

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE LAS CARRERAS AGRONÓMICAS



EFFECTO DEL SUSTRATO EN EL DESARROLLO DE PETUNIAS EN MACETA.

ELABORADO POR

EDNITA YANELI ROBLERO ROBLERO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México, Diciembre del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

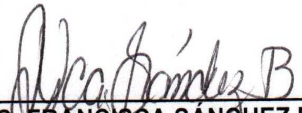
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EFFECTO DEL SUSTRATO EN EL DESARROLLO DE PETUNIAS EN MACETA.

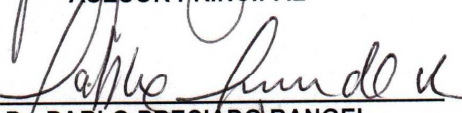
TESIS DEL C. EDNITA YANELI ROBLERO ROBLERO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR



MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL
ASESOR PRINCIPAL



Dr. PABLO PRECIADO RANGEL
ASESOR



MC. LUCIO LEOS ESCOBEDO
ASESOR

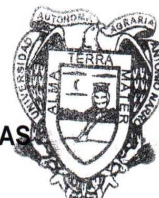


M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR



Dr. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México



Diciembre de 2011
Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. EDNITA YANELI ROBLERO ROBLERO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

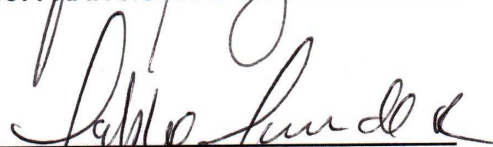
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR

PRESIDENTE


MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL


Dr. PABLO PRECIADO RANGEL

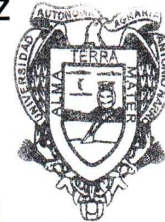
VOCAL


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE


Dr. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ


Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2011

DEDICATORIAS

A DIOS

Por permitirme la vida y la salud. Gracias mi Dios por la fuerza de sacarme adelante por conocerte a tiempo, gracias por la sabiduría que derramas de lo alto dueño de los cielos y la tierra que generación en generación es tu fidelidad. Veo tu grandeza siempre, por la dicha de tu amor que durante todo este tiempo de mi preparación como Ingeniera tú eres y serás mi torre fuerte. En cuanto a Dios, perfecto es su camino, y acrisolada la palabra de Jehová; escudo es a todos los que en el esperan. Muchas gracias por ser mi guía y permitirme concluir con esta carrera porque todo te lo debo a ti mi Dios en quien confiare eternamente porque sin ti nada somos vagaríamos sin rumbo a donde ir.

A MIS PADRES; HIPÓLITO ROBLERO RAMÍREZ

Por su apoyo incondicional durante el tiempo de la estancia de mis estudios que a pesar de todo me brindo su cariño y me enseñó a enfrentar cualquier problema en la vida. También por la responsabilidad de mi propia vida como relacionarme con la gente y respetar a nuestros mayores, al igual que en mis estudios cuando se me presentaba alguna dificultad en cualquier materia a pesar de que no estaba conmigo pero siempre me enseñó a ser positiva y siempre me daba consejos de ánimo.

TOLENTINA ROBLERO ROBLERO

Por su apoyo en todo los centros de mi vida, por su amor, paciencia, desvelos que desde que Dios me engendro en tu vientre tú me cuidabas y me llevabas siempre contigo. Aun en mi niñez tu me protegías pero cuando crecí tome mis propias decisiones y decidí venirme a estudiar a la ciudad de Torreón Coahuila. Por eso hoy te digo que eres la madre que lleva el nombre más dulce y da resplendor al mismo tiempo. Gracias mamita a pesar de todo siempre estás conmigo. Gracias por preocuparte por mí, recuerdo que cada vez que llegaba el día de partir para esta ciudad derramabas tus

lágrimas, pero hoy te digo que Gracias a Dios tan grande que es me permitió terminar mis estudios y nuevamente estaremos juntos otra vez compartiendo de nuestras alegrías.

A MIS HERMANOS (AS) QUERIDAS

Wilfredo, Natalio Benito, Ángel Porfirio, Adriana Cristobalina, Alma Rosi, Gilberta, Blanca Soledad y Mónica Lluliana. Que de una u otra manera estuvieron apoyándome económicamente, en los momentos de tristeza, alegría y desesperación, también por la confianza que me brindaron ya que con todos ellos contaba con cualquier necesidad que pasaba. Gracias a todos por el privilegio de ser su hermana los quiero en el amor de Jesús, Dios les Bendiga.

En especial a mi hno. Wilfredo; por su apoyo en cuanto a lo económico a pesar de todo el siempre se preocupo cuando había alguna necesidad y por todo lo que nos dio.

A MIS TIAS (OS) Y ABUELITAS (OS)

Alejandra Ramírez Ulloa, Julio Cesar Escobar Ramírez, Inés Roblero Ramírez, quienes también me impulsaron a seguir y terminar mi carrera. A mis abuelas Natividad Roblero Pérez, Candelaria Ramírez quienes se preocuparon por mí y mi abuelo Fernando Roblero que en paz descansa por sus grandes consejos que siempre me daba y para mí son especiales a mi vida y siempre lo recordare. Gracias a toda mi familia que me ayudaron a concluir con mi carrera satisfactoriamente Dios les Bendiga a todos.

AGRADECIMIENTOS

A MI UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

Por darme la oportunidad de ser parte de ella como estudiante por la enseñanza de preparación que obtuve como Ingeniera, gracias por todos los servicios que me brindo, por el desarrollo hacia los demás, por la colaboración de sus campos y otras áreas en la cual influimos. Gracias a mi Alma Terra Mater.

A MI ASESORA PRINCIPAL MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

Por su tiempo de revisar mi tesis, por su paciencia que tuvo conmigo en cualquier cosa que necesitaba. Por impulsarme hacer las cosas bien y atenderme muy bien. Gracias Ingeniera y que Dios le siga dando sabiduría, en lo personal le deseo lo mejor.

DR. PABLO PRECIADO RANGEL

Por su ayuda que me brindo para correr mis datos, por enseñarme a interpretar en lo cual le agradezco mucho por su apoyo en la revisión de literatura.

DR. ESTEBAN FAVELA SÁNCHEZ

Que de una u otra manera estuvo en mi tesis, le agradezco por que nunca se negó a nada y apporto su granito de arena en mi formación profesional.

M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO

Por su apoyo incondicional por haberme ayudado haber mis errores y corregirme en la revisión de la literatura, por prestar el tiempo suficiente y por su amabilidad.

MC. LUCIO LEOS ESCOBEDO

Gracias ingeniero por su apoyo que me brindo durante el transcurso del tiempo en que estuve haciendo mi tesis y por su ayuda en la revisión de literatura.

A MIS HERMANAS Y HERMANOS EN CRISTO

Deysi Ortiz Velázquez, Mabel Oneyda, Mónica Valerio Moreno, Ramón Flores Villareal, Israel, Ángel Porfirio. Por ayudarme a levantarme cuando se presentaban problemas por el amor de cada uno de ellos aprendí a vivir gracias a sus consejos, sus amistades, su confianza en mí. Y a vivir como una familia los admiro a todos por que se que el único que nos guía es Dios el redentor que ocupa el primer lugar en nuestras vidas, siempre los llevare en mi corazón a todos. Dios les Bendiga.

A MIS AMIGAS

Deysi Ortiz Velázquez y Karina Velázquez Vázquez. Por compartir juntas nuestras amistades, risas, abrazos durante estos 4 años y medio. Por sus apoyo en las buenas y en las malas. Le doy gracias a Dios por encontrar amigas como ustedes por no llevarme a los malos caminos si no que me ayudaron a encontrar las cosas del Señor Dios les Bendiga siempre.

INDICE GENERAL.

	PÁGINA
DEDICATORIAS	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
CUADRO DE APÉNDICE	XIV
RESUMEN.....	XVI
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Especies ornamentales para maceta a nivel mundial.....	4
2.2 Producción nacional de ornamentales en maceta	4
2.3 Origen.....	5
2.4 Descripción de la planta de petunia.....	5
2.5 Clasificación taxonómica	5
2.6 Cultivo de petunia en maceta	6
2.7 Descripción botánica	6
2.7.1 Raíz	6
2.7.2 Tallo.....	7
2.7.3 Hojas.....	7
2.7.4 Flores.....	7
2.7.5 Fruto	7
2.8 Requerimientos climáticos.....	8

2.8.1	Luz	8
2.8.2	Temperatura	8
2.8.3	Humedad ambiental.....	8
2.9	Propagación	8
2.10	Siembra	9
2.11	Manejo del cultivo	9
2.11.1	Podas (deshoje)	9
2.11.2	Riegos	9
2.12	Principales plagas que afectan el cultivo de petunia	9
2.13	Principales enfermedades que afectan el cultivo de petunia.....	11
2.14	Virus	12
2.15	Fisiopatías (Disturbios fisiológicos).....	13
2.16	Requerimiento nutricional	13
2.17	Postcosecha y comercialización	13
2.18	Sustratos	14
2.19	Sustratos de origen natural.....	15
2.20	Sustratos orgánicos	15
2.20.1	Sustratos químicamente activos.....	15
2.20.1.1	Las turbas	15
2.20.1.2	Las cortezas de arboles.....	16
2.20.1.3	La fibra de coco	16
2.20.1.4	Tierra de campo.....	18
2.20.1.5	Hojarasca.....	18
2.20.2	Materiales orgánicos.....	19
2.20.3	Mezclas de sustratos orgánicos	19

2.21	Sustratos inorgánicos	20
2.21.1	Sustratos químicamente inertes	21
2.21.1.1	Arena de río	21
2.21.1.2	Perlita.....	22
2.21.1.3	Vermiculita	23
2.21.1.4	Lana de roca.....	24
2.21.1.5	Piedra pómez.....	24
2.22	Propiedades deseables de un sustrato.....	24
2.22.1	Propiedades físicas	25
2.22.2	Propiedades químicas	26
2.22.3	Propiedades biológicas.....	27
2.23	Tipos de sustratos	28
2.23.1	Sustratos universales	28
2.23.2	Sustratos porosos.....	28
2.23.3	Sustratos fibrosos.....	28
2.23.4	Sustratos granulares.....	28
2.24	Sustratos utilizados en ornamentales	29
2.25	Tipos de contenedores y/o maceta.....	31
2.25.1	Macetas de plástico	31
2.25.2	Macetas de barro.....	31
III.	MATERIALES Y METODOS	32
3.1	Localización del sitio experimental	32
3.2	Diseño experimental utilizado.....	33
3.3	Análisis químico de la tierra con hojarasca.....	34
3.4	Preparación de mezclas de sustratos.....	35

3.4.1	Fumigación de los sustratos	35
3.4.2	Desinfección de las macetas	35
3.4.3	Llenado de las macetas	35
3.4.4	Colocación de macetas en el invernadero	36
3.4.5	Siembra de la semilla en charola	36
3.4.6	Germinación y emergencia de las plántulas	36
3.4.7	Trasplante	36
3.5	Manejo del cultivo	37
3.5.1	Riegos.....	37
3.5.2	Fertilizante foliar y aplicación al suelo.....	37
3.5.3	Aplicaciones de productos químicos utilizados en el cultivo	38
3.6	Variables de estudio a evaluar.....	38
3.6.1	Altura de la planta	38
3.6.2	Diámetro del tallo	38
3.6.3	Número de Brotes secundarios.....	38
3.6.4	Diámetro de las flores	39
3.6.5	Número total de flores.....	39
3.6.6	Duración de la floración	39
	Producción de biomasa y materia seca.....	39
3.6.7	Producción de biomasa fresca.....	39
3.6.8	Producción de materia seca	39
3.7	Muestreos de la toma de datos.....	40
3.8	Análisis estadístico	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1	Altura de la planta.....	41

4.2	Diámetro del tallo.....	42
4.3	Número de brotes secundarios.....	43
4.4	Diámetro de flores	45
4.5	Número total de flores	46
4.6	Producción de biomasa fresca de la planta.....	47
4.7	Producción de materia seca de la planta.....	49
V.	CONCLUSIONES	51
5.1	Conclusiones	51
VI.	LITERATURA CITADA.....	52
VII.	APÉNDICE.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 4.1 Altura de la planta del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita	41
Figura 4.2 Diámetro del tallo del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	43
Figura 4.3 Número de brotes secundarios del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	44
Figura 4.4 Diámetro de flores del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	45
Figura 4.5 Número total de flores del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	47
Figura 4.6 Producción de biomasa fresca en plantas de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	48
Figura 4.7 Producción de materia seca en plantas de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	50

CUADRO DE APÉNDICE

	PÁGINA
Figura 4.1 Altura de la planta del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita	41
Figura 4.2 Diámetro del tallo del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	43
Figura 4.3 Número de brotes secundarios del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	44
Figura 4.4 Diámetro de flores del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	45
Figura 4.5 Número total de flores del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	47
Figura 4.6 Producción de biomasa fresca en plantas de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	48
Figura 4.7 Producción de materia seca en plantas de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.	50
Cuadro A.1. Valores promedio de la altura de la planta por efecto del sustrato en plantas de petunia cultivadas en maceta.	57
Cuadro A.2. Análisis de varianza para el diámetro del tallo en el cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	58
Cuadro A.3. Análisis de varianza para el número de brotes secundarios del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	58
Cuadro A.4. Análisis de varianza para el diámetro de flor del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	59

Cuadro A.5. Análisis de varianza para el número de flores totales del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	59
Cuadro A.6. Valores promedio para la producción de biomasa fresca de la planta por efecto del sustrato en plantas de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>) cultivadas en maceta.....	60
Cuadro A.7. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la hoja del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	60
Cuadro A.8. Análisis de varianza para la biomasa fresca del tallo del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	61
Cuadro A.9. Análisis de varianza para la biomasa fresca de raíz del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	61
Cuadro A.10. Análisis de varianza para la biomasa fresca de flor del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	62
Cuadro A.11. Análisis de varianza para la biomasa fresca de número de flores del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	62
Cuadro A.12. Análisis de varianza para la producción de materia seca, del cultivo de petunia (<i>Petunia x hybrida</i>).....	63

RESUMEN

La petunia es una planta ornamental cultivada en macetas, las cuales contienen diversos sustratos y las características de este resultan decisivas en el adecuado crecimiento de la planta ya que de este absorben el agua, el oxígeno y los nutrimentos necesarios para su óptimo desarrollo.

En la Comarca Lagunera el sustrato utilizado por los viveristas en la producción de plantas ornamentales en maceta, es la tierra de hojarasca; sin embargo este es un recurso considerado como no renovable. Por lo cual es necesario buscar alternativas para su sustitución.

Motivo por el cual en el presente trabajo se evaluó diversos sustratos y sus mezclas: tierra de hojarasca, arena de río, perlita en diferentes proporciones, con la finalidad de obtener una mezcla en la que se obtenga el mejor desarrollo del cultivo de petunia y a la vez disminuir el volumen de la tierra utilizadas.

Se obtuvieron mejores resultados para las variables: altura de la planta, número de brotes secundarios, diámetro de la flor, producción de biomasa fresca y materia seca. Fue la mezcla de (tierra 25 %, arena 25 %, perlita 50 %).

Para el diámetro del tallo y número de flores el mejor sustrato es el que contiene (tierra 50%, arena 25%, perlita 25%).

Palabras clave: sustratos, petunia, calidad de flores, malla sombra, vivero

I. INTRODUCCIÓN

En México actualmente existen 14,400 hectáreas cultivadas con flores (floricultura). La horticultura ornamental hace más énfasis a la actividad que produce flores, plantas y árboles en contenedor (maceta o bolsa) o en plantación al suelo, bajo alguna de las siguientes modalidades: invernadero, bajo malla sombra o a cielo abierto, el viverismo es una de las actividades que hoy en día representa una de las mejores alternativas dentro del sector agropecuario, dada su alta rentabilidad por unidad de superficie, así como por la generación de empleos permanentes que evitan en gran parte que la gente del campo emigre a las grandes ciudades (Moran, 2004).

El estado de Morelos está considerado como el principal productor de plantas de ornato en el ámbito nacional, ya que por sus condiciones climáticas produce una gran variedad de especies permitiendo con ello contribuir considerablemente a la economía de la entidad. Otros estados productores son en orden de importancia, estado de México, Puebla, Colima, Guerrero y Guanajuato. Además, a medida que transcurre el tiempo, el viverismo adquiere mayor importancia en otras entidades. Los cultivos más sobresalientes en Morelos son: Nochebuena, Crisantemo, Lantana, Bugambilia, Aralia, Amoena, Ficus, Violeta, Croto, Helecho, Tulia, Rosa, Petunia, Geranio y Palma, entre otras, cada una con gran cantidad de variedades (Acosta *et al.*, 2010).

Se cuenta con aproximadamente 600 especies ornamentales que se comercializan más comúnmente en el país y 500 especies con potencial ornamental, que en su mayoría se encuentran en estado silvestre (Espinoza, 2003).

La producción de plantas en maceta tiene gran importancia económica considerada entre los cultivos de la más alta rentabilidad ya que las plantas en contenedor logra características que resultan decisivas en el adecuado crecimiento de la planta, donde estas absorben el agua, el oxígeno y los nutrimentos. Con respecto al manejo del complejo planta-sustrato se tendrá en consecuencia un cultivo intensivo de

las plantas, donde las temperaturas están controladas y los niveles de nutrimentos en el sustrato tienden a ser altos, lográndose una mayor absorción de agua y una alta transpiración de la planta, debido esto a que en gran parte el tiempo de apertura de estomas es superior (Abad y Noguera, 1998).

Al igual que otras especies de maceta, la petunia (*petunia x hibrida*) se ha convertido en un desafío para el viverista, el que busca aumentar la calidad de su producción con ejemplares de porte bajo y de una forma compacta.

(Burés, 1997) menciona que los sustratos, tienen su origen en el cultivo de plantas en maceta. La demanda en el sector productivo, es la que ha obligado a desarrollar materiales adecuados que puedan ser utilizados satisfactoriamente en el cultivo de plantas en maceta ya que las plantas en sustratos presentan diferencias sustanciales con respecto al cultivo de las plantas en suelo.

Las petunias son unas de las plantas más populares de la estación cálida en el mundo debido a su versatilidad y variedad. Desde la década de los 70's la especie se ha sometido a continuo mejoramiento, logrando que actualmente se tenga una amplia gama de colores entre las plantas de jardín, con dos hábitos de crecimiento (el erecto y el colgante) y de híbridos de flores entre los que tenemos a los simples y a los dobles (considerándose entre los 400 y 500 cultivares). El hábito de crecimiento de esta especie responde a la temperatura y a la luz, donde con menos de 16 °C la planta tiende a presentar un ramificado y una forma compacta. Sin embargo entre los 16 y 24 °C, el hábito del cultivo dependerá en gran parte de la cantidad de horas de luz. Con menos de 12 horas luz y temperaturas superiores a los 24 °C, la planta tiende a producir un solo tallo con una flor simple, y un alto crecimiento en la altura y con escasas ramificaciones (Francescangeli y Zagabria, 2007).

1.1 Objetivo

- Evaluar el efecto de la mezcla de sustrato en el desarrollo de petunias (*Petunia x híbrida*), en maceta.

1.2 Hipótesis

El sustrato utilizado influye en el desarrollo y calidad de petunia (*Petunia x híbrida*) cultivada en maceta.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Especies ornamentales para maceta a nivel mundial

Los cultivos ornamentales tienen un lugar importante en la cultura social en todo el mundo, existen una gran variedad de especies así como diversas variedades para cada especie, el geranio (*Pelargonium zonale a.t*), belenes (*Impatiens balsamina L.*) y Nochebuena son las especies que en mayor número se producen en las zonas viveristas. Le siguen en importancia el ciprés italiano, azalea, Bugambilia, rosas, petunias y pensamientos son las especies más importantes por su volumen producido (Bastida, 2002, Espinoza, 2003).

Petunia x híbrida comprende todas las formas hortícolas habitualmente cultivadas que derivan conjuntamente de petunia violácea de Brasil y de petunia nyctaginiflora de Argentina. La petunia nyctaginiflora fue descubierta por una expedición francesa en Brasil en 1823 (Infojardin, 2008).

2.2 Producción nacional de ornamentales en maceta

A nivel nacional existen 6,500 has, dedicadas a la horticultura ornamental, donde el estado de Morelos es considerado el primer productor nacional de plantas de ornato y de flor en maceta, ocupando el 32 %, el que se refiere a 2,100 has, además de contar con 2,200 viveros distribuidos en toda la entidad en donde se producen más de 1,000 especies y generando 1,000 empleos, de los cuales un 40 % lo ocupan mujeres. Una amplia variedad de familias, géneros y especies originadas de la flora mexicana, han aportado valores estéticos al ser humano de todos los continentes: bromeliáceas, cactáceas, compuestas, crasuláceas, euphorbiáceas, orquídeas y del géneros *Ageratum*, *Bouvardia*, *Dahlia* (dalia), *Cosmos* (mirasol), *Euphorbia* (nochebuena), *Tagetes* (cempasúchitl) (Moran, 2004).

2.3 Origen

La petunia es originada a partir de especies nativas de zonas tropicales y cálidas de América del Sur. Empleada tradicionalmente como planta de temporada en maceta de mayor producción, muy conocida popularmente.

Desde que en 1950 aparecieron los primeros híbridos F1, la continua selección y mejora ha provocado el desarrollo de más de 400 cultivares. Debido a esto se observa un aumento en la producción. En pequeños viveros y destinadas al mercado local se producen en casi todas las zonas (Nuez y Llácer, 2001).

2.4 Descripción de la planta de petunia

La petunia es una planta ornamental perteneciente a la familia Solanaceae. Su centro de origen y diversidad genética se ubica en Sudamérica, y la mayor parte de los ejemplares comerciales son híbridos (*Petunia x hybrida*). Es una herbácea anual que muestra periodos de floración prolongados en suelos bien drenados y con suficiente humedad, además es tolerante a la salinidad (García *et al.*, 2010).

2.5 Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: *Solanaceae*.

Especie: *Petunia*

Género: *Petunia x hybrida*

2.6 Cultivo de petunia en maceta

La petunia es un género de hierbas vivaces de la familia de las Solanaceas que incluye unas 35 especies, es nativo de Sudamérica pero se ha naturalizado en América Central y México. Se cultiva mucho como planta ornamental por sus flores vistosas. La petunia común, cultivada como planta de macizo en jardinería, es un híbrido entre dos especies de Argentina, una de flor grande blanca y la otra de flor violeta. La petunia de jardín es *Petunia híbrida*; la especie de flor blanca grande es *Petunia axillaris*, y la de flor violeta, *Petunia violácea*. También se cultiva mucho en maceta, en balcones y ventanas, por la tendencia de los tallos a colgar hacia los lados (Acosta *et al.*, 2010).

Se dividen en dos tipos:

Petunias grandes: Muy vigorosas, poco cultivadas en la actualidad (50 cm y más).

Petunias enanas: Con flores enanas (5 cm) y flores grandes (10 cm). Son de mayor demanda en el mercado (Vidalie, 1992).

2.7 Descripción botánica

La Petunia es una planta herbácea perenne cultivada como anual, con tendencia a crecer muy 'pegada al suelo'. Su nombre científico es (*Petunia x híbrida*) de la familia de la solanáceas (Brickell, 1996).

2.7.1 Raíz

El sistema radical consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias. Presenta una gran cantidad de ramificaciones secundarias para la absorción y transporte de nutrimentos, así como el anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto (Gutiérrez, 2008).

2.7.2 Tallo

Las petunias son plantas con tallo herbáceo que alcanzan una altura aproximada entre los 25 a poco más de 40 centímetros según la variedad. Su belleza radica principalmente en la gran rusticidad del cultivo (Brickell, 1996).

2.7.3 Hojas

Presenta hojas alargadas, ovaladas o redondeadas algo pegajosas y ligeramente vellosas de color verde entre franco y oscuro, con excelente floración desde el verano hasta el otoño (Vidalie, 1992).

Lorenzo (2001) señala que las petunias también tienen hojas simples, enteras, por lo general sésiles. Inflorescencia en racimos cortos con un par de brácteas.

2.7.4 Flores

Flores en forma de trompeta, las que pueden ser sencillas o dobles, de bordes lisos u ondulados, de colores puros a combinados incluyen tonos azul, violeta, purpura, rojo, rosa y blanco, en conjunto opciones en colores para todos los gustos y presentan tamaños de la flor que oscila entre 8 y 10 cm de diámetro (Gutiérrez, 2008).

Flores con cáliz acampanado o tubular, con 5 lóbulos bien marcados. Corola infundibuliforme con 5 lóbulos. Androceo por lo general con 5 estambres con los filamentos naciendo por debajo de la mitad del tubo de la corola (Lorenzo, 2001).

2.7.5 Fruto

Fruto en capsula dehiscente, con numerosas semillas de pequeño tamaño. Comprende unas 35 especies nativas de Sudamérica tropical. Una especie es una popular planta de macizos (Lorenzo, 2001).

2.8 Requerimientos climáticos

2.8.1 Luz

Requiere exposición a pleno sol. El cultivo de la petunia florece en cualquier época del año con suficiente intensidad luminosa y temperatura. Con requerimientos de fotoperiodos superiores a 13 horas, de acuerdo con una floración más temprana y una menor brotación de yemas laterales. Normalmente las plantas resisten los fríos ligeros, incluso heladas fuertes (Infojardín 2008).

2.8.2 Temperatura

Nuez y Llácer (2001) hace referencia a que las temperaturas diurnas entre 21 a 24 °C y nocturnas de 16 a 18 °C producen plantas de mayor calidad. Así mismo agrega que los requerimientos de temperaturas máximas son de 25 a 30 °C, y de temperaturas mínimas de 1 a 5 °C respectivamente.

2.8.3 Humedad ambiental

Prefieren atmosfera húmeda. En verano se puede asperjar agua a las hojas pero no se recomienda regar directamente a las flores, ya que se tiene el cuidado para que no haiga presencia de enfermedades (Nuez y Llácer, 2001).

2.9 Propagación

Thompson y Morgan (2005) menciona que la multiplicación es mediante semillas a finales de invierno o inicios de primavera, en semilleros protegiéndolos bajo un cristal o plástico. La semilla se puede mezclar con arena antes de sembrarse para distribuir las más uniformemente. Sin embargo considera que la temperatura óptima para alcanzar una germinación es de 21 a 23 °C, además el tiempo en el que ocurre dicho evento es entre 10 y 12 días. Finalmente agrega que la luz y la humedad relativa baja reducen la germinación.

2.10 Siembra

La siembra se realiza principalmente en los meses de Noviembre a Marzo, considerando el tiempo de cultivo de 10 a 14 semanas, para obtener plantas más compactas y en condiciones de baja intensidad luminosa. Agrega que se emplean los siguientes reguladores de crecimiento (Daminocida al 0.2 % o al 0.3 % o Paclobutrazol a razón de 30 a 50 ppm) (Nuez y Llácer, 2001).

2.11 Manejo del cultivo

2.11.1 Podas (deshoje)

Brickell (1996) sugiere quitar las flores secas para que se produzcan nuevos brotes con mayor rapidez. A su vez señala que cuando la planta adquiere una forma poco atractiva o tiende a rastrear, es oportuno realizar una poda, quitando las dos terceras partes de la planta, para obtener nuevos brotes.

2.11.2 Riegos

Los riegos son considerados de forma diaria en verano, una vez que se han secado los primeros centímetros de suelo, sobre todo si se cultiva en maceta. Por su parte en climas tropicales, si durante la época de lluvias las precipitaciones son abundantes, la necesidad de aporte extra de agua de riego se debe considerar en función del nivel de humedad del terreno (Sánchez, 2006).

2.12 Principales plagas que afectan el cultivo de petunia

Pulgones verdes

Los pulgones, son insectos pequeños en forma de pera, que chupan la savia de tallos, hojas o raíces de las plantas hospederas. Se alimentan de una gran variedad de plantas, incluyendo los crisantemos, las orquídeas, los ciclámenes entre otras muchas plantas herbáceas, algunos vegetales, así como algunos tipos de árboles y arbustos (Botanic, 2001).

Síntoma

Cañizo *et al.*, (1990) señalan que los síntomas que se presentan en las hojas de los brotes tiernos por lo general se encuentran enrolladas y abolladas, localizando en su envés pequeños insectos agrupados en colonias, los que también atacan a las flores, encontrándose tanto en su interior como en su exterior.

Control

Cañizo *et al.*, (1990) recomienda que para el control de los pulgones es efectivo usar cuatro cucharaditas de algún detergente suave (para trastes) en un litro de agua.

Mosquita blanca

Botanic (2001) con respecto a las mosquitas blancas las definen como pequeños insectos voladores de 1.5 mm, los que tienen dos pares de alas blanco opaco. Además de partes bucales succionadoras y se alimentan vorazmente de la savia de la planta. Generalmente éstas descansan y se alimentan sobre el envés de las hojas y vuelan cuando se les molesta.

Síntoma

Las plantas se ven afectadas teniendo hojas marchitas y con frecuencia están cubiertas con moho ennegrecido. El ataque de la mosquita blanca reduce la vitalidad de la planta, ocasiona la muerte prematura de la hoja y puede matar a la planta.

Trips

Son insectos diminutivos, de 0,5 a 1 mm de largo. Tienen cuerpos delgados y elongados con dos pares de alas. Estos insectos se distinguen entre los demás, porque sus partes bucales son diferentes y además, comparten características de insectos mordedores y chupadores (Cruz, 2001).

Síntomas

Raspan las plantas para alimentarse y dejan huellas o puntos negros. Estos insectos son un problema grave en las cebollas, porque hacen cortes alargados y delgados y se alimentan de sus hojas.

Caracoles: atacan a numerosas plantas, tanto de huerta como; frutales, cítricos, ornamentales, etc., produciendo unas mordeduras de forma oval o circular en las hojas y partes tiernas (Cañizo *et al.*, 1990).

2.13 Principales enfermedades que afectan el cultivo de petunia

Botrytis cinerea tiene una distribución por todo el mundo y está presente en todos los invernaderos. Botrytis es una de las enfermedades más corrientes de los cultivos de invernadero (Paterson, 2001).

Síntomas

B. cinerea causa una variedad de síntomas que incluyen manchas y marchitamientos en los tejidos de la hoja y del pétalo.

Control

La prevención debe ser el principal objetivo del programa del control de Botrytis. Las medidas sanitarias, las prácticas culturales y los fungicidas, controlara más eficientemente esta amenaza siempre presente en los invernaderos.

Rhizoctonia solani está ampliamente distribuido, tiene una gran variedad de huéspedes y corrientemente causa pudrición de las plántulas, podredumbre de la raíz, podredumbre de la corona y marchitamiento foliar y del tallo. Cuando el hongo se desarrolla sobre el follaje de la planta, la enfermedad es conocida como marchitamiento en telaraña (Botanic, 2001).

Rhizoctonia aparece en la mayoría de las plantas en maceta con flores y es uno de los patógenos más comúnmente encontrado en las plantas.

Síntomas

Cuando *Rhizoctonia solani* causa la pudrición de las plántulas, los tallos se oscurecen en la línea del suelo. Puede también causar un marchitamiento en plantitas pequeñas o en plantas mayores que tengan una densa copa en ausencia de damping-off o de podredumbre de la raíz.

2.14 Virus

Albouy y Devergne (2000) menciona que las plantas de petunia son bastante sensibles a diversos virus (CMV, TMV). Los Tobamovirus transmitidos por contacto.

Sintomatología.

Varios virus están implicados en la aparición de síntomas sobre la petunia. Se manifiestan sobre el follaje por decoloraciones con arrugamientos y desecación de los tejidos y sobre las flores por alteraciones del color y deformaciones. Los síntomas que aparecen sobre las yemas durante el enraizamiento o sobre las plantas desarrolladas vienen acompañados de un claro retraso de la vegetación.

Virus del mosaico del tabaco (TMV). Tienen los entrenudos cortos y presentan muy pronto un aspecto debilitado, lo que pueden convertirse en un enanismo pronunciado. Igualmente, las hojas toman un tamaño reducido y presentan manchas decoloradas (mosaico) acompañadas de arrugamiento de limbo. Pueden producirse marchitez con desecación de tallos y de hojas.

El tobamo petunia es responsable de manchas en anillo sobre las flores, en primer lugar circulares que luego se alargan en manchas de coloración más oscura. La flor, de tamaño reducido, se deforma y en la última fase los pétalos se separan dando a la corola un aspecto recortado y crispado. Al comienzo del ataque los síntomas sobre la flor son los únicos en manifestarse, quedando el resto del sistema vegetativo de apariencia normal. A continuación aparecen manchas anulares muy características en las hojas más viejas.

El virus del mosaico del pepino (CMV) provoca sobre la petunia un mosaico ligero y una reducción del tamaño de las hojas, que se hacen estrechas y filiformes.

El CMV es un virus parasférico de 30 de diámetro capaz de infectar a muchas especies (más de 300) ornamentales, hortícolas y adventicias (Albouy y Devergne, 2000).

2.15 Fisiopatías (Disturbios fisiológicos)

Aborto de flores, secado de los ápices o puntas. Por causa de exceso de riego, en ocasiones por el efecto de etileno. Esto puede corregirse con sustratos suelos o mezclas que tengan buen drenaje. También el exceso de riego produce plantas cloróticas. Utilizar cantidades correctas de agua (Gerald *et al.*, 1986).

2.16 Requerimiento nutricional

Fertilización de moderada a media, de equilibrio 2:1:2. Empleo de abono de liberación lenta incorporado al sustrato. Se puede utilizar fertilizante soluble en agua o líquidos. Los fertilizantes de lenta liberación son opciones excelentes para las canastas colgantes. Si se utiliza una mezcla sin tierra, el fertilizante de lenta liberación puede aplicarse y proporcionara una reserva adecuada al fertilizante deben seguirse las recomendaciones del fabricante sobre los fertilizantes de lenta liberación, ya que cantidades excesivas pueden quemar las raíces de las plantas y son difíciles de eliminar (Larson, 1988).

2.17 Postcosecha y comercialización

Comercialización principalmente en primavera – verano. En maceta de 9 cm de diámetro o en alveolo para su plantación en jardines y en macetas de 11 cm destinada a venta en centros de jardinería (Nuez y Llácer, 2001).

2.18 Sustratos

El cultivo es poco exigente en cuanto al suelo ya que se puede realizar al aire libre o bajo plástico. Se tiende al empleo de manejar el material vegetal suministrado en forma de miniplanteles producidos por empresas especializadas.

El sustrato de tipo medio, de pH es 5.5 a 6.5 y CE (conductividad eléctrica) menor de 2 ds m^{-1} (extracto saturado) (Nuez y Llácer, 2001).

El termino sustrato, que se aplica en la producción viverística, se refiere a todo material solido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de un sistema radicular; el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta allí ubicada. Esto último, clasifica a los sustratos en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pinos etc.). En el caso de los materiales químicamente inertes, estos actúan únicamente como soporte de la planta, mientras que en los restantes intervienen además en procesos de adsorción y fijación de nutrimentos (Burés, 1997).

En particular la producción de cultivos en contenedores o recipientes, ya sean macetas y bolsas para la producción de plantas ornamentales, requiere de un conocimiento y comprensión amplio del ambiente, para el desarrollo de las raíces, presente dentro del contenedor y de cómo éste es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados (Cabrera, 1999).

Con el conocimiento del comportamiento de un sustrato en contenedor y conociendo las propiedades físicas y químicas de los materiales disponibles para elaborar sustratos, se podrán elaborar las mezclas adecuados para cada cultivo en maceta (Pastor, 1999).

2.19 Sustratos de origen natural

Se caracterizan por estar sujetos a descomposición biológica subproductos y residuos de diferentes actividades agrícolas, industriales y urbanas. La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustratos (cascarillas de arroz, pajas de cereales, fibra de coco, orujo de uva, cortezas de árboles, aserrín y virutas de la madera, residuos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales etc (Bastida, 2002).

Sustratos transformados artificialmente (lana de roca, perlita), incluyendo en este grupo diversos subproductos industriales (escorias de altos hornos) (Castilla, 2004).

2.20 Sustratos orgánicos

Los componentes orgánicos más populares incluyen: musgo de turba (peat moss), productos de madera (corteza, aserrín, virutas), composta de materia orgánica o desechos de jardinería, polvo de coco, lodos de depuradora, fango, estiércol, paja, cascarilla de arroz y de cacahuete, etc. Los sustratos se caracterizan por ser químicamente activos (Masaguer, 2006).

2.20.1 Sustratos químicamente activos

Reaccionan liberando elementos debido a la degradación, disolución o reacción de los compuestos que forman el material sólido del sustrato o bien adsorbiendo elementos en su superficie que pueden intercambiar con los elementos disueltos en la fase líquida (Burés, 1999).

A continuación se describe algunos de los sustratos orgánicos más utilizados.

2.20.1.1 Las turbas

Son materiales orgánicos procedentes de la descomposición de plantas pantanosas. Suelen estar libres de patógenos, a pesar de su origen orgánico. Pero tienen los inconvenientes de una elevada CIC, de contraerse fuertemente al secarse y ser de difícil rehumectación (Castilla, 2004).

La turba consiste en vegetación acuática, pantanosa o ciénega parcialmente descompuesta. De los tres tipos de turba: turba de musgo, de cañaveral y de humus, la primera es la menos descompuesta, y provienen de ***Sphagnum***, ***Eriophorum*** y otros musgos, teniendo una alta capacidad de retención de humedad (diez veces su peso en seco), con acidez elevada (pH de 3,8 a 4,5) y conteniendo una pequeña cantidad de N (cerca de 1 por 100), aunque con poco o nada de fósforo y potasio. La turba que proviene de otras clases de musgos se deshace con facilidad, comparada con la originada por el ***Sphgnum***, siendo, pues, ésta preferible (Miranda y Hernández, 1999).

Las turbias rubias tienen propiedades físicas excelentes y se rehumedecen fácilmente, por lo que son adecuadas para el cultivo sin suelo en macetas. Las turbas negras están más descompuestas que las rubias y sus propiedades físicas son peores que las de estas turbas. Ambos tipos suelen emplearse mezcladas con sustratos muy porosos, como la puzolana (Urban, 1997).

2.20.1.2 Las cortezas de arboles

Son sustratos ligeros y bien aireados, pero retienen poco agua. Su relación C/N es alta y absorben mucho N para su proceso de descomposición. Otros subproductos agrícolas y forestales (restos de madera, granilla de uva) suelen emplearse en mezclas para macetas (García y Daverede, 1994).

2.20.1.3 La fibra de coco

Tiene unas propiedades más cercanas a la lana de roca que a los subproductos forestales, siendo muy empleada en forma de planchas plastificados y en contenedores de poliestireno para cultivos hortícolas en sustrato, aunque su CIC complica el manejo, respecto a los materiales inertes (García y Daverede, 1994). Existen grandes diferencias cualitativas en la fibra de coco según su procedencia (Castilla, 2004).

La fibra de coco es un sustrato muy prometedor para la horticultura protegida en México, dado a su bajo costo, su facilidad de manejo, su sanidad y la excelente respuesta agronómica que ha mostrado en los cultivos en que se ha evaluado. En México, prácticamente no hay estudios formales sobre su caracterización detallada en

base a una recopilación de trabajos de caracterización fisicoquímica de la fibra de coco indica que esta presenta una densidad promedio de 0.07 g cm^3 , una capacidad de retención de agua promedio de 54 %; una capacidad de aireación promedio de 46 %; un porcentaje de agua fácilmente disponible de 20 %; un porcentaje de agua difícilmente disponible de 25 %; con un porcentaje de agua de reserva de 4.1 %, y con un índice de grosor promedio de 32 % (Castellanos, 2004).

En cuanto a las propiedades químicas de la fibra de coco, en condiciones vírgenes contiene una alta salinidad que puede ir de 4 a 7 dSm^{-1} en el extracto saturado. Esta salinidad corresponde principalmente a cloruro de potasio y de sodio, pero con un lavado esta se elimina en el mismo saco de cultivo. Presenta una capacidad de intercambio catiónico de 60 a $117 \text{ meq } 100 \text{ g}^{-1}$ de sustrato. Es un material muy estable, pues puede durar hasta 3 años en explotación, solo haciendo la desinfección previa a cada cultivo, como en el caso de la lana de roca.

La fibra de coco se comercializa en México en varios sitios, pero destaca la región de Colima y en particular la región de Armería, donde se producen grandes cantidades de este sustrato (Ansorena, 1994).

Ventajas que presenta la fibra de coco según Urrestarazu (2004):

- Baja densidad aparente: es un sustrato ligero, con una densidad aparente de $0,072 \text{ g cm}^3$, siendo una ventaja para el transporte y facilita la manipulación.
- Una buena repartición de las fases líquida y gaseosa a 10 cm de tensión. El valor de agua disponible de la fibra de coco es del 22 % vol situándose entre el valor óptimo recomendable.
- Un nivel de materia orgánica y una relación C/N elevadas. Esto significa que la mineralización del sustrato es lenta y consecuentemente sus características físico-químicas se mantendrán a lo largo del ciclo de cultivo.

Dentro de las propiedades químicas físico-químicas Urrestarazu (2004) menciona:

- Capacidad de intercambio catiónico (CIC): en el caso de una fertirrigación intermitente el valor óptimo de CIC está entre 20 me 100 g⁻¹. La fibra de coco tiene una CIC de 98 me 100 g⁻¹.
- El pH de la fibra de coco se sitúa alrededor de 5,5 siendo un nivel óptimo para la mayoría de las plantas cultivadas.
- La CE del ladrillo de COCOPEAT está comprendida entre 0,7 y 1,5 ds m⁻¹.

2.20.1.4 Tierra de campo

La tierra, o suelo natural, se puede clasificar de distintos modos (en función de su formación, composición mineralógica, etc.). Sin embargo, la clasificación textural es quizá la más utilizada a nivel agronómico, puesto que es indicativa de las propiedades físicas y de intercambio iónico del suelo. La tierra fina, es decir, la fracción de partículas de tamaño inferior a 2 mm, puede separarse en tres tipos de materiales siguiendo una escala logarítmica de la distribución de tamaños de partículas o granulometría. Estos tres materiales son las arcillas (0,002 mm), los limos (0,002 – 0,02 mm) y las arenas (fina, de 0,02 a 0,2 mm y gruesa, de 0,2 a 2 mm) (Burés, 1999).

Las tierras tienen propiedades físicas muy distintas en función de su textura y del grado de empaquetamiento de las partículas. Estas características definen el tamaño de los poros, y por lo tanto la retención de agua de los suelos, que en materiales arcillosos y limosos tiene lugar a tenciones muy elevadas ya que los poros son muy pequeños.

La densidad de la tierra es elevada, del orden de 1200 – 1500 kg de materia seca por m³, lo que debe tenerse en cuenta si el peso del contenedor con la planta es limitante (Burés, 1997).

2.20.1.5 Hojarasca

En algunas zonas forestales con predominancia de ciertas especies arbóreas, puede existir una disponibilidad uniforme de hojas o acículas. Las acículas de pino se han utilizado en diversos países como enmienda orgánica, material de *mulching* o componentes de sustratos. Las acículas de pino tienen generalmente un pH entre 3,9 y

5,5, pudiendo ser más elevado en función de la especie y de las características del suelo de donde proceden; su densidad varía entre 100 y 250 kg de materia seca por m³. Las acículas de pino son materiales porosos (93 %), con una capacidad de aireación muy elevada 47 %. Se han citado algunos casos de fitotoxicidad, no obstante, esta puede reducirse mediante el compostaje (Burés, 1999).

2.20.2 Materiales orgánicos

Materiales orgánicos e inorgánicos presentan diferentes

-Formas

-Distribuciones

-Rugosidad en la superficie

-Tipo de poros tanto inter como intra partícula de acuerdo con el tamaño de partículas.

2.20.3 Mezclas de sustratos orgánicos

La adición de enmiendas orgánicas a sustratos ayudan a mejorar principalmente sus propiedades físicas y químicas, tales como capacidad de retención de agua, capacidad de aireación, disminución de peso húmedo y mejora en la capacidad de intercambio catiónico. Sin embargo, para que estas mejoras surtan efecto, es necesario que los componentes del sustrato o mezcla tengan un tamaño deseable de partículas. La mayoría de las partículas en componentes orgánicos como inorgánicos para sustratos deberán encontrarse entre 0.5 y 4 mm, y con menos del 20% presente en partículas más finas que 0.5 mm (Cabrera, 2002).

Debe utilizarse una cantidad suficiente de componentes orgánicos en los sustratos para permitir cambios importantes en sus propiedades físicas. Generalmente debe utilizarse por lo menos un 40 % de componente orgánico para obtener beneficios adecuados. Además de los requisitos de granulometría y volumen de incorporación, un componente orgánico deberá ser estable con respecto a su descomposición, es decir,

deberá haber pasado por un proceso de composteo. Esto eliminará fijaciones de nitrógeno por microorganismos encargados de la descomposición, fenómeno que típicamente origina reducciones en la disponibilidad de éste nutriente para las plantas. La descomposición del componente orgánico de un sustrato durante el período de crecimiento de un cultivo, además de, causar problemas como reducciones en el volumen total de sustrato disponible para las plantas, puede alterar significativamente las propiedades físicas obtenidas originalmente (al inicio del cultivo).

La mayoría de los componentes orgánicos de un sustrato son ácidos y contienen niveles bajos de nutrientes disponibles. Se recomienda pues el agregar una cantidad suficiente de cal dolomítica al sustrato para elevar el pH a un nivel adecuado 6 (usualmente 5.5 a 6). Además la cal suplirá calcio y magnesio que son esenciales para un buen crecimiento radicular. Estos elementos (Ca y Mg) son retenidos (adsorbidos) por el sustrato; no son fácilmente lixiviables, por lo que quedaran disponibles a la planta por períodos largos (Cabrera, 2002).

2.21 Sustratos inorgánicos

La mayoría de los sustratos usados en la producción de plantas ornamentales consisten en una combinación de componentes orgánicos e inorgánicos. Algunos de los materiales inorgánicos comunes incluyen arena, vermiculita, perlita, arcilla calcinada, piedra pómez y otros subproductos minerales.

El uso de componentes inorgánicos en un sustrato también está sujeto a las mismas normas de granulometría que los componentes orgánicos. Su volumen de incorporación a sustratos también requiere de especial atención en lo que se refiere a su contribución a la densidad aparente. Componentes inorgánicos como las arenas son comúnmente usadas en viverismo, en donde se busca especialmente incrementar la densidad de los sustratos para reducir el riesgo de volcado de macetas por el viento (que puede resultar en costos altos de mano de obra). Por otro lado, adiciones excesivas de componentes inorgánicos puede también incrementar la densidad (y/o peso) del sustrato al punto de dificultar labores de manejo e incrementar demasiado los costos de flete. Por lo general la incorporación de materiales inorgánicos como arenas

se recomienda no sobrepasar más de un 20-30% del volumen total del sustrato (Cabrera, 2002).

Los sustratos inorgánicos se caracterizan por ser inertes para mejorar aereación y drenaje.

2.21.1 Sustratos químicamente inertes

Son aquellos que no se descomponen química o bioquímicamente, no liberan elementos solubles de forma notable ni tienen capacidad de absorber elementos añadidos a la solución del sustrato. En los sustratos inertes no existe transferencia de materia entre el material sólido y la solución.

Para el caso de los sustratos inertes se pueden mencionar, la arena y la perlita, siendo las siguientes características respectivas para cada material (Soto y Muñoz, 2002).

2.21.1.1 Arena de río

Las arenas se consideran prácticamente inertes desde el punto de vista químico, siendo su capacidad de intercambio catiónico muy baja.

Siempre que se especifiquen mezclas con arenas, debe especificarse la granulometría, puesto que por ser materiales finos, sus propiedades de retención de agua pueden variar considerablemente con el tamaño de las partículas (Burés, 1997).

Arena: es un material de naturaleza silicio con una concentración mayor del 50 % y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. La arena deberá de estar exenta de limo, arcilla y también de carbonato de cálcico. La arena posee una fracción granulométrica comprendida entre 0.02 y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6-2mm). La densidad de la arena es superior a 1.5 g cm^{-3} su pH puede variar entre 4 y 8. La capacidad de intercambio catiónico es nula o baja (Cruz, 2009).

Las arenas y gravas de origen silíceo son preferibles a la de origen calcáreo .al abundar en todas partes, se han empleado en las épocas iniciales de introducción del

cultivo en sustrato. Tienen el grave inconveniente de su peso. Los calibres más recomendables de arenas son los comprendidos entre 0,2 y 2.0 mm, y los mejores para grava oscilan entre 2 y 5 mm. Los materiales gruesos (gravas) exigen una alta frecuencia de riego por su baja capacidad de retención de agua. Las arenas y gravas suelen emplearse en mezclas para macetas al aire libre, pues, debido a su peso, aportan estabilidad a las macetas frente al viento (Castilla, 2004).

2.21.1.2 Perlita

Perlita: es un material silicio de origen virgen y tiene la capacidad de absorber de 3 a 4 veces su peso en agua, carece de intercambio catiónico, no obstante es útil para incrementar aireación del sustrato además tiene una estructura rígida y se comercializa en diferente granulometría. García y Daverede, (1999), la perlita presenta partículas con diámetros que oscilan de 0 a 1.5 mm y una densidad de 80 a 90 kg m⁻³ es la que se utiliza en semillero y también puede ser empleada para tapar la semilla. Por las características mencionadas se utilizan estos materiales como sustrato en la producción de plántulas (Soto y Muñoz, 2002).

También es un material muy ligero, muy poroso y bien aireado, del que se comercializan varias granulometrías siendo lo más recomendables las comprendidas entre 1,5 y 2.5 mm (Morard, 1995). Su principal problema reside en su fragilidad mecánica que degrada sus buenas características de porosidad y aireación, al fragmentarse sus granos aumentando la proporción de elementos finos. Aunque inicialmente tienen reacción básica, como la lana de roca, pasado un tiempo es químicamente inerte. La capacidad de retención de agua de la perlita depende de su granulometría (Cruz, 2009).

La perlita B-12, es la más usada en la producción hortícola en invernadero, presenta un espacio poroso total en el orden de 85 %, una capacidad de aireación de 30 %, con 25 % de agua fácilmente disponible y un 7 % de agua de reserva, con una granulometría de 0.5 mm de diámetro y con una densidad aparente de 0.10 a 0.12 g cm³ (Castellanos, 2004).

2.21.1.3 Vermiculita

La vermiculita es un mineral micáceo que se expande mucho al calentarlo. Se han encontrado grandes depósitos del mismo en Montaña y Carolina del Norte. Químicamente es un silicato hidratado de magnesio hierro-aluminio. Una vez expandida, la vermiculita es muy liviana, pesando de 90 a 150 kg por m³, de reacción neutral con buenas propiedades de amortiguamiento químico e insoluble en agua. Puede absorber grandes cantidades de agua, de 400 a 500 cm³ por dm³. La vermiculita tiene una capacidad relativamente elevada de intercambio catiónico y así puede mantener nutrientes en reserva y después liberarlos. Contiene suficiente magnesio y potasio para aprovisionar a las plantas (Ansorena 1994).

En el mineral de vermiculita crudo, las partículas están formadas por un gran número de capas muy delgadas, separadas, con cantidades microscópicas de agua atrapadas entre ellas. Cuando se pasa por hornos a temperaturas de casi 1090 °C, el agua se vuelve vapor, separando las capas y formando granos pequeños, porosos, de tipo esponja. El calentamiento a esa temperatura produce una esterilización completa. La vermiculita hortícola se clasifica en cuatro tamaños:

1. Que tiene partículas de 5 a 8 mm /día⁻¹;
2. El grado hortícola común, de 2 a 3 mm;
3. De 1 a 2 mm, y
4. De 0.75 a 1 mm.

La vermiculita expandida no debe compactarse cuando este mojada, ya que la presión destruye su estructura porosa deseable. No use Vermiculita que no sea de clase hortícola (Tipo para construcción) ya que esta última está tratada con sustancias tóxicas para las plantas (Hartmann, 1999).

2.21.1.4 Lana de roca

La lana de roca se obtiene a partir de rocas tales como: diabasa y piedras calizas, fundiendo estos materiales a temperaturas de 1600 °C, una vez fundidas se hace pasar por rotores que giran a alta velocidad, formando una fibra, la cual es comprimida en planchas. Es un sustrato inerte, muy uniforme, prácticamente sin capacidad de intercambio de cationes, con una densidad aparente de 0.07 g.cm³, y viene en varias presentaciones, entre las que destaca la de 100x20x10 cm. Este sustrato tiene un espacio poroso total 97 %, una capacidad de aireación de 36 % y un porcentaje de agua fácilmente disponible de 59 %, pero el agua de reserva es solo 0.3 %. Su principal distinción con respecto a otros sustratos es que tiene más el doble de agua fácilmente disponible (Castellanos, 2004).

2.21.1.5 Piedra pómez

La pómez, químicamente está constituida en su mayor parte por bióxido de silicio y óxido de aluminio, con cantidades pequeñas de hierro, calcio, magnesio y sodio en forma de óxidos. Se obtiene de minas en varias regiones de los estados occidentales de los EUA, encontrándose una de las fuentes en la Sierra Nevada, cerca de Bishop, California. La piedra pómez se clasifica por cribado en diferentes tamaños, pero no es tratada con calor. Aumenta la aeración y el drenaje en las mezclas de suelo y se le puede usar sola o mezclada con mugo turboso (Hartmann, 1999).

2.22 Propiedades deseables de un sustrato

Las propiedades de tipo físico resultan de enorme importancia para el correcto desarrollo de la planta; cabe señalar, que una vez colocada está en el contenedor resulta prácticamente imposible modificar sus parámetros físicos iniciales. Algo contrario ocurre con las propiedades de tipo químico, que pueden resultar modificables mediante técnicas de cultivos adecuadas. Esto hace que deba de contemplarse con especial cautela todo lo referente a los parámetros físicos, en especial al binomio “retención de agua aireación”. Condición responsable del éxito o fracaso de la utilización de un determinado material como sustrato de cultivo (Pastor, 1999).

Los principales parámetros que definen esas propiedades físicas de acuerdo a Pastor, (1999) son:

Agua fácilmente disponible (AFD): se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 10 y 50 cm de columna de agua. Valor óptimo 20 a 30 %.

Agua de reserva (AR): en este caso se refiere a la cantidad de agua (% en vol.) que se libera al aplicar una tensión al sustrato de entre 50 y 100 cm de columna de agua. Valor óptimo 4 a 10 %.

Agua difícilmente disponible (ADD): se trata del agua (% en vol.) que queda retenida en el sustrato después de aplicar una tensión de 100 cm de columna de agua.

Capacidad de aireación (CA): se refiere a la proporción del volumen del sustrato que contiene aire después que dicho sustrato ha sido llevado a saturación y dejado drenar (normalmente a 10 cm de columna de agua). El valor óptimo se produce cuando se dan valores entre 10 y 30 %.

Espacio poroso total (EPT): es el volumen total del sustrato de cultivo que no está ocupado por partículas orgánicas o minerales. Es un dato que se determina a partir de las densidades real y aparente. Su valor óptimo se produce cuando se alcanza niveles superiores a 85 %.

2.22.1 Propiedades físicas

Éstas vienen determinadas por (Pastor, 1999) la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento. Algunas de las más destacadas son:

- Densidad real y aparente
- Distribución Granulométrica
- Porosidad y aireación

- Retención de agua
- Permeabilidad
- Distribución de tamaños de poros
- Estabilidad estructural

Son las de mayor importancia ya que deben ser óptimas desde el establecimiento del cultivo, debido a que no pueden modificarse una vez establecido el cultivo (Ansorena, 1994).

Propiedades físicas varían dependiendo de:

- Tipo de sustrato
- Proporciones y naturaleza
- Diferentes tamaños de partículas

Retos en la producción de cultivos es la predicción del comportamiento de las propiedades físicas (capacidad de aireación, retención y movimiento de agua) en los sustratos, para ajustarlas a las necesidades hídricas de las plantas (Gutiérrez, 2010).

2.22.2 Propiedades químicas

Burés, (1999). Señala que las propiedades vienen definidas por la composición elemental de los materiales; estas caracterizan las transferencias de materia entre sustrato y la solución del mismo. Entre las características químicas de los sustratos destacan:

- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Contenido de nutrientes

-Relación C/N

2.22.3 Propiedades biológicas

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando estos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y, por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Pastor, 1999). Entre las características biológicas destacan:

- Contenido de materia orgánica

-Estado y velocidad de descomposición

Una vez conocidos los principales parámetros que definen un sustrato, probablemente proceda hacer referencia al “sustrato ideal”. Ante la reiterada pregunta, de si existe un sustrato ideal, la respuesta es “no”, el sustrato adecuado para cada caso completo dependerá de numerosos factores: tipo de planta que se produce, fase del proceso productivo en el que se interviene, condiciones climatológicas, y lo que es fundamental, el manejo de este sustrato. Por lo tanto, la imposibilidad de referenciar un sustrato ideal, pero si puede hacerse referencia a los requerimientos que un sustrato debe tener, como son:

-Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible

-Elevada aireación

-Baja densidad aparente

-Elevada porosidad

-Baja salinidad

-Baja velocidad de descomposición

-Estabilidad estructural

-Bajo costo

-Fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.)

-Ligeros

2.23 Tipos de sustratos

2.23.1 Sustratos universales

Este tipo de sustrato tiene nutrientes para preservar la vida de la planta. Se utilizan para trasplantar la mayor parte de plantas de interior con hojas decorativas o con flores.

2.23.2 Sustratos porosos

Estos juegan un rol de soporte de cultivo. Sirven sobre todo para ayudar a algunas plantas delicadas, que tienen raíces carnosas y frágiles, las cuales necesitan un sustrato muy permeable que no se deshaga. Esencialmente están compuestos de aserrín, corteza, trozos de corcho (Bastida, 2002).

2.23.3 Sustratos fibrosos

La mayoría de los sustratos orgánicos de origen vegetal son fibrosos, es decir, que las partículas forman fibras más o menos alargadas, como los residuos de limpieza de bosques o las pajas de cereales. También algunos materiales inorgánicos, como la lana de roca, son fibrosos. Existen escasos estudios sobre el empaquetamiento de materiales fibrosos. De hecho, hay indicios de que los materiales que tienen fibras rígidas tienen comportamiento similar a los materiales granulares (Burés, 1997).

2.23.4 Sustratos granulares

Son los que tienen estructura suelta formada por partículas casi-esféricas. La arena es quizás el representante por excelencia de los materiales granulares. La mayoría de los materiales inorgánicos son de este tipo. Este es el caso de las perlitas, gravas volcánicas, etc. Algunos materiales orgánicos, como la corteza de pino o las cascara de nueces, tienen comportamiento granular. El tipo de material, granular o fibroso, influye en el empaquetamiento de las partículas. Una de las características principales de los sustratos, de ambos tipos, es la capacidad de variar la densidad del

empaquetamiento en función de cómo están distribuidas sus partículas. Respecto a los materiales granulares existe más información, aunque no se ha definido el empaquetamiento y todavía se está trabajando en intentos de correlacionar las propiedades de los materiales con su modo de empaquetamiento.

La materia granular puede considerarse como un conjunto de cuerpos geométricos: las partículas individuales, o granos. Las características geométricas de un grano son el volumen V , el área superficial F , y la curvatura media M (Burés, 1997).

2.24 Sustratos utilizados en ornamentales

García *et al.*, (2010) realizó una investigación de crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. Dada la necesidad de buscar sustratos alternativos a la turba comercial para su producción, en esta investigación se evaluó el efecto de tres sustratos que consistieron en suelo agrícola salino, suelo agrícola salino complementado con 30 % (v/v) de composta de ganado bovino y residuos de cosecha y suelo agrícola salino conteniendo 80 % (v/v) de la misma composta, sobre indicadores de crecimiento y producción de flores y semillas. La adición del 30 % de composta mejoró notablemente el crecimiento de las plantas ($P \leq 0.05$), mismas que alcanzaron la mayor altura y produjeron flores con semillas. Por otra parte, la adición de 80 % de composta en el sustrato disminuyó significativamente el contenido de Na^+ y Cl solubles del suelo; aunque este tratamiento produjo mayor diámetro de tallo, más brotes, hojas, flores y biomasa ($P \leq 0.05$), la altura no fue la mayor y las plantas fueron más susceptibles al acame y no produjeron semillas en comparación con los otros tratamientos. El acame fue ocasionado por la mayor producción de biomasa seca, consecuencia del mayor contenido de N y K en tejido foliar. En este estudio se concluye que la composta a base de estiércol de ganado bovino y de residuos de cosecha en una proporción del 30 % (v/v) adicionado a un suelo salino, mejora el crecimiento de plantas de petunia de manera significativa y mantiene la producción de flores y semillas.

Ayala y Valdez, (2008) realizó una investigación con el objeto de evaluar la factibilidad de utilizar sustratos elaborados a base de polvo de coco para la germinación

de semillas y desarrollo inicial de plantas para trasplante de seis especies ornamentales y determinar la posibilidad de remplazar al Peat Moss. Las especies seleccionadas para el estudio fueron: *Dianthus chinensis* (clavelina), *Gazania rigens* (gazania), *Tagetes erecta* (marigold), *Viola wittrockiana* (pensamiento), *Antirrhinum majus* (dragón) y *Petunia x hybrida* (petunia). Se evaluó el efecto de los sustratos en la altura de planta, el peso seco del vástago y de raíz, el porcentaje de germinación y el porcentaje de plantas con valor comercial. Aunque el polvo de coco causó una disminución significativa en la altura de plantas de gazania (21 %), dragones (30 %) y petunias (13 %), y en el peso seco del vástago de dragones (24 %) y en el peso seco de raíz de clavelina (22 %), esto no estuvo asociado con una disminución en la calidad de las plantas. Por lo tanto, se concluye que el polvo de coco puede utilizarse como sustrato para la producción de plantas para trasplante de especies ornamentales.

Martin *et al.*, (2009) evaluaron la influencia de *glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *lilium sp. cv orange pixie*. La inoculación micorrízica incrementó significativamente ($p \leq 0.01$) el peso seco de raíz, tallo y flores mientras que entre los tratamientos de fósforo se observó diferencia en el peso seco de raíz. Resultados similares fueron reportados por Pedraza *et al.*, (2000) y Sohn *et al.*, (2003) en crisantemo *Dendrathera glandiflora* Tzevelev y *Chrysanthemum morifolium* Ramat, respectivamente. Gaur *et al.* (2000) estudiaron *Petunia hybrida*, *Callistephus chinensis* e *Impatiens balsamina*, mientras que Amaya *et al.*, (2005) lo hicieron con *Ipomoea carnea ssp. fistulosa* y Stancato y Parada (2006) en *Anthurium andreaeanum*; en ambos estudios se observó que la fertilización mineral combinada con la inoculación con HMA incrementó la producción de materia seca en diferentes órganos, debido a una mayor absorción de elementos nutritivos como el fósforo y al incremento en la superficie de la raíz y ser más activa para explorar y traslocar nutrimentos.

2.25 Tipos de contenedores y/o maceta

2.25.1 Macetas de plástico

Las macetas de plástico, redondas y rectangulares, tienen numerosas ventajas: no son porosas pueden volverse a usar, son de peso ligero y ocupan poco espacio, ya que son apilables. Sin embargo, algunos tipos son frágiles y requieren un manejo cuidadoso, aunque otros tipos hechos de polietileno son flexibles y bastante fuertes. El plástico no tiene la acción absorbente de la arcilla, por lo que es un material excelente para cultivar plantas amantes de la humedad o para aquellos jardineros o aficionados que dan agua con poca frecuencia. Son livianas y económicas y quizá una de sus pocas desventajas es que ofrecen a las raíces poco o ningún aislamiento de los cambios de temperatura (Hartmann, 1999).

2.25.2 Macetas de barro

Como primera ventaja señalo que además de ser ecológicos proporcionan un ambiente saludable para la mayoría de las plantas; esto se debe a su porosidad que es capaz de permitir que el aire y la humedad penetren equitativamente por todos los lados del recipiente, cualidad que suele ser muy “sabiamente” utilizada por las raíces de la planta que aprovechan al máximo este beneficio. El hecho de que estas macetas actúan como una especie de mecha (en términos de absorción) capaz de quitar exceso de humedad del suelo en caso que exista. Pero cuidado: dependiendo de los hábitos de riego y de la planta que esté allí sembrada esto puede ser una ventaja o una desventaja. Pesan bastante y son frágiles. El problema es que en climas cálidos se secan muy rápidamente porque las paredes son porosas. Para Cactus y otras Suculentas esto es una ventaja, pero para la mayoría, no. Además, las heladas fuertes las rompen (Hartmann, 1999).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del sitio experimental

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo Diciembre-Marzo del año 2011 en el área de sombreadero con malla sombra (60%) del departamento de Horticultura, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Regional Laguna. que se encuentra ubicada en Periférico y Carretera a Santa Fe en Torreón Coahuila, México. La región lagunera se localiza geográficamente entre los 24° 30 y 27° de latitud norte y entre los 102°, 104, 40° de longitud oeste, a una altitud de 1,120 msnm. Ubica entre las coordenadas geográficas 103° 25´ 57” de longitud oeste del meridiano de Greenwich y 25°31´ 11” de latitud norte.

Se encuentra a una altura de 1100 a 1400 msnm, con una superficie aproximada de 500 000 ha. De las cuales 275 000 son para la agricultura (Gutiérrez, 2008).



3.2 Diseño experimental utilizado

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con cinco tratamientos y 15 repeticiones donde la unidad experimental consistió en una planta de petunia por maceta. La siembra se realizó en macetas de 3154.95 cm³. Los sustratos utilizados para realizar las mezclas son tierra con hojarasca, arena de río y Perlita, (B/12), combinados en las siguientes proporciones.

Cuadro 1. Tratamientos con diferentes proporciones de mezclas.

Tratamiento	Tierra	Arena	Perlita
T ₁ (Testigo)	100%	0	0
T ₂	12.5	12.5	75
T ₃	25	25	50
T ₄	25	50	25
T ₅	50	25	25

3.3 Análisis químico de la tierra con hojarasca

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

CENID-RASPA

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELO

RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO

NUMERO DE FOLIO		
FECHA DE RECEPCIÓN	21 de mayo de 2010	
PROCEDENCIA		
MUNICIPIO O ESTADO		
INTERESADO	Dr. Pablo Preciado Rangel	
CULTIVO		
IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS		
Nº DE LABORATORIO	205	
ANÁLISIS FÍSICO		
Arena (%)	39	
Limo (%)	36	
Arcilla (%)	25	
Textura	Franco	
Capacidad de campo (CC, %)		
Punto de marchitez permanente (PMP, %)		
FERTILIDAD		
Materia orgánica (%)	10.24	
Nitrógeno total (%)		
Fosforo total (%)		
Potasio total (%)		
Magnesio total (%)		
Calcio total (%)		
Cal activa (%)		
NPK disponible		
Nitrógeno disponible (N-NO ₃ , mg/Kg)	575.50	
Nitrógeno amoniacal (N-NO ₃ , mg/Kg)		
Fosforo disponible (P, mg/Kg)	186.00	
Potasio disponible (K, mg/Kg)	3500.00	
Micronutrientes		
Hierro (Fe, mg/Kg)	2.40	
Cobre (Cu, mg/Kg)	1.10	
Manganeso (Mn, mg/Kg)	32.00	
Zinc (Zn, mg/Kg)	19.36	
Boro (B, mg/Kg)	14.56	
SALINIDAD		
pH	7.80	
Conductividad eléctrica (CE dS/m)	7.24	
Cationes solubles		
Calcio (Ca, meq/L)	45.00	
Magnesio (meq/L)	14.34	
Sodio (meq/L)	9.00	
Potasio (meq/L)	21.35	
RAS	1.65	
Aniones solubles		
Carbonatos CO ₃ (meq/L)	0.00	
Bicarbonatos HCO ₃ (meq/L)	5.54	
Cloruros Cl (meq/L)	16.75	
Sulfatos (CO ₄) (meq/L)	56.20	
Sal predominante	Sulfato de Calcio	
SODICIDAD		
Sodio intercambiable (Na, meq/100 g)	14.32	
Carbonatos totales (%)	6.75	
Capacidad de intercambio catiónico (CIC, meq/100 g)	30.84	
PSI (%)	46.4	
OBSERVACIONES:		
		M.C. Miguel Rivera González Encargado del laboratorio Agua-Suelo-Planta

Debido a los resultados obtenidos en el análisis químico no se aplicó fertilización al suelo. Por el alto contenido de materia orgánica de N, P, K., así como sales, (Cuadro 2).

3.4 Preparación de mezclas de sustratos

Teniendo los materiales necesarios: Sustratos, charola y semilla, se prosiguió a preparar las mezclas con estos tres sustratos tierra con hojarasca, arena de río y perlita. En las proporciones (6:1:1), (1:1:2), (1:2:1), (2:1:2) respectivamente.

3.4.1 Fumigación de los sustratos

Para fumigar al sustrato se utilizó Brido 200, solo se aplicó a la tierra con hojarasca para prevenir problemas de enfermedades causadas por la presencia de hongos. Se aplicó la solución de 10 ml en 20 litros de agua, y se humedeció el sustrato completamente. Posteriormente, se cubrió con plástico negro para evitar cualquier fuga por una noche. Al día siguiente se retiró el plástico y se dejó airear una semana, removiendo el sustrato para que se secase antes de llenar las macetas.

3.4.2 Desinfección de las macetas

Las macetas utilizadas para el establecimiento del cultivo fueron de plástico, ya que se habían utilizado en investigaciones anteriores se les dio un tratamiento de lavado con agua, jabón y cloro en relación 1:10 para evitar cualquier contaminación que pudiera infestar al sustrato y dañar a las plantas.

3.4.3 Llenado de las macetas

Se llenaron 15 macetas por tratamiento; llenando un total de 75 macetas. Antes de llenar las macetas se les colocó una ligera capa de dos cm de grava en el fondo para un mejor drenaje y evitar inundación. Después se llenaron con las mezclas indicadas, dejando un espacio de dos cm en la parte superior de la maceta para el riego. Luego se le dio un riego pesado para lavar las sales.

3.4.4 Colocación de macetas en el invernadero

Se colocaron las macetas sobre las tarimas a cada 25 cm entre planta y de una a dos plantas por macetas encaladas para evitar cualquier daño de insectos al cultivo y el orden fue completamente al azar cinco.



Figura 1. Colocacion de macetas en invernadero

3.4.5 Siembra de la semilla en charola

La mezcla que se realizó para el llenado de la charola fue arena con peat moss, al sustrato de arena se hizo un lavado de sales, luego se mezcló con el peat moss. El día miércoles 25 de Septiembre 2010, se realizó la siembra de la semilla de petunia en charolas de unicel de 200 cavidades. Luego se cubrió con un plástico negro para que la germinación fuera más rápido. Mientras se mantenía tapado se observaba cada dos días cuando el sustrato requería agua.

3.4.6 Germinación y emergencia de las plántulas

El sábado 04 de Octubre 2010, empezaron a germinar las semillas y para el día 20 del mismo se obtuvo el 100 % de germinación. Después se espero hasta que la planta tuviera 3 cm de altura para después ser trasplantadas en maceta.

3.4.7 Trasplante

El día 02 de Diciembre 2010, se realizó el riego pesado por la mañana, pasado unas horas se llevó a cabo el transplante por la tarde en cada maceta. Ya que el

sustrato se encontraba a capacidad de campo. Seleccionando así las plantas más vigorosas de la charola.

El trasplante fue de acuerdo con el tamaño del cepellón, tratando de no dañar la planta, a una profundidad aproximada de 2.5 cm, hasta cubrirla con el sustrato al nivel de la base del tallo.

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Riegos

Una vez realizado el trasplante a las macetas, se aplicaron riegos diarios por la mañana y por la tarde con una cantidad de agua de 50 mL x maceta. El riego se realizó en forma manual, es decir, maceta por maceta. La cantidad de agua que se estuvo aplicando al principio fue de 50 mL ya que el sustrato se encontraba a capacidad de campo, y transcurrido 20 días después se le aumento a 100 mL de agua por maceta. El riego depende de la necesidad de la planta conforme a su tamaño y las condiciones ambientales, esperando a que se secase al menos los primeros tres cm así sucesivamente hasta finalizar el experimento.

3.5.2 Fertilizante foliar y aplicación al suelo

De acuerdo a lo antes mencionado no se le aplicó ningún fertilizante al sustrato, pero, si se le aplicó un fertilizante foliar y el fertilizante utilizado en la aplicación foliar de las plantas de petunias Nutricel a una proporción de 3.5 g en un litro de agua.

Se le aplicó Maxiquel. 05 gr en un litro de agua esto se debió cuando algunas plantas presentaron hojas amarillas por deficiencia de Hierro. También se preparó 1 ml de micro por litro y este se regó directamente al sustrato.

3.5.3 Aplicaciones de productos químicos utilizados en el cultivo

Producto	Dosis/ (L)	Plaga o enfermedad
Diazinon	2 mL en un litro de agua	mosquita blanca
Brido 200	12 mL en 6 litros de agua	larvas en el sustrato

3.6 Variables de estudio a evaluar

Las variables a evaluar en este trabajo se dividieron en dos grupos, calidad de la planta y calidad de la floración.

Calidad de la planta

3.6.1 Altura de la planta

Se tomaron alturas de todas las plantas de los cinco tratamientos, esto se llevó a cabo con una regla de 30 cm, partiendo de la base del tallo hasta el crecimiento apical del tallo principal, se realizaron 16 tomas de datos, para observar el crecimiento de las plantas durante el ciclo del cultivo.

3.6.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo se midió con un vernier graduado en mm, luego se realizó la conversión en cm para su análisis estadístico, la medición se hizo colocando el vernier alrededor y a la mitad del tallo principal de la planta.

3.6.3 Número de Brotes secundarios

Se contaron los brotes totales que salieron en el transcurso del ciclo a cada planta de los cinco tratamientos, partiendo desde la primera brotación hasta el 30 de marzo de 2011.

Calidad de la floración.

3.6.4 Diámetro de las flores

Para la evaluación de datos del diámetro de la flor, consistió en medir de forma transversal todas las flores para tener menos margen de error, esto con la ayuda de una regla de 30 cm.

3.6.5 Número total de flores

En esta variable se contó el total de flores por planta de cada unidad experimental por tratamiento. Se evaluaron los datos de floración diariamente, por la poca duración en días de la flor y florece todo el ciclo. Al final se contabilizaron todas las flores secas ya que se llevó un conteo en bolsas pequeñas.

3.6.6 Duración de la floración

Este dato se obtuvo observando y anotando el día en que la flor abrió totalmente y los días que tardó en marchitarse. Se realizó en todas las unidades experimentales.

Producción de biomasa y materia seca

3.6.7 Producción de biomasa fresca

Después de la cosecha de las plantas, tanto la parte aérea (dividida en hojas, tallos, flores y brotes) como la raíz fueron introducidas en una estufa de aire forzado, a una temperatura de 70 °C por un periodo de tres días, y posteriormente se pesaron en una balanza.

3.6.8 Producción de materia seca

Una vez sacadas de la estufa se volvió a pesar la materia seca igual cada uno de sus partes raíz, tallo, hoja y flor.

3.7 Muestreos de la toma de datos

Se realizaron 14 tomas de datos a todos los tratamientos, registrando datos de las variables a evaluar a lo largo del ciclo del cultivo hasta la floración. Las fechas tomadas fueron cada 15 días con un total de 14 fechas evaluadas. Para el parámetro de floración se realizó la última toma de datos el 30 de marzo de 2011, solo se cuantificó el número total de flores marchitadas.

3.8 Análisis estadístico

Se utilizó el paquete estadístico: Statiscal Análisis SAS (Versión 9.2) y los datos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y quince repeticiones, la unidad experimental fue una maceta con una planta. La prueba de comparación de medidas el nivel fue (Tukey ≤ 0.005).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la planta

Para la variable altura de la planta, en el análisis de varianza se encontró significancia estadística al ($P < 0.01$) para los tratamientos de estudio (Cuadro A.I).

Con respecto a la comparación de medias (Figura 4.1), se encontró que el tratamiento que sobresalió fue el que contiene tierra, arena y perlita al 25 % + 25 % + 50 %, con valor medio de 12.740 cm altura de planta, y el menor es el tratamiento (testigo) con un valor de 7.467 cm altura de planta, respectivamente.

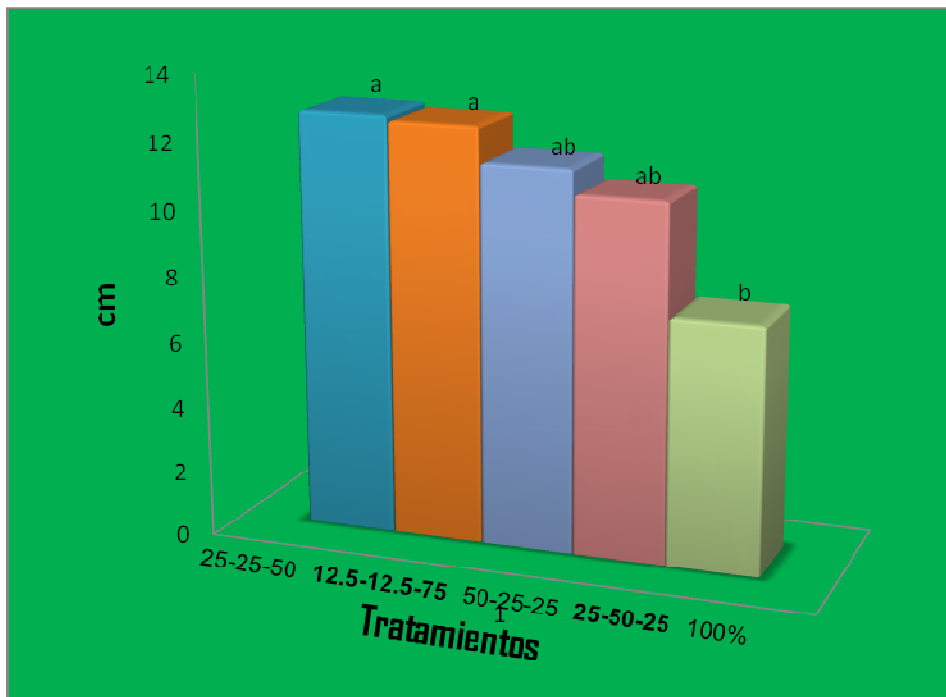


Figura 4.1 Altura de la planta del cultivo de petunia (Petunia x híbrida). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

De acuerdo a los resultados encontrados, estos indican que los tratamientos en que se combinaron tierra en un 25 %, arena en un 25 % y perlita en un 50 % son los

que obtuvieron la mayor altura de planta, alcanzando 12.74 cm, en contraste el Testigo (100 % de tierra con hojarasca) presento un mayor desarrollo de los brotes laterales y por consecuencia menor altura.

Estos resultados coinciden con los reportados por García, *et al.*, (2010), donde en una evaluación que realizó para evaluar el efecto de tres sustratos que consistieron en suelo agrícola salino, suelo agrícola salino complementado con 30 % de composta de ganado bovino y residuos de cosecha (base v/v), suelo agrícola salino conteniendo 80 % de la misma composta (base v/v), y la adición del 30 % de composta mejoró notablemente el crecimiento de las plantas ($P \leq 0.05$), mismas que alcanzaron la mayor altura.

4.2 Diámetro del tallo

Con respecto a la variable diámetro del tallo, en el análisis de varianza no se encontró significancia estadística al 0.05 de probabilidad (Cuadro A.2).

En la comparación de medias se indica que los tratamientos 5 y 2 son estadísticamente iguales presentando los valores más altos, 4.7400 y 4.6600 mm, respectivamente, mientras que el tratamiento 4 es el que presenta el valor más bajo de 4.3067 mm diámetro del tallo. Como puede observarse en la Figura 4.2.

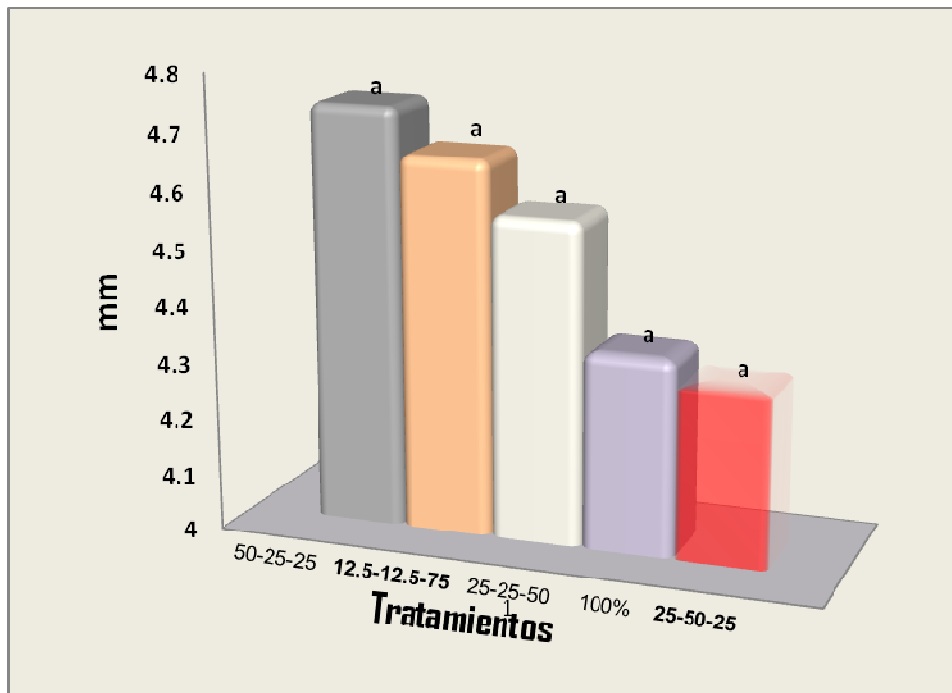


Figura 4.2 Diámetro del tallo del cultivo de petunia (*Petunia x híbrida*). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

De acuerdo a estos resultados obtenidos se muestra que en este trabajo realizado se obtuvo un mejor diámetro en el tratamiento que contiene tierra, arena y perlita al (50 %-25 %-25 %) con 4.74 mm, comparado con el de Gutiérrez, (2008). Menciona que el diámetro del tallo alcanzado en su experimento fue de 0.37 mm, mientras que en el presente trabajo se obtuvo un diámetro mayor.

4.3 Número de brotes secundarios

En el análisis de varianza, para la variable número de brotes secundarios, no se encontró significancia estadística al 0.05 de probabilidad (Cuadro A.3).

En la Figura 4.3, se muestra que el tratamiento que sobresalió fue el tratamiento tres el que contiene una mezcla de tierra, arena y perlita en un porcentaje de 25 % + 25 % + 50 %, con valor medio de 19.214 brotes secundarios, y el tratamiento más bajo es el dos a una proporción de (12.5 % + 12.5 % + 75 %), con un valor medio de 15.800 brotes secundarios, respectivamente.

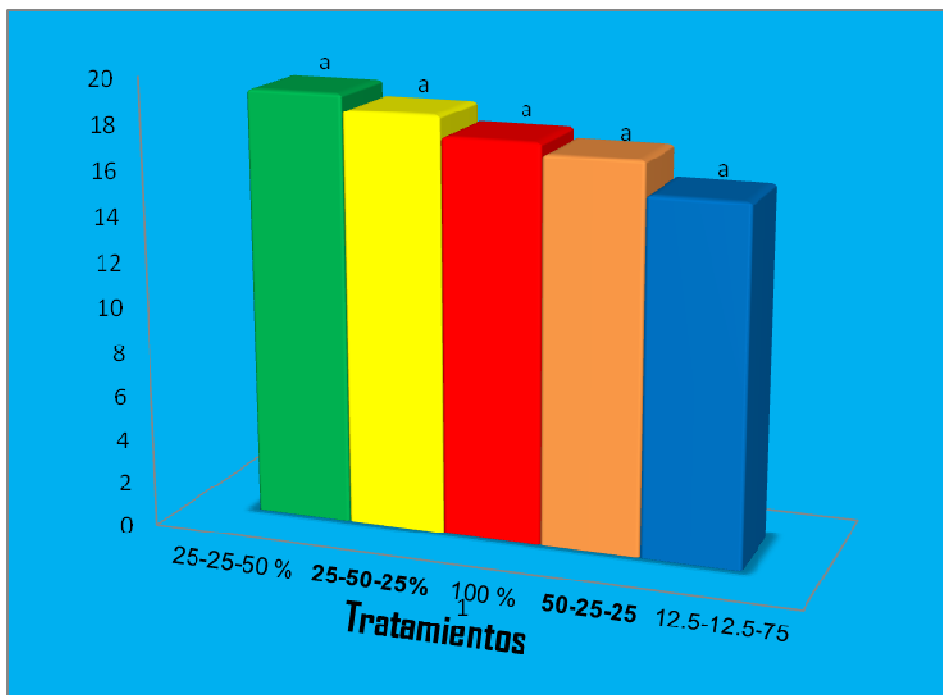


Figura 4.3 Número de brotes secundarios del cultivo de petunia (Petunia x híbrida).
Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

Hernández (2006) al evaluar el efecto del sustrato en la calidad de plantas de petunias producidas en maceta, encontró que para el número total de brotes secundarios el Tratamiento (arena/vermicomposta) con 38.5 brotes fue el más alto, haciendo la comparación con el trabajo realizado se puede decir que el mejor tratamiento alcanzo 19.214 brotes totales, siendo inferior al que registro Hernández, por lo tanto esto se pudo deber por el tipo de sustrato utilizado ya que Hernández realizó una mezcla de arena y vermicomposta (1:1) y en el presente trabajo se realizó una mezcla de tierra, arena y perlita (25 % - 25 % - 50 %), también pudo ser influenciado por la cantidad de sales.

4.4 Diámetro de flores

En el análisis de varianza, para la variable diámetro de la flor, no se encontró significancia estadística al 0.05 de probabilidad ver (Cuadro A.4).

En la comparación de medias el tratamiento que sobresalió fue el tratamiento con (tierra 12.5 % + arena 12.5 % + perlita 75 %), con un valor medio de 6.7867 cm, el que se refiere al diámetro de la flor, por su parte el tratamiento más bajo fue el de tierra 25 % + arena 50 % + 25 % perlita de 6.4333 cm, respectivamente.

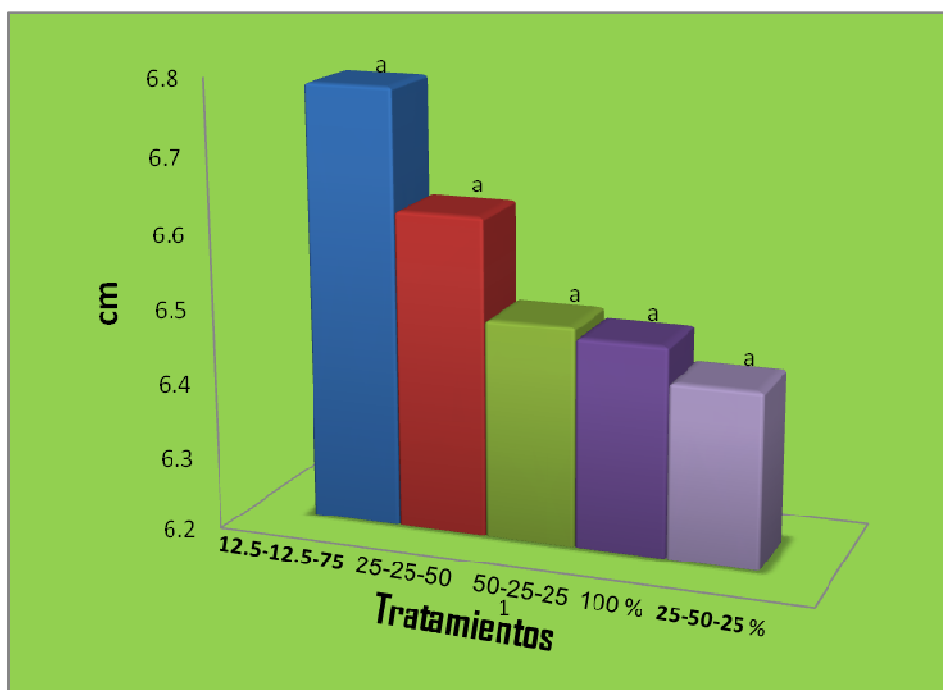


Figura 4.4 Diámetro de flores del cultivo de petunia (Petunia x híbrida). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

Estos resultados concuerdan con Brickell (1996), al describir que el diámetro de las flores de petunia oscila entre 8 y 10 cm ya que en el presente trabajo el tratamiento (tierra 12.5 % + arena 12.5 % + perlita 75 %), presento flores que alcanzaron un diámetro de 6.7867 cm.

Por otro lado Vidalie (1992), dice que existen flores medianas y flores grandes las cuales tienen un diámetro de 5 a 10 cm respectivamente coincidiendo con el rango de diámetro que presentaron las flores en este experimento.

Hernández (2006) al evaluar el efecto del sustrato en la calidad de plantas de petunia producidas en maceta, los resultados obtenidos en la variable diámetro de la flor en el tratamiento (arena/tierra con hojas 1:1) con 8.9 cm siendo el más alto, al comparar este resultado con los obtenidos en el presente trabajo se encontró que el mejor tratamiento alcanzo 6.78 cm en diámetro, siendo inferior al que registro Hernández, esto se pudo deber al tipo y a las propiedades físico-químicas y biológicas del sustrato utilizado.

4.5 Número total de flores

En el análisis de varianza, para la variable número de flores no se encontró significancia estadística al 0.05 de probabilidad (Cuadro A.5).

En la Figura 4.5 se indica que el tratamiento que sobresalió fue el tratamiento que contiene tierra, arena y perlita al 25 % + 50 % + 25 %, con valor medio de 39.200 de flores totales y el menor es el tratamiento cinco con, 50 % de tierra + 25 % arena + 25 % perlita con un valor de 25.533 flores totales, respectivamente.

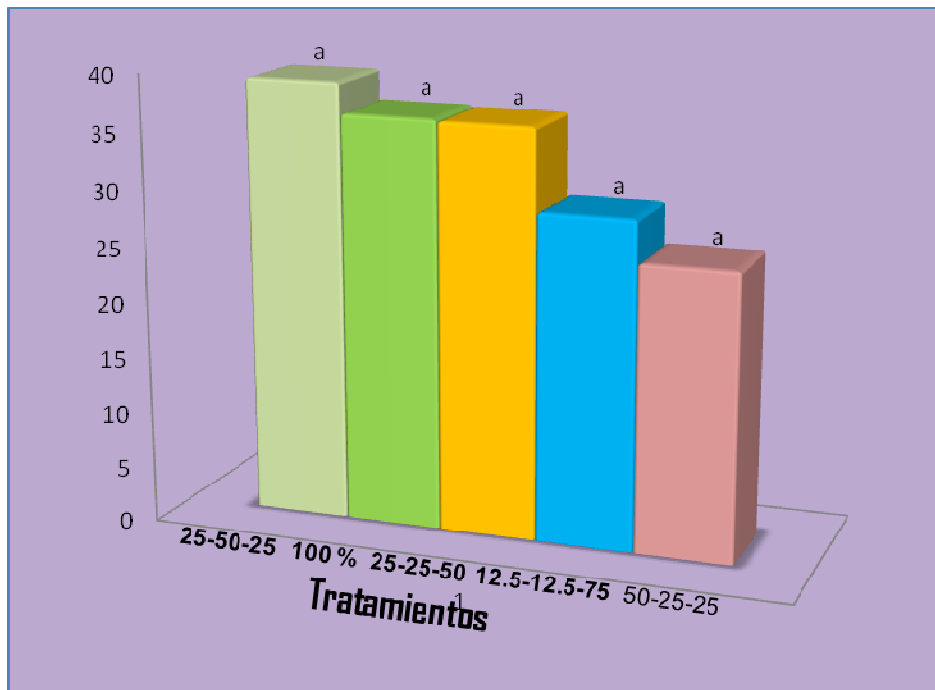


Figura 4.5 Número total de flores del cultivo de petunia (*Petunia x* híbrida). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

Nuez y Llacer, (2002) menciona que la petunia puede florecer en cualquier época del año siempre y cuando exista suficiente luz y temperatura. Al comparar los resultados que obtuvo Gutierrez, (2008), con los del presente trabajo el número de flores fue de 39.2 y en el de Gutierrez solo se obtuvo 13 flores. La temperatura también pudo influir ya que el trabajo de Gutierrez fue realizado durante el verano-otoño presentándose algunos días nublados y frescos y la luminosidad disminuye.

Brickell, (1996) recomienda quitar las flores marchitas para inducir nuevas flores y con mayor rapidez. Este concepto tuvo gran relevancia en este experimento, porque se realizó la práctica y hubo gran respuesta con los resultados obtenidos.

4.6 Producción de biomasa fresca de la planta

En el análisis de varianza, para la producción de biomasa fresca (raíz, tallo, hojas y flores), de acuerdo a los resultados obtenidos se encontró alta significancia estadística (Cuadro A.6).

Con respecto a la comparación de medias (Figura 4.6), se encontró que el tratamiento que sobresalió fue el testigo (100 %), con un valor de 50.300 gr de producción de biomasa fresca por planta (PBFP), y el tratamiento con (12.5 % Tierra, 12.5 % Arena, 75 % Perlita) con un valor menor de 27.333 gr, respectivamente.

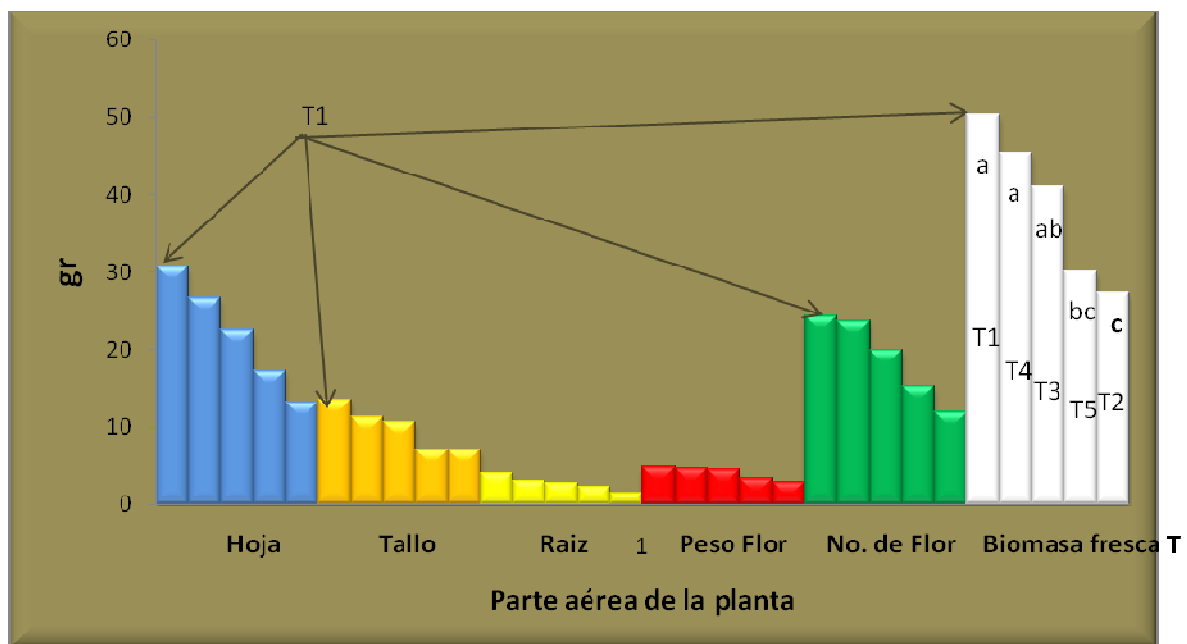


Figura 4.6 Producción de biomasa fresca en plantas de petunia (Petunia x híbrida). Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

De acuerdo a los resultados, la mayor biomasa fresca se registró en el tratamiento (100% Tierra), en cuatro órganos que son hoja, tallo, número de flores y peso fresco total se encontró alta significancia estadística. En el caso de raíz y peso de flores este tratamiento no presento diferencias significativas que es el tratamiento conformado (25% de Tierra, 25% de Arena, 50% de Perlita) y el tratamiento 2 (12.5% Tierra 12.5% Arena, 75% Perlita). Por lo tanto es de menor porcentaje.

Estos resultados coinciden con los reportados por García, *et al.*, (2010), donde se demostró que los tratamientos afectaron de manera significativa a la producción de biomasa fresca en cada órgano analizado. En el caso de flores y hojas, este tratamiento no presento diferencias estadísticas significativas con el tratamiento con 30 % de

compost. Para los demás órganos analizados (brotes, tallos y raíces), la biomasa fresca en los tratamientos testigo y con 30 % de compost, (T1 y T2, respectivamente) fue similar, pero significativamente diferente inferior a la del tratamiento con 80 % de compost por un mayor valor de N y K mayor contenido de micronutrientes.

4.7 Producción de materia seca de la planta

En el análisis de varianza, para la producción de materia seca (hoja, tallo, raíz, flores y peso seco total), de acuerdo a los resultados obtenidos no se encontró diferencia estadística al 0.05 de probabilidad (Cuadro A.7).

Con respecto a la comparación de medias (Figura 4.7), se encontró que el tratamiento que sobresalió fue el que contiene tierra al (100 %), con un 4.7667 gr de producción de materia seca por planta (MST), y el tratamiento de (tierra 50 %, arena 25 %, perlita 25 %) con un valor menor de 2.2000 gr, respectivamente.

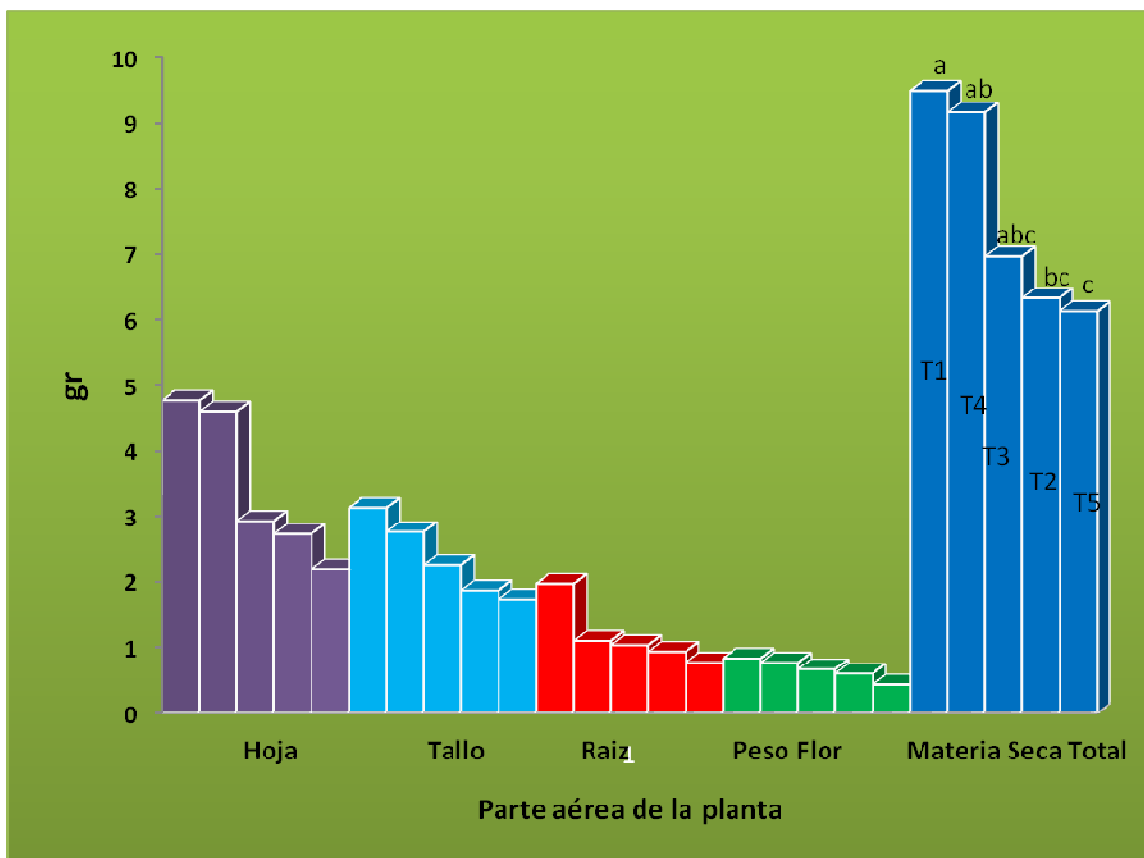


Figura 4.7 Producción de materia seca en plantas de petunia (Petunia x híbrida).
Desarrolladas en diferentes mezclas de tierra, arena y perlita.

V. CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones

En el cultivo de petunia, se concluye que los tratamientos en los que se obtuvieron mejores resultados para las variables: altura de la planta, número de brotes secundarios, diámetro de la flor, producción de biomasa fresca y materia seca. Fue la mezcla de (tierra 25 %, arena 25 %, perlita 50 %).

Para el diámetro del tallo y número de flores el mejor sustrato es el que contiene (tierra 50%, arena 25%, perlita 25%).

VI. LITERATURA CITADA

- Acosta, D. C. M.; Villegas, T. O. G.; López, M. V.; Lerma, M. J. N.; Rocha, E. A.; Guillen, S. D. 2010. El aserrín de madera como componente del sustrato en el cultivo de petunia (*Petunia x hibrida*) en contenedor, facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. pp 7:157-167
- Abad, M y Noguera. 1998. Sustratos para el cultivo sin suelo y Fertirrigación.in: Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. C. Cadahia. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 287-240.
- Ayala-Sierra, A y Valdez-Aguilar, L. A. 2008. El polvo de coco como sustrato alternativo para la obtención de plantas ornamentales para trasplante. Revista Chapingo. Serie horticultura, 14: 161-167.
- Albouy, J y Devergne, J.C. 2000. Enfermedades Producidas por Virus de las Plantas Ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. p. 391.
- Ansorena, M. J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p.15
- Burés, S. 1997. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. p. 342.
- Burés, S. 1999. Sustratos. Ediciones Agrotécnicas S.L. Madrid. p. 220
- Bastida, T.A. 2002. Sustratos hidropónicos, materiales para el cultivo sin suelo serie de publicaciones AGRIBOT. Universidad autónoma de Chapingo. México. D.F. p.71.
- Brickell, C. 1996. Enciclopedia de plantas y flores, Grijalbo. Impresos A. Mondadori. Editorial Verona Italia. p. 564.
- Botanic, G. B. 2001. Control natural de insectos. Editorial trillas, S. A de C. V. pp. 80

- Cabrera, R. L. 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. Buenavista, Saltillo, Coahuila. Octubre 2011
- Cabrera, R.I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo - Serie Horticultura. 5: 5-11.
- Castellanos Z. J. 2004. Manual de producción hortícola en invernadero. Intagri. 2ª edición. México.
- Castilla, P. N. 2004. Invernaderos de plástico tecnología y manejo. Ediciones Mundi-Prensa. p. 264
- Cañizo, J.A.; Moreno, R.; Garijo, C. 1990. Guía práctica de plagas. 2a Edición, Ediciones Mundi-Prensa. P. 94.
- Cruz, M. J. M. 2009. Parámetros físico-químicos de diferentes sustratos utilizados en la producción de cultivos bajo condiciones de invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro "Unidad Laguna". Tesis.
- Espinosa, F. A. 2003. Las especies de ornato más comercializadas en México. Memoria de resúmenes del X congreso nacional de la sociedad de ciencias Hortícolas IX congreso nacional y II. Internacional de la asociación Mexicana de horticultura ornamental. Chapingo México. Vol. 10.1 SBN 968-844. 990-1. p. 239.
- Francescangeli, N y Zagabria, A. 2007. Paclobutrazol para el control de la altura de petunia. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria p. 2-3.
- García-Albarado, J. C.; Trejo-Téllez, L. I.; Velásquez-Hernández, M. A.; Ruiz-Bello, A.; Gómez-Merino, F. C. 2010. Crecimiento de petunia en respuesta a diferentes proporciones de composta en sustrato. Revista Chapingo. Serie Horticultura, 16; 107-113.

- García, M y Daverede, P. 1994. "le residues fibres de coco: nouveau substrat pour la cultura hors sol". PMR Revue Horticole, 348, p. 12.
- Gerald, L. Klingaman, Teddy E. Morelock Kenneth R. Scott, and Stanley L. Chapman. 1986. Potting Media for greenhouse and Nurseries. Cooperative extension, Service University of Arkansas, United States Department of Agriculture, and County Governments Cooperating. pp. 40-41
- Gutiérrez, C. M. C. 2010. La micromorfología y las propiedades hídricas en la formulación de sustratos. Primer curso nacional de sustratos. Colegio de Postgraduados Texcoco, Estado de México. pp. 280
- Gutiérrez, T. M. J. 2008. Efecto de la fertilización al sustrato en la calidad de petunias (petunia x hibrida) producidas en maceta. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna. Torreón Coahuila. Tesis.
- Hartmann, K. H. T. 1999. Propagación de Plantas, Principios y Prácticas. Editorial continental, S.A. DE C.V. México. Séptima reimpresión. pp.
- Hernández, S.S. 2006. Efecto del sustrato en la calidad de plantas ornamentales producidas en maceta. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad-Laguna. Torreón Coahuila. pp. 8-17.
- Infojardin, 2008. En línea: foroantiguo.infojardin.com/showthread.php?t=127920 octubre 2011.
- Paterson, L. J. 2001. Plagas y Enfermedades de las Plantas en Maceta con Flores. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México. pp. 90
- Larson Roy A. 1988. Introducción a la Floricultura, primera edición S.A. P.488
- Lorenzo, C. J. M. S. 2001. Guía de las plantas ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa, p. 404
- Masaguer, A. 2006. Sustratos para Viveros. Departamento de Edafología. ETSIAgronomos. Universidad Politécnica de Madrid. pp. 106

- Martin, R.A. Olalde, P. V, Reyes, R. González, H. A y Isaac, A. L.G. 2009. Influencia de *glomus fasciculatum* en el crecimiento y desarrollo de *lilium sp. cv orange pixie*. *Agricultura Técnica en México*, 35: 201-210
- Miranda, V. I. y Hernández, J. O. 1999. Hidroponía. Serie de publicaciones AGRIBOT No. 2. México. pp. 62
- Moran, M. F. 2004. Producción de plantas ornamentales en maceta en invernadero. Centro de Agronegocios Tezoyuca. FIRA – BANCO DE MÉXICO Tezoyuca, Morelos. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México, Editores: Sánchez R., F.J., A. Moreno R. , J.L. Puente M. y J. Araiza Ch.
- Nuez, F y Llácer, G. 2001. La Horticultura Española. Ediciones de Horticultura, S.L Mundi-Prensa Libros, S.A. pp. 452
- Pastor, S. J. N. 1999. Utilización de Sustratos en Viveros. Chapingo, México. pp. 460
- Sánchez, B.F. 2006. Agropecuaria Laguna Coahuila, México. P. 14
- Soto, G y Muñoz, C. 2002. Manejo Integrado de Plagas y Agro Ecología. Costa Rica. Editorial trillas, p. 124.
- SAS. 1998. El paquete estadístico. Statistical Analysis System (S:A:S) versión 9.2 Edition Cary N: C United Status of America.
- Thompson y Morgan. 2005. En línea paquete tecnológico de petunia x híbrida cisne blanco F1. Disponible en world wide web. [Http: //sedes.thompsonmorgan.com](http://sedes.thompsonmorgan.com) octubre 2011.
- Urrestarazu, G. M. 2004. Tratado de cultivo sin suelo. Tercera edición. Editorial Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 833.

Urban, L. 1997. Introducción a la producción sous serre: L irrigation fertilizante en cultura hors sol. (Tomo 2). Ed. Tec-doc. París. p. 404

Vidalie, H. 1992. Producción de flores y plantas ornamentales. 2a edición. Ediciones Mundi-Prensa. Castelló, 37, Madrid, España. p. 880.

VII. APÉNDICE

Cuadro A.I. Valores promedio de la altura de la planta por efecto del sustrato en plantas de petunia cultivadas en maceta.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	
T3 Tierra 25% + Arena 25% + Perlita 50%	12.740	a
T2 Tierra 12.5% + Arena 12.5% + Perlita 75%	12.593	a
T5 Tierra 50% + Arena 25% + Perlita 25%	11.533	ab
T4 Tierra 25% + Arena 50% + Perlita 25%	10.800	ab
T1 Tierra 100%	7.467	b
C.V %	38.28	
MEDIA	11.026	

Promedio con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

Cuadro A.2. Análisis de varianza para el diámetro del tallo en el cultivo de petunia (Petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	18	10.30560000	0.57253333	0.80 NS	0.6929 NS
Trat	4	2.18480000	0.54620000	0.76 NS	0.5543 NS
Rep	14	8.12080000	0.58005714	0.81 NS	0.6556 NS
Error	56	40.13120000	0.71662857		
Total	74	50.43680000			
C.V= 18.71				NS. No significativo	

Cuadro A.3. Análisis de varianza para el número de brotes secundarios del cultivo de petunia (petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	18	332.801673	18.488982	1.30 NS	0.2239 NS
Trat	4	100.3302445	25.0825611	1.76 NS	0.1492 NS
Rep	14	232.4714286	16.6051020	1.17 NS	0.3249NS
Error	55	781.752381	14.213680		
Total	73	1114.554054			
C.V= 21.34				NS. No significativo	

Cuadro A.4. Análisis de varianza para el diámetro de flor del cultivo de petunia (petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	18	3.15626667	0.17534815	0.84 NS	0.6529 NS
Trat	4	1.23946667	0.30986667	1.48 NS	0.2218 NS
Rep	14	1.91680000	0.13691429	0.65 NS	0.8091 NS
Error	56	11.75653333	0.20993810		
Total	74	14.91280000			
C.V= 6.98				NS. No Significativo	

Cuadro A.5. Análisis de varianza para el número de flores totales del cultivo de petunia (petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	18	3400.02667	188.89037	0.80 NS	0.6919 NS
Trat	4	1979.680000	494.920000	2.10 NS	0.0935 NS
Rep	14	1420.346667	101.453333	0.43 NS	0.9582 NS
Error	56	13225.52000	236.17000		
Total	74	16625.54667			
C.V= 46.04				NS. No Significativo	

Cuadro A.6. Valores promedio para la producción de biomasa fresca de la planta por efecto del sustrato en plantas de petunia (Petunia x híbrida) cultivadas en maceta.

Tratamientos	Producción de biomasa fresca (gr)	
T1 100%	50.300	a
T4 Tierra 25% + Arena 50% + Perlita 25%	45.400	a
T3 Tierra 25% + Arena 25% + Perlita 50%	40.967	ab
T5 Tierra 50% + Arena 25% + Perlita 25%	30.067	cb
T2 Tierra 12.5% + Arena 12.5% + Perlita 75%	27.333	c
C.V %	15.96	
MEDIA	38.81333	

Promedio con la misma letra dentro de la columna son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

Cuadro A.7. Análisis de varianza para la biomasa fresca de la hoja del cultivo de petunia (petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	803.346667	133.891111	5.01	0.0203
Trat	4	589.0093333	147.2523333	5.51*	0.0198*
Rep	2	214.3373333	107.1686667	4.01NS	0.0622 NS
Error	8	213.802667	26.725333		
Total	14	1017.149333			
C.V= 23.42				* Significativo	

Cuadro A.8. Análisis de varianza para la biomasa fresca del tallo del cultivo de petunia (petunia x hibrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	94.9693333	15.8282222	5.28	0.0175
Trat	4	93.47733333	23.36933333	7.79**	0.0073**
Rep	2	1.49200000	0.74600000	0.25NS	0.7856NS
Error	8	23.9946667	2.9993333		
Total	14	118.9640000			

C.V= 17.45

** Altamente Significativo

Cuadro A.9. Análisis de varianza para la biomasa fresca de raíz del cultivo de petunia (petunia x hibrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	15.64266667	2.60711111	0.68 NS	0.6723NS
Trat	4	10.97733333	2.74433333	0.71NS	0.6048NS
Rep	2	4.66533333	2.33266667	0.61 NS	0.5680NS
Error	8	30.71466667	3.83933333		
Total	14	46.35733333			

C.V= 72.21

NS. No significativo

Cuadro A.10. Análisis de varianza para la biomasa fresca de flor del cultivo de petunia (petunia x hibrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	19.11200000	3.18533333	0.94NS	0.5154NS
Trat	4	9.30266667	2.32566667	0.69NS	0.6205NS
Rep	2	9.80933333	4.90466667	1.45NS	0.2901NS
Error	8	27.05733333	3.38216667		
Total	14	46.16933333			
C.V= 44.78				NS. No significativo	

Cuadro A.11. Análisis de varianza para la biomasa fresca de número de flores del cultivo de petunia (petunia x hibrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	510.6666667	85.1111111	1.44NS	0.3079NS
Trat	4	340.9333333	85.2333333	1.44NS	0.3045NS
Rep	2	169.7333333	84.8666667	1.44NS	0.2928NS
Error	8	472.2666667	59.0333333		
Total	14	982.9333333			
C.V= 40.29				NS. No significativo	

Cuadro A.12. Análisis de varianza para la producción de materia seca, del cultivo de petunia (petunia x híbrida).

FV	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr > F
Modelo	6	0.029333333	6.83822222	2.65NS	0.1019NS
Trat	4	30.657333333	7.664333333	2.97NS	0.0892NS
Rep	2	10.37200000	5.18600000	2.01NS	0.1967NS
Error	8	20.67466667	2.584333333		
Total	14	61.70400000			
C.V= 21.09				N/S. No significativo	