

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



***Respuesta al estudio a la relación de enraizadores del suelo con  
coloides orgánicos e inorgánicos en tres especies  
ornamentales.***

**Por:**

**ADELA BRAVO AGUILAR**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para**

**Obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA.**

**Buenavista, saltillo, Coahuila, México.**

**Abril de 20**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

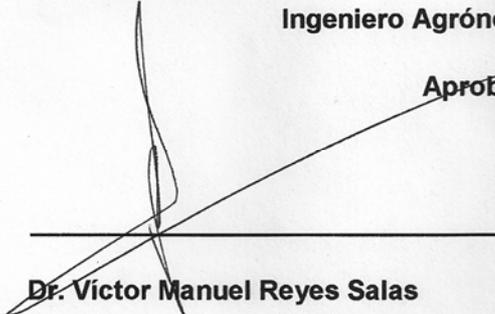
***Respuesta al estudio a la relación de enraizadores del suelo con coloides orgánicos e inorgánicos en tres especies ornamentales.***

**Presentada por  
ADELA BRAVO AGUILAR**

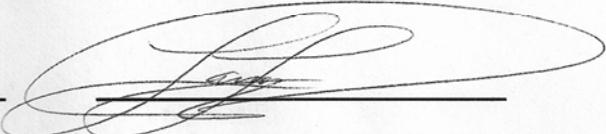
**Que somete a consideración del H. jurado examinador, como requisito parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

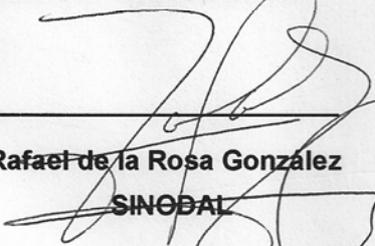
**Aprobada por:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Víctor Manuel Reyes Salas**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza**

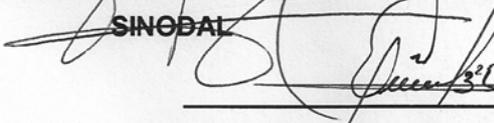
**SINODAL**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Rafael de la Rosa González**

**SINODAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. Guillermo Galván Gallegos**

**SINODAL**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo**  
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, Abril de 2009

  
División de Agronomía  
Coordinación.

## **DEDICATORIA**

### ***A MIS PADRES.***

**Sr. Leonardo Bravo Castro**

**Sra. Nicasia Aguilar Mendoza**

Dedico este trabajo con amor y cariño a mis padres, que me dieron la vida y me alientan para seguir adelante. Por su infinito amor y confianza que me tuvieron en cada instante de mi vida, por su inagotable lucha y esfuerzo que realizaron para brindarme la oportunidad de estudiar; les reitero mi agradecimiento por darme la mejor de las herencias que se le puede dar aún hijo, una formación profesional, de la cual estaré agradecida toda mi vida.

### ***A MIS HERMANOS.***

**Lidia**

**marcos**

**Silvestra**

**Jorge**

Quienes estuvieron presentes en todo momento, durante mi formación y quienes estarán con migo siempre, gracias por brindarme todo el apoyo en los momentos cuando más los requería.

**A TODA MI FAMILIA: tíos, tías, primos y a mi abuelita.**

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

**Con mucho cariño y respeto A LA FAMILIA GALVÁN GÁMEZ.**

Por sus consejos, por su preocupación, y sobre todo por su Cariño y confianza que me brindaron en el lapso de mi carrera profesional, y que estuvieron siempre presentes en los momentos que más los requería. Mil gracias por todo, Y que dios los bendiga siempre.

**A MIS AMIGAS.**

**Ing. Ruby A. Galván Gámez** por tu amistad que me brindaste incondicionalmente, por tus consejos que mediste cuando más los necesite, por las alegrías y tristezas que pasamos juntas y por toda la confianza que de diste, sé que no hay forma ni palabras para agradecerte todo lo que hiciste por mi desinteresadamente, que dios te bendiga siempre y te deseo lo mejor en la vida.

**Beyki Pérez Velásquez** por haber depositado en mí su amistad y confianza y por estar en los momentos que mas la necesite agracias por todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Ing. Guillermo Galván Gallegos.** Por su valioso apoyo, durante el lapso de mi carrera y la elaboración del presente trabajo de investigación, así como su tiempo y confianza que me brindo, que son de un valor incalculable.

**A la familia Magallanes Monreal.** Por haberme brindado su amista y por el apoyo recibido durante mi estancia en saltillo, que Dios los bendiga siempre.

**Ing. Rafael De la Rosa González.** Por su asesoría y sugerencias durante la elaboración de este trabajo, expresando mis mejores deseos.

**Al Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza.** Por su apoyo, asesoría, orientación y sugerencias del presente trabajo de investigación, que son de un valor incalculable.

**Al Ing. Porfirio González Gutiérrez de GBM** por la proporción de los enraizadores evaluados y por el apoyo económico brindado, muchas gracias por todo.

**Al Dr. Víctor Reyes Salas** Por su apoyo para la elaboración de este trabajo de investigación, así como de la revisión del mismo.

**Al Departamento de ciencias del suelos.** Por abrirme las puertas para poder realizar el trabajo de laboratorio dentro de sus instalaciones.

**A mis amigos:** Jesús Santiago, toño, Olga, Mario Michoacán, Wendy, blanca, paulina, el güero, rey, santos, que me apoyaron desinteresadamente y que estuvieron con migo en las buenas y en las malas.

**A mis compañeros de generación:** marina, licha, castor, Pedro, migue, Gerardo “el amiguito “, adrian, Jairo, Israel “el sorullo” todos ellos muchas gracias por todo y les deseo lo mejor en su vida.

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	V
INDICE GENERAL.....	VII
INDICE DE CUADROS.....	XI
INDICE DE GRAFICAS.....	XIII
RESUMEN.....	XV
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS.....	4
HIPOTESIS.....	4
REVISION DE LITERATURA.....	5
Generalidades del arbolito ( <i>Portulacaria afra</i> ).....	5
Descripción taxonómica.....	5
Descripción botánica.....	5
Exigencias climáticas.....	5
Plagas y enfermedades.....	8
Generalidades del belén ( <i>impatiens wallerian</i> ). .....	9
Descripción taxonómica.....	9
Descripción botánica.....	9
Generalidades del Coleos ( <i>coleus Blumei</i> ).....	10
Centro de origen.....	10
Descripción taxonómica.....	11

Descripción botánica.....	11
Exigencias climáticas.....	11
Plagas y enfermedades.....	14
Sustrato.....	18
Historia. ....	18
Definición.....	18
Necesidades de Caracterizar los Sustratos.....	19
Evolución de los Medios de Cultivo.....	20
Clasificación de los Sustratos.....	21
Materiales Orgánicos.....	21
Materiales Inorgánicos.....	22
Propiedades que Debe Tener un Sustrato.....	22
Propiedades físicas.....	24
Propiedades Químicas.....	27
Otras propiedades.....	28
Sustratos utilizados.....	28
Perlita.....	28
Peatt moos.....	29
Vermiculita.....	30
Arcillas.....	32
Características generales de las arcillas.....	33
Clasificación de las arcillas.....	34
Generalidades de los ácidos húmicos.....	36
Humus.....	36

Origen de los ácidos húmicos.....	38
Características generales de los ácidos húmicos.....	39
Efecto de los ácidos húmicos en el suelo.....	41
Características del suelo mejoradas con ácidos húmicos.....	45
Efectos de los ácidos húmicos sobre los diferentes tipos de suelos.....	50
Química de los compuestos húmicos.....	53
Los ácidos húmicos en la fisiología de la planta.....	55
II. MATERIALES Y METODOS.....	57
Localización del sitio experimental.....	57
Clima.....	57
Características del invernadero.....	58
Mejoradores de suelo.....	58
Zeolita.....	58
Ácidos húmicos H -85.....	59
Materiales utilizados.....	60
Enraizadores.....	60
Raizfol.....	60
Raizal 400.....	61
Magic root.....	61
Rustratos.....	62
Preparación de los sustratos.....	62
Material vegetal.....	62
Plantación.....	63

Aplicación de los coloides.....	63
Riegos.....	63
Establecimiento del experimento.....	64
Tratamientos.....	64
variables evaluadas.....	65
Diseño experimental.....	66
Modelo Estadístico.....	66
RESULTADOS.....	68
Arbolito.....	68
Belén.....	77
Coluos.....	81
DISCUSION.....	88
CONCLUSION.....	89
BIBLIOGRAFIA.....	90
ANEXOS.....	94

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.-</b> Numero de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	94
<b>Cuadro 2.-</b> peso de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	95
<b>Cuadro 3.-</b> peso del tallo de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	96
<b>Cuadro 4.-</b> peso de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	97
<b>Cuadro 5.-</b> longitud de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	98
<b>Cuadro 6.-</b> diámetro de tallo en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	99
<b>Cuadro 7.-</b> Numero de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	100
<b>Cuadro 8.-</b> peso de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	101
<b>Cuadro 9.-</b> peso del tallo de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	102
<b>Cuadro 10.-</b> peso de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	103
<b>Cuadro 11.-</b> longitud de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	104

<b>Cuadro 12.-</b> diámetro de tallo en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	105
<b>Cuadro 13.-</b> Numero de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	106
<b>Cuadro 14.-</b> peso de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	107
<b>Cuadro 15.-</b> peso del tallo de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	108
<b>Cuadro 16.-</b> peso de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	109
<b>Cuadro 17.-</b> longitud de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	110
<b>Cuadro 18.-</b> diámetro de tallo en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	111

## INDICE DE GRAFICAS

Grafica 1.- Numero de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis. ....	68
Grafica 2.-peso de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	69
Grafica 3.-peso del tallo de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis. ....	70
Grafica 4.-peso de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	71
Grafica 5.- longitud de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	72
Grafica 6.- diámetro de tallo en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	73
Grafica 7.- Numero de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	75
Grafica 8.- peso de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	76
Grafica 9.-peso del tallo de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	77

Grafica 10.-peso de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	78
Grafica 11.-longitud de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis. ....	79
Grafica 12.- diámetro de tallo en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	80
Grafica 13.- Numero de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	81
Grafica 14.-peso de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	82
Grafica 15.- peso del tallo de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	83
Cuadro 16.-peso de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis. ....	84
Cuadro 17.-longitud de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	85
Cuadro 18.- diámetro de tallo en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.....	86

## RESUMEN

En México el cultivo de plantas ornamentales ha cobrado en los últimos años una gran importancia por la demanda que tiene, pero debido a que la producción nacional no satisface el mercado hace necesario la importación de ornamentales de otros países como son Holanda, Bélgica entre otros,

Por lo anterior se requiere realizar trabajos de investigación que permitan aprovechar las diferentes condiciones climatológicas de nuestro país para la producción de plantas ornamentales de diferentes especies.

En la presente investigación se trabajo con tres especies ornamentales a saber: arbolito (*portulacaria afra*), belén (*impatiens wallerian*) y coleo (*coleus blumei*), con la finalidad de determinar cuál de ellas desarrollara la mejor raíz en el menor tiempo, a partir de esqueje.

Para lograr los objetivos planteados se evaluó en cada una de las especies observadas en una combinación de tres sustratos a base de peatt moos, vermiculita y perlita; tres tipos de enraizador raizol, magic root y raizal 400 con tres dosis diferentes de aplicación.

Para medir los efectos de los tratamientos en las especies ornamentales mencionadas en la investigación se evaluó número de hojas, peso de hojas, peso de tallo, peso de raíz, longitud de raíz y diámetro de tallo.

Los resultados obtenidos en la investigación son: que el raizol es el enraizador que mejor efecto tubo, y de las especies investigadas el coleos es el que desarrollo la mayor raíz en el menor tiempo

**Palabras Clave.**

Enraizadores, Coloides, sustratos, arbolito, belén, coleos.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo comercial de plantas ornamentales para interiores no es una actividad nueva. En nuestro país el consumo de éstas adquiere cada día mayor importancia. Algunas las produce uno mismo y otras se importan de países con una gran tradición y empuje comercial, como Holanda, Bélgica o Dinamarca. Teniendo en cuenta todo esto en nuestro país existen muchas condiciones climáticas que permitirán cubrir gran parte de nuestras necesidades y hasta puede llegar a ser un importante suministrador para otros países.

Las especies que son producidas, para maceta cultivados en invernadero se consideran, como menores porque no se producen en grandes cantidades en una amplia área geográfica. En la actualidad esto ha cambiado ya que se han vuelto cultivos “mayores” por ser cultivados en grandes cantidades. Ya que existen grandes ventajas que uno como productor va tomando en cuenta como lo es la obtención de altas producciones unitarias permitiendo así un mejor aprovechamiento de la superficie cultivada; requiere una cierta cualificación que es bien remunerada en comparación con el resto del sector agrario.

Debido a todo esto actualmente las plantas ornamentales se están posicionando en un lugar privilegiado dentro de la sociedad tanto a nivel

gubernamental como particular ya que se considera la importancia de estas en el impacto ecológico, económico, estético y productivo de éstas.

Desde hace tiempo se ha trabajado en la producción de plantas ornamentales en maceta para usarlas como una opción en la reforestación de áreas verdes, en parques del gobierno y pláticas de educación ambiental. Estas actividades requerían que durante el año se tenga en existencia gran producción de plantas en especial del Coleus Blumei, portulacaria afra e impatiens walleriana. Por su facilidad de manejo.

La producción de plantas de estas características requieren este de buscar una opción factible para establecer la combinación de sustratos y coloides que lleven a tener una planta más vigorosa en menor tiempo. Ya que éstas son unas de las plantas que se producen en menor tiempo en comparación con las demás.

La existencia de diferentes sustratos en los que se llegan a desarrollar las plantas nos hacen buscar la combinación correcta de acuerdo a la necesidad de la planta para llegar a tenerla en su nicho sin estar en su hábitat natural.

El presente trabajo trata sobre la Respuesta al estudio a la relación de enraizadores del suelo con coloides orgánicos e inorgánicos en tres especies

ornamentales. Esto se hizo con la finalidad de encontrar una manera más rápida para lograr que la planta desarrolle tallo, hojas y raíz en un menor tiempo para tener una mayor producción de plantas en vivero, y como consecuencia reducir costos de producción y esta sea más atractiva al consumidor.

En cuanto al suelo se refiere éste constituye un sistema complejo que consiste en proporciones variables de cuatro componentes principales: el mineral o partículas de roca y la materia orgánica muerta que compone la matriz sólida, y la disolución del suelo y el aire que ocupa el espacio poroso dentro de esa matriz y contiene generalmente múltiples organismos vivientes tales como bacterias, hongos, algas, protozoos, insectos y animales pequeños que afectan directa o indirectamente a la estructura del suelo y el crecimiento de las plantas, por lo tanto el suelo depende principalmente de la textura y de la distribución por tamaño de partículas minerales.

Actualmente existe una gran diversidad de éstos en el mercado, los cuales, se pueden utilizar en la mayoría de los cultivos. Hay que tomar en cuenta la respuesta del cultivo a cada uno de los sustratos ya que se tienen diferentes comportamientos y por tanto es necesaria su evaluación para que de tal forma se llegue a tener una idea de qué sustrato puede ser el mejor para cada tipo de cultivo.

## **OBJETIVOS**

- ☒ Determinar la mejor interacción de enraizador y coloide para generar un mejor sistema radicular de los esquejes de Belén, Coleos, Árbol de la abundancia, en tiempos relativamente cortos.
- ☒ Encontrar la mejor opción para reducir los costos de producción de la planta.

## **HIPOTESIS**

- ☒ Mediante la utilización de enraizadores y coloides orgánicos e inorgánicos se tiene un mejor sistema radicular en un corto tiempo.

## REVISION DE LITERATURA

### ***Generalidades del arbolito (portulacaria afra)***

#### **Descripción taxonómica**

- ***Familia:*** Portulacaceae (Portulacáceas).
- ***Nombre científico:*** Portulacaria afra.

#### **Descripción botánica**

Se trata de una especie perenne de escaso follaje, con tallos y ramas leñosos a medida que aumenta su desarrollo, provistos de una división muy peculiar en nudos y entrenudos. Las hojas son gordas y carnosas con un contorno redondeado, se distribuyen enfrentadas dos a dos y alternándose por pares en cada nudo. Cuando las condiciones son las adecuadas, florece, brotando unas flores de reducidas dimensiones y estrelladas, en tonos cálidos y blanco.

#### **Exigencias climáticas**

- ❖ **Luz y temperatura:** Requiere sol directo, sobre todo en invierno, cuando las temperaturas bajan varios grados centígrados. Precisa ambientes secos y calurosos, siempre por encima de los 5 grados centígrados. Se considera planta de interior en las regiones de climatología estacional, aunque se puede

❖ sacar al exterior durante la época favorable del año. No soporta los lugares cerrados donde se acumule excesiva humedad.

❖ **Riego:**

- Ha de ser escaso, motivo por el que hay que evitar el encharcamiento del sustrato, resultando imprescindible reducir el aporte de agua al mínimo en regiones de inviernos fríos.
- Su capacidad de retener agua en el tronco y las hojas, facilita su adaptación para sobrevivir largos periodos de tiempo con una falta absoluta de agua.
- En interior regar con moderación durante la época de más calor.

❖ **Abonado:**

- A partir de primavera y hasta el otoño. Proporcionar fertilizantes en dosis reducidas y poco frecuentes, cada 30-40 días.
- El año que se trasplanta no es preciso realizar aporte adicional de nutrientes.

### ❖ **Sustratos:**

Debe ser poroso y ligero, con buena capacidad de drenaje. Para lograrlo, conviene mezclar compost de origen vegetal con arena de río y arcilla de origen silíceo, o bien grava de roca volcánica.

### ❖ **Poda**

- En el momento del trasplante se realiza el aclareo de las raíces, y a la vez a la eliminación de las ramificaciones no indispensables para la configuración final.
- Se debe realizar una poda estructural al comienzo de la primavera, practicando los cortes siempre por encima de un nudo y sin dañarlo.
- A principios y a finales de verano deben acortarse los nuevos brotes.
- El pinzado no suele ser muy habitual, ya que el estilo suele lograrse sin problemas con la poda.
- Se despunta cuando hayan surgido los 3 ó 4 primeros nudos, ya que en principio se encuentran muy apretados, para después distanciarse longitudinalmente a medida que pasa el tiempo.
- En ocasiones aparecen hojas demasiado grandes que conviene eliminar, así como todas aquellas que presentan alguna herida o se desarrollan en la base del tronco.

- A pesar de que se pueden utilizar las sujeciones para el modelado de la copa, es recomendable hacerlo mediante podas

### **Plagas y enfermedades**

Es una especie que ofrece gran resistencia al ataque de organismos patógenos, a pesar de ello puede sufrir ataques de:

- **Pulgones**

Los Pulgones actúan clavando un pico chupador y absorbiendo la savia de las hojas.

Provoca hojas enrolladas y pegajosas. Les gustan más los brotes tiernos y es ahí donde se asientan preferentemente.

Aparece también el hongo Negrilla (*Fumaginas* sp.), de color negro y hormigas (éstas recogen las gotas de melaza que excretan los pulgones y están cerca de ellos para limpiarlos y protegerlos).

- **cochinillas**

Todas las Cochinillas o Cócidos se caracterizan porque tienen una especie de escudo protector, de distintos colores y consistencias, según la especie de que se trate.

Estos insectos clavan un pico sobre hojas y chupan la savia, provocando hojas descoloridas, amarillentas, deformadas y su posterior caída. Parte de la savia que toman la excretan como líquido azucarado (melaza) sobre el que aparece el hongo Negrilla.

- **algodonosa**

En ambientes demasiado húmedos y sombríos, así como la podredumbre blanda en la base del tallo y las hojas, cuando se dan estas mismas condiciones de cultivo

### ***Generalidades del belén (impatiens wallerian).***

#### **Descripción taxonómica**

- **Familia: balsaminaceae**
- **Nombre científico: impatiens wallerian**

#### **Descripción botánica:**

Sumamente precoz, genéticamente enano y con gran abundancia de flores; Todas las plantas permanecen compactas y florecen profusamente durante todo el periodo de crecimiento. Las flores nacen en abundancia en numerosas ramificaciones y cubren la planta entera con hermosas floraciones. Todos los colores son muy uniformes con una floración sumamente precoz y altamente recomendados para los grandes cultivadores comerciales. Cuando son

cultivadas al aire libre, las plantas crecen cerca de 25 centímetros de alto (10 pulgadas) con una extensión de 30 centímetros (12 pulgadas). Siendo a prueba de calor, estas plantas florecerán continuamente durante la estación entera. Disponibles en 14 colores separados y una conveniente mezcla de ellos.

### ***Generalidades del Coleos (coleus Blumei)***

#### **Centro de origen**

El género *Coleus* comprende unas 150 especies de plantas herbáceas, anuales o vivaces, de hojas opuestas, simples, pecioladas, cordiformes y, generalmente, dentadas. El coleos destaca por la vistosa coloración de su follaje, que va del amarillo al púrpura, del marrón al verde y, en ocasiones, hasta escarlata. Todos estos tonos, se distribuyen sobre la superficie de las hojas en manchas, franjas y también formando zonas concéntricas. Procede de la India, Java y zonas tropicales de Asia.

Existen gran número de variedades obtenidas por hibridación de distintas especies, que se agrupan por el porte, tamaño y forma de las hojas, colorido, etc.

Es una planta muy económica y a la vez vistosa y ornamental. Puede ser cultivada tanto dentro de casa como en el jardín.

### **Descripción taxonómica**

- **Familia:** Labiadas
- **Nombre científico:** *Coleus Blumei*

### **Descripción botánica**

Anual o perenne, erecta, de naturaleza herbácea o semiarbusciva; llega a tener una altura de 25-40 cm; sus hojas son opuestas, simples, en forma de corazón. Se cultiva por la belleza de sus hojas de colorido muy variado y decorativo, tiene una multitud de variedades ya que los colores varían entre el verde y el amarillo, el rojo, el bronce, púrpura y el gris, todos estos variadamente jaspeados.

Las flores son insignificantes, pequeñas, de color azul claro, reunidas en inflorescencias con forma de espiga. La floración tiene lugar entre el otoño y el invierno. Algunas partes de estas plantas contienen principios psicoactivos

### **Exigencias climáticas**

Generalmente se cultiva en maceta. Puede cultivarse como planta de exterior en terrazas y jardines, pero teniendo siempre presente que a la llegada del otoño, debe ser devuelta al interior ya que no soporta el frío intenso.

❖ **Luz y temperatura:** las plantas procedentes de esquejes requieren una temperatura de 20-25 °C. necesita mucha luz pero no sol directo cuando éste es fuerte. Puede estar en la sombra o a media sombra; cuando se encuentre en interiores, requiere de un sitio con buena iluminación. La planta debe ser resguardada del sol del mediodía en verano, pues la exposición directa al sol provoca amarillamiento de las hojas. El colorido de las hojas depende fundamentalmente de los factores luz y temperatura: con días cortos y temperaturas bajas, las hojas son pequeñas y el colorido se concentra a lo largo de la vena central y con días largos se colorea toda la hoja; con bajas temperaturas durante el día o elevadas durante la noche el color de la hoja se debilita. Temperaturas de unos 23 °C durante el día y 17 °C durante la noche acompañadas de días largos, garantizan plantas con colores intensos en toda la superficie foliar y la ausencia de flores, que son poco atractivas.

❖ **Humedad:** el ambiente excesivamente seco provocaría la caída de sus hojas.

❖ **Riego:** tras el trasplante los esquejes requieren un alto grado de humedad, después de esto necesita riego generoso. De cualquier manera es una planta que nos avisa cuando necesita ser regada ya

que en caso de necesitar más agua sus hojas se empiezan a poner lacias. Las aspersiones del follaje no son aconsejables.

❖ **Abonado:** el abono que sea sólo en primavera y verano con un fertilizante líquido diluido en el agua de riego.

- Para que adquiera un porte arbustivo y no se limite a crecer sólo hacia arriba, se deben podar los vértices cuando la planta tenga unos 20 cm de altura. Cuando la planta crece mucho, despuntarla ya que hace que la planta madre brote aún más frondoso y los esquejes pueden utilizarse para crear nuevos coleos.

- Es recomendable cortar permanentemente las flores ya que de otra manera la planta termina su ciclo vegetativo y muere.

❖ **Tipo de suelo:** suelo ligero alcanzado por una mezcla de suelo de jardín, tierra de bosque y arena.

❖ **Poda:** cuando el Coleo empiece a flojear (perder hojas y mostrarlas algo descoloridas), en otoño, hay que darle una poda severa, dejando sólo los brotes incipientes que prosperarán la primavera siguiente.

❖ **Pinzado:** hay que despuntar los brotes terminales para que sea más denso y redondeado de forma periódica. Es conveniente hacerlo a principios de invierno.

❖ **Multiplicación:** la propagación del Coleos es muy sencilla. Haz esquejes en primavera y verano y así renuevas el ejemplar cada año.

### **Plagas y enfermedades**

Los coleos no suelen tener muchos problemas de plagas ni de enfermedades, más bien, trastornos por una mala ubicación o por errores de cultivo:

- **Tallos podridos:** Riego excesivo
- **Pérdida de las hojas:** Le ha faltado riego, o escasez de luz o por el calor de las calefacciones en invierno.

Sus 3 enfermedades y sus 6 plagas más comunes son estas:

### ***Enfermedades***

- **Moteados en hojas**

Hongos como ***Alternaria*** y ***Phyllosticta*** las produce; arranca y quema las hojas afectadas y evitar el exceso de humedad. No suelen ser necesarios los tratamientos con fungicidas

- **Botritis**

El hongo *Botrytis cinerea* es el causante de un **moho gris** sobre las hojas que terminan por secarse. Penetra por pequeñas heridas y se puede combatir al iniciarse la infección mediante tratamientos fungicidas. Elimina lo dañado.

### **VIRUS**

En las hojas aparecen manchas irregulares que les dan un aspecto jaspeado amarillo-verdoso. También hay otros síntomas menos claros. Arranca y destruye las plantas atacadas porque los virus vegetales no tienen cura.

### ❖ **Plagas**

- **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Son unas arañitas de color rojo y de 0,5 milímetros que apenas se ven a simple vista. Se asientan sobre todo en el envés de las hojas (la cara de atrás). Si se mira muy de cerca o con una lupa, pueden verse correteando por dicho envés.

Al principio, el síntoma más corriente son punteas duras decoloradas y mates y manchas amarillas en las hojas. Posteriormente acaban secándose y se caen.

- **Pulgones**

- a) Los Pulgones actúan clavando un pico chupador y absorbiendo la savia de las hojas.
- b) Provoca hojas enrolladas y pegajosas. Les gustan más los brotes tiernos y es ahí donde se asientan preferentemente.
- c) Aparece también el hongo Negrilla (*Fumaginas* sp.), de color negro y hormigas (éstas recogen las gotas de melaza que excretan los pulgones y están cerca de ellos para limpiarlos y protegerlos).

- **Mosca blanca**

Son pequeñas moscas blancas de 3 milímetros que, al igual que Pulgones y Cochinillas, clavan un pico en las hojas y chupan la savia. En el envés de las hojas es donde se asientan principalmente.

Tanto las larvas como los adultos producen daños al picar las hojas. Éstas pierden color, se abarquillan y se llenan de sustancia pegajosa (melaza) y pueden caer. Sobre esta melaza, se asienta el hongo Negrilla que deja las hojas ennegrecidas.

- **Cochinilla**

Todas las Cochinillas o Cócidos se caracterizan porque tienen una especie de escudo protector, de distintos colores y consistencias, según la especie de que se trate.

Estos insectos clavan un pico sobre hojas y chupan la savia, provocando hojas descoloridas, amarillentas, deformadas y su posterior caída. Parte de la savia que toman la excretan como líquido azucarado (melaza) sobre el que aparece el hongo Negrilla.

- **Nematodos**

*Nódulos en raíces provocados por Nematodos*

Los Nematodos son unos gusanitos microscópicos de unos 0,2 milímetros. Los del género *Meloidogyne* penetran en las raíces para absorber sus jugos y provocan unos bultitos. Si sacas el cepellón de la maceta y vez estos bultitos en las raíces es síntoma claro de nematodos. Acarrear debilitamiento y desarrollo escaso.

Hay en el mercado nematicidas granulados que se adicionan al suelo. Las plantas muy afectadas arráncalas.

Bueno, pues estas son las plagas y enfermedades más importantes del Cúleo. Insisto en que no son unas plantas muy atacadas por parásitos. Además, son tan baratos o se obtienen con tanta facilidad por esquejes, que no es un gran grave su pérdida como ocurre con otras plantas más valiosas.

## ***Sustrato***

### **Historia.**

El uso de un medio de cultivo adecuado en maceta tiene probablemente el mismo origen que la jardinería. Desde cerca de 4000, años los egipcios cultivaban árboles en contenedores de madera o piedra dejando evidencia de estos hechos en sus pinturas murales ( Bures 1997).

Uno de los dos hechos de relevancia que lograron tener una influencia en la evolución del concepto de sustrato distinto al del suelo natural fue el de que las plantas para su desarrollo tiene los mismos requerimientos básicos. El segundo hecho fue el descubrimiento de la función del sustrato el cual se basa en proporcionar humedad, soporte, aireación y nutrientes minerales (Bures 1997).

### **Definición**

Abad (1993), define que dentro de la agricultura un sustrato es conocido como todo aquel material distinto al suelo, de origen orgánico o de síntesis mineral que colocado sobre un recipiente solo o mezclado, proporciona a la semilla las condiciones necesarias para su germinación enraizamiento, anclaje y de igual manera este puede desempeñar un papel importante en la suministro de nutrientes dependiendo su origen.

Los sustratos además de servir como soporte y anclaje para las plantas tiene la capacidad de suministrar a las raíces las cantidades necesarias de agua, aire y nutrientes minerales para que la planta se desarrolle ( Ansorena ,1994).

Ansorena 1994 asumen que un sustrato o medio de cultivo adecuado proporciona firmeza, nutrientes y humedad, en beneficio del desarrollo de la planta. También mencionan que el sustrato debe ser ligero de manejar y que debe de mantener un volumen casi equilibrado de humedad constante o sequedad, que al mismo tiempo se vea libre de plagas y enfermedades.

Ansorena ,1994, mencionan que otros materiales utilizados como medios de cultivo son el estiércol, la turba, el musgo fangoso y los clasifican como medios de cultivo orgánicos y definen que medios de cultivo como la perlita, la vermiculita y la arena son materiales sintéticos. Estos mismos investigadores llegaron a afirmar que el suelo no es utilizado por las plantas como medio de crecimiento, porque no tiene las características mas deseables como capacidad de retención de humedad, aeración, densidad aparente, drenaje y capacidad de intercambio cationico.

### **Necesidades de Caracterizar los Sustratos**

Ansorena (1994), en la actualidad la agricultura moderna exige a los productores como a los investigadores la obtención de nuevos medios de

cultivo que ayuden a obtener plántula de mejor calidad y con el menor costo posible.

Otra de las necesidades de caracterizar los sustratos es que no se tiene en manifiesto la inexistencia de un control adecuado de los sustratos, normalmente por que no se analizan y en algunas ocasiones por que la información no es interpretada correctamente.

### **Evolución de los Medios de Cultivo**

Ansorena (1994), al paso de los últimos años la agricultura ha evolucionado, de manera que las técnicas de cultivo de plantas en maceta y en contenedor han cambiado.

Los medios de cultivo han pasado por una etapa de transformación, desde los primeros sustratos de origen mineral hasta lo que hoy se esta haciendo a través de mezclas con diferentes productos orgánicos.

Este proceso de evolución se ha visto favorecido gracias a una cantidad importante de propiedades físicas que permiten un mejor manejo del sustrato que el de él suelo natural.

## **Clasificación de los Sustratos**

Actualmente existe gran diversidad de materiales que se utilizan como sustratos en la agricultura, una de las ventajas que presentan estos sustratos es que pueden ser utilizados solos o mezclados; la clasificación más habitual que se tiene acerca de los sustratos es: orgánicos, inorgánicos y mixtos.

### **Materiales Orgánicos**

Existen dos tipos de materiales orgánicos los que se obtienen de manera natural y los que son obtenidos a través de un proceso de síntesis.

Los primeros se basan en la descomposición biológica y pueden ser utilizados como medios de cultivo después de una serie de procesos ya sea de manera artificial o por medio de un proceso de compostaje y por último de manera natural como las turbas.

Los materiales obtenidos por medio de síntesis son polímeros orgánicos biodegradables que se logran mediante procesos químicos como el poliestireno o las espumas de poliuretano que por sus características en algunas ocasiones se clasifican como inorgánicos (Bures 1997).

## **Materiales Inorgánicos**

Este grupo se obtiene a través rocas y materiales minerales de distintos orígenes e incluyen suelos naturales. Estos materiales pueden sufrir ligeras modificaciones sin alterar la estructura interna del material (Bures 1997)

Winsor (1990), establece una clasificación en donde menciona que existen dos tipos de sustratos:

- Orgánicos (turberas, cortezas).
- Inorgánicos o inertes (perlita, vermiculita, arenas).

Sin embargo la clasificación solo se refiere principalmente a sus características de estabilidad química y resistencia a la descomposición, por lo que induce a cierta confusión.

## **Propiedades que Debe Tener un Sustrato**

### **❖ SUSTRATO IDEAL**

Venator y Liegel (1985), muestran que el sustrato óptimo para cualquier situación depende de varios factores entre los cuales destaca: la especie a cultivar y sus requerimientos, el volumen del recipiente, la disponibilidad de los materiales para las mezclas y la calidad física, química y biológica de los sustratos.

Abad (1993), afirma que no existe el sustrato ideal, pero si el mejor medio de cultivo para cada caso concreto, éste depende de varios factores: tipo de material vegetal con que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.), especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y regímenes de riego, aspectos económicos, estar disponible, etc.

### ❖ **Propiedades Biológicas**

Abad (1993) menciona que las propiedades biológicas forman parte fundamental en el estudio de las propiedades de los sustratos, ya que la población microbiana es la responsable de la degradación biológica de los sustratos orgánicos lo que pueden resultar desfavorables ya que los microorganismos consumen nutrientes en competencia con las plantas, además de liberar sustancias fototóxicas y alterar las propiedades físicas. El grado de descomposición de los materiales orgánicos esta en función de los compuestos biodegradables (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) el proceso de descomposición puede reducirse mediante el proceso del composteo y suficientes niveles de nitrógeno asimilable.

Este mismo autor señala que los ácidos húmicos y fulvicos son el producto final de la degradación biológica de la lignina y la hemicelulosa y a estos compuestos se les atribuye una gran diversidad de efectos sobre las funciones fisiológicas de las plantas, tanto a nivel de célula como a nivel órgano. Estos

compuestos actúan como transportadores de micro nutrientes para las plantas y se le confiere unos efectos de sinergismo con auxinas producidas naturalmente por el cultivo aplicadas exogenadamente.

#### ❖ **Propiedades Físicas.**

El suministro de agua y aire así como la una baja densidad aparente, una elevada porosidad total y una estructura estable son algunas de las características que físicas que debe tener un sustrato para lograr proporcionar a la plantas las condiciones favorables para su desarrollo.

Debe contener una alta capacidad de retención de humedad disponible, para que la planta pueda absorber el agua necesaria para contribuir a su punto optimo de desarrollo de sus funciones sin un gasto energético importante. Abad (1993)

#### ❖ **Suministro Adecuado de Aire**

Un déficit de oxígeno a nivel del sustrato provoca una severa disminución en el crecimiento de las raíces, formando un empardecimiento del sistema radical y promueve la muerte de las raíces de de la planta y la aparición de enfermedades fungosas. La oxigenación y el adecuado espacio para el desarrollo del sistema radicular, son elementos muy importantes considerados como factores de primer orden dentro de la técnica de producción de cultivo en sustrato, (Calderón 1989).

### ❖ **Composición del Medio de Cultivo**

El medio de cultivo de tener las tres fases que contiene el suelo, sólida líquida y gaseosa, estas condiciones tienen un rango de variación, de acuerdo a la naturaleza del medio y de las condiciones exteriores.

#### ❖ **Fase Sólida**

Abad (1991), indica que dentro de la fase sólida del suelo la mayor parte es mineral mientras que en un sustrato orgánico suele ser mayor la materia orgánica; dependiendo de él nivel de descomposición de la materia orgánica será el nivel de influencia en las propiedades nutricionales del suelo.

#### ❖ **Fase Líquida o Solución Acuosa.**

Calderón (1989) menciona que una de las características de gran importancia es que el sustrato debe tener una capacidad elevada de retención de agua, debido a que el medio de cultivo es pequeño en relación a las pérdidas elevadas de agua por evapotranspiración; esta fase debe representar un valor porcentual promedio del 30%. La importancia de la fase acuosa radica en que las plantas no pueden tomar alimentos sólidos y deben recibir los nutrientes minerales a través de una solución del medio de cultivo; este proceso se puede dar de 3 maneras:

- a) Interceptación de raíces.
- b) Flujo de masas.
- c) Difusión.

Esta etapa determina la posibilidad de la planta para poder utilizar como vehículo la humedad disponible para realizar sus funciones metabólicas.

#### ❖ **Fase Gaseosa.**

En la práctica de cultivos en contenedor, el sistema radical ocupa un espacio limitado por el tamaño del contenedor y el volumen del sustrato que se coloca en el contenedor, la cual tiene dos efectos sobre la aireación. La fase gaseosa ayuda a mantener el metabolismo y crecimiento de la planta.

El sustrato debe tener una capacidad adecuada para aireación debido a que cumple dos funciones específicas:

- a) Suministro de aire para la planta
- b) Eliminación de anhídrido carbónico producido por los microorganismos del sustrato.

Esta fase puede verse afectada por cualquier acción que reduzca el tamaño de los poros mas grandes y disminuirá la proporción de aire del medio de cultivo (Ansorena 1994).

#### ❖ **Porosidad**

Ansorena (1994), define que la porosidad de un medio de cultivo pasa a ser el porcentaje de volumen que se encuentra fuera de la fase sólida. La porosidad de un sustrato varia en un intervalo que va desde un 30 % que se considera compacto hasta el orden de un 95% en materiales totalmente orgánicos. Esta

característica del sustrato es la suma de los huecos entre las partículas y la procedente de los poros interiores de dichas partículas.

### **Propiedades Químicas**

- ❖ **Sustratos inertes:** Son aquellos que no se descomponen químicamente o bioquímicamente, no liberan elementos solubles de forma notable y no tiene capacidad de desarrollar funciones de absorción de elementos añadidos a la solución del sustrato.
- ❖ **Sustratos activos químicamente:** Reaccionan liberando elementos como resultado de la degradación, disolución o reacción de los componentes del material sólido y tiene la capacidad de absorber elementos en la superficie en que pueden intercambiar con los elementos disueltos en la fase líquida.
- ❖ **pH** Es un parámetro de medición de la concentración de iones hidrógeno, sus principales factores de influencia los encontramos en la disponibilidad de nutrientes y la actividad de la flora microbiana benéfica. Un rango de pH de 5.5 –7.0 es el mejor para el desarrollo de la mayoría de las plantas. (Arman y Kester, 1998).

El tener niveles de pH menores puede favorecer a la aparición de deficiencias de N, K, Ca, Mg, B mientras que a valores mayores de presentan deficiencias de Fe, P, Mn, B, Zn, Cu, (Abad 1993).

- ❖ **Conductividad Eléctrica** Abad (1993) define la salinidad como la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato, además menciona tres causas que prueban un incremento en la salinidad del sustrato, después de que se coloca en el contenedor.

### **Otras propiedades**

Cadahia (1998) menciona que otras de propiedades importantes que hay que tener en cuenta para la elección de materiales en la producción de plántula es que estén libres de patógenos y semillas de malas hierbas, buscar que sean de bajo costo así como de fácil manejo y tener una capacidad de amortiguar cambios físicos, ambientales y químicos externos.

### **Sustratos utilizados**

#### **Perlita**

La perlita esta compuesta por  $\text{SiO}_2$  (73-75%) y  $\text{AlO}_3$  (11-13%) y son rocas volcánicas formadas por un enfriamiento rápido constituyendo un material amorfo que contiene de un 2 – 5 % de agua combinada.

Dentro de su procesamiento industrial una vez triturado el material original se calienta rápidamente hasta  $900 - 1000^0 \text{ C}$  con lo que se evapora rápidamente y la partícula estalla; como resultado son obtenidos los gránulos blancos

vitrificados con gran porosidad interna y por lo tanto muy ligera (Moinereau et al.,1987; Bunt 1998; FAO,1990).

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

### **Peatt moos**

Harman en (1995), define a la turba como el resultado de los restos de vegetación acuática, pantanos o marisma que han sido conservados bajo el agua en estado descomposición parcial, en un proceso donde la falta de oxígeno se hace presente, considerando este factor como el principal causante de un retraso periódico en el proceso de descomposición.

Ballester (1992), señala que este material es de color oscuro con un pH neutro o moderadamente ácido una estructura fuerte y descompuesta, bajo porosidad, reducida capacidad de retención de humedad, riqueza en nutrientes.

Cadahia (1998), menciona que se encuentra una gran variabilidad en las propiedades físico- químicas de las diferentes turbas existentes dentro del

mercado, esto debido a la composición botánica y las condiciones que intervienen en el proceso de descomposición.

### **Vermiculita**

La vermiculita no es un nombre comercial, sino un término genérico para un mineral de la familia de la mica compuesto básicamente por silicatos de aluminio, magnesio y de hierro. Su forma natural es la de una mica de color pardo y estructura laminar, conteniendo agua ínter laminada.

La vermiculita es un mineral que se calienta aproximadamente 700°C (1300°F) durante el proceso de elaboración. Esto provoca que las partículas expandan su volumen, lo que aumenta su área superficial interna. Físicamente, esto permite que la vermiculita mejore su retención de agua a la vez que proporciona aeración en el material para macetas. El agua se retiene en los poros capilares formados por el área superficial interna de las partículas expandidas, en tanto que las superficies externas de las partículas de vermiculita en el material de cultivo forman poros no capilares que ayudan al drenado.

Como material para cubrir semillas, la vermiculita ayuda a mantener en la superficie del material de cultivo la humedad suficiente para la germinación, y

como ingrediente del material de cultivo, la vermiculita proporciona almacenamiento interno de agua para el crecimiento de la planta.

### ❖ **Propiedades**

Ligereza: las densidades aparentes de la vermiculita oscilan entre 60 y 140 kg/m<sup>3</sup>, según granulometrías.

- Aislamiento térmico, la vermiculita expandida mantiene su capacidad de aislamiento entre 200 y 1200 °C.
- Su conductividad térmica es de 0,053 Kcal/h/m °C para una temperatura media de 20 °C. Su capacidad calorífica es muy baja (0,2)

Naturalmente con el aumento de la temperatura, el coeficiente aumenta como en cualquier material aislante, pero con una proporción mucho menor.

Las paredes brillantes de las laminillas de mica de vermiculita forman una multitud de pantallas que reflejan y dispersan la energía calorífica transmitida por radiación, y convierten a dicho material en el aislante ideal para altas temperaturas.

- Aislamiento acústico, al incidir las ondas sonoras sobre las laminillas multidireccionales de la vermiculita expandida estas son, reflejadas en multitud de direcciones y absorbidas por la estructura microscópica de

burbujas de aire del mineral. Por estas razones la vermiculita es un excelente aislante acústico para una amplísima gama de frecuencias.

- Resistencia al fuego, el punto de fusión de la vermiculita es 1.370 °C y la temperatura de reblandecimiento es 1.250° C. Es un mineral incombustible y químicamente muy estable a altas temperaturas lo que lo convierte en un material idóneo para la protección contra el fuego.
- Inalterabilidad, la vermiculita es insensible a los agentes atmosféricos y al paso del tiempo. Es estable, químicamente neutra (pH = 7,2) e inerte, no es higroscópica y no produce ninguna acción sobre el hierro o el acero.

❖ **Ventajas:**

- Esencialmente estéril y lista para usarse
- Mejora la retención de agua en mezclas sin humus.
- Suministra potasio (K), magnesio (Mg) y calcio (Ca) de forma complementaria mediante liberación lenta.
- Tiene un excelente Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- Absorbe minerales.

**Arcillas**

Las arcillas de los suelos difieren notoriamente en propiedades con respecto a los minerales. Por lo general, se encuentran menos estructuradas y son más pequeñas que los minerales puros.

## **Características generales de las arcillas**

Las características de las arcillas son muy variables, pero en general son tan pequeñas (2 micras o menos de diámetro) poseen estructura laminar y están orientadas al azar en suelos de buena aireación y agregación; son plásticas y pegajosas cuando están húmedas. Su superficie específica es muy grande y varía la capacidad de intercambio catiónico por los tipos de arcilla, determina las propiedades físicas del suelo, su fertilidad, facilidad de laboreo, permeabilidad y otros procesos que ocurren en el suelo.

La buena estructura depende en la parte de la neutralización de las cargas eléctricas de las arcillas de limo y arena; la cantidad de arcilla presente en un suelo, el tipo de esta y la estructura determina grandemente la capacidad del suelo para retener humedad, su fertilidad, aireación y otros procesos vitales para las plantas.

Arcillas primarias o residuales: se encuentran generalmente en las fracciones más gruesas del material del suelo, y dan origen a los minerales secundarios, por lo tanto la fertilidad del suelo depende de, su origen y del aporte de los minerales.

Arcillas secundarias: se encuentran generalmente partículas finas, por su gran superficie específica y los grupos químicamente activos, ejercen una notable influencia sobre las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo.

## **Clasificación de las arcillas**

### **❖ Silicatadas**

Se han agrupado, considerando sus propiedades cristalinas, en cuatro grupos: caolinita, esméctica, micas hidratadas y otras. Estas arcillas se forman frecuentemente a partir de minerales feldespatos, anfíbolos y piroxenos.

### **❖ Caolinita.**

Es una arcilla gruesa con baja actividad coloidal, plasticidad, cohesión, encogimiento y expansión bajos, y es un mineral de silicato laminar que tiene las características representativas de los caolines, y tiene relación de silicio/aluminio de 1, y va de 10 hasta 100 mmoles, la capacidad de intercambio catiónico depende gran medida del pH; y cuando es formado en el suelo se presenta en cristales pequeños. La caolinita entre las arcillas es la de menor superficie activa.

La capacidad de intercambio catiónico es bajo; por lo tanto la absorción es baja y es muy importante en el manejo de las tierras que contienen caolinita como componente dominante y es una de las razones de la baja fertilidad natural de los suelos.

### **❖ Esméctica (Montmorillonita).**

Se extiende libremente debido a que poseen carga de capa relativamente baja. La capacidad de intercambio catiónico de la Montmorillonita varía desde 800

hasta 1200 mmoles, y depende poco del pH, lo que permite que el mineral se expanda libremente y exponga superficie tanto interna como externa.

#### ❖ Micas

Las micas están presentes en mayor o menor porcentaje en casi todos los suelos de regiones templadas y tienen diferentes tamaños en el suelo, y es un componente importante de la fracción de limo; los representantes son: illita y vermiculita y se encuentran por lo común en los suelos formados parte de partículas que se han transformado parcialmente en minerales expandibles.

Altera que contienen menos  $k^+$  y más agua que la mica estructurada (mica hidratada)

#### ❖ Hidróxidos

Predominan en el trópico en los latosoles, suelos rojos y amarillos y están constituidas principalmente por hidróxidos de fierro y aluminio.

Los cambios de volumen y el agrietamiento por desecación de las arcillas están asociados directamente con las variaciones de humedad y en particular con las variaciones de succión a las cuales están sometido el suelo. Las relaciones entre la succión y otras variables como el grado de saturación, la humedad o el contenido volumétrico del agua se pueden representar mediante las curvas de retención de agua, que constituye un parámetro de cada tipo de suelo y brindan información esencial para analizar y modelar comportamientos, (Barrera, 2002).

### ❖ Zeolitas

La estructura de las zeolitas deja canales de tamaños diferentes que se extienden en varias direcciones en el cristal, en las cavidades contienen moléculas de agua retenidas flojamente y cationes que balancean la carga que se intercambian libremente.

Algunas zeolitas poseen cavidades de menor tamaño que evita de manera efectiva el movimiento de moléculas grandes, (Bohn, 1993).

### **Generalidades de los ácidos húmicos**

#### **Humus**

El humus es la base de la fertilidad del suelo. Las acciones del humus se deben más a los productos transitorios formados durante la descomposición de la materia orgánica que al humus, establece que queda en el suelo al término de esta evolución. El humus joven tiene una evolución inmediata más importante, mejora la estructura y la actividad microbiana del suelo que el humus establecido. muchas de las características de los suelos se deben al tamaño de las partículas minerales presente en el área superficial que presentan, y pueden ser gradualmente modificadas por la materia orgánica especialmente el humus, el cual tiene una Capacidad de Intercambio Catiónico de aproximadamente 100 meq 100g de suelo (Omega 1989).

### ❖ Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son las sustancias presentes en el humus; la humificación es un proceso en el cual la materia orgánica del suelo es transformada a humus por la actividad de microorganismos (Omega 1989).

Ácidos húmicos son moléculas complejas orgánicas formadas por la descomposición de materia orgánica, e influye en la fertilidad del suelo por su efecto en el aumento de su capacidad de retener agua.

Los ácidos húmicos contribuyen significativamente a la estabilidad y fertilidad del suelo resultando en crecimiento excepcional de la planta y en el incremento en la absorción de nutrientes.

La materia orgánica se contribuye en dos grupos: el ácido húmico y el resto de la materia orgánica que no han alcanzado la humificación, lo que indica que no toda la materia orgánica se transforma en humus (Omega, 1989).

La humificación es el proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero a humus joven, luego en humus más estable hasta llegar hasta la mineralización formando así el ácido húmico (Omega, 1989).

El complejo de compuestos orgánicos de color marrón, pardo y amarillo, que se extrae del suelo por soluciones álcalis, sales neutras, o disolventes orgánicos, lleva el nombre de sustancias húmicas (Kononova, 1982).

Los ácidos húmicos son grupos de sustancias químicas orgánicas, formadas a partir de la descomposición de residuos de origen vegetal y por la acción de los microorganismos del suelo (Palomares, 1990).

### **Origen de los ácidos húmicos**

Ácidos húmicos son derivados del mineral Leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición.

La humificación es, por lo tanto, un proceso evolutivo por el cual la materia orgánica se va transformando, primero en Humus joven, para pasar a Humus estable hasta llegar a la definitiva mineralización formando el ácido húmico.

Los ácidos húmicos derivados de Leonardita son muy estables, su grado de oxidación y los componentes son más uniformes, y tienen dos componentes principales: ácido húmico y ácido fúlvico, en diferentes proporciones según su origen y método de extracción. La mezcla de estos ácidos se les conoce generalmente como ácido húmico, con el "Humus".

Las sustancias húmicas provienen de la degradación química y/o biológica de residuos de plantas y animales y de actividades sintetizadores de microorganismos, los productos formados tienden a asociarse en estructuras químicas complejas más estables que los materiales de donde provienen.

Aleksandrova (1994) establece que las sustancias húmicas son productos de la condensación de unidades estructurales, como los fenoles y compuestos orgánicos nitrogenados, cuya información es catalizado por oxidación enzimática de los microorganismos. Todos los componentes de los tejidos de las plantas, incluyen los productos de su descomposición (compuestos fenólicos de lignina), productos del metabolismo de las plantas (fenoles originados de la conversión de carbohidratos por microorganismos) y los productos de sus síntesis pueden servir como fuente inicial de las estructuras de sustancias húmicas.

### **Características generales de los ácidos húmicos**

Los ácidos húmicos son grupos de sustancias químicas orgánicas, formadas a partir de la descomposición de residuos de origen vegetal y por la acción de los microorganismos del suelo, en la fase final del proceso de humificación de la materia orgánico. Los ácidos húmicos “comerciales” se extraen a partir de la lignita – leonardita (deposito café suave, parecido al carbón, usualmente se encuentran juntos) y de las turbas (Palomares, 1990).

menciona que los ácidos húmicos no son sustancias compactas, sino que presenta una constitución porosa, gracias a esta constitución los ácidos húmicos tienen una alta capacidad para absorber y retener la humedad, las sustancias húmicas son un complejo de compuestos orgánicos de color obscuro, pardo marrón o negro, cuyo diámetro de partículas es de 80 a 100 micras generalmente y puede ser extraído del suelo por soluciones de álcalis, sales neutras o disolventes orgánicos.

Los ácidos húmicos son sustancias presentes en el humus, químicamente son moléculas muy complejas que presentan grupos carboxilos, hidroxilos, fenólicos y otros que le permiten retener, quelatar, y potencializar la penetración de los elementos nutritivos en las plantas (Omega, 1989).

Los ácidos húmicos poseen componentes de estructura aromática dentro de sus moléculas. Entre los productos de oxidación se han encontrado derivados de fenoles, quinónas, ácidos benzencarboxílicos y ácidos orgánicos, de bajo peso molecular que son productos de la desintegración de los anillos benzoicos y furánicos.

Para los ácidos húmicos son característicos los grupos funcionales carboxilos fenólicos, cuyo hidrogeno es susceptible a reacciones de sustitución. Por el

distinto contenido de grupos funcionales se determinan las diferencias en la capacidad de cambio de los ácidos húmicos de distinta procedencia, también hay en los ácidos húmicos grupos metoxilos, cuyo contenido es mayor en los ácidos húmicos recién formados y menor en ácidos húmicos ya formados (Kononova, 1982).

### **Efecto de los ácidos húmicos en el suelo**

Incrementa la capacidad de intercambio catiónico y la fertilidad del suelo. Los ácidos húmicos son reservas de nutrientes para las plantas. Forman agregados estables como lo que mejora la estructura del suelo. Por su acción quelatante, transforma en asimilables para las plantas los nutrientes presentes en suelo.

Estimulan el crecimiento de colonias de microorganismos que actúan en la descomposición de los residuos de cosecha. Mejoran las características de los suelos sódicos, permitiendo mayor penetración del agua y mejorando la estructura (DEAQ, 2000).

Los ácidos húmicos afectan positivamente el crecimiento de los microorganismos aeróbicos, especialmente los que descomponen celulosa, almidón y proteínas; el número de microorganismos existentes por gramo de suelo, con la adición de pequeñas cantidades de ácidos húmicos (10ppm)

aumenta en gran cantidad, hasta 2,000 veces mas que el testigo, lo que favorece la fertilidad del suelo (Cruz, 2001).

Los ácidos húmicos solubles pueden reemplazar las aplicaciones de grandes volúmenes de materia orgánica, puesto que, en aplicaciones eficientes el rendimiento de los cultivos se incrementa hasta un 20%, esto se debe principalmente a los efectos benéficos que tiene sobre algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo, además por ser sustancia que tienen la facultad de quelatar moléculas orgánicas e inorgánicas, pueden eliminar residuos tóxicos de productos químicos nocivos para el desarrollo de los cultivos. Se debe de tener en cuenta que concentraciones muy elevadas de ácidos húmicos pueden tener efectos desfavorables debido a los desbalances fisiológicos consecuentes (Omega, 1989).

La densidad aparente se reduce con la adición de los ácidos húmicos. Esto se debe al efecto que ejerce en la formación de agregados y la estructura del suelo, de esta manera se mejora la resistencia a la penetración y compactación disminuyendo junto con la Da. La adición de estos al suelo causa un oscurecimiento que le permite absorber mayor energía solar, que se utiliza para las reacciones y por los microorganismos. La formación de costras y agrietamientos se reducen, estabilizando a los agregados que se forma en la capa superior del suelo. Aumenta el contenido y disponibilidad de agua para las plantas. Ayuda a que el suelo no sufra cambios drásticos de pH (Narro, 1987).

Entre los principales efectos de las sustancias en las características químicas, físicas y biológicas de los suelos; destaca que como mejoradores aumenta la disponibilidad de algunos macro y micro elementos (K, Ca, P, Fe, Zn y Mn), incrementa la capacidad de intercambio catiónico, mejoran la estructura y aumentan la disponibilidad de humedad en el suelo (Chen y Aviad, 1990) (Chen 1990) menciona tres características más importantes de los ácidos húmicos.

- ❖ Los ácidos húmicos son reconocidos como unas partículas de color café oscuro a negro, polidispersas con una condensación heterogénea con pesos moleculares de 5,000 a 10,000 unidades.

- ❖ Estos ácidos poseen una variedad de grupos funcionales; la capacidad de intercambio catiónico medida a un pH de 7 es del orden de 300 meq/100 grs. lo cual es similar a la densidad de carga de los coloides inorgánicos.

- ❖ Los análisis de los ácidos húmicos generalmente caen en el rango de 30 a 40 % de oxígeno. 3 a 5 % de hidrógeno y 2 a 5 % de nitrógeno.

Las aplicaciones de los ácidos húmicos permite el intercambio de gases, estabilizan la estructura e incrementan la permeabilidad de las membranas celulares.

Mejora ciertas propiedades físicas y químicas especialmente en suelos salinos, compactos, pobres en materia orgánica y nutriente.

Muchas de las propiedades que se dan en el suelo se deben a pequeñas cantidades de fracciones húmicas presentes en la solución del suelo que propician transporte activo de nutrientes a nivel de interfase suelo – raíz (GBM, 1992).

Los ácidos húmicos tienen la capacidad de reducir formas oxidadas de ciertos iones metálicos. En adición al sistema  $Fe^{+3}$   $Fe^{2+}$  los ácidos húmicos pueden reducir la forma aniónica  $MoO_4^{2-}$  a la forma catiónica  $Mo^{5+}$ .

GBM (1992) menciona que los ácidos húmicos estimulan el crecimiento y desarrollo vegetal por el equilibrio nutricional y hormonal que se obtiene con su aplicación

Palomares (1990), menciona que los ácidos húmicos son grupos de sustancias químicas y orgánicas formadas a partir de la descomposición de los residuos de origen vegetal por la acción de los microorganismos del suelo. La acción de los ácidos húmicos a continuación se describe:

- ❖ Trasladan de nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea de las plantas y del exterior de la hoja hasta los sitios de acumulación.

❖ Incrementa la permeabilidad de la membrana y favorece los procesos energéticos de las plantas relacionadas con la respiración.

❖ Son activadores y estabilizadores de algunas enzimas además de estimular algunas reacciones, procesos funciones bioquímicas y fisiológicas de la planta.

❖ Aceleran la germinación de la semilla e incrementa su porcentaje de germinación y uniformidad bajo circunstancias adversas.

❖ Incrementa la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco.

### **Características del suelo mejoradas con ácidos húmicos.**

#### **❖ Características físicas**

Densidad aparente. Se reduce por acción directa de la adición de los ácidos húmicos y por el efecto sobre la formación de agregados y de la estructura del suelo.

Densidad de partículas sólidas. El valor promedio de estas características se reduce ya que las partículas orgánicas agregadas tienen menor densidad que los minerales del suelo.

Profundidad. Cuando el humus es transportado a capas profundas del suelo, puede incrementar la profundidad de éste, que puede ser utilizado eficientemente por las raíces de las plantas.

Estructura. El efecto físico de mayor importancia de la materia orgánica, se presenta en la formación y estabilización de agregados estructurales que influyen directamente en la porosidad, flujo de agua, desarrollo de raíces y

absorción de agua por la planta; los ácidos húmicos, en especial, tienen alta capacidad para interactuar con los minerales del suelo. En combinación con arcillas, las partículas de humus actúan como cementantes (Stevenson, 1982; G.B.M., 1992).

Formadores de costras y agrietamiento. La presencia de materia orgánica y ácidos húmicos, en cantidades adecuadas, evita la formación de costras grandes, o las destruye en la superficie del suelo, y da estabilidad a los agregados que se forman en la capa superior del suelo (G.B.M., 1992).

### ❖ Retención de humedad aprovechable por las plantas

Tanto el contenido como la disponibilidad del agua del suelo para las plantas aumentan el contenido de materia orgánica y ácidos húmicos en los suelos minerales.

Compactación. Se reduce por acción directa e indirecta de los ácidos húmicos y materia orgánica; se facilita la labranza (G.B.M., 1992).

### ❖ Características químicas

#### a. Solubilidad.

La asociación de la materia orgánica y arcilla es insoluble en agua; también las sales de cationes di y trivalentes son insolubles con la materia orgánica. La fracción aislada de materia orgánica es parcialmente soluble en agua.

#### b. Reacción del suelo.

Los residuos orgánicos afectan el potencial hídrico (pH) en base a la cantidad de humus que aportan al suelo y el tiempo de descomposición de estos. El humus formado actúa como ácido débil asociado que tiene como principal componente al ácido húmico, los cual acidifica en poco grado el medio disminuyendo el pH, después de un tiempo, en décimas en base a la escala logarítmica.

### C. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

Responde al contenido de materia orgánica debido a la composición del humus, causa alta CIC en los suelos, ya que sus partículas que forman el complejo orgánico – mineral tienen valores de 101 a 470 meq/100g dentro de un amplio rango de suelos.

### ❖ Por ciento de Sodio Intercambiable (PSI).

El PSI de los suelos disminuye al agregarle ácidos húmicos o materia orgánica; el sodio soluble también se reduce. El humus mejora la estructura de suelos floculados por exceso de sodio y remueve a este ión de las mículas del suelo, mediante quelatación y donación de electrones en sustitución de los mismos.

- Quelatante.

Poseen un notable poder secuestrante de cationes del suelo. Forma complejos estables  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$  y otros cationes polivalentes, como Fe y Co; los desbloquean de sus formas insolubles y los ponen a disposición de las plantas.

- Inmovilización y mineralización.

La movilización de N y otros nutrientes vegetales existentes en el suelo se realiza mediante menor tiempo cuando se aplican ácidos húmicos al suelo, ya que estos estimulan el crecimiento de la microflora del suelo y en consecuencia,

la descomposición de la materia orgánica es más rápida y también la mineralización de los elementos inmovilizados.

- Combinación con moléculas orgánicas.

Afecta la bioactividad, persistencia y biodegradabilidad de pesticidas. Reduce el porcentaje de pesticida requerido para control efectivo.

- Reacciones con algunas sales.

Los ácidos húmicos al ponerse en contacto con ciertas bases forma sales, aunque la mayoría de dichas sales (cálcicas, magnésicas, férricas, de aluminio y de manganeso) son prácticamente insolubles en agua; otra como los humatos de potasio, amonio y sodio se disuelven en ella. Esta solubilidad en líquidos alcalinos, que en ciertas condiciones se puede encontrar en el suelo es de enorme significación (Kononova, 1982).

#### ❖ **Características biológicas**

Los ácidos húmicos tienen efectos estimulantes en el crecimiento de microorganismos aeróbico, especialmente los que descomponen celulosa, almidón y proteína; con la adición de pequeñas cantidades de ácido húmico (10 ppm) aumenta en forma descomunal, favorece la fertilidad del suelo (G.B.M, 1992).

El incremento en la población de microorganismos del suelo influyen, entre otros aspectos, en la descomposición de la materia orgánica fresca (hojarasca), en la fijación de N atmosférico y en la porosidad y aireación del suelo (G.B.M., 1992).

### **Efectos de los ácidos húmicos sobre los diferentes tipos de suelos.**

#### **❖ Los suelos pesados arcillosos.**

Los ácidos húmicos airean los suelos pesados y mejoran su estructura. De esta manera el agua, los elementos nutritivos y las raíces pueden penetrar más fácilmente en el suelo (DEAQ, 2000).

#### **❖ Los suelos ligeros arenosos**

En los suelos arenosos con muy poco humus, los ácidos húmicos envuelven las partículas de arena, incrementan la capacidad de intercambio Catiónico (CIC) y la capacidad de retención de humedad y de los elementos nutritivos.

Por lo tanto los ácidos húmicos evitan la lixiviación hacia las aguas subterráneas de los elementos nutritivos, sobre todo del nitrato. Estos elementos nutritivos son retenidos en el suelo con el agua así que quedan disponibles para las plantas.

### ❖ Los suelos ácidos

Debido a su alta capacidad tampón, los ácidos húmicos neutralizan los suelos ácidos. El estrés para las raíces de las plantas causado por el ácido se reduce. Los ácidos húmicos fijan e inmovilizan los elementos nocivos para las plantas, particularmente el aluminio y los metales pesados. De esta manera la toxicidad se reduce y se libera el fosfato unido por el aluminio (DEAQ, 2000).

### ❖ Los suelos alcalinos

Por causa de su alto pH muchos elementos nutritivos vitales y muchos oligoelementos no están a disposición de las plantas. Por la formación de complejos, los ácidos húmicos amortiguan el alto pH y convierten los elementos nutritivos y los oligoelementos en forma disponibles para las plantas. El fosfato bloqueado por el calcio se libera de nuevo y así se convierte en disponible para las plantas.

### ❖ Los suelos secos

Los ácidos húmicos aumentan la capacidad de retención de humedad del suelo. Por lo tanto también en períodos secos las plantas tienen agua a su disposición. De esta manera se evitan situaciones de estrés causadas por sequía y el derroche de agua se reduce (DEAQ, 2000).

### **❖ Los suelos de erosión**

Si se añaden ácidos húmicos, las sustancias orgánicas del suelo superior se acumulan. La erosión se reduce considerablemente por un aumento de la formación de raíces y por complejos estabilizantes de arcilla humus (G.B.M., 1992)

### **❖ .Los suelos salinos**

Debido a la alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) de los ácidos húmicos, las sales se liberan (p.ej. Ca y Mg), los cationes se unen y forman quelatos. La alta presión osmótica en la zona de las raíces se reduce (G.B.M., 1992).

### **❖ Efectos sobre las raíces**

La capacidad de absorción de elementos nutritivos por las raíces se incrementa a causa de la capacidad del intercambio catiónico y por esto el rendimiento aumenta de un 30%(Omega, 1989).

### ❖ **Crecimiento de las plantas**

Por un incremento de la fotosíntesis y de la asimilación de las células el contenido de azúcar y de vitaminas aumenta (G.B.M., 1992).

### **Química de los compuestos húmicos**

El ácido húmico es la fracción de los compuestos húmicos insolubles en ácidos con carga negativa. Su color va desde color oscuro hasta el negrozco. El ácido fúlvico es el material sobrante en la solución una vez que se ha extraído el ácido húmico por acidificación. Tiene carga negativa y es soluble en álcalis y ácidos. Su color va desde ligeramente amarillo al café amarillento. El ácido húmico es la fracción insoluble del humus tanto en ácidos como en álcalis. Su color es negro (CEA, 2001).

### **Funciones físicas de los ácidos húmicos.**

- Incrementa la aireación del suelo.
- Incrementa la capacidad de almacenamiento de agua.
- Mejora la fertilidad del suelo.
- Ayudan a la transformación de residuos del suelo.
- Mejoran la germinación de las semillas.
- Hacen al suelo más fácil de desintegrar.
- Reducen la erosión del suelo.

### **Funciones química.**

- Promueven la conversión de un alto número de elementos en disponibles a las plantas.
- Poseen alta capacidad de intercambio de iones.
- Participan en la descomposición de rocas y minerales.
- Incrementa las propiedades buffer del suelo.
- Son ricas en sustancias orgánicas e inorgánicas esenciales para las plantas.
- Incrementa el porcentaje de nitrógeno total del suelo

### **Funciones biológica.**

- Estimula el crecimiento de la planta por aceleración de la división celular, incrementa el rango de desarrollo en el sistema radicular, incrementa la cantidad producida de materia seca.
- Incrementan la germinación y viabilidad de la semilla.
- Incrementa el contenido vitamínico de las plantas.
- Estimulan el crecimiento y proliferación de microorganismos deseables en el suelo.
- Ayudan a la fotosíntesis.
- Estimula las enzimas de las plantas.

## **Los ácidos húmicos en la fisiología de la planta.**

Los ácidos húmicos presentan ciertos efectos en la planta, como el traslado de nutrientes desde las raíces hasta la parte aérea y del exterior de las hojas hasta los sitios de acumulación; incremento de la permeabilidad de las membranas y favorecen los procesos energéticos de las plantas relacionadas con la respiración; son activadores y estabilizadores de algunas enzimas, además de estimular algunas reacciones, procesos y funciones bioquímicas y fisiológicas de las plantas, incrementando la biomasa total de la planta, peso fresco y peso seco, entre otras (Omega, 1989).

Ayudan a un desarrollo temprano de las plantas, recuperando el estrés de transplante, mayor expansión foliar, incremento del sistema radicular, etc. (G.B.M., 1992).

Se debe tener en cuenta que concentraciones muy elevadas de ácido húmico pueden tener efectos desfavorables debido al balance fisiológico (Omega, 1989).

Los ácidos húmicos regulan el estado óxido – reductor del medio en que se desarrollan las plantas. Cuando el oxígeno es insuficiente, los humatos facilitan la respiración de la planta debido a la presencia de oxígenos en las sustancias húmicas, que aceptan el hidrógeno en la oxidación de sustancias en los tejidos vegetales.

Omega 1989, demostró el efecto de las sustancias húmicas en tejidos de almacenamiento del betabel (*Beta vulgaris* L), sobre su actividad metabólica.

Descubrió que los tejidos incrementaron su peso fresco en un 50%, el cual es expresado en su capacidad de absorber sales minerales y en las actividades de varias enzimas. Una de estas es la invertasa, la cual es asociada continuamente con el crecimiento celular.

Las sustancias húmicas pueden estimular o inhibir la absorción de iones por las plantas. Contribuyendo a éste efecto tenemos: la concentración de materia húmica (Visser, 1986), el peso molecular y los grupos funcionales presentes, en particular la proporción de grupos carboxilos y fenolicos (Dell' Angola y Nardi, 1986; Visser, 1986).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del sitio experimental

El presente trabajo se realizó en el área de invernaderos del Vivero de la Benemérita Escuela Normal de Coahuila (BENC), que está ubicado en el centro de la ciudad de Saltillo Coahuila a 1600 media sobre el nivel del mar.



### Clima

El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 14 a 18 °C y la precipitación media anual en el centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros con régimen de lluvias en los meses de abril,

mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre; los vientos predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. la frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte noreste y suroeste.

### **Características del invernadero**

El invernadero en el cual se realizó el presente trabajo de investigación consta de las siguientes características: es de tipo capilla, con cubierta de plástico calibre 500.

### **Mejoradores de suelo**

Se utilizaron los siguientes coloides para mejorar la estructura física, química y biológica y así mismo de la retención de humedad del suelo.

#### **Zeolita**

Las zeolitas son minerales secundarios originados por la acción lixivante de aguas termales sobre feldespatos o feldespatoides. Son aluminosilicatos con cavidades de dimensiones moleculares de 3 a 10 angstrom. Se encuentran constituidas por aluminio, silicio, hidrógeno, oxígeno, y un número variable de moléculas de agua. Y son empleadas por sus propiedades de intercambio catiónico, empleándose para ablandar el agua (rebajar el contenido en  $\text{Ca}^{2+}$  del agua). Y por el tamaño de los canales las son capaces de absorber diferentes

moléculas, por lo que resultan muy apropiadas como elementos tamizadores moleculares.

Su estructura cristalina está formada por tetraedros que se reúnen dando lugar a una red tridimensional, en la que cada oxígeno es compartido por dos átomos de silicio, formando así parte de los minerales tectosilicatos.

### **Ácidos húmicos H -85**

Ácidos húmicos al por ciento de alta concentración y suspendibilidad, desarrollado para aplicaciones en fertirriego, y son moléculas complejas orgánicas, se derivan del mineral leonardita, una forma oxidada de lignito, y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición, y facilita la adición de materia orgánica de alta concentración para optimizar su cultivo, por lo tanto el agua lo cual garantiza su rápida absorción y asimilación metabólica por la planta, y tienen efectos positivos sobre todas las propiedades físicas del suelo, permite mejorar las propiedades del suelo y por tanto mejorar las cosechas de los cultivos.

## MATERIALES UTILIZADOS

### Enraizadores

Se utilizaron los siguientes enraizadores para acelerar el crecimiento de raíz de esquejes utilizando las dosis de 1/2ml, 1ml, 2ml y 1/2gr, 1gr, 2gr por litro de agua.

### RAIZFOL

<b>Análisis garantizado</b>	<b>%en peso</b>
<b>Zinc (zn)</b>	4.00%
<b>Acido fulbito</b>	4.00%
<b>Acido cítrico</b>	0.50%
<b>Aminoácido libre</b>	2000ppm
<b>Acido naftalenacetico</b>	2000ppm
<b>Acido indolbutico</b>	1000ppm
<b>Materia vegetal</b>	35.50%
<b>Diluyente y a condicionantes</b>	55.30%

## RAIZAL 400

<i>ingrediente activo</i>	<i>en porciento %</i>
nitrógeno total (n)	9.0%
Fosforo disponible (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	45%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	11.0%
Magnesio (Mg)	0.6%
Azufre	0.8%
Fitohormonas	400ppm

## MAGIC ROOT

<i>garantía de composición</i>	<i>en porciento %</i>
Nitrógeno elemental (N)	12%
Nitrógeno amoniacal	12%
Fosforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	60%

---

<b>Potasio soluble (K<sub>2</sub> O)</b>	0%
<b>Auxinas</b>	2900ppm
<b>Acido fulvico</b>	2%

---

### ***SUSTRATOS***

- ❖ perlita,
- ❖ peatt moss o turba,
- ❖ vermiculita.

### **Preparación de los sustratos**

Se utilizo una mezcla de peatt moos, perlita y vermiculita a una relación de 2:1:1

### **Material vegetal**

Las especies vegetales que se eligieron para realizar la investigación fuero Coleos (coleus Blumei), belén (impatiens walleriana) y arbolito (portulacaria afra).

Para el enraizamiento de los esquejes se utilizaron charolas de plástico de 6 cavidades

### **Plantacion**

La plantación se realizó manualmente el día 28 de septiembre del 2008, colocando los esquejes en las charolas.

### **Aplicación de los coloides**

La aplicación de los coloides se realizo manualmente aplicándolos en el sustrato en el área de la raíz. Se aplico 0.2 gr de cada uno de los coloides orgánico (Humus) e inorgánico (Arcilla)

### ***Riegos***

Los riegos se realizaron manualmente y con una frecuencia de 24 hrs. Con una manguera a la cual se le coloco una regadera, de tal manera que los sustratos siempre tuvieran suficiente humedad para el buen desarrollo de las plántulas y evitar el estrés hídrico.

## ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

### TRATAMIENTOS

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS		
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita mas coloide (HUMUS)	RAIZOL	1/2ML		
			1		
			2		
COLEUS		mas coloide (HUMUS)	MAGIC ROOT	1/2gr	
				1gr	
				2gr	
ARBOLITO			mas coloide (HUMUS)	RAIZAL 400	1/2gr
					1gr
					2gr
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita mas coloide (ARCILLA)			RAIZOL	1/2ML
					1
					2
COLEUS		mas coloide (ARCILLA)		MAGIC ROOT	1/2gr
					1gr
					2gr
ARBOLITO			mas coloide (ARCILLA)	RAIZAL 400	1/2gr
					1gr
					2gr
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita			RAIZOL	1/2ML
					1
					2
COLEUS		peatt moos, perlita, vermiculita		MAGIC ROOT	1/2gr
					1gr
					2gr
ARBOLITO			peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZAL 400	1/2gr
					1gr
					2gr

## **Variables evaluadas**

**Numero de hojas** se realizó la primera evaluación 15 días después de plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación. El conteo de las hojas se realizó manualmente quitándole una por una de las hojas en la plántula.

**Peso de hoja** se realizó la primera evaluación 15 días después de la plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación, después de haber contabilizado las hojas se pesaron en una balanza granatada previamente calibrada.

**Peso de tallo** se realizó la primera evaluación 15 días después de la plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación. Para obtener el peso del tallo se utilizó una balanza obteniendo el peso en gramos.

**Peso de raíz** se realizó la primera evaluación 15 días después de la plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación. Se utilizó una balanza para obtener los pesos de raíz y se realizó manualmente esta variable.

**Longitud de raíz** se realizó la primera evaluación 15 días después de la plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación. Para

obtener los datos de esta variable se utilizó una regla y se realizó manualmente la medición de longitud de raíz obteniendo el resultado en cm.

**Diámetro de tallo** se realizó la primera evaluación 15 días después de la plantación y la segunda evaluación 30 días después de la plantación. Los datos de esta variable se obtuvieron con la utilización de un vernier dándonos los datos en mm.

### **Diseño experimental**

*El diseño experimental utilizado para este trabajo fue un bloque en parcelas divididas*

### **Modelo Estadístico**

*El modelo estadístico del diseño empleado en el presente trabajo es:*

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + \beta_j + n_{ij} + v_k + (RV)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

*i = a nivel del actor que requiere la unidad experimental grande (sustratos).*

*K = b nivel del actor que requiere la unidad experimental pequeña.  
(enraizadores).*

$j = r$  número de repeticiones.

$\mu =$  *media general*.

$A_{ij} =$  efecto del factor sustratos a nivel  $j$ .

$\beta_j =$  efecto de repetición  $j$  – esma.

$n_{ij} =$  error inter bloque (interacción  $V \times$  reps.); con la suposición  $n_{ij} \sim N(0, \sigma_n^2)$ .

$v_k =$  efecto del factor a nivel de enraizadores a nivel  $k$ .

**(RV)**  $i_k =$  efecto de interacción de niveles  $i$  y  $k$  de sustratos.

$\epsilon_{ijk} =$  error intrabloque (sustratos  $\times$  enraizadores.); con la suposición  $\epsilon_{ijk} \sim N(0, \sigma_n^2)$ .

## RESULTADOS

### ARBOLITO

#### Numero de hojas

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 2gr obtuvo un promedio de 30.5 hojas por plantas. Seguido del sustrato (peatt moos, perlita, vermiculita mas humus) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 2ml presento un promedio de 30 hojas por planta. (Grafica 1, anexo 1.)

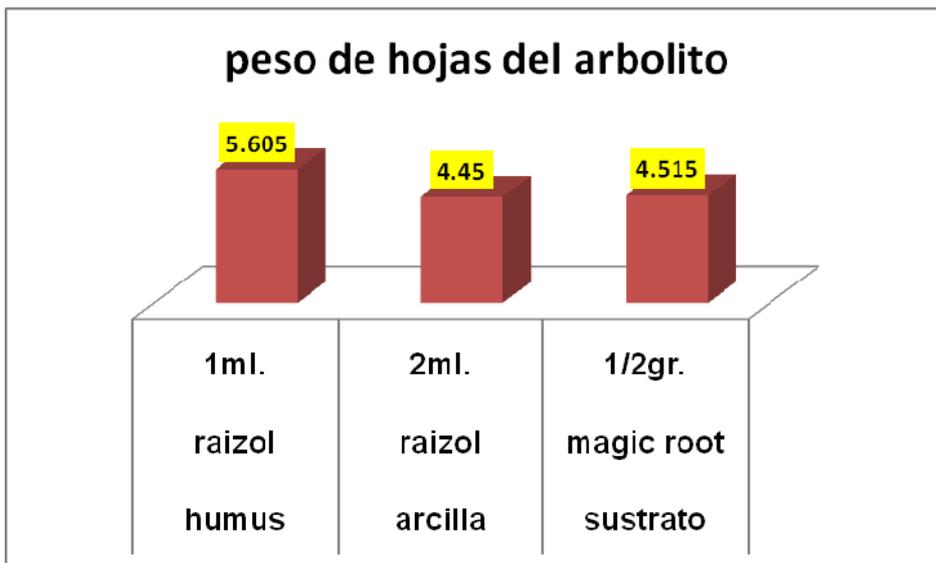
Grafica 1.- Número de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



### **Peso de hojas**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que los sustratos (peat moss, perlite, vermiculite plus humus) with the application of the rooter raizol at a dose of 1ml obtained an average of 5.605 gr of leaf weight per plant. Followed by the substrate (peat moss, perlite, vermiculite) with the application of the rooter magic root at a dose of 1/2 gr presented an average of 4.515 gr of leaf weight per plant. (Graph 2, annex 2.)

**Grafica 2.-peso de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis**



### Peso de tallo

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita más arcilla) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1/2gr obtuvo un promedio de 3.505 gr de peso de tallo por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita más humus) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 2ml presentó un promedio de 2.945 gr de peso de tallo por planta. (Gráfica 3, anexo 3)

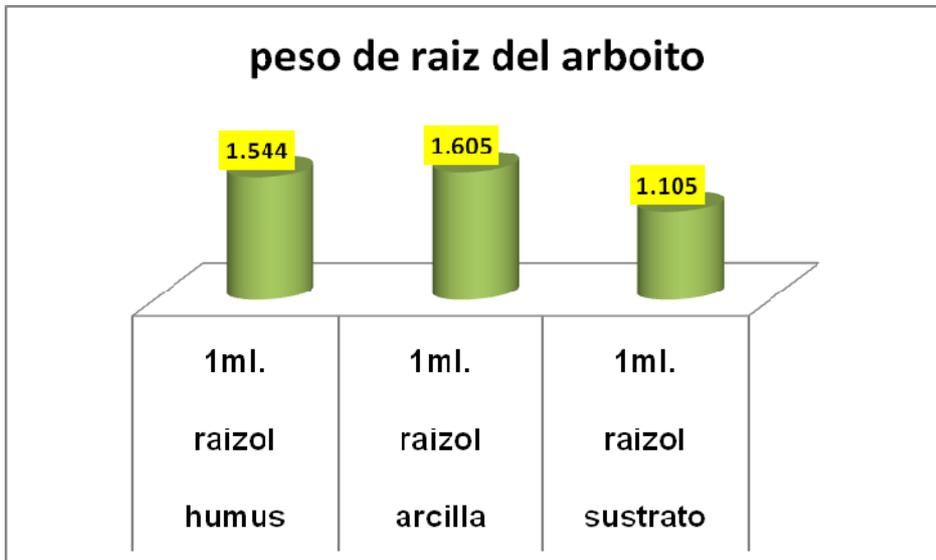
**Gráfica 3.-peso del tallo de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.**



## Peso de raíz

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita más arcilla) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml obtuvo un promedio de 1.605gr de peso de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita más humus) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1 ml presentó un promedio de 1.544gr de peso de raíz por planta. (Gráfica 4, anexo 4.)

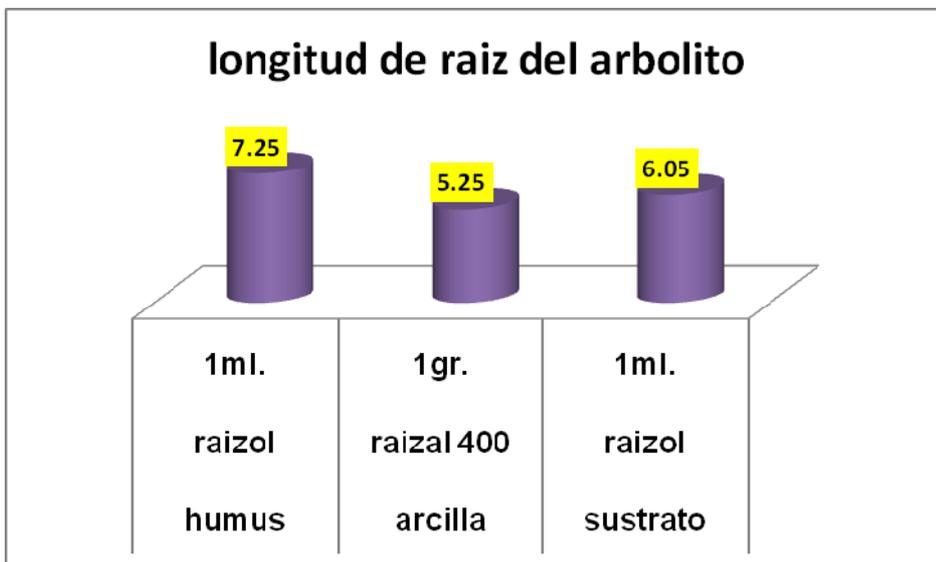
**Gráfica 4.-peso de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis**



### Longitud de raíz

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita mas humus) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml obtuvo un promedio de 7.25cm de longitud de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml presento un promedio de 6.05cm de longitud de raíz por planta (Gráfica 5, anexo 5.)

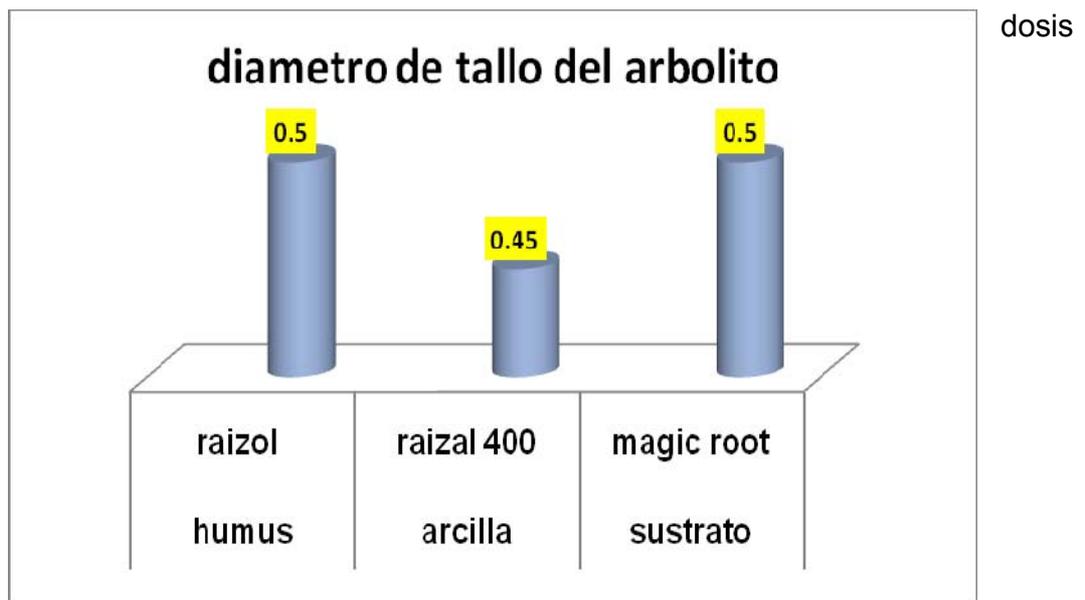
**Gráfica 5.- longitud de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.**



## Diámetro de tallo

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Observando un promedio de 0.5 a 0.45mm de diámetro de tallo en los diferentes sustratos, enraizadores y dosis. (Gráfica 6, anexo 6.)

**Gráfica 6.-** diámetro de tallo en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y



## ANALISIS DE VARIANZA DE LA BIOMASA DEL ARBOLITO

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	1	85.367188	85.367188	0.1589	0.723
FACTOR A	2	796.753906	399.376953	0.7413	0.574
ERROR A	2	1074.750000	537.3750000		
FACTOR B	2	324.882813	162.441406	0.6911	0.540
UNTERACCION	4	712.531250	178.132813	0.7579	0.589
ERROR B	6	1410.238281	235.039719		
TOTAL	17	4404.523438			

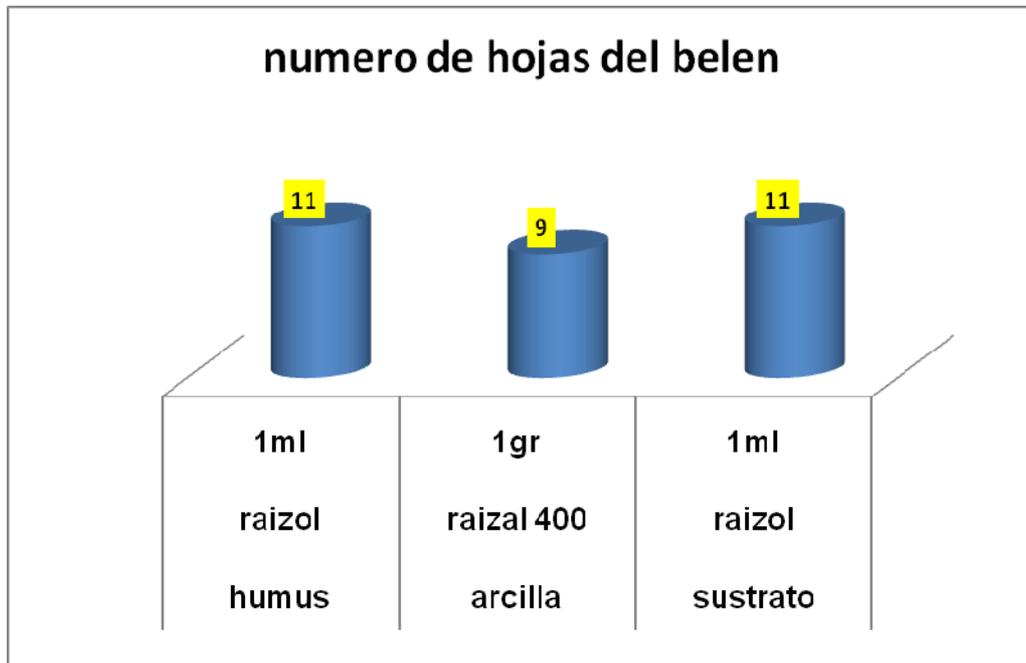
**C.V. < ERROR B > = 30.88%**

## BELEN

### Numero de hojas

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas humus) y (peatt moos, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1 ml. Fueron los que obtuvieron un número mayor de hojas promediando 11 hojas por planta. (Gráfica 7 anexo 7.)

Grafica 7.- Número de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

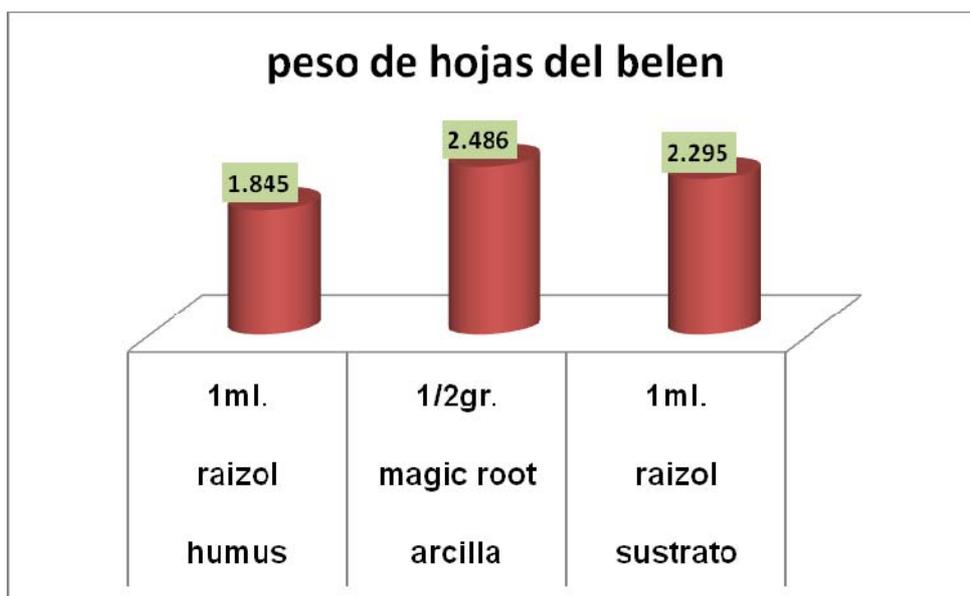


### **Peso de hojas**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1/2gr obtuvo un promedio de 2.486 gr de peso de hojas por plantas. Seguido del sustrato (peatt moos, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml

presento un promedio de 2.295 gr de peso de hojas por planta. (Gráfica 8, anexo 8)

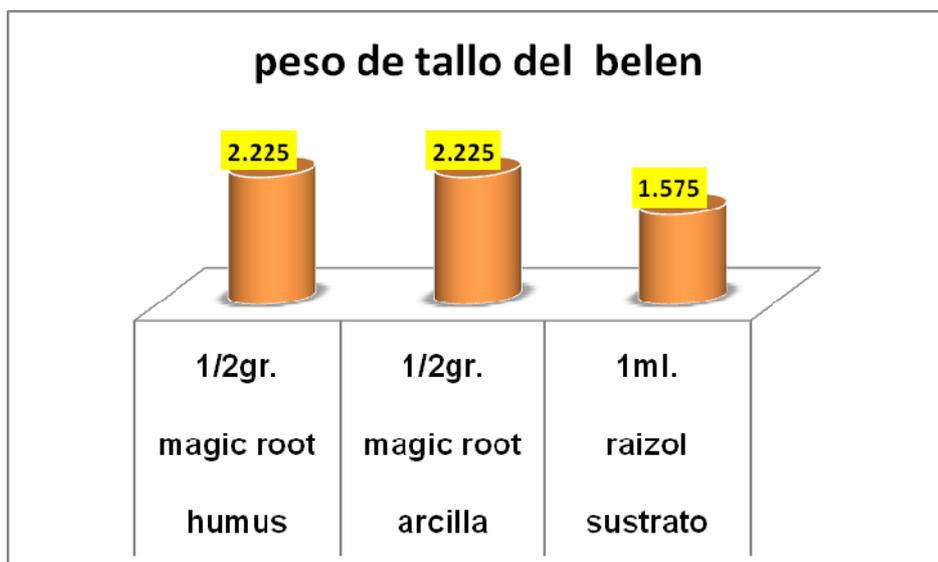
Grafica 8.- peso de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



### Peso de tallo

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas humus) y (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1/2gr. Fueron los que presentaron un promedio de 2.255gr de peso de tallo por planta. (Gráfica 9, anexo 9.)

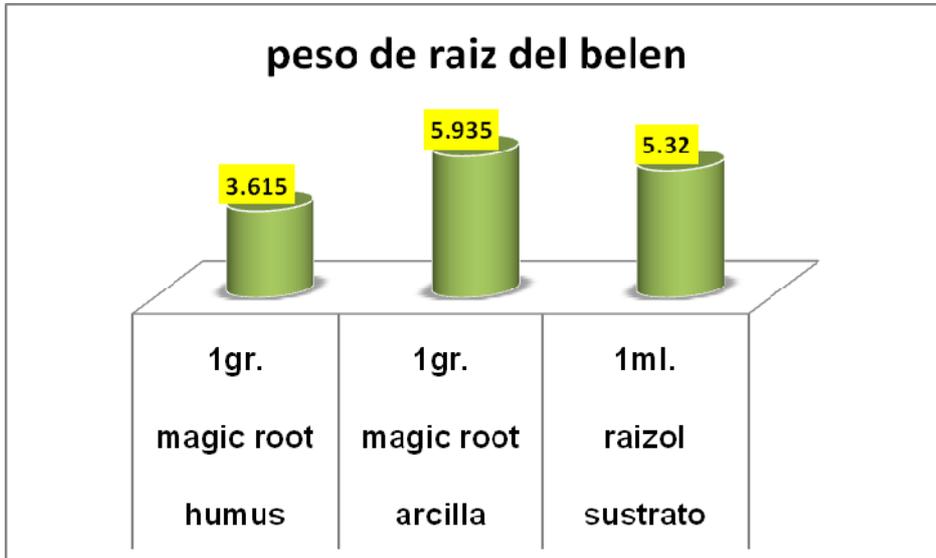
Grafica 9.-peso del tallo de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis



**Peso de raíz**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1gr obtuvo un promedio de 5.935gr de peso de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peatt moos, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1 ml presento un promedio de 5.32gr de peso de raíz por planta. (Gráfica 10, anexo 10.)

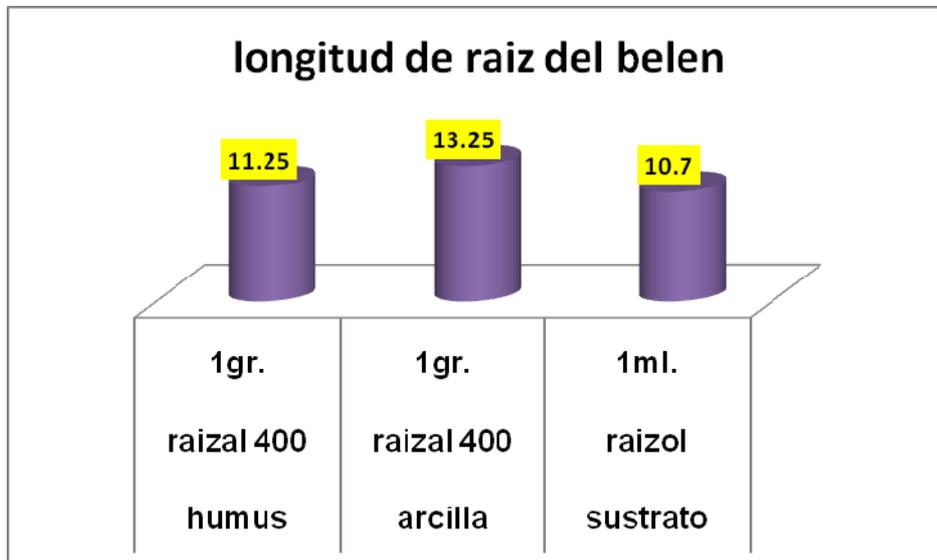
Grafica 10.-peso de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



**Longitud de raíz**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1gr obtuvo un promedio de 13.25cm de longitud de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peatt moos, perlita, vermiculita, más humus) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1gr presento un promedio de 11.25cm de longitud de raíz por planta. (Gráfica 11, anexo 11)

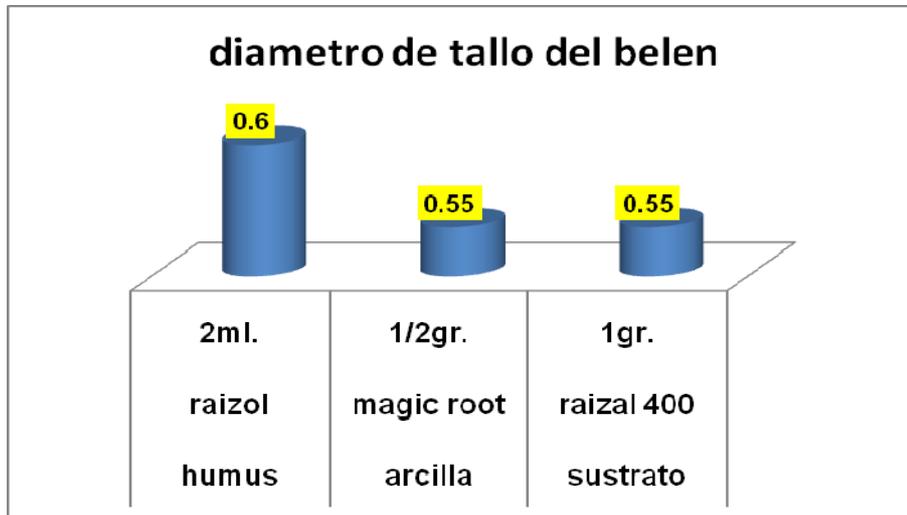
Grafica 11.-longitud de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



### **Diámetro de tallo**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Observando un promedio de 0.6 a 0.55mm de diámetro de tallo en los diferentes sustratos, enraizadores y dosis. (Gráfica 12, anexo 12.)

Grafica 12.- diámetro de tallo en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis



#### ANALISIS DE VARIANZA DE LA BIOMSA DEL BELEN

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	1	283.219727	283.219727	9.9377	0.087
FACTOR A	2	354.138672	177.069336	6.2131	0.140
ERROR A	2	56.999023	28.499512		
FACTOR B	2	44.9425781	22.462891	0.5771	0.593
UNTERACCION	4	260.766602	65.191650	1.6747	0.272
ERROR B	6	233.561523	38.926922		
TOTAL	17	1233.611328			

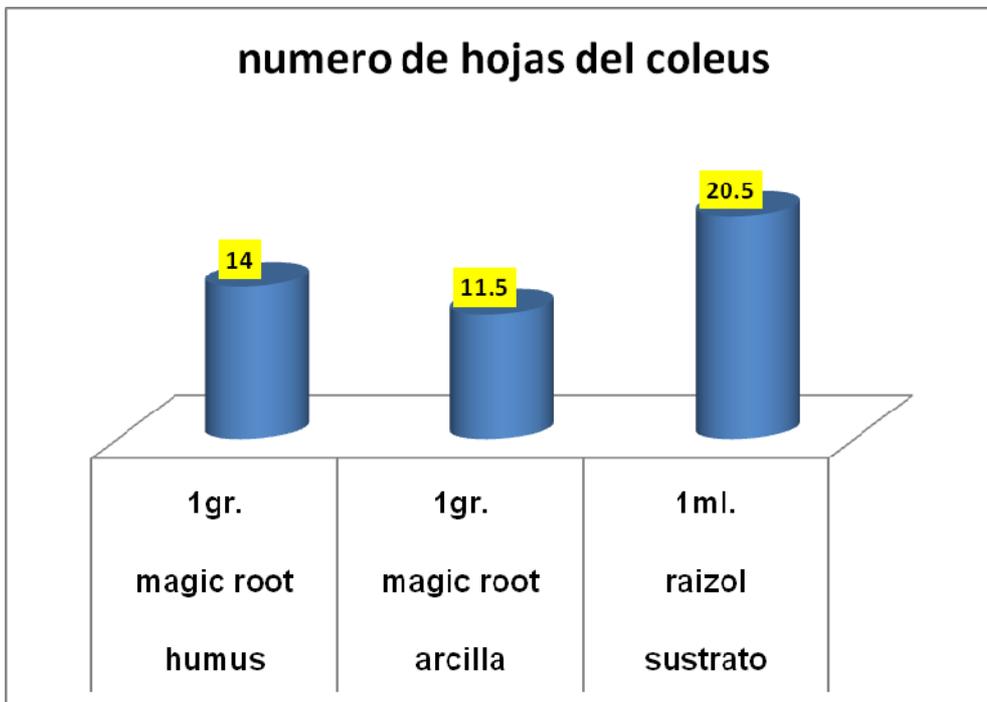
C.V. <ERROR B> = 28.20%

## COLEUS

### Numero de hojas

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml obtuvo un promedio de 20.5 hojas por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita mas humus) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1gr presento un promedio de 14 hojas por planta. (Gráfica 13, anexo 13)

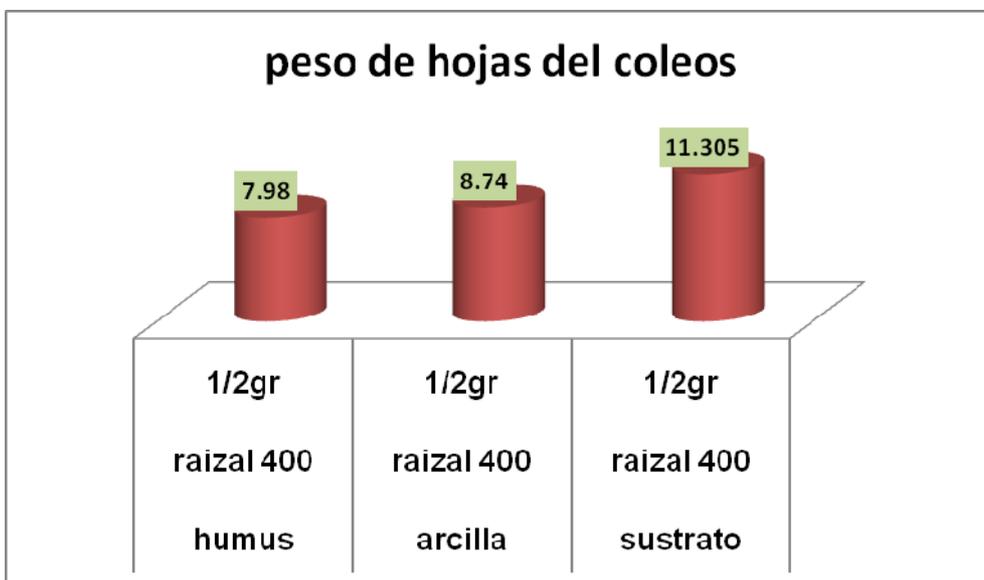
Gráfica 13.- Número de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



## **Peso de hojas**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peatt moos, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1/2gr obtuvo un promedio de 11.305 gr de peso de hojas por plantas. Seguido del sustrato (peatt moos, perlita, vermiculita mas arcilla) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1/2 gr presento un promedio de 8.74 gr de peso de hojas por planta. (Gráfica 14, anexo 14)

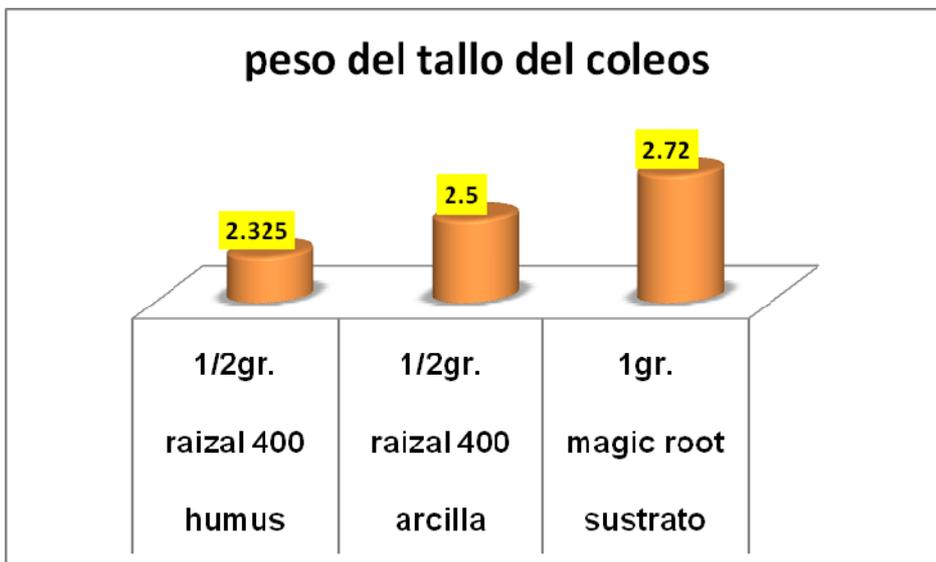
**Grafica 14.-peso de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis**



## Peso de talla

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observo que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita mas humus) con la aplicación del enraizador raizal 400 a una dosis de 1/2gr obtuvo un promedio de 2.325gr de peso de tallo por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1 gr presento un promedio de 2.72gr de peso de tallo por planta. (Gráfica 15, anexo 15)

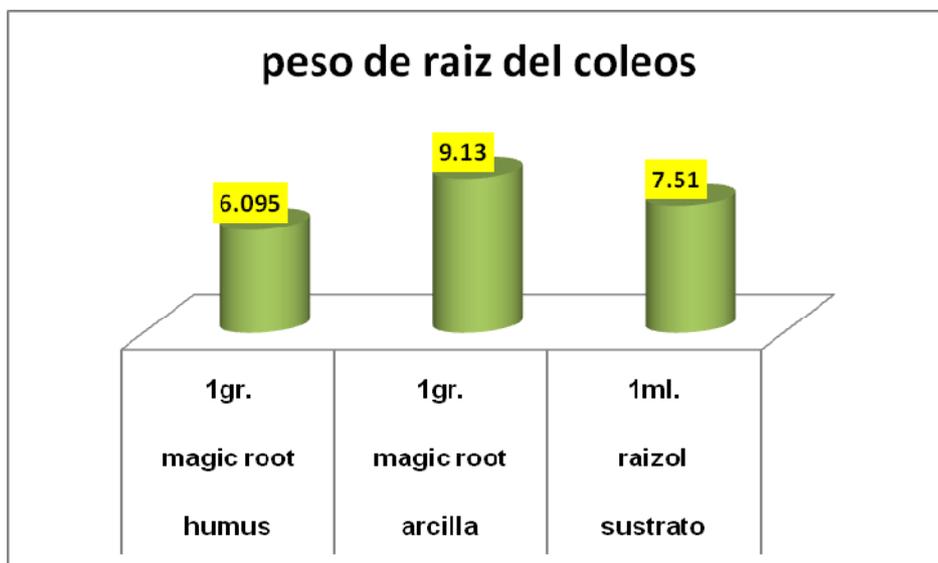
Grafica 15.- peso del tallo de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



## **Peso de raíz**

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita más arcilla) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1gr obtuvo un promedio de 9.13gr de peso de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita) con la aplicación del enraizador raizol a una dosis de 1ml presentó un promedio de 7.51gr de peso de raíz por planta. (Gráfica 16, anexo 16.)

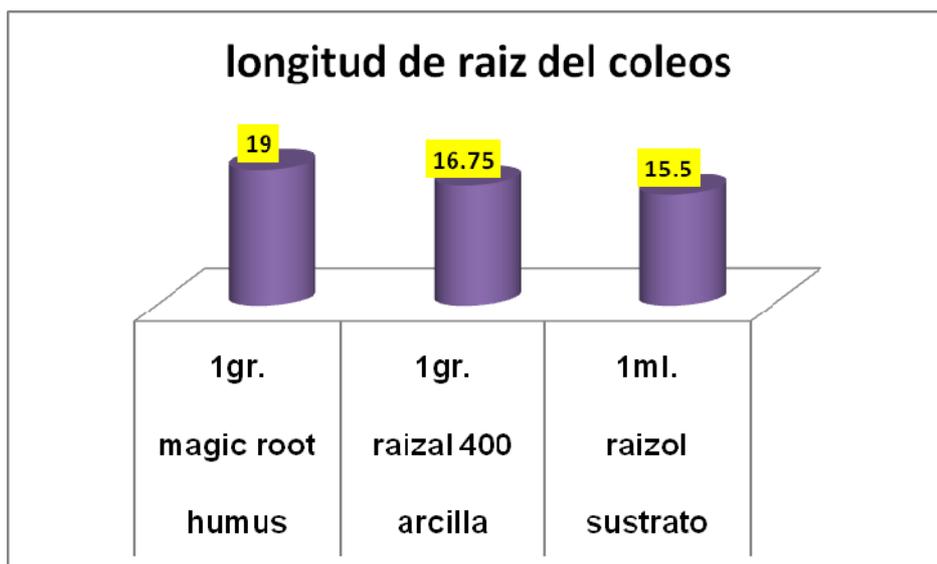
**Gráfica 16.**-peso de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



## Longitud de raíz

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que los sustratos (peat moss, perlita, vermiculita más humus) con la aplicación del enraizador magic root a una dosis de 1gr obtuvo un promedio de 19cm de longitud de raíz por plantas. Seguido del sustrato (peat moss, perlita, vermiculita, más arcilla) con la aplicación del enraizador rizal 400 a una dosis de 1gr presentó un promedio de 16.75cm de longitud de raíz por planta. (Gráfica 17, anexo 17)

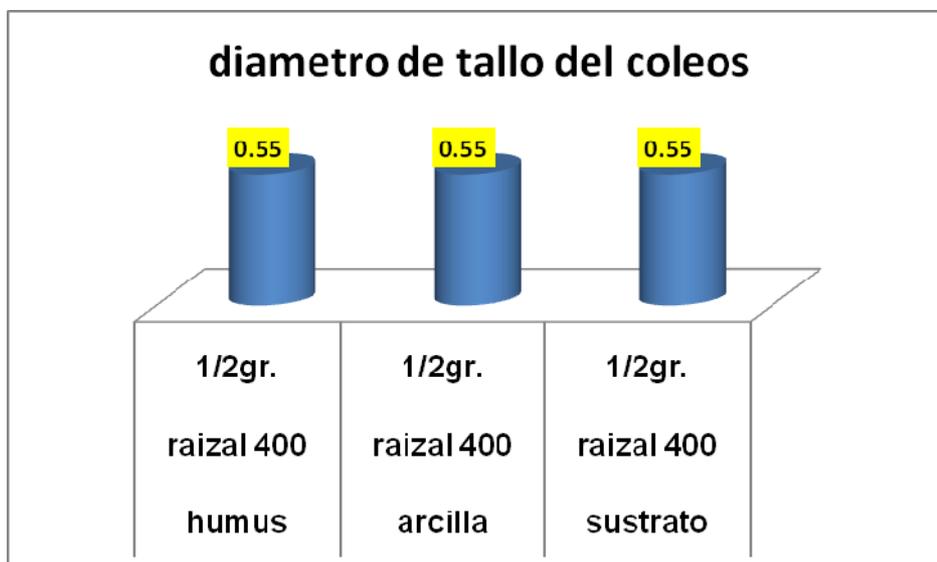
**Gráfica 17.**-longitud de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.



## Diámetro de tallo

Al realizar el análisis de los resultados en esta variable y en esta especie se observó que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. Observando un promedio de 0.55 a 0.5mm de diámetro de tallo en los diferentes sustratos, enraizadores y dosis. (Gráfica 18 anexo 18)

**Gráfica 18.-** diámetro de tallo en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis



**ANALISIS DE VARIANZA DE BIOMASA DEL COLEOS**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>REPETICIONES</b>	1	555.558594	555.558594	12.6922	0.069
<b>FACTOR A</b>	2	27.859375	13.929688	0.3182	0.758
<b>ERROR A</b>	2	87.542969	43.771484		
<b>FACTOR B</b>	2	125.300781	62.650391	0.2746	0.771
<b>UNTERACCION</b>	4	77.562500	19.390625	0.0850	0.981
<b>ERROR B</b>	6	1369.058594	228.176437		
<b>TOTAL</b>	17	2242.882813			

**C.V. □ ERROR B □ = 28.36%**

## DISCUSIÓN

Para la variable número de hojas el factor más importante al parecer fue el enraizador ya que tuvo mayor efecto sobre la variable. Obteniendo el mayor promedio de número de hojas.

Para la variable peso de hojas el factor más importante al parecer fue el sustrato que fue en el que se observó mayor promedio en el peso de hojas.

Para la variable peso de tallo el factor más importante al parecer fue el enraizador ya que tuvo más efecto sobre la variable. Observando el mayor promedio en el peso de tallo.

Para la variable peso de raíz el factor más importante al parecer fue el enraizador ya que tuvo mayor efecto sobre la variable. Observando mayor promedio en el peso de raíz.

Para la variable longitud de raíz el factor más importante al parecer fue el enraizador ya que se tuvo mayor efecto sobre esta variable. Observando el mayor promedio en la longitud de raíz.

## CONCLUSIONES

- ❖ Bajo las condiciones que se realizó el presente trabajo se pudo concluir que los enraizadores fueron los que provocaron mayor efecto en las variables evaluadas independientemente del sustrato que se utilizó.
  
- ❖ De los enraizadores evaluados con el que mejor resultado obtuvimos en las variables evaluadas fue el raizol.
  
- ❖ La dosis con la que se obtuvo mejor resultado en las variables evaluadas fue con 1ml.
  
- ❖ La especie vegetal que obtuvo la mejor longitud de raíz en el menor tiempo es el coleo

## BIBLIOGRAFIA

**Abad, B.M. (1993).** Sustratos. Características y propiedades. Curso superior de especialidad sobre: cultivos sin suelo. FIAPA. Almería España .

**Ansorena, M.J.; Y Gojeonola (1994)** sustratos, propiedades y caracterización. 1ª Edición Mundial; presa Barcelona, España.

**Aleksandrova, I.V. ( 1994)** Interacion of structure units and the strength of their Fixation in molecules of himic – like substances. Eurasia soil Science.

**Ballesteros – olmos, F.(1992)** Substratos para el cultivo de plantas ornamentales, hojas divulgadas (noviembre) misterios de la agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España.

**Bohn Hinrich., (1993),** Química de suelos, 1da, Edición, Editorial Limusa

**Bures, S. (1997).** Sustratos “Materiales que se utilizan o que pueden ser utilizados como sustratos de cultivo”. Editorial Limusa, Mexico.

**Bunt, A.C. (1998)** media and mixes for container – Grown plants 2ª Ed. Unwin Hymanltd., London.

**Cadahia, V.H. (1998).** Fertilización. Ediciones Mundi – Prensa. España.

**Calderón, F. (1989).** El cultivo hidropónico, Manual práctico. Publicidad Artes – Graficas Diseños. Bogotá, Colombia.

**Cruz, M. J. M.(2001).** Ácidos húmicos y fulvicos en papa (Solanum tuberosum L.) en la sierra de artiaga, coahuila, tesis de licenciatura, UAAAN, Buena vista , Saltillo. Coahuila, México.

**Chen y and Aviad. (1990).** Efecto of humic substances on plan growth; contribution from seagram center of soil and water science. In “humic substances in soil crop sciences; selected readings” , MacCarthy, C.E.; R.L. Clapp; Malcon and P.R. Blom (Eds) Sci.1990. Soc. A.m. Inc., Madison Wisconsin, U.S.A. P161-182.

**G.B.M. (1992)** primera reunión para la organización, programación del desarrollo y servicio técnico, saltillo, coah. México.

**Omega Agro Industrial S.A. de C.V. (1989).** Departamento de Investigación y Desarrollo y Servicios Técnicos. Saltillo, coah., México.

**Palomares, R. (1990).** Revista frutales. No.12 años, 4 C.N.P.H. México.

**DEAQ (Diccionario de Especialidades Agropecuarias). 2000.** Editorial PLM, S.A de C.V. Edición No 10. Pp. 506

**Kononova, M.M. (1982).** MATERIAL ORGANICO de suelo 1ª Ed. Editorial OIKOS – TAN. S.A. Barcelona. España.

**Stevenson, F.J. (1982).** Role and function on humus In soil with emphasis on adsorption of herbicides an chelation of micronutrient. Bio.scl

**Mortvedt, J.J., Giordano. P.M., Lindsay, W.L. (1983)** micronutrientes en la agricultura, 1ª Ed. A.G.T. Editor S.A. México, DF.

**Narro, F.E.A (1987).** Física de los suelos con en foque Agrícola .U.A.A.A.N. Buenavista, saltillo, México.

#### **Consulta en línea**

<http://articulos.infojardin.com/plantas/coleo-coleus.htm>

<http://en.wikipedia.org/wiki/Coleus>

<http://fichas.infojardin.com/perennes-anuales/coleus-blumei-coleo-cretona.htm>

<http://fichas.infojardin.com/bonsai/portulacaria-afra-arbusto-efante-bonsai.htm>

<http://fichas.infojardin.com/crasas/portulacaria-afra-arbusto-japones-arbol-hierba-efantes.htm>

<http://es.gardening.eu/plantas/Plantas-suculentas/Portulacaria-afra/881/>

[http://www.galeriabonsai.com/ficha\\_portulacaria](http://www.galeriabonsai.com/ficha_portulacaria)

## ANEXOS

**Cuadro 1.-** Numero de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	NUMERO DE HOJAS
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2ml	20.5
			1ml	25.5
			<b>2ml</b>	<b>30</b>
	HUMUS	MAGIC ROOT	1/2gr	29
			1gr	14.5
			2gr	23
	RAIZAL 400		1/2gr	18
			1gr	20
			2gr	23.5
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2m,l	23
			1ml.	14
			2ml.	27.5
	ARCILLA	MAGIC ROOT	1/2gr	18
			1gr	13.5
			<b>2gr</b>	<b>30.5</b>
	RAIZAL 400		1/2gr	23.5
			1gr	9.5
			2gr	24.5
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2ml.	24.5
			1ml	13.5
			2ml.	23
	MAGIC ROOT		1/2gr	20.5
			1gr	18
			2gr	15.5
	RAIZAL 400		<b>1/2gr</b>	<b>26.5</b>
			1gr	14.5
			2gr	21.5

**Cuadro 2.-peso de hojas en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis**

<b>ESPECIE</b>	<b>SUSTRATO</b>	<b>ENRAIZADOR</b>	<b>DOSIS</b>	<b>PESO DE HOJA</b>
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml.	4
			<b>1 ml.</b>	<b>5.605</b>
			2 ml.	4.325
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	4.18
			1gr	3.405
			2gr	3.175
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	3.695
			1gr	5.02
			2gr	3.885
		<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>
1 ml.	3.24			
<b>2 ml.</b>	<b>4.45</b>			
<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr			3.165
	1gr			3.005
	2gr			3.735
<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr			3.835
	1gr			2.74
	2gr			4.305
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita			<b>RAIZOL</b>
		1 ml.	3.325	
		2 ml.	2.57	
		<b>MAGIC ROOT</b>	<b>1/2gr</b>	<b>4.515</b>
			1gr	4.375
			2gr	2.355
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	3.49
			1gr	3.005
			2gr	3.62

Cuadro 3.-peso del tallo de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE TALLO	
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml.	2.72	
			1 ml.	1.715	
			<b>2 ml.</b>	<b>2.945</b>	
		HUMUS	MAGIC ROOT	1/2gr	2.35
				1gr	1.035
				2gr	2.77
	RAIZAL 400	1/2gr	2.865		
		1gr	1.63		
		2gr	2.425		
	ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml.	2.495
				1 ml.	1.175
				2 ml.	2.505
ARCILLA			MAGIC ROOT	1/2gr	2.07
				1gr	1.29
				2gr	3.075
RAIZAL 400		<b>1/2gr</b>	<b>3.505</b>		
		1gr	0.28		
		2gr	2.235		
ARBOLITO		peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	<b>1/2 ml.</b>	<b>2.795</b>
				1 ml.	1.12
				2 ml.	2.3
	MAGIC ROOT		1/2gr	2.48	
			1gr	1.475	
			2gr	2.385	
	RAIZAL 400	1/2gr	2.295		
		1gr	1.055		
		2gr	2.695		

Cuadro 4.-peso de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE RAIZ		
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml.	0		
			<b>1 ml.</b>	<b>1.544</b>		
			2 ml.	0		
		MAGIC ROOT	1/2gr	0		
			1gr	1.175		
			2gr	0		
		RAIZAL 400	1/2gr	0		
			1gr	1.365		
			2gr	0		
		ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml.	0.17
					<b>1 ml.</b>	<b>1.605</b>
					2 ml.	0.28
MAGIC ROOT	1/2gr			0		
	1gr			0.915		
	2gr			0		
RAIZAL 400	1/2gr			0		
	1gr			1.135		
	2gr			0		
ARBOLITO	peatt moos, perlita, vermiculita			RAIZOL	1/2 ml.	0
					<b>1 ml.</b>	<b>1.105</b>
					2 ml.	0
		MAGIC ROOT	1/2gr	0		
			1gr	0.86		
			2gr	0		
		RAIZAL 400	1/2gr	0		
			1gr	0.826		
			2gr	0		

**Cuadro 5.- longitud de raíz de arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis**

<b>ESPECIE</b>	<b>SUSTRATOS</b>	<b>ENRAIZADOR</b>	<b>DOSIS</b>	<b>LONGITUD DE RAIZ</b>
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	0
			<b>1 ml</b>	<b>7.25</b>
			2 ml	0
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0
			1gr	6.25
			2gr	0
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0
			1gr	4.25
			2gr	0
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	1
			1 ml	5.05
			2 ml	1.5
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0
			1gr	3
			2gr	0
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0
			<b>1gr</b>	<b>5.25</b>
			2gr	0
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	0
			<b>1 ml</b>	<b>6.05</b>
			2 ml	0
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0
			1gr	5.15
			2gr	0
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0
			1gr	5.9
			2gr	0

**Cuadro 6.- diámetro de tallo en arbolito por efecto del sustrato, enraizador y dosis**

<b>ESPECIE</b>	<b>SUSTRATOS</b>	<b>ENRAIZADOR</b>	<b>DOSIS</b>	<b>DIAMETRO DE TALLO</b>
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	<b>1/2ml</b>	<b>0.5</b>
			<b>1 ml</b>	<b>0.5</b>
			<b>2 ml</b>	0.4
		<b>MAGIC ROOT</b>	<b>1/2gr</b>	<b>0.45</b>
			<b>1gr</b>	0.35
			<b>2gr</b>	<b>0.45</b>
		<b>RAIZAL 400</b>	<b>1/2gr</b>	0.5
			<b>1gr</b>	0.4
			<b>2gr</b>	<b>0.5</b>
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	<b>1/2 ml</b>	0.4
			<b>1 ml</b>	0.35
			<b>2 ml</b>	0.4
		<b>MAGIC ROOT</b>	<b>1/2gr</b>	<b>0.45</b>
			<b>1gr</b>	0.4
			<b>2gr</b>	<b>0.5</b>
		<b>RAIZAL 400</b>	<b>1/2gr</b>	<b>0.45</b>
			<b>1gr</b>	0.3
			<b>2gr</b>	0.4
<b>ARBOLITO</b>	peatt moos, perlita, vermiculita	<b>RAIZOL</b>	<b>1/2ML</b>	<b>0.5</b>
			<b>1 gr</b>	<b>0.45</b>
			<b>2 gr</b>	0.4
		<b>MAGIC ROOT</b>	<b>1/2gr</b>	<b>0.5</b>
			<b>1gr</b>	0.4
			<b>2gr</b>	<b>0.45</b>
		<b>RAIZAL 400</b>	<b>1/2gr</b>	0.5
			<b>1gr</b>	0.35
			<b>2gr</b>	0.35

Cuadro 7.- Numero de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	NUMERO DE HOJAS
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	6.5
			<b>1 ml</b>	<b>11</b>
			2 ml	9
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	8
			1gr	7
			2gr	6.5
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	6
			1gr	8
			2gr	5.5
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	7
			1 ml	8
			2 ml	5
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	7.5
			1gr	8.5
			2gr	6
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	7
			<b>1gr</b>	<b>9</b>
			2gr	5.5
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	3.5
			<b>1 ml</b>	<b>11</b>
			2 ml	7
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	5
			1gr	6
			2gr	3
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	4.5
			1gr	7.5
			2gr	4.5

Cuadro 8.- peso de hojas en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE HOJAS
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml	0.705
			<b>1 ml</b>	<b>1.845</b>
			2 ml	1.54
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.625
			1gr	1.225
			2gr	1.14
		RAIZAL 400	1/2gr	1.045
			1gr	1.105
			2gr	0.555
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml	0.675
			1 ml	1.095
			2 ml	0.675
		MAGIC ROOT	<b>1/2gr</b>	<b>2.486</b>
			1gr	1.86
			2gr	0.655
		RAIZAL 400	1/2gr	0.8
			1gr	1.68
			2gr	1.005
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	0.34
			<b>1 ml</b>	<b>2.295</b>
			2 ml	1.15
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.89
			1gr	0.915
			2gr	0.24
		RAIZAL 400	1/2gr	0.515
			1gr	1.11
			2gr	0.52

Cuadro 9.-peso del tallo de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE TALLO
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	1.65
			1 ml	1.245
			2 ml	2.16
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	<b>2.255</b>
			1gr	0.67
			2gr	1.295
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	1.385
			1gr	0.98
			2gr	1.21
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	1.585
			1 ml	0.965
			2 ml	1.195
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	<b>2.255</b>
			1gr	1.12
			2gr	1.44
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	1.475
			1gr	1.53
			2gr	1.195
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	1.05
			<b>1 ml</b>	<b>1.575</b>
			2 ml	1.345
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	1.11
			1gr	0.775
			2gr	1.14
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0.545
			1gr	1.54
			2gr	1.335

Cuadro 10.-peso de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE RAIZ
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml	0.57
			1 ml	3.98
			2 ml	0
		MAGIC ROOT	1/2gr	0
			<b>1gr</b>	<b>3.615</b>
			2gr	2.06
		RAIZAL 400	1/2gr	1.13
			1gr	3.49
			2gr	0.94
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml	0.58
			1 ml	3.335
			2 ml	0.73
		MAGIC ROOT	1/2gr	3.54
			<b>1gr</b>	<b>5.935</b>
			2gr	1.31
		RAIZAL 400	1/2gr	0.5
			1gr	5.36
			2gr	1.07
BELEN	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	0.425
			<b>1 ml</b>	<b>5.32</b>
			2 ml	0
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.605
			1gr	1.435
			2gr	0
		RAIZAL 400	1/2gr	0.525
			1gr	2.52
			2gr	0.88

Cuadro 11.-longitud de raíz de belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	LONGITUD DE RAIZ
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	7.5
			1 ml	9.75
			2 ml	0
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0
			1gr	9.5
			2gr	6.5
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	5
			<b>1gr</b>	<b>11.25</b>
			2gr	4
		<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>
1 ml	10.75			
2 ml	2.5			
<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr			6.7
	1gr			9.5
	2gr			6
<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr			2.25
	<b>1gr</b>			<b>13.25</b>
	2gr			3.4
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita			<b>RAIZOL</b>
		<b>1 ml</b>	<b>10.7</b>	
		2 ml	0	
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0.5
			1gr	8
			2gr	0.5
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	4
			1gr	9.5
			2gr	4.7

Cuadro 12.- diámetro de tallo en belén por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	DIAMETRO DE TALLO		
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	0.45		
			1 ml	0.5		
			<b>2 ml</b>	<b>0.6</b>		
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0.5		
			1gr	0.5		
			2gr	0.45		
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0.4		
			1gr	0.4		
			2gr	0.35		
		<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	0.4
					1 ml	0.4
					2 ml	0.45
<b>MAGIC ROOT</b>	<b>1/2gr</b>			<b>0.55</b>		
	1gr			0.5		
	2gr			0.4		
<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr			0.35		
	<b>1gr</b>			<b>0.55</b>		
	2gr			0.4		
<b>BELEN</b>	peatt moos, perlita, vermiculita			<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	0.25
					1 ml	0.5
					2 ml	0.45
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	0.4		
			1gr	0.35		
			2gr	0.3		
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	0.3		
			1gr	0.5		
			2gr	0.35		

Cuadro 13.- Numero de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	NUMERO DE HOJA
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2ml	10
			1 ml	12
			2 ml	7.5
	HUMUS	MAGIC ROOT	1/2gr	9.5
			<b>1gr</b>	<b>14</b>
			2gr	9
		RAIZAL 400	1/2gr	12
			1gr	9.5
			2gr	7.5
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	9
			1 ml	8.5
			2 ml	9.5
	ARCILLA	MAGIC ROOT	<b>1/2gr</b>	<b>11.5</b>
			1gr	11
			2gr	8
		RAIZAL 400	1/2gr	8
			1gr	7.5
			2gr	8.5
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	6.5
			<b>1 ml</b>	<b>20.5</b>
			2 ml	9
		MAGIC ROOT	1/2gr	9.5
			1gr	15.5
			2gr	9.5
		RAIZAL 400	1/2gr	12.5
			1gr	8.5
			2gr	7

Cuadro 14.-peso de hojas en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE HOJA
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml	6.085
			1 ml	3.115
			2 ml	4.625
		MAGIC ROOT	1/2gr	5.84
			1gr	2.635
			2gr	7.5
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>7.98</b>
			1gr	1.45
			2gr	6.785
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml	6.155
			1 ml	1.655
			2 ml	5.07
		MAGIC ROOT	1/2gr	8.5
			1gr	2.565
			2gr	5.5
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>8.74</b>
			1gr	1.675
			2gr	5.03
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	2.205
			1 ml	2.25
			2 ml	5.1
		MAGIC ROOT	1/2gr	6.665
			1gr	3.29
			2gr	5.655
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>11.305</b>
			1gr	1.56
			2gr	3.86

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	PESO DE TALLO
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita) <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	2.09
			1 ml	1.49
			2 ml	1.785
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	1.27
			1gr	1.87
			2gr	1.715
		<b>RAIZAL 400</b>	<b>1/2gr</b>	<b>2.325</b>
			1gr	1.19
			2gr	1.825
COLEUS  Cuadro 15.- peso del tallo de coles por efecto del sustrato, enraizador y dosis.	peatt moos, perlita, vermiculita) <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	2.015
			1 ml	2.1
			2 ml	0.915
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	1.635
			1gr	2.075
			2gr	1.075
		<b>RAIZAL 400</b>	<b>1/2gr</b>	<b>2.5</b>
			1gr	1.31
			2gr	1.17
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	0.62
			1 ml	1.975
			2 ml	1.725
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	1.575
			<b>1gr</b>	<b>2.72</b>
			2gr	1.265
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	2.63
			1gr	2.44
			2gr	0.99

Cuadro 16.-peso de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis.

ESPECIE	SUSTRATOS	ENRAIZADOR	DOSIS	PESOS DE RAIZ		
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2ml	2.665		
			1 ml	2.25		
			2 ml	0.17		
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	2.57		
			<b>1gr</b>	<b>6.095</b>		
			2gr	4.005		
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	4.2		
			1gr	4.075		
			2gr	3.685		
		COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	2.825
					1 ml	6.205
					2 ml	1.56
<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr			4.265		
	<b>1gr</b>			<b>9.13</b>		
	2gr			4.23		
<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr			3.62		
	1gr			5.325		
	2gr			2.89		
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita			<b>RAIZOL</b>	1/2 ml	0
					<b>1 ml</b>	<b>7.51</b>
					2 ml	1.86
		<b>MAGIC ROOT</b>	1/2gr	1.815		
			1gr	6.4		
			2gr	4.03		
		<b>RAIZAL 400</b>	1/2gr	7.22		
			1gr	6.645		
			2gr	1.61		

Cuadro 17.-longitud de raíz de coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	LONGITUD DE RAIZ
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml	6.65
			1 ml	16
			2 ml	1
		MAGIC ROOT	1/2gr	7.7
			<b>1gr</b>	<b>19</b>
			2gr	8.75
		RAIZAL 400	1/2gr	9.5
			1gr	16
			2gr	8.5
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml	6.9
			1 ml	11.25
			2 ml	6.5
		MAGIC ROOT	1/2gr	9.25
			1gr	13
			2gr	10.75
		RAIZAL 400	1/2gr	7
			<b>1gr</b>	<b>16.75</b>
			2gr	8.1
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	0
			<b>1 ml</b>	<b>15.5</b>
			2 ml	5.75
		MAGIC ROOT	1/2gr	4.75
			1gr	11.15
			2gr	9.25
		RAIZAL 400	1/2gr	8.75
			1gr	12
			2gr	7.75

Cuadro 18.- diámetro de tallo en coleus por efecto del sustrato, enraizador y dosis

ESPECIE	SUSTRATO	ENRAIZADOR	DOSIS	DIAMETRO DE TALLO
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>HUMUS</b>	RAIZOL	1/2ml	0.45
			1 ml	0.45
			2 ml	0.4
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.5
			1gr	0.5
			2gr	0.45
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>0.55</b>
			1gr	0.5
			2gr	0.5
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita <b>ARCILLA</b>	RAIZOL	1/2 ml	0.45
			1 ml	0.5
			2 ml	0.35
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.4
			1gr	0.5
			2gr	0.4
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>0.55</b>
			1gr	0.45
			2gr	0.45
COLEUS	peatt moos, perlita, vermiculita	RAIZOL	1/2 ml	0.35
			<b>1 ml</b>	<b>0.55</b>
			2 ml	0.35
		MAGIC ROOT	1/2gr	0.45
			1gr	0.5
			2gr	0.4
		RAIZAL 400	<b>1/2gr</b>	<b>0.55</b>
			1gr	0.5
			2gr	0.35