especie utilizada, por lo cual nada más se tomo como un referente sobre el comportamiento al momento de estar enraizando este tipo de corte en hortensia (*Hydrangea macrophylla*) (Figura 4.4).

Número total de hojas por plántula

Otra de las variables evaluadas fue el número total de hojas de plántula, estas son importantes ya que son órganos fotosintéticos que tienen como función principal la evapotranspiración y respiración y es donde se sintetizan los elementos orgánicos a partir de los inorgánicos; cabe aclarar que el número total durante la fase de enraizamiento de corte no es deseable debido a que probablemente puede darse un desequilibrio entre la capacidad de absorción y su capacidad de transpiración, por lo cual se tiene que equilibrar durante este proceso de enraizamiento, pero si la cantidad de hojas generadas durante el enraizamiento crece, significa que se obtendrán esquejes más grandes y de vista será mejor.

En base a lo anterior se observo que fueron muy pocos esquejes los que obtuvieron hojas bien desarrolladas en los diversos tratamientos evaluados, mostrándose que los manejados con gel de sábila alcanzo mayor cantidad de estos (3 hojas) por esqueje, es decir, se observo mayor comportamiento con este producto, principalmente al tratarse con gel de la parte apical de la penca (fig.4.5).

Peso fresco de la plántula

Así mismo, se evaluó solo el peso fresco de la plántula como un referente para observar la cantidad de biomasa de estos, pues aquellos que tienen mayor peso podrían tener la capacidad de tener mayor cantidad de nutrientes; los resultados obtenidos fueron que los esquejes tratados con gel de sábila obtenido de la parte media de la penca alcanzo el mayor peso (1.54 g), le siguieron los tratados con Bioradicante® en dosis alta (1.25 g), estos fueron superiores al testigo, misma que alcanzo nada mas 0.8g (Fig. 4.6) lo cual podrían ayudar a incrementar la altura y la biomasa foliar en función de mayor peso como lo demostraron los FuturEco BioSciencie en sus ensayos al manejar tres promotores de crecimiento de distinto origen (brasinoesteroides, triacontanol y Bioradicante®) sobre el cultivo de tomate.

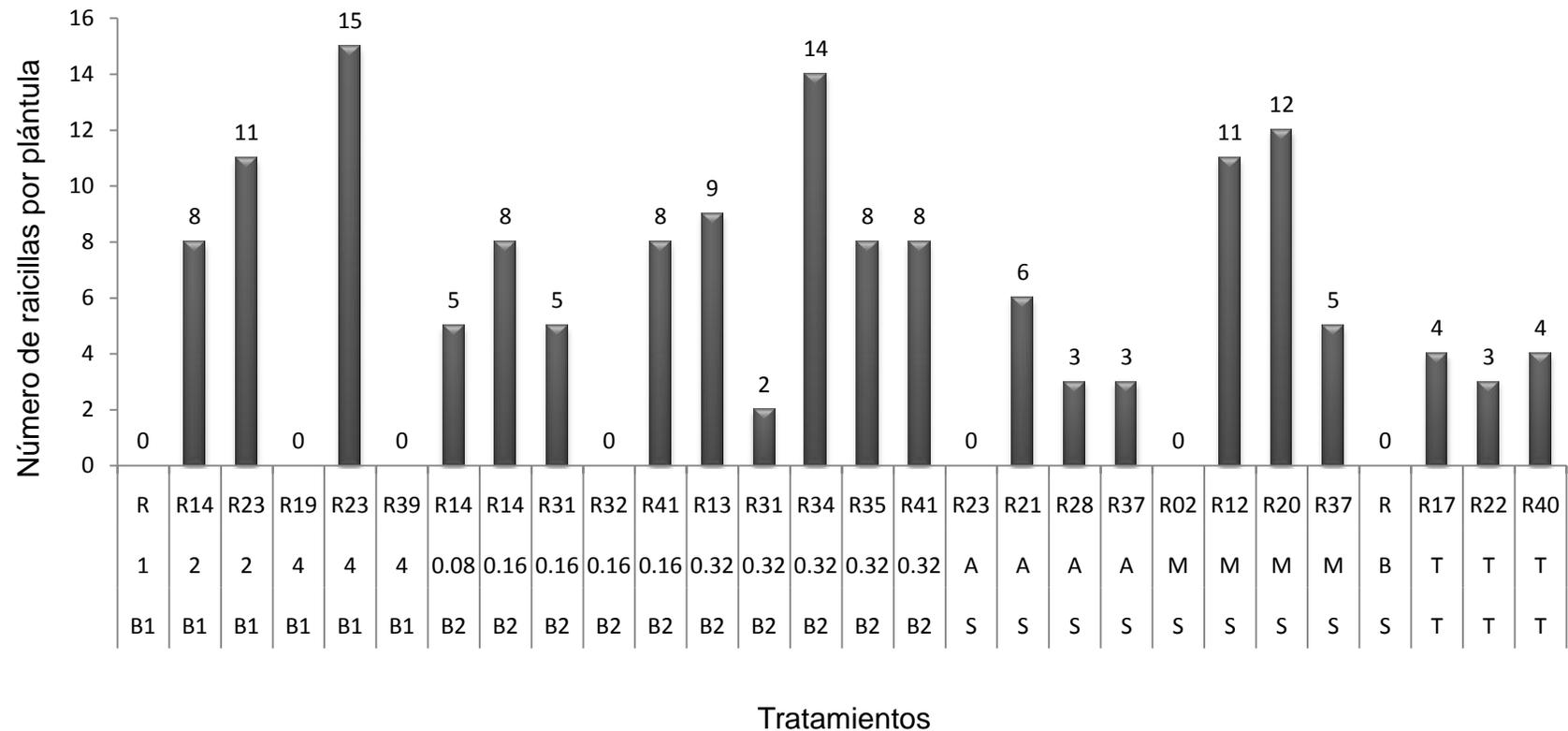


Fig.4.1.-Respuesta comparativa del número de raicillas por plántula, con tres tratamientos. (B1=*Bacillus spp*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=parte apical, M= media y B=basal) T=Testigo).

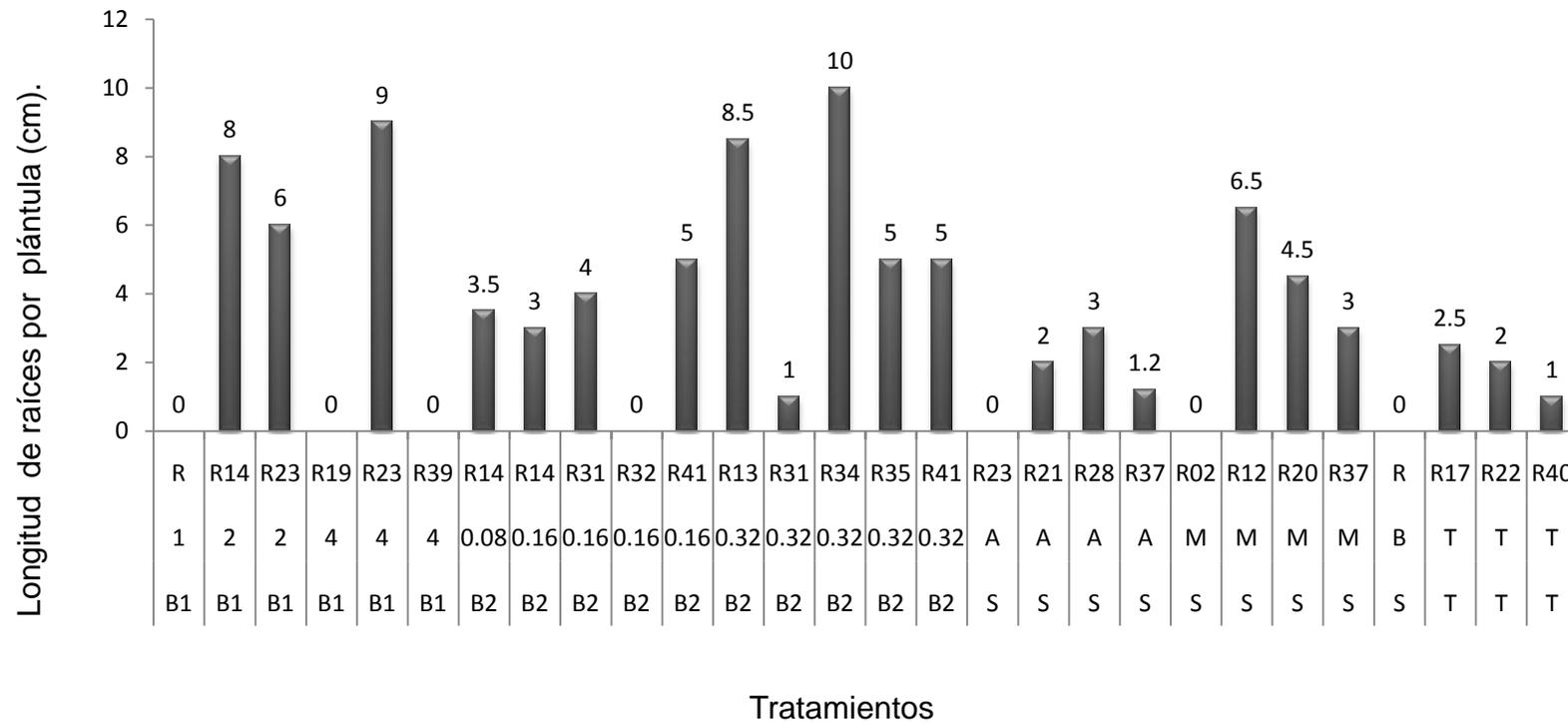


Fig.4.2.-Respuesta comparativa de longitud de raíz por plántula, con tres tratamientos. B1=*Bacillus spp*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=parte apical, M=media y B= basal) y T= Testigo.

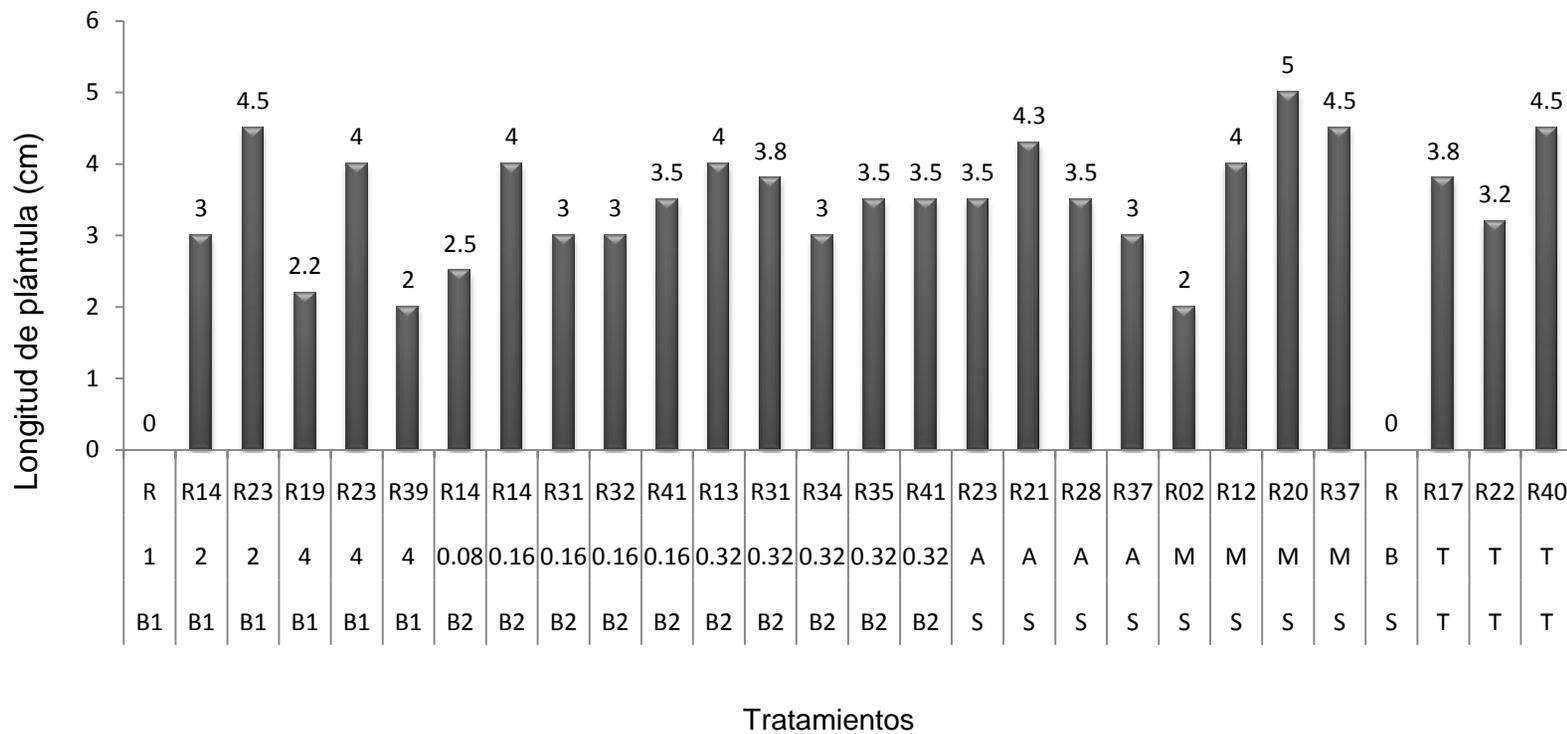


Fig.4.3- Respuesta comparativa de longitud de plántula, con tres tratamientos. B1=*Bacillus spp*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=parte apical, M= parte media y B= basal) y T= Testigo.

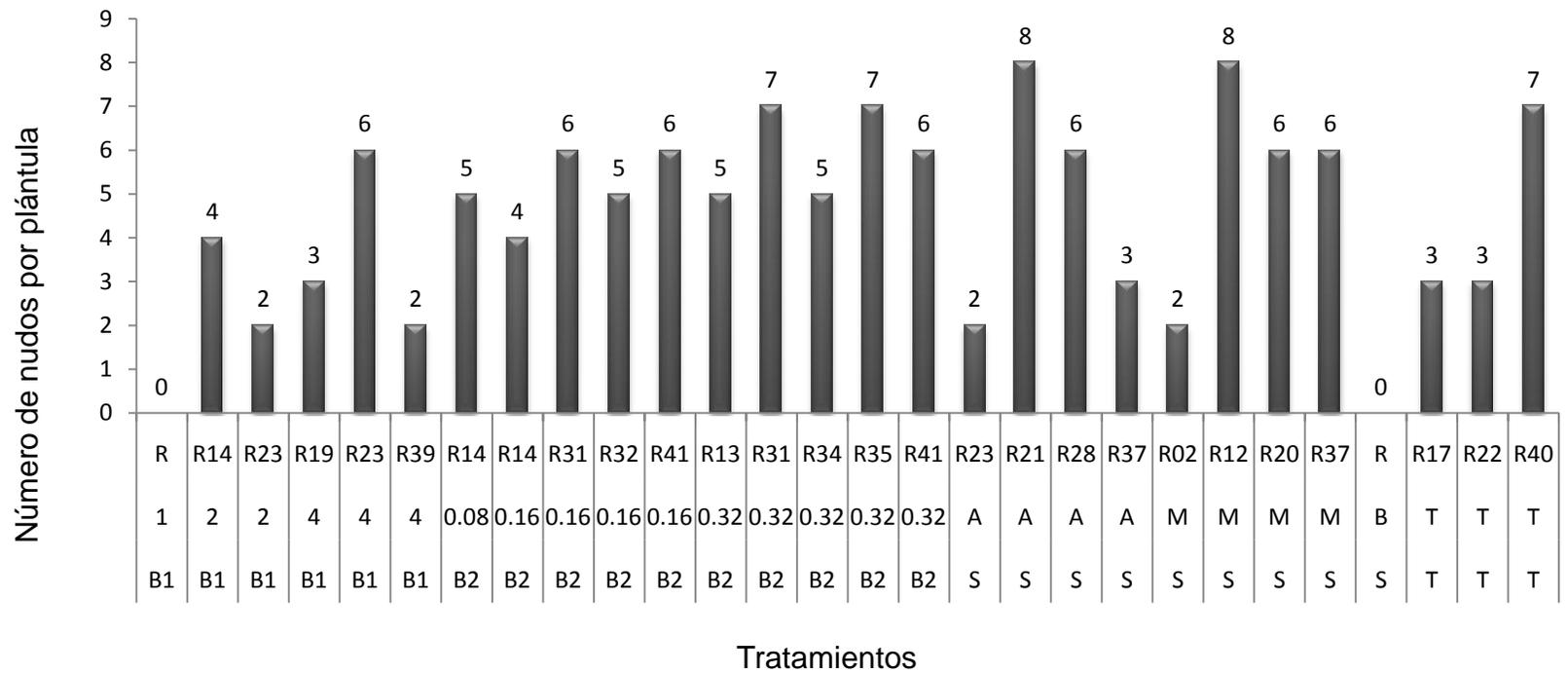


Fig.4.4.- Respuesta comparativa de número de nudos por plántula, con tres tratamientos.(B1=*Bacillus spp*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=Parte Apical, M=media y B= Base) y T= Testigo).

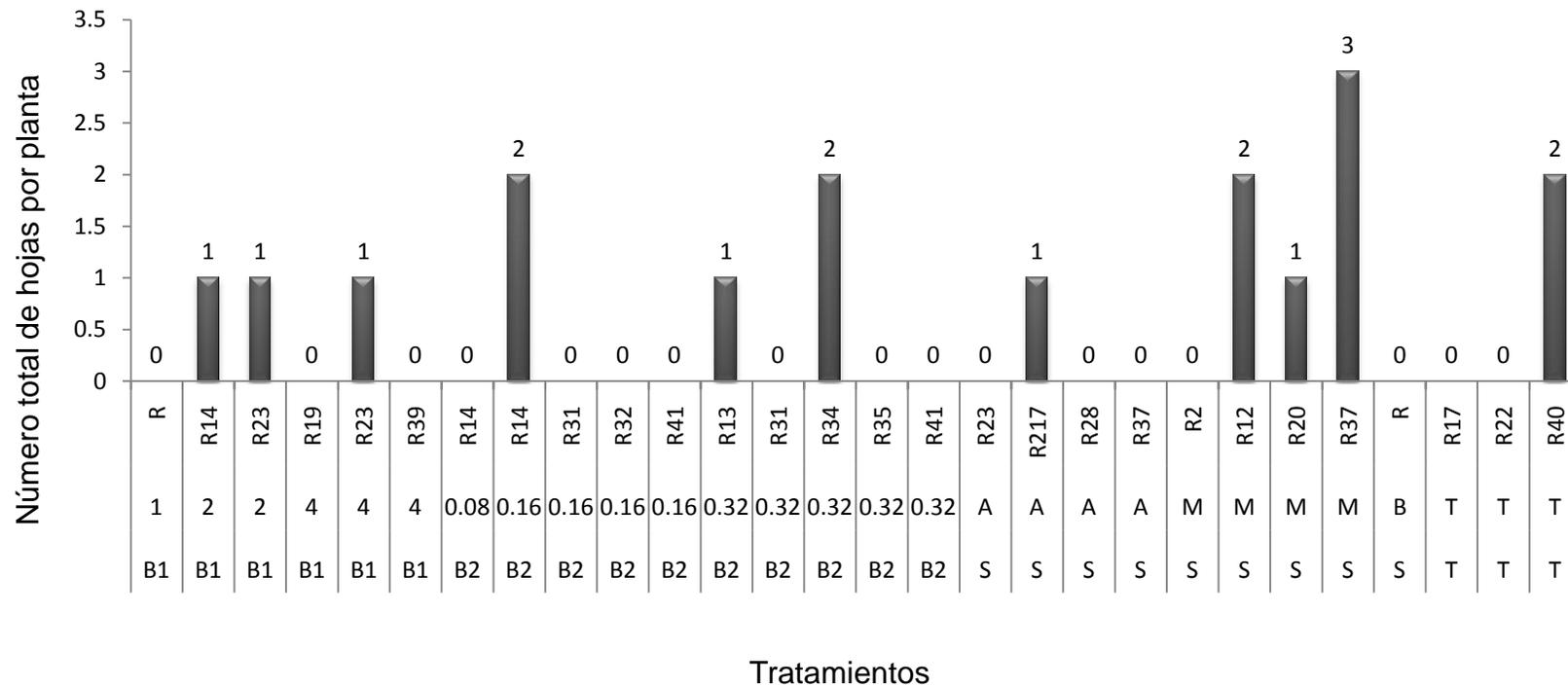


Fig. 4.5.- Respuesta comparativa del número total de hojas por plántula, con tres tratamientos.(B1=*Bacillus spp.*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=parte apical, M=media y B=base) y T= Testigo).

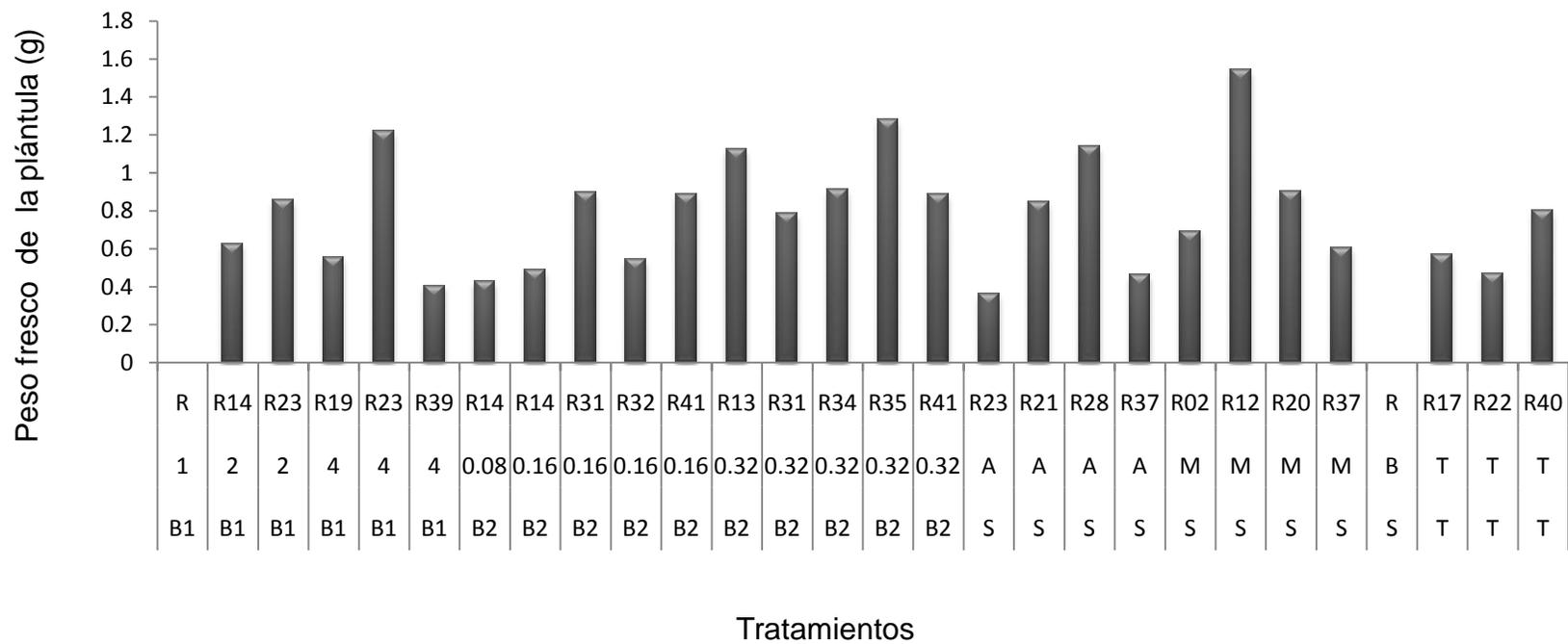


Fig.4.6.-Respuesta comparativa de peso fresco de la plántula, con tres tratamientos.(B1=*Bacillus spp*, B2=Bioradicante®, S=Sábila, (A=parte apical, M=media y B=base) y T= Testigo).

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y objetivos e hipótesis planteados se concluye lo siguiente:

El uso de los productos Bioradicante® a dosis alta (0.32 mL) y gel de sábila (*Aloe vera*) obtenido de la parte media de la penca mejoraron el desarrollo de raíces en el proceso de enraizamiento de esquejes del cultivo de hortensias. Además, se alcanzo mayor número de raicillas y su longitud, e incremento el peso en fresco de los esquejes.

En general el testigo siempre estuvo por debajo de los tratamientos empleados y siempre fueron menos las repeticiones que mostraron alguna respuesta significativa.

Los resultados de esta investigación, no fueron muy satisfactorias ya que no son recomendables para su aplicación en la obtención de plántulas de hortensia. Por lo tanto, se sugiere seguir evaluando y explorando el uso de estos productos en sus diferentes dosis en especial la savia o gel de sábila a diferentes concentraciones y en sus distintas partes de la hoja.

LITERATURA CITADA

- Álvarez, E.R., Cabrera de A. M, Sosa de C. N. s/f. Manchas Foliars de la Hortensia (*Hydrangea Sp.*), en el Nordeste de la Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE - Catedra de Fitopatología, Argentina, Pp. s/p.
- Anderson, T. H. 2003 Microbial eco-physiological indicators to asses soil quality. *Ag.Ecosys.Environ.*98:285-293.
- Aprocsal. 1994. De Comunidad a Comunidad. Boletín No. 7 Asociación de promotores. Disponible en: http://www.foroswebgratis.com/temaugos_de_aloe_vera-64577-447475.
- Ballester, F. J., Olmos I Anguis, Silvia, C. S. González. S/f. Producción ornamental, forzado de la floración de hortensia. S/f. Pp., 106.
- Bartram, J *et al.*,(eds.). 2003. Heterotrophic plate counts and drinking-water safety: the significance of HPCs for water quality and human health. Serie de la OMS Emerging Issues in Water and Infectious Disease. Londres (Reino Unido), IWA Publishing.
- Bergeys, D. 1984 - 2000. Manual of the Determinative Bacteriology. Night Edition. Philadelphia 2:540-589.
- Cabré, F. Á., Recasens, P. L.1984. El cultivo de la Hortensia (II parte) plagas y enfermedades .Revista de industria, distribución y socioeconómico hortícola. ISSN 1132-2950.N0.17.Pp. 47-54.
- Cervantes, F. M. A. S/f. Tec. Agrícola y Profesor Titular del Centro de Formación profesional Agraria E.F.A CAMPOMAR_infoagro.com. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos/abonos/_organicos.htm
- Cid del Prado, V. I. 2002. Manejo fitosanitario de ornamentales, colegio de postgraduados, instituto de fitosanidad, editorial sagitario.Pp.9-12.

- Conaza, 1990. Sábila (*Aloe vera* (L) Burn). Apuntes (Mimeografiado). Saltillo Coah. México. Disponible en: <http://www.sabilinaza.com/sabila>.
- DAFC. Departamento Agroindustrial Fundación Chile, composición química de sábila. 2003. Disponible en: http://www.aloetrade.com.ar/el_aloe/historia.
- García M. J., Hdez. G. René, Bustios., D. S., Estévez L. Maylin., Echevarría Y., Cruz L. R., León E. L., Busto del A. 2008. Utilización del *Aloe vera* L. en la composición de medios de Cultivo para la fase de enraizamiento de la variedad comercial de plátano FHIA.18. Avances. Vol. 10 No 4.
- García, C. G. Alcantar G. Cabrera, F. Gavi R. V. Volke, H. 2005. Evaluación se sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum Wallisi*, cultivadas en maceta arch. Chapingo (on line) disponible en la world wide web, [http://Chapingo, mx/terra/contenido/19/3/art 249-258.Pdf](http://Chapingo.mx/terra/contenido/19/3/art_249-258.Pdf).
- García, M. J., Hdez. G. René, Bustios, D. S., Estévez, L. Maylin., Echevarría, Y. Cruz L. R., León E. L., Busto del A. 2008. Nuevas alternativas en la preparación de los medios de cultivo con la utilización del extracto de *Aloe vera* L. Departamento de biología y agropecuario, de la Universidad de Pinar del Río; Biofábrica de Pinar del Río. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/medios-cultivo-aloe/medios-cultivo-aloe.shtml>.
- Hartmann, H. T. D. E. Kester and F.T. Davies. 1992. Plant Propagation. Principles and Practices. Fifth Edition. S/p. disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos13/propaveg/propaveg.shtml>.
- Hartmann, T. H. y Kester, E. D. 1999, Propagación de plantas Séptima Reimpresión México, Compañía editorial Continental, S.A.DE.C.V. Pp.44-45. Hormonas. <http://perso.wanadoo...fai.unne.edu.ar/biología/planta/auxinas.htm-29k>.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Bacillus>.
- <http://www.bravoag/DescripcióndeProductos/.mht>
- http://www.infoagro.com/flores/plantas_ornamentales/hortensia.htm
- http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm. Consultada en el 2011.

<http://www.tecnoagro.com.mx/no-61/produccion-de-flores-de-corte-y-plantas-de-ornato-en-maceta> (SAGARPA 2010).

Kapulnik, Y. and Okon. 2002. Plant growth promotion by rhizosphere bacteria. In: Waisel, Y., A. Shalimov and U. Kafkafi (Eds). Plant roots. The hidden half. Third edition revised and expanded, Marcel Dekker, New York P. 869-895.

Kloepper, W. J., Choong-Min Ryu, Chia-Hui Hu, Robert D. Lynch and Robert D. Lynch. 2004. Estudio de los mecanismos de promoción del crecimiento vegetal inducido por rizobacterias en *Arabidopsis thaliana*. Plant and Soil. 26:285-292.

Koneman, E. W. 2001. Diagnóstico microbiológico: Texto y atlas de color. Quinta Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.

Larson, A. R. 2004. Introducción a la floricultura (Departamento de Ciencia Hortícola de la Universidad del estado de Carolina del Norte, Raleigh, Carolina del Norte), Gage editor, S. A. tercera reimpresión, D.F., Pp. 328, 330 y 331.

Lira, S. R. H. 1994. Fisiología vegetal, editorial Trillas, primera edición, México, Pp., 198.

López, P. D. y Carazo G. N. 2005. Producción de esquejes, Revista extra, C.E.U. Área de Horticultura EUITAB (ESAB). Pp., 23.

López, P. D. y Carazo, G. N. 2005. *Aloe vera* L. en el cultivo del plátano - Monografías_com.mht (monografías.com), Contribución del extracto de sábila (*Aloe vera*) en la composición de los medios de cultivo en la fase de enraizamiento de vitroplantas de plátano fhia_18.mht, Revista extra, C.E.U. Área de Horticultura EUITAB (ESAB). Pp.

Margery, L., Daughtrey, R. L., Wick, J. L., Peterson, 2001. Plagas y enfermedades de las plantas en maceta con flores, The American Phytopathological Society. Ediciones mundi-prensa. México, Pp. 5-11.

Martínez, M.F., 1995, Manual Práctico de producción de Noche Buena.

Rodríguez, H., Echeverría, I. 2004. Efectos estimuladores del crecimiento de extractos acuosos de plantas medicinales y gel de *Aloe vera* (L.) Burm. Rev. Cubana PlantMed. pág. 9. Disponibles en: <http://www.gestiopolis.com/canales6/mkt/investigacion-productos-con-aloe.htm>.

Vickery, A.1994. Aloe” En: G. Davidse, M. Sousa y A Chater (ed.) Flora mesoamericana. Vol. VI.UNAM, Missouri Botanical Garden, the Natural History Museum.México. Pág. 31.

Vidalie, H. 2001. Producción de flores y plantas Ornamentales. Mundi-prensa. Madrid. Barcelona. México. Pp.38,-39.

Villarroel de G., Alfaro E. 1997. Manual Internacional de Fertilidad de Suelos NPOFOS, Instituto de la Potasa y el Fosforo (Potash y PhosphateInstitute PPI), Pp. Capitulo, 1-6.

www.bioamerica.cl/.../Bioradicante_1257872105_BIORADICANTE.pdf.

APÉNDICE

The SAS System 10:29 Tuesday, December 7, 2010

The GLM Procedure

Class Level information

Class	levels	Values
T	10	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	Number of observations	
	419	

Cuadro A. 5.1.-Análisis de varianza para número de raicillas en el cultivo de hortensia.

		ANVA			
FV	G.L	S.C	CM	F	P>F
Tratamiento	9	2.279	0.253	1.21	0.2858

Cuadro A. 5. 2.-Análisis de varianza para longitud de raíz en el cultivo de hortensia.

		ANVA			
FV	G.L	S.C	CM	F	P>F
Tratamiento	9	1.546	0.17	1.43	0.1735

Cuadro A. 5.3.-Análisis de varianza para longitud de planta en el cultivo de hortensia

		ANVA			
FV	G.L	S.C	CM	F	P>F
Tratamiento	9	1.229	0.13	1.38	0.1965

Cuadro A. 5.4.-Análisis de varianza para número de nudos en el cultivo de hortensia

		ANVA			
FV	G.L	S.C	CM	F	P>F
Tratamiento	9	2.104	0.2338	1.50	0.1440

Cuadro A. 5.5.-Análisis de varianza para número de hojas en el cultivo de hortensia

		ANVA			
FV	G.L	S.C	CM	F	P>F
Tratamiento	9	0.172	0.0191	1.23	0.2730