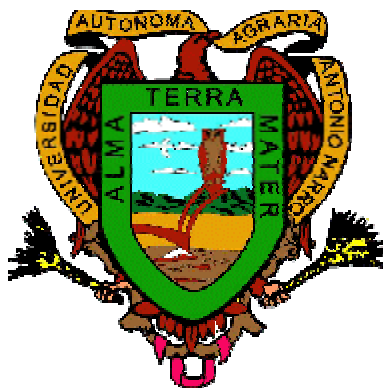


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO “**

DIVISION DE AGRONOMIA



**Influencia de la temperatura del sustrato sobre
el enraizamiento de estacas de *Hypericum* spp.**

Por:

JOEL RODRIGUEZ RUIZ

TESIS

*Presentada como requisito parcial para
Obtener el Título de:*

Ingeniero agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Octubre 2002

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO "
DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA DEL SUSTRATO
SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE HYPERICUM SPP.**

Por:

JOEL RODRIGUEZ RUIZ

T E S I S

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

APROBADA

M.C. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA
Asesor Principal

DR. ALFONSO ROJAS DUARTE.
Asesor

BIOL . MA. EUGENIA DEMESA E.
Asesor

DR. REYNALDO ALONSO VELASCO.
Coordinador de la división de agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
2002

Octubre

De todas las ocupaciones de las que deriva beneficio alguno, no hay ninguna tan amable, tan saludable y tan merecedora de la dignidad del hombre libre como la "agricultura".

Cicerón.

AGRADECIMIENTOS

A mi padre Dios por su infinita bondad y el haberme dado claridad de pensamiento y permitirme terminar satisfactoriamente este trabajo de tesis.

Deseo expresar y manifestar su más sincero agradecimiento por la disposición, apoyo y consejos que siempre me brindaron especialmente al M.C. Leobardo Bañuelos Herrera, Biol. Maria Eugenia Demesa, Dr. Alfonso Reyes López y M.C. Alfonso Rojas Duarte, quienes con su amplia experiencia, las sugerencias y opiniones aportadas permitieron la planeación, realización y culminación del presente trabajo.

A la empresa "Visaflor" por todas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

*A mi Alma Mater, que donde quiera que vaya recordare
que soy orgullosamente de "LA NARRO".*

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Joel A. Rodríguez Hernández.

Sra. Reyna Ruiz Pérez.

*Porque son el mejor regalo que Dios me ha dado, de quien
me siento orgulloso por ser unas personas dignas de admiración a
quienes doy las gracias por depositar su confianza en mí y
enseñarme a enfrentar con coraje sin bajar la cabeza ante los
momentos difíciles de la vida, con seguridad y confianza en mi
mismo.*

*Quienes pusieron el ejemplo a la superación con hechos y nunca
encontraron barreras inescalables para darme lo mejor.*

*Que el privilegio de ser profesionista sea mi más
sincero agradecimiento.*

A mis hermanos:

Ma. Del Rosario Rodríguez Ruiz

David Rodríguez Ruiz

Ana Gabriela Rodríguez Ruiz

*Por su apoyo, comprensión y por su confianza que
depositaron en mi para alcanzar esta meta.*

A mis abuelos:

Sr. Everardo Rodríguez Hernández.

Sra. Elodia Hernández Gómez.

Sr. Fidel Ruiz Pedraza. (+)

Sra. Piedad Pérez Pedraza.

A los cuales quiero mucho, quienes siempre de una u otra forma ayudaron para mi formación siempre les agradeceré todos los momento de animo y comprensión hacia mi..

INDICE GENERAL

	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	
....i	
DEDICATORIA.....	
....ii	
INDICE	DE
CUADROS.....	vii
INDICE	DE
FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	
....ix	
I.-	
INTRODUCCION.....	
...1	
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3

II.-	REVISION	DE
LITERATURA.....	4	
2.1	Historia	y
Origen.....	4	
2.2	Distribución geográfica	y
hábitat.....	5	
2.3	Clasificación	
botánica.....	6	
2.4 Características morfológicas.....	7	
2.4.1		
Tallo.....	7	
2.4.2		
Hojas.....	7	
2.4.3		
Inflorescencia.....	8	
2.4.4		
Flor.....	8	
2.4.5		
Fruto.....	8	
Desarrollo		
vegetativo.....	9	
Variedades.....	9	
Composición		
química.....	9	
Factores	climáticos	y
edáficos.....	11	

Sustrato.....	12
Clasificación.....	13
Sustrato	
ideal.....	14
Mezclas.....	15
El sustrato en el	
enraizamiento.....	15
Calentamiento	
sustrato.....	17
Ventajas de calentar el sustrato del	
invernadero.....	19
Sistemas de calefacción del suelo o	
sustrato.....	20
Calefacción localizada del sustrato por tuberías de	
agua	
caliente.....	20
Calefacción del suelo o sustrato por cable	
radiante.....	21
Sustratos caracterizados y su	
origen.....	24
Perlita.....	24
Tepojal.....	26

Fibra de coco o	
Germinaza.....	26
Importancia y ventajas de la propagación por	
estacas.....	27
Tipos	
estacas.....	27
Estacas de manera	
suave.....	28
Lesionado.....	29
Factores ambientales en el proceso de	
enraizamiento.....	30
Los reguladores de crecimiento y el	
enraizamiento.....	30
MATERIALES	Y
METODOS	33
Localización geográfica del área	
experimental.....	33
Materiales.....	33
Diseño	
experimental.....	34
Descripción de los	
tratamientos.....	35
Variables a evaluar y forma de	
evaluación.....	36

Metodología.....	37
RESULTADOS Y	
DISCUSION.....	39
Longitud de raíz.....	39
Longitud de brote.....	44
Peso de raíz.....	48
CONCLUSIONES Y	
RECOMENDACIONES.....	50
LITERATURA	
CONSULTADA.....	53
APENDICE.....	...
...	56

INDICE DE CUADROS

Cuadros	No.
Página	
Cuadro 1. Clave para determinar las especies de la familia hypericaceae Existentes en chile.....	7
Cuadro 2. Compuestos encontrados en extracto de Hypericum spp.....	10
Cuadro 3. Contenido de Hipericina en plantas de Hypericum spp.....	11
Cuadro 4. Productos y su origen de algunos sustratos utilizados en horticultura.....	12
Cuadro 5. Características físicas del Tepojal.....	26
Cuadro 6. Características físicas y químicas de la Fibra de Coco.....	26
Cuadro 7. Representación de las medias de los tratamientos correspondientes a la variable longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.....	40
Cuadro 8. Representación de las medias de los tratamientos correspondientes	

a la variable longitud de brote de estacas de Hypericum spp.....	45
Cuadro 9. Representación de las medias de los tratamientos correspondientes a la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.....	48
Cuadro 10. Comparación de medias para la variable longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.....	56
Cuadro 11. ANVAR para la variable longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.....	56
Cuadro 12. Comparación de medias para la variable longitud de brote de estacas de Hypericum spp.....	56
Cuadro 13. ANVAR par la variable longitud de brote de estacas de Hypericum spp.....	57
Cuadro 14. Comparación de medias para la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.....	57
Cuadro 15. ANVAR para la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.....	15

INDICE DE FIGURAS

Figura	No.
Página	
Figura 1. Influencia del calentamiento del sustrato sobre la longitud de raíz de estacas de <i>Hypericum</i> spp.....	41
Figura 2. Temperaturas registradas del sustrato para los tratamientos b1 (Testigo) y el tratamiento b2 (mejor tratamiento).....	42
Figura 3. Temperaturas del sustrato registradas para los tratamientos b3 Y b4.....	43
Figura 4. Influencia del calentamiento del sustrato sobre la longitud de brote de estacas de <i>Hypericum</i> spp.....	46
Figura 5. Influencia del calentamiento del sustrato sobre el peso de estacas de <i>Hypericum</i> spp.....	49

INTRODUCCION

En la República Mexicana la horticultura ornamental es la actividad de más alta rentabilidad económica dentro del sector agrícola. El valor de la producción de cultivos ornamentales por unidad de superficie es el más alto en comparación con otros grupos de cultivos. Contrastando con lo anterior, la superficie destinada a esa actividad es muy pequeña.

El censo agropecuario de 1994 revela que alrededor de 142 cultivos ornamentales son producidos en México a campo abierto, en un total de 7,981.415 has. en producción. Además de un total de 2,821 unidades de producción con invernadero, de las cuales el 71.4 % se dedica a la producción de ornamentales. El número de unidades de producción urbanas representan el 21.4 % del total. Los principales estados son: México, Chiapas, Distrito federal, Veracruz, Morelos y Puebla todos ellos con mas de 50 unidades de producción con invernadero y que en conjunto representan el 80.0% de la cifra nacional de unidades de producción con invernaderos dedicados a los ornamentales **(INEGI, 1994)**.

De acuerdo con estudios elaborados por el Centro de Comercio Internacional UNCTAD/GATT "Productos de la floricultura: estudio de mercados importantes Ginebra, 1987. México figura en el lugar 17, con una participación del 0.4 %, entre los principales exportadores de flores cortadas, que abastecen a los siete grandes mercados que abarca ese estudio: Alemania, Francia, Reino unido, Países bajos, Suiza, Estados Unidos y Canadá.

Es por eso que la especie ornamental Hypericum spp. conocida comúnmente en Europa como el hyperico, ha logrado atraer a los productores de nuestro país despertando, un gran interés en los últimos años, ya que cuenta con un potencial muy grande para su producción con fines ornamentales y farmacéuticos, además de ser muy redituable. El desarrollo de este cultivo es un fenómeno reciente en nuestro país y por ello es escasa la información, en lo que respecta a su producción a niveles comerciales como planta ornamental.

El cultivo de Hypericum spp. Es una ornamental nueva que es altamente redituable para su producción, ya que el costo para producir un paquete de 12 a 15 tallos que alcanzan una longitud de 20 a 30 cm. es de un precio de 30 a 45 pesos. Es por ello que este cultivo viene a ser una nueva alternativa de producción en nuestro país.

Los floricultores en los últimos años se han enfrentado al problema de lograr un rápido enraizamiento de estacas de esta especie para así obtener mayor cantidad de estacas enraizadas en menor tiempo, ya que los pedidos de esta planta ornamental se hacen cada día mayores, por ello el presente trabajo de investigación pretende una forma efectiva, adecuada y eficiente de propagación de esta especie, que le permita al productor obtener en un menor periodo enraizamiento de estacas con buena cantidad y calidad de raíz, para así contribuir a una mejor producción de este cultivo, ya que la propagación es el proceso que antecede a todo proceso productivo.

También cabe mencionar que es muy poca la información sobre este cultivo en nuestro país y en el mundo, ante esta escasez de información es redituable invertir en los diferentes procesos de producción de Hypericum spp. y esto a la vez nos generara información actual para futuras investigaciones.

En los invernaderos con calefacción puede ser interesante el empleo de un sistema de calentamiento del sustrato, motivado por la respuesta favorable que presenta sobre los cultivos tanto en las fases de germinación y enraizamiento de estacas y esquejes, como en la de crecimiento hasta el tamaño comercializable.

De acuerdo a lo anterior es importante prestarle mayor atención a la producción, propagación, etc. de esta planta ornamental tanto en invernadero como a campo abierto, ya que se cuenta con las instalaciones necesarias y adecuadas para este tipo de investigación.

Objetivo

.- Evaluar el efecto de tres niveles de calentamiento de dos sustratos sobre la cantidad y calidad de enraizamiento de estacas de Hypericum spp.

Hipótesis

.- No hay diferencia significativa entre cantidad y calidad de enraizamiento de estacas de Hypericum spp. como respuesta a diferentes niveles de calentamiento del sustrato.

REVISION DE LITERATURA

Historia Y Origen

El nombre *Hypericum* derivó de las palabras griegas hyper y eikon, la primera significa sobre arriba y la segunda aparición o imagen. Se cree que este nombre se derivó del antiguo uso que se le daba a esta planta, utilizada para espantar los malos espíritus. En la antigua Grecia (Dioscorides) recetaba hyperico para curar ciática, dolor de caderas y quemaduras de la piel.

Ya en los siglos XVI y XVII botánicos de la época mencionaban el uso de esta planta para liberar a personas de malos espíritus. Se utilizó también en varios ritos realizados durante la noche de San Juan para asegurar un año sin desgracias. Entre ellos, por ejemplo, poner una rama florecida bajo la almohada para así recibir la bendición de San Juan. Incluso fue asociada a símbolos astrológicos quedando bajo el signo de Leo y el dominio del sol.

Se le supone otro origen, y se estima que pudo haberse originado a partir de hyper, sobre y eikon, imagen; es decir, este termino vendría a ponderar su gran reputación como planta medicinal, e hyperikon o hypereikon significaría que está por encima de todo lo imaginable (**Bommer et al, 1993**).

Laguna(1727) menciona que el hypericum es una planta muy conocida por toda España a la cual se le suele llamar muy comúnmente corazoncillo, porque hace las hojas a manera de corazones pequeños.

Otros usos descritos en la historia antigua indican que fue utilizado como antidiarreico, antirreumático, diurético, antitumoral, antimordeduras de serpientes y muchos más **(Torres, 1838)**.

Sin embargo, en la época moderna su importancia disminuyó y sólo ha vuelto a ser mencionado en numerosas publicaciones en las últimas dos décadas como consecuencia de su acción antidepresiva.

Además de los efectos benéficos ya descritos, el hyperico es una maleza tóxica para los animales que la ingieren, especialmente aquellos de piel blanca. Los animales normalmente no la consumen, pero cuando escasea el forraje y la pradera natural se encuentra mayormente seca la planta está aún verde y en floración, lo que la hace aún más tóxica.

Distribución geográfica y hábitat

Originaria de Europa, donde crece preferentemente en los claros de los bosques y en suelos forestales no muy húmedos. Naturalizada en Estados Unidos de América, Australia, Norte de Africa y Nueva Zelanda.

El Hypericum habita en zonas asoleadas, boscosas poco densas, bordes de caminos, suelos semi-secos, linderos de caminos, setos, matorrales, pastizales, terraplenes y collados, desarrollándose desde nivel del mar hasta los 2000 metros **(Dachler y Pelzrann, 1989)**.

Existen aproximadamente 370 especies de *Hypericum* a nivel mundial. La especie *Hypericum perforatum* L. es nativo de Europa, Asia y el norte de Africa. Fue introducida a Estados Unidos, Sudamérica y Australia, donde hoy se encuentra naturalizada. A Chile fue introducida en 1940 y hoy en día se distribuye en bosques poco densos, plantaciones forestales jóvenes, bordes de caminos y praderas naturales degradadas. Es considerada una maleza en 21 países (**Campbell y Watson, 1994**).

En Chile existen tres especies del genero *Hypericum*, la primera de ellas es *Hypericum androsaemum* L. El cual se encuentra en las regiones VI y X, la segunda especie es *Hypericum* x *inodorum*, de acuerdo a algunos botánicos es un híbrido entre *H. androsaemum* L. e *H. hircinum* L. que se originó en Inglaterra alrededor de 1759.

Descripción Botánica

El *hypericum* es una planta ligeramente aromática, de la familia Hipericácea, habita en zonas soleadas, boscosas poco densas, bordes de caminos, suelos semi-secos y alturas (**Dachler y Pelzmann , 1989**).

Como se puede apreciar en el cuadro 1., las diferencias entre las tres especies son notables y más aun desde el punto de vista botánico, pero para personas no entrenadas puede prestarse a confusión.

Cuadro 2.1 Clave para Determinar las Especies de la Familia Hypericaceae existentes en Chile.

1. Hojas de 8 – 30 mm de largo	<u>Hypericum perforatum</u>
1. Hojas de 4 – 15 cm de largo.	
2. Estilos más cortos que el ovario. Pétalos tan largos o poco más cortos que los sépalos. Fruto maduro negro	<u>Hypericum androsaemum</u>
2. Estilos 2 – 3 veces más largos que el ovario. Pétalos más largos que los sépalos. Fruto maduro rojo o verde	<u>Hypericum</u> x <u>inodorum</u>

Fuente: Matthei ,1988.

Características morfológicas

El Hypericum spp. es una especie herbácea perenne de 30 a 140 cm de altura, erecta, glabra, rizomatoza.

Tallos

Sus tallos son glabros, verdes o con alguna coloración púrpura, y con dos líneas longitudinales opuestas.

Hojas

Las hojas son sésiles, opuestas, enteras, oblongo elípticas con numerosos puntos transparentes cuando se miran a contra luz. De la base de la inserción de cada hoja salen dos filetes muy delgados, generalmente purpúreos, que soldándose con los de la hoja opuesta, circundan completamente al tallo.

Inflorescencia

La inflorescencia es una cima compuesta con 25 a 100 flores cada una.

Flores

Las flores son amarillas hermafroditas, El cáliz esta formado por cinco lacinias, profundas, estrechas y agudas; y la corola de un amarillo oro con 5 pétalos lo doble de largos que el cáliz, en algunos casos, presentan manchas oscuras en el borde de ellos. Cada flor tiene entre 15 a 100 estambres agrupados de a tres, con filamentos y antéras amarillas, estas con un puntillo negro bien perceptible.

Fruto

El fruto es una cápsula ovoide en la que se encuentran 30 a 70 semillas. Una planta puede producir 30.000 semillas. Estas últimas miden menos de 1 mm, son de color café oscuro y entre 6 a 7 millones de semillas corresponden a 1 Kg. **(Campbell y Watson, 1994).**

Desarrollo vegetativo

En la base de los tallos floridos aparecen hacia fin de primavera, pequeñas yemas escamosas rojas, dichos botones comienzan a desarrollarse cuando cesa el efecto de dominancia ejercido por la inflorescencia apical; esto es, a partir de la fructificación. Entonces, evolucionan en cortos brotes rectos, lentamente, a menudo desplegados, en donde se desarrollan nuevos vástagos. A este tipo de formación, se agregan los nacidos de yemas radicales.

Variedades

Actualmente no existen variedades seleccionadas. Sin embargo algunas poblaciones de origen Europeo presentan características morfológicas apreciadas por los usuarios: poblaciones con menor relación tallos/hojas; poblaciones de tallo más resistentes, de floración uniforme etc.

Composición Química

En sus flores amarillas; hojas oblongas, con numerosos puntos transparentes al observarlas a contraluz; y en los tallos, se encuentran pequeñas glándulas negruzcas, que contienen el pigmento llamado hipericina. Ya en 1830 Buechner aisló desde esta planta un principio activo que denominó más tarde hipericina **(Alonso, 1997)**. **Wagner y Bladt (1994) y Franke et al (1997)** indican que los extractos de *Hypericum*

contienen a lo menos 10 grupos de compuestos que contribuyen a los efectos farmacológicos de éstos.

Cuadro 2.2 Compuestos encontrados en extracto de *Hypericum* spp.

COMPUESTO	CONCENTRACIÓN (%) BASE PESO SECO
Hipericina	0,086
Pseudohipericina	0,23
Hiperforina	2,80
Biapigenina	0,26
Rutina	0,28
Hiperosido	0,66
Isoquercitina	0,30
Quercitina	0,34

La concentración de hipericina puede variar hasta diez veces entre una planta y otra, ya que depende del estado fisiológico al momento de cosecha de la planta, la altura de cosecha y, también, de las condiciones ambientales en las que creció. En mas de treinta estudios científicos se ha demostrado que la planta de Hypericum spp. Tiene actividad antidepresiva, psicotrópica, antiviral, y los componentes hipericina y pseudohipericina, al parecer serian los responsables de esta respuesta (**Alonso, 1997**).

La mayor proporción de hipericina se encuentra en las estructuras florales, seguida de las hojas y luego del tallo, que contiene cantidades mínimas (Cuadro 2.3).

Cuadro 2.3 Contenido de Hipericina en Plantas de *Hypericum spp.*

CONTENIDO DE HIPERICINA (%) (BASE PESO SECO)		
ESTRUCTURA	AUTORES	
	Southwell y Campbell 1991	Berti et al., 1998
Flores	0,215	0,25 – 0,26
Anteras	--	2,30 – 2,96
Pétalos	--	0,05 – 0,39
Cápsulas	0,0730	--
Hojas superiores	0,0380	--
Hojas inferiores	0,0290	--
Tallo lateral	0,0120	--
Tallo principal	0,004	--
Hojas	--	0,059 – 0,116
Tallos	--	0,003 - 0,01

Factores climáticos y edáficos

De acuerdo a la literatura extranjera el hyperico florece en condiciones de fotoperíodo largo, es decir, cuando los días se alargan, situación que ocurre en el verano. Además, de que la concentración de

hipericina aumenta, probablemente como consecuencia de temperatura nocturnas menores que permiten una mayor acumulación de metabolitos secundarios, entre ellos la hipericina.

La mayoría de las experiencias de cultivo a nivel nacional se han desarrollado bajo condiciones de riego y a campo abierto principalmente en el Estado de México.

La especie se adapta a todo tipo de suelos, preferentemente ácidos. Sin embargo, la condición óptima para el cultivo la ofrecen suelos con buen drenaje y textura franca. Suelos con mal drenaje durante el invierno reducirán la sobre vivencia de plantas, acortando la vida productiva de la especie. Por esto, al utilizarse suelos arcillosos, en los cuales se acumula agua durante el invierno, deberán establecerse las plantas sobre camellones para evitar que el cuello de ella quede en contacto con el agua.

Sustrato

Abad (1993), aplica el término de sustrato en horticultura a todo material sólido al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de nutrición mineral.

Cuadro 3.4 Productos y su origen de algunos sustratos utilizados en horticultura.

Origen	Productos
Industria de la madera	Corteza, aserrín, viruta.
Residuos urbanos	Hojarasca, lodos de depuradora, residuos de jardinería y

	basuras.
Industria textil	Residuos de lino, lana y algodón.
Bioindustria	Gallinaza, estiércol de porcino y paja.
Industria alimentaria	Desechos de soya, desperdicio de negro de humo, residuos de frutas, café y lúpulo, paja, fibra de coco, cascarilla de arroz.
Industria del tabaco	Polvo y restos de hojas de tabaco.
Recursos naturales	Lignito.
Industria del papel	Corteza, lodos de depuración.
Industria siderúrgica	Escorias de fundición.

Phipps (1974) citado por **Tinus y Stephen (1979)**, nomina otros materiales utilizados también como medio de cultivo: arena, estiércol, turba, musgo fangoso, vermiculita, suelo superficial y algunos materiales sintéticos.

Clasificación

Winsor (1990) citado por Ansorena (1994), menciona que muchos autores clasifican los sustratos en orgánicos (turbas, cortezas, etc.) e inorgánicos o inertes (perlita, vermiculita y otros). Sin embargo esta última designación se basa principalmente en su estabilidad química o resistencia a la descomposición, lo puede inferir en una confusión, ya que muchos sustratos clasificados como inertes (vermiculita, zeolita y otros) poseen una importante actividad química, que es nula en otros orgánicos sintéticos.

Abad (1993) destaca 2 criterios de clasificación:

El primer criterio se basa en las propiedades de los materiales, y los describe de la siguiente manera:

.- Químicamente inertes: arena granítica o silícea, grava roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca etc.

.- Químicamente activos: turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulíficos, etc.

La diferencia entre ambos tipos es determinada por la capacidad de intercambio catiónico, propiedad físico-química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de nutrimentos por parte del 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 etc.

Ansorena (1994), demuestra que para obtener buenos resultados en el empleo de un material como sustrato, es necesario estudiar su aptitud como tal, mediante la determinación de sus propiedades físicas y sus características químicas.

Mezclas

Venator y Liegel (1985), señalan que las proporciones de los componentes de un sustrato afectan el crecimiento de las plantas al cambiar la porosidad, el drenaje, la aireación, disponibilidad de los nutrimentos, el desarrollo microbiológico, etc.

Tinus y Sthepen (1979), mencionan algunas razones para realizar buena mezcla, por ejemplo: ligereza en peso, uniformidad en composición, accesibilidad económica, fácil disponibilidad, carencia de plagas y enfermedades, alta capacidad de intercambio catiónico, elevada retención de humedad, buen drenaje y aireación.

Abad (1993), publica que es raro que un material reúna por si solo las características físicas, químicas y biológicas más adecuadas para unas determinadas condiciones de cultivo. Haciendo necesario en la mayoría de los casos mezclas con otros materiales, en distintas proporciones, para adecuarlo a las condiciones requeridas.

El sustrato en el enraizamiento

Las estacas de muchas especies de plantas enraízan con facilidad en gran diversidad de medios, pero en aquella que lo hacen con dificultad puede tener gran influencia el tipo de medio de enraizamiento que se emplee, no solamente en el porcentaje de estacas enraizadas, sino también en la calidad del sistema radical formado. Para el enraizamiento de estacas se puede utilizar diferentes materiales y mezclas. Para obtener buenos resultados se necesita que el medio reúna las características siguientes:

a).- El medio debe ser lo suficientemente firme y denso para mantener en su lugar las estacas durante el enraizamiento su volumen (sustrato humedecido - seco) debe mantenerse constante y no variar, además de que las unidades de propagación enraizadas puedan retirarse con facilidad.

b).- Debe tener capacidad de retención de humedad para no tenerlo que regar con demasiada frecuencia.

c).- Tiene que presentar porosidad para que permita una aireación adecuada.

Yin-Tung y Julian (1988), establecen que habrá un mayor crecimiento de raíces en sustratos que tienen poca porosidad.

d).- Debe estar libre de patógenos y semillas de maleza.

e).- No tener un alto nivel de sales.

f).- Debe poder ser esterilizado con vapor o sustancias químicas sin que sufra cambios, que provoquen efectos nocivos.

g).- Debe presentar una relación C:N , media.

h).- Debe presentar baja o nula C.I.C.

Fisher (1986), dice que el musgo esfagníneo es un producto destacado, para utilizarse como medio de enraizamiento en diferentes plantas y que sirve para el embellecimiento de jardines.

Hartmann y Kester (1988), mencionan que la arena sola, resulta satisfactoria como medio de enraíce y con la inmersión de las estacas y esquejes en fungicida ayuda a prevenir los ataques de enfermedades. Además mencionan que la mezcla para medios de enraizamiento es de 1 parte de perlita, 1 parte de suelo y 2 partes de musgo o aserrín.

Robey (1980), dice que la preparación de un medio de enraizamiento se debe utilizar mezclas de sustratos con excelente drenaje y buena retención de humedad, esto permite el buen crecimiento y función de las raíces.

Sustratos caracterizados y su origen

Perlita

Resh (1982), define a la perlita como un material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava. Este material recién sacado se

muele y cierne, calentándolo después en hornos a unos 1400° F, aquí el material se esteriliza y pierde toda molécula de agua que pudiera contener y se expande a otras partículas mas grandes con aspecto de semillas de esponjas muy ligeras y con un peso de 5 a 8 libras por pie cúbico. En las aplicaciones comerciales el tamaño de las partículas más utilizado es de 1/16 a 1/18 de pulgada. Es útil para incrementar la aireación de las mezclas, ya que por su estructura muy rígida da lugar a que el tamaño de las partículas disminuya conforme su uso. El tamaño mas fino es útil como medio de germinación, mientras que las partículas mayores son apropiadas para mezclar con turbas o partes iguales con arena.

La perlita es un material que después de ser molido y tamizado se expande por medio de calor a altas temperaturas, resultando así, un agregado blanco y ligero, con superficie rugosa capaz de retener mayor cantidad de agua que las gravas o bolitas de poliestireno. Su uso hortícola surge como mejorador de condiciones físicas en los medios de cultivo. Está exenta de elementos nutritivos y no tiene capacidad de intercambio catiónico (**Adams, 1984**).

Es básicamente un silicato de aluminio, con un 73 a 75% de SiO_2 y un 11 a 13% de Al_2O_3 , que proviene de las rocas volcánicas vítreas (grupo de las riolitas) que se han formado por enfriamiento rápido, constituyendo un material amorfo que contiene de 2 a 5% de agua combinada. Industrialmente este material se fragmenta en partículas de pequeño tamaño, se pre-calienta de 300 a 400 °C y se depositan en hornos a 1000 °C. El agua combinada se evapora rápidamente, expandiéndose el producto para formar un material particulado (agregados ligeros), con una densidad aproximada a 128 Kg / m³, cuando la roca original mostraba 1500 Kg / m³.

Es un material inerte, que no se descompone ni biológica, ni químicamente y desde el punto de vista práctico se puede considerar desprovista de nutrimentos, (**Abad, 1993**).

Los tipos de perlita en el mercado van de acuerdo al tamaño de partícula y a su densidad. Entre estos merecen mencionarse:

- 1.- tipo A13 constituido por la fracción gruesa (3 a 5 mm; densidad 120 Kg. / m³).
- 2.- Tipo B-12 formado por las fracciones medias y gruesas, junto con las fracciones finas (0 a 5 mm; densidad 105 a 125 Kg. / m³).
- 3.- Tipo B-9 constituida por las fracciones finas (0 a 1.5 mm; densidad 80 a 90 Kg. / m³).
- 4.- Tipo B-6 también constituido por las fracciones finas, pero con una densidad inferior (0 a 1.5 mm; densidad 50 a 60 Kg. / m³).

La perlita con la que trabajamos se encuentra disponible en el mercado en bultos de 16 kilogramos y pertenece al tipo B-12, que considera fracciones medias, gruesas y finas (0 a 5mm.).

Tepojal

El tepojal es un material pétreo (aquel material derivado de rocas que sea susceptible de ser utilizado como material de construcción, para la

fabricación de estos o como elemento de ornamentación), de color blanco grisáceo, inerte y de gran porosidad, barato y de fácil adquisición.

Cuadro 2.5 Características físicas del tepojal.

<u>Característica</u>	<u>Valor</u>
pH	6.9
C.E.	154.8 microsiemens / cm.
Da	2 g./ Kg.

Fibra de coco

La Germinaza es un material orgánico formado de cáscara de coco molida, es un producto comercial disponible que tiene buenos contenidos de fibra, CIC y porosidad.

Cuadro 2.6 Características físicas y químicas de la fibra de coco.

Característica	Valor
Índice de grosor	45%
MO	934 mgs/kg
Da	0.071 mgs/kg
Pt %	95.4
Pa %	20
PH	5.6
Conductividad dcms/cm	232(1)
Na mg/L	126
K mg/L	230(4)
Ca mg/L	28
Mg mg/L	6(1)
N-NH4 mg/L (N)	25(0)
N-NO3 mg/LI (N)	14(0)
CL mg/L	206
SO mg/L (SO4)	51

Fuente: Ansorena y Gojenola (1999).

() Índice de nutrientes según análisis químicos según el método ingles ADAS.

Calentamiento del Sustrato

Goldsberry, K.L. (1988). Hizo un estudio sobre la respuesta de la gerbera al calentamiento de la zona radical en sustrato de suelo y grava.

La producción de diferentes cultivares fue el 90% mayor en sustratos con calentamiento de zona radical que en los no calentados. Este calentamiento también provocó un incremento del 15% en la longitud del tallo.

La construcción de invernaderos ha permitido el desarrollo de la horticultura protegida, creando un microclima favorable para el crecimiento de plantas que el existente en el exterior. Sin embargo, determinadas especies, como son las utilizadas en horticultura ornamental, requieren temperaturas elevadas para su desarrollo y es necesario acudir a un régimen térmico artificial. La adecuación del régimen térmico a la necesidad biológica de la planta requiere la instalación en el invernadero de sistemas de calefacción.

En los invernaderos con calefacción puede ser interesante el empleo de un sistema de calentamiento del sustrato, motivado por la respuesta favorable que presenta sobre los cultivos tanto en las fases de germinación y enraizamiento de estacas y esquejes, como en la de crecimiento hasta el tamaño comercializable.

La influencia de la calefacción del suelo sobre los cultivos es conocida desde hace tiempo. Sin embargo, esta práctica comenzó a desarrollarse en la década de los años 70 debido fundamentalmente a dos razones. En primer lugar surgió la posibilidad de utilizar, en áreas situadas en torno a industrias, fuentes de baja temperatura, adaptadas a la calefacción del suelo y que no exigen niveles térmicos muy elevados.

A pesar de ello, cierto número de factores tales como demanda en maquinaria y en mano de obra necesaria para enterrar los tubos y problemas para trabajar el suelo cuando los tubos no están enterrados a mucha profundidad, afectaron negativamente al desarrollo de los sistemas de calefacción enterrada en el suelo. La reducción de las superficies dedicadas a los cultivos en suelo a lo largo de los dos últimos decenios ha acarreado también una limitación del número de invernaderos equipados con calefacción enterrada.

Pero, al mismo tiempo, la evolución hacia las técnicas de cultivo fuera de suelo han contribuido a un desarrollo paralelo de la calefacción de sustrato o de la calefacción localizada a nivel de las mesas de cultivo.

Ventajas de calentar el suelo o sustrato de los invernaderos

Calefacción suave y uniforme. El calor por calefacción localizada es uniforme, no existen zonas frías y calientes, ya que la calefacción cubre toda la superficie del suelo y los tubos o cables están equidistantes unos de otros.

En el caso de calefacción por tuberías de agua caliente, se puede utilizar agua entre 30 y 40°C, y por tanto es una forma de aplicación de energías tales como la geotérmica, calor residual industrial y solar de baja temperatura. En determinados casos, la elevación de la temperatura del suelo permite reducir hasta cierto punto la temperatura en la parte aérea por debajo de los valores considerados óptimos, sin menoscabo de la producción ni de la calidad, por lo que es posible disminuir de forma significativa el consumo energético en calefacción aérea.

Posibilidad de utilizar la capacidad de almacenamiento de calor del suelo. El suelo caliente aumenta la inercia térmica del invernadero, y por tanto, si por alguna causa el sistema de calefacción deja de funcionar, la temperatura se mantiene en el valor deseado durante algunas horas.

Sistemas de calefacción localizada del suelo o sustrato

La calefacción localizada del suelo o sustrato se caracteriza por aportes de calor cerca de las raíces, con una potencia disipada generalmente inferior a $60 \text{ W}\cdot\text{m}^2$ de suelo. Esta es la razón de que se utilicen sobre todo como una calefacción de apoyo. Estos sistemas permiten mantener la zona radical dentro de la gama de temperatura deseada y, al mismo tiempo, elevar un poco la temperatura del aire. Sin embargo, los niveles de consigna de temperatura del aire practicados bajo invernadero exigen que se asocien con un sistema de calefacción aéreo cuando las necesidades energéticas del invernadero son elevadas. Los dos sistemas principales de calefacción localizada del suelo o sustrato son:

Calefacción localizada del sustrato por tuberías de agua caliente.

Consiste en una red de tuberías paralelas y horizontales por las que se hace circular agua caliente en circuito cerrado desde la fuente de energía, disponiéndose sobre la superficie o enterradas en el suelo o

sustrato a una profundidad adecuada para mantener una temperatura favorable en la zona de raíces.

En el caso de calefacción de suelo, los tubos de 15-30 mm de diámetro, suelen disponerse ya sea a nivel de la superficie o enterrados a una profundidad equivalente a la mitad del espesor de la capa de suelo que se desea calentar y con una distancia entre ellos aproximadamente igual a la profundidad a la que se encuentran enterrados. Dependiendo de la temperatura del agua, generalmente inferior a 40°C a fin de evitar un desecamiento del suelo, dicha profundidad oscila entre 0.2 y 0.5 m.

Los tubos, en los cultivos sin suelo, se disponen ya sea a nivel de la superficie o bajo el sustrato. El diámetro de los tubos suelen ser 25 mm. La distribución de los tubos sobre la superficie del sustrato permite utilizar niveles de temperatura de agua más elevados (entre 30 y 35 °C). La potencia disipada varía entre 40 y 60 $\text{W}\cdot\text{m}^2$ de suelo. Cuando los tubos se sitúan bajo el sustrato, la gama de temperatura que se utiliza para el agua varía, según la especie, entre 20 y 30 °C, con una potencia disipada que oscila entre 20 y 30 $\text{W}\cdot\text{m}^2$.

En el caso de cultivos que crecen en macetas o contenedores, los tubos suelen enterrarse bajo una capa de mortero, encima de la cual se colocan las macetas. En la instalación de calefacción de un invernadero dedicado al cultivo de gerbera en maceta, mediante suelo radiante por tuberías de agua caliente alimentado con energía solar, el suelo radiante fue dimensionado para calentar el sustrato contenido en las macetas y el volumen del invernadero donde se desarrollan las plantas de gerbera.

Calefacción localizada del suelo o sustrato por cable radiante

La calefacción por cable radiante tiene sus orígenes a principios de este siglo. El ingeniero noruego C. Jacobsen observó que a lo largo de unas líneas de cables eléctricos enterrados, la vegetación crecía más rápidamente. Sus averiguaciones le permitieron constatar que aquellos cables estaban lo suficientemente calientes como para calentar el suelo. De Jacobsen surgió la idea de utilizar hilos resistentes para calentar los cultivos. Así nació este procedimiento que tras muchas experiencias y numerosos ensayos ha pasado al horticultor profesional.

Un cable radiante es un elemento conductor metálico que emite calor por efecto Joule. Dicho conductor está envuelto en un material no higroscópico y resistente a la temperatura, que lo aísla eléctricamente y lo protege de la corrosión. Suele disponerse enterrado a una profundidad equivalente a la mitad del espesor de la capa de suelo o sustrato que se desea calentar. El tendido del cable se realiza repartiendo el mismo en líneas paralelas de ida y vuelta, equidistantes unas de otras para que el reparto del calor sea uniforme. De esta manera se cubre toda la superficie de suelo o sustrato a calentar, impidiendo la aparición de zonas frías dentro del mismo. En la misma instalación se utilizó cable radiante enterrado compuesto por cuatro filamentos de aleación cobre-estaño, aislante de polietileno reticulado, pantalla de hilo de cobre y cubierta de PVC. Es el tipo de cable radiante apropiado para la calefacción de las semi -mesetas de cultivo de un invernadero, por tratarse de un medio con elevada humedad.

Una instalación de calefacción del suelo o sustrato por cable radiante de uso hortícola, para la producción de flores, legumbres,

arbustos, champiñones, endibias y otros cultivos, puede ser realizada a 220 V o a 24 V. Si se realiza a 220 V el aislamiento eléctrico es fundamental. La instalación debe estar provista de dispositivos de protección y seguridad y sus partes metálicas conectadas a un circuito de puesta a tierra. Se recomienda una potencia mínima por unidad de superficie de suelo caliente de $170 \text{ W}\cdot\text{m}^2$ para cultivo en suelo bajo invernadero y de $150 \text{ W}\cdot\text{m}^2$ para cultivo en mesetas, aunque algunos autores han llegado a aplicar una potencia media por unidad de superficie de $200 \text{ W}\cdot\text{m}^2$.

En la calefacción localizada del suelo o sustrato en invernaderos es recomendable la colocación de una cama de arena, situada bajo el medio de cultivo, donde el calor generado por la resistencia eléctrica se acumula y desde allí emigra lentamente hacia la superficie del suelo. Esta masa de arena y el medio de cultivo están aislados térmicamente en fondo y laterales con el fin de limitar las pérdidas de calor.

Las investigaciones realizadas en el invernadero experimental mostraron que la mejor configuración desde el punto de vista energético para estos sistemas de calefacción localizada del sustrato se obtiene con aislante térmico, 0.07 m de arena como acumulador de calor dispuesto bajo el sustrato y cable calefactor enterrado en el sustrato entre 0.2 y 0.25 m de profundidad.

En el mismo invernadero se estudió el efecto de la calefacción de las raíces sobre la producción de seis variedades de gerbera: 'Cerise' (color rojo), 'Avanti' (color salmón), 'Fame' (color amarillo), 'Olimpic' (color naranja), 'Party' (color malva) e 'Impala' (color blanco). En el invernadero con el cultivo de gerbera en pleno desarrollo la calefacción localizada del sustrato incrementó un 11.7% la producción de flor

cortada de gerbera, aunque el efecto no fue el mismo en todas las variedades ensayadas. Los incrementos de producción (con valores del 10 al 40%) fueron significativos en cuatro de las variedades ('Impala', 'Avanti', 'Cerise' y 'Party') en la primera campaña de calefacción y sólo en dos de las variedades ('Impala' y 'Cerise') en la segunda campaña. Sin embargo algunas variedades no respondieron a este factor, e incluso disminuyeron su producción al aplicar la calefacción localizada del sustrato, como es el caso de la variedad 'Olimpic' donde la producción media fue menor, aunque no de forma significativa, al aplicar la calefacción (**Benavente y de la Plaza, 2000**).

Importancia y ventajas de la propagación por estacas

Las estacas son el medio más importante para la propagación de arbustos ornamentales, tanto de especies deciduas como de hoja ancha y siempreverdes de hoja angosta. Las estacas se usan, también, extensamente en la propagación comercial en invernaderos de muchos cultivos florales y su empleo es común en la propagación de diversas especies frutales.

En especies que se pueden propagar con facilidad por estacas este método tiene numerosas ventajas. De unas cuantas plantas madres es posible iniciar muchas nuevas plantas en un espacio limitado. Es económico, rápido, simple y no requiere las técnicas especiales de injerto. No existe problema de compatibilidad con patrones o de uniones deficientes de injerto. Se obtiene una uniformidad mayor por la ausencia de variaciones que en ocasiones aparecen en las plantas injertadas resultantes de la variación en los patrones provenientes de semilla. La planta madre, por lo general, se reproduce exactamente sin cambio genético.

Tipos de estacas

Las estacas se hacen de partes vegetativas de las plantas, como tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), hojas o raíces. A las estacas se les puede clasificar de acuerdo con la parte de la planta de que proceden como sigue: estacas de tallo (de madera dura, madera semidura, maderas suaves y herbáceas), estacas de hoja, estacas de hoja con yema, estacas de raíz.

Muchas plantas se pueden propagar con resultados satisfactorios usando varios tipos de estacas diferentes. El tipo preferido depende de las circunstancias específicas, seleccionándose de ordinario el más económico.

Al seleccionar el material para estacas es importante usar plantas madres que estén libres de enfermedades, que sean moderadamente vigorosas y de identidad conocida. Los propagadores deben evitar plantas madres que hayan sido dañadas por heladas o sequía, defoliadas por insectos, achaparradas por la fructificación excesiva o por la falta de humedad del suelo, o nutrición inadecuada, así como aquellas que contengan un desarrollo lujuriente, excesivamente vigoroso.

Estacas de madera suave

Las estacas preparadas de crecimiento suave, nuevo, succulento, de primavera, de especies deciduas o siempreverdes pueden clasificarse propiamente como estacas de madera suave. Muchos arbustos ornamentales leñosos pueden iniciar con estacas de este tipo. Como ejemplos pueden citarse la lilas híbridas francesas, forsythia, magnolia, weigela y spiracea.

Las estacas de madera suave por lo general, enraizan con mayor facilidad y rapidez que las de otros tipos, pero requieren más atención y equipo. A las estacas de este tipo siempre se les dejan algunas hojas. Por tanto, se les debe manejar con cuidado para impedir que se sequen y deben hacerse enraizar en condiciones que impidan pérdidas excesivas de agua por las hojas.

En la mayoría de las especies, durante el enraizamiento se debe mantener en la base de las estacas una temperatura de 23 a 27°C; y de 21°C en las hojas. En la mayoría de los casos, las estacas de madera suave producen raíces en un lapso de 2 a 5 semanas. En general, responden bien al tratamiento con sustancias que estimulan el enraizamiento.

Al hacer estacas de madera suave es importante obtener de la planta madre el material adecuado, aunque éste varía grandemente según la especie de que se trate. Sin embargo, las ramas tiernas, suaves, de crecimiento rápido no son convenientes, ya que es posible que se deterioren antes de enraizar.

Lesionado

En las estacas de tallo se puede estimular la producción de raíces lesionando su base. Esta práctica ha resultado útil en cierto número de especies como enebro, thuja, rododendron, arce, magnolia y acebo.

En estacas de especies siempre verdes de hoja angosta, como Thuja, las lesiones se pueden producir arrancando las ramas laterales de la parte inferior de la estaca, mediante un tirón.

También puede bastar hacer con la punta de una navaja afilada un corte de 2.5 a 5 cm a cada lado de la estaca, que pase por la corteza y llegue a la madera (xilema), **(Hartmann y Kester, 1978)**.

Factores ambientales y el proceso de enraizamiento

Para tener éxito en el enraizamiento de estacas con hojas, los requisitos ambientales son:

- Temperatura apropiada, 18 a 27 °C.
- Atmósfera conducente a una baja pérdida de agua por las hojas.
- Cantidad de luz amplia pero no excesiva.
- Medio de enraizamiento limpio con humedad, bien aireado y bien drenado.

Existen muchos métodos que pueden proporcionar estas condiciones, abarcando desde un simple cristal hasta bancos de invernaderos sofisticados con control automático de niebla , resistencia eléctrica o tuberías con agua caliente circulando para calentamiento debajo de las estacas **(Hartmann y Kester (1976,1978)).**

Los reguladores de crecimiento y el enraizamiento

El objetivo de tratar estacas con sustancias reguladoras del crecimiento de tipo auxínico (hormona) es aumentar el porcentaje de estacas que formen raíces, acelerar la inducción de ellas, aumentar el número y calidad de raíces producidas por estacas y aumentar la uniformidad del enraizamiento en estacas de plantas que enraízan con dificultad. Aunque el tratamiento de estacas con sustancias estimulantes de enraizamiento es útil en la propagación de plantas, el tamaño final y el vigor de las plantas tratadas no es mayor que el obtenido con las plantas no tratadas **(Hartmann y Kester 1978,1976).**

El desarrollo de vegetales, tanto en el aspecto de crecimiento (de raíz, hoja, embrión, fruto, tallo y otros órganos) como en el de diferenciación, se encuentra regulado por la acción de sustancias químicas (hormonas) que activan, reducen o incrementan entre si en determinados procesos fisiológicos **(Rojas 1972).**

Existen varios grupos de hormonas, el más conocido y de especial interés y para promover raíces es el de las auxinas. Estas sustancias no son las primeras de las sustancias de crecimiento que se descubrieron. Sin embargo son las que realizan en las plantas un gran número de diferentes actividades reguladoras **(Bonner y Galston 1961).**

La auxina es el término genérico que se aplica al grupo de compuestos caracterizados por su capacidad para inducir la extensión de las células de los brotes. Según **Thimann**, citado por **Weaver (1988)** la auxina es una sustancia orgánica que promueve el crecimiento (aumento de volumen) a lo largo del eje longitudinal en concentraciones aproximadas de 10 - 30 ppm.

Consecuencia natural del descubrimiento de la actividad de la auxina fue el aislamiento y la caracterización de la molécula de auxina. Tan pronto se consiguió esto, empezó la búsqueda intensiva de compuestos químicamente parecidos al Ácido Indol Acético (AIA) y con análoga actividad. Poco tiempo después, los resultados de esta búsqueda condujeron al conocimiento de otros derivados del Indol, como son: el ácido indol 3-propiónico (AIP), el ácido indol 3 - butírico (AIB) y el ácido indol - pirúvico (AIP). Todos los cuales exhibieron una actividad fisiológica parecida al AIA. (**Devlin 1975**).

Se proponen cuatro métodos de acción de las auxinas sobre las raíces:

- 1).- Una acción positiva sobre la primera parte de los procesos de elongación celular.
- 2).- Una acción inhibidora sobre la segunda parte del mismo proceso, el cual comprende la parte principal de elongación.
- 3).- Una acción antiauxínica ejercida por ciertos compuestos, y
- 4).- Una acción tóxica inespecífica de auxinas y antiauxinas, envolviendo
una reducción de las tasas de multiplicación y elongación celulares

(Brown y Emino 1981).

De las sustancias más recomendadas para estimular el enraizamiento de estacas, se encuentra el ácido indolbutírico (A.I.B), cido naftalenacetico (A.N.A),(**S.A.G. 1967**).

El AIB se considera como el mejor estimulador del enraizamiento. Entre otras auxinas que se utilizan para promover raíces, se encuentra el ácido naftalenacetico (ANA) y el ácido indolbutírico (AIB). (**Weaver 1988**); Sin embargo, el ácido indolbutírico (AIB)., presenta la característica de que puede ser aplicado en mayor rango de concentraciones, y no causa daño a la planta como sucede con el ácido naftalenacetico (ANA). y el ácido dindolbuítico (AIA) . (**Crane y Mallah ,1952**).

En experimentos realizados con AIB, los daños como: hinchazón, rompimiento de la corteza, deterioro de la parte basal, deterioro de raíces y de tejidos productores de éstas, aumento a medida que se aumentaron las concentraciones de 0 a 200 ppm. Entre mayor es el potencial de regeneración natural de las estacas, mayor es el daño causado al aplicar cierta concentración de hormonas (**Gregory y Overbeek 1965**).

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica Del Área Experimental

El presente trabajo de investigación fué realizado durante el periodo comprendido entre Enero- Mayo del 2002, en uno de los invernaderos del área de propagación en la Empresa Visaflor, ubicada en la localidad de Villa Guerrero Estado de México. Localizada a 18° 58' latitud Norte y 99° 36' longitud oeste y a una altitud de 1842 msnm.

Materiales

- a) Estacas de Hypericum spp. de tres nudos con dos hojas en la parte superior.
- b) Tijeras de podar
- c) Etiquetas
- d) Vernier
- e) Báscula
- f) Cinta métrica
- g) Libreta de notas
- h) Navaja
- i) Promotor de enraizamiento
Radix 1500
- j) sustrato
Tepojal al 100% y Germinaza + Perlita en proporción 1:1.
- k) Sistema de calentamiento
Tubería de cobre
Boiler
Bomba
Tanque de gas
Programador (Timer).
- L) Termómetro

Diseño Experimental

Para estimar el efecto de los tratamientos establecidos, se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4, empleando 8 tratamientos con 5 repeticiones, cada repetición consistió de 10 estacas con competencia completa, registrando datos de 400 estacas.

El modelo estadístico empleado se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = M + L_i + B_j + L_i B_j + E_{ij}$$

Y_{ij} : Variable aleatoria observable

M: media general

L_i : Efecto del i-esimo sustrato

B_j : Efecto del j-esimo calentamiento

$L_i B_j$: interacción del i-esimo sustrato y el j-esimo calentamiento

E: Error experimental

i : 1,2,3,....., T (tratamientos)

j : 1,2,3,..... , R (repetición)

Es un diseño cuyo modelo matemático solo detecta diferencias para los tratamientos. Supone pues, que las unidades experimentales deben ser completamente homogéneas, lo cual representa una desventaja en condiciones de campo; así que se recomienda usar principalmente en trabajos de investigación realizados en invernaderos o laboratorios.

Descripción De Los Tratamientos

Para identificar el factor “A” (Medios de enraizamiento) se utilizaron las literales a y b y para el factor “B” (Niveles de calentamiento) los números; 1, 2, 3,4 como se muestra a continuación:

Factor “A”

a = Germinaza 50% + Perlita 50%

b = Tepojal 100%

Factor “B”

- 1= Sin calentamiento
- 2= Nivel de calentamiento provocado 1 tubo
- 3= Nivel de calentamiento provocado por 2 tubos
- 4= Nivel de calentamiento provocado por 3 tubos

Tratamientos

Se obtuvieron mediante la combinación de los factores “A” y “B”, resultando lo siguiente:

T1= a1= Germinaza 50% + Perlita 50%, sin calentamiento.
T2= a2= Germinaza 50% + Perlita 50%, con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo.
T3= a3= Germinaza 50% + Perlita 50%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos.
T4= a4= Germinaza 50% + Perlita 50%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos.
T5= b1= Tepojal 100%, sin calentamiento.
T6= b2= Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo.
T7= b3= Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos.
T8 =b4= Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos

Variables evaluadas y forma de evaluación

Para la conclusión de este trabajo de investigación se tomaron los datos correspondientes a las siguientes características: longitud de raíz, longitud de brote y peso de raíz.

Longitud de raíz

Para obtener esta variable, se seleccionó la raíz mas larga de cada una de las estacas, que se encontraban en la unidad experimental, midiéndose con la ayuda de un Vernier y anotándose los resultados en un cuadro de concentración de datos, para posteriormente sacar la media con los resultados y graficándose para una mejor interpretación, expresándose los resultados en cm.

Longitud de brote

Esta variable se tomo con el apoyo de Vernier, tomando la lectura de la longitud del brote de cada uno de las estacas, en caso de presentar dos brotes se procedió a tomar la lectura del brote de mayor longitud únicamente, se concentraron los datos para interpretarse posteriormente. La unidad de medición fue en cm.

Peso de raíz

Para obtener esta variable se procedió a tomar las raíces del 50% de las estacas de cada tratamiento, se cortó la raíz de las estacas con tijeras sumergiéndolas posteriormente en agua para retirar el sustrato y posteriormente se procedió a pesarlas utilizando para esto una báscula granataria. La unidad de medición empleada para esta variable fue gramos.

Metodología

Para la realización del presente trabajo de investigación se realizaron las siguientes actividades.

Cosecha de Estacas

Se localizaron y se identificaron las plantas de Hypericum spp. que serían escogidas como planta madre, buscando que presentaran las mejores características de la especie. Se cosecharon estacas con 3 nudos y con 2 hojas en la parte superior, posteriormente se cubrieron con papel para evitar deshidratación.

Practica del labrado

Una vez recolectadas las estacas se les practico un pequeño lesionado en la base para estimular la emisión de raíces, mediante el uso de una navaja.

Aplicación del promotor de enraizamiento

La aplicación de Radix 1500 se hizo de la siguiente manera; dicho producto viene en presentación en polvo, por lo que se espolvoreo por contacto la base de las estacas, retirando el exceso de producto mediante una pequeña sacudida, para posteriormente establecerlas en el medio correspondiente según el tratamiento del que se tratara.

Preparación del sustrato

Los sustratos utilizados en esta investigación fueron Tepojal al 100% y Geminaza + Perlita en proporción 1:1 (50% de cada uno). El tepojal se empleo tal como es extraído de las minas pétreas, utilizándose un volumen de 64.800 L. / tratamiento, posteriormente se humedeció y se coloco en la cama. Para la Germinaza y la Perlita estos se mezclaron en proporciones

iguales obteniendo un volumen final de 64.800 L / tratamiento, que una vez bien homogenizados, se procedió a humedecer esta mezcla y se colocó en la cama según el tratamiento correspondiente.

Acondicionamiento de cama

Primeramente se determinó la longitud de cama a utilizar, siendo esta 3.20 m. de largo y 45 cm de ancho. Posteriormente se realizó la división de la cama en 8 partes iguales de 22.5 cm de ancho y 80 cm de largo para cada tratamiento, para lo cual se colocaron tablas de madera. El llenado de la cama se realizó colocando el Tepojal y la mezcla de Germinaza + Perlita hasta el borde, según el tratamiento correspondiente, una vez llena se procedió a dar una nivelación para evitar encharcamiento.

Implementación del sistema de calentamiento

Para proporcionar el calor al sustrato, se empleó un sistema de circulación de agua caliente, para lo cual se colocaron tuberías de cobre de 3/4" (1 tubo, 2 tubos, 3 tubos, según el tratamiento correspondiente) este material es muy resistente y mantiene y transmite efectivamente la temperatura del agua caliente que circula por ella. Esta línea principal va conectada a un boiler de 30 L. de capacidad y utilizándose una bomba de 1/4 hp, se realizó el bombeo. Por último se colocó un Timer el cual fue programado para hacer circular agua caliente por la tubería durante 1 minuto cada 10 minutos, durante las 24 hrs. del día y durante todo el periodo de enraizamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se expresan los resultados obtenidos en la presente investigación en el enraizamiento de estacas de *Hypericum* spp., en respuesta al calentamiento del sustrato.

Longitud De Raíz

Es importante dentro de las especies ornamentales propagadas por estacas, que exista para el trasplante un sistema radical de gran longitud y profundidad que le permita explorar una mayor superficie (en longitud y con respecto al tiempo, es decir mas rápido) de suelo y absorbiendo suficiente cantidad de agua además de dar un mejor sostén y abastecimiento de alimentos minerales que tienen que ser traslocados a todas las demás partes de la planta.

El análisis de varianza respecto a esta variable reporta una respuesta altamente significativa (Cuadro A.1), por lo que se considera que existieron diferencias estadísticas entre tratamientos,

En la figura 4.1 se puede apreciar que el mejor tratamiento fue el tratamiento b2 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo) en donde las estacas alcanzaron un promedio de 7.32 cm de longitud de raíz, enseguida se encontró el tratamiento b3 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos) el cual promedió 5.78 cm de longitud de raíz, los cuales tuvieron una mejor respuesta en comparación con los tratamientos b1(Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos) y b4 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos) con un promedio de 4.84 y 2.22 cm de longitud de raíz respectivamente.

Los peores tratamientos resultantes fueron aquellos que contenían como sustrato Germinaza 50% + Perlita 50%, quizás debido principalmente a la alta susceptibilidad de esta a la presencia de mosquita negra y al excesivo calentamiento trayendo como consecuencia la muerte de las estacas; mientras que el tepojal no creo condiciones optimas para la presencia de mosca negra.

Cuadro 4.1 Representación de las medias de los tratamientos correspondientes a la variable longitud de raíz de estacas de *Hypericum* spp.

Tratamiento	Longitud de raíz (cm)
<i>Tepojal 100%, Sin calentamiento</i>	4.8442
<i>Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo</i>	7.3232
<i>Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos</i>	5.7872
<i>Tepojal 100%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos.</i>	2.2270

DMS (0.05)

Testigo = Sin calentamiento

Además de lo anterior se determinó una diferencia porcentual entre el mejor tratamiento (b2) y el testigo (b1), resultando un 34 % de diferencia entre ambos. Es decir los datos nos muestran que las estacas de hypericum spp responden efectivamente al calentamiento del sustrato, hasta un nivel determinado.

Figura 1. Influencia del calentamiento del sustrato sobre la longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.

Sin embargo; los resultados obtenidos en el tratamiento b4 no son muy alentadores probablemente debido esto a que el nivel de calentamiento provocado utilizando 3 tubos fue demasiado dando como consecuencia un pobre enraizamiento de las estacas reduciendo este en un 30.4 % con respecto al mejor tratamiento (b2)

Para comprender mejor el comportamiento de las estacas y el efecto de la temperatura del sustrato sobre estas, durante todo el periodo de enraizamiento, en la figura 4.2 se muestran las temperatura del sustrato en todo el periodo de enraizamiento las cuales fueron constantes quizás debido al sistema empleado, se observa que las temperatura de 23 y 26 °C (lecturas tomadas al centro del tratamiento) y 21 y 25 °C (lecturas tomadas en la esquina del tratamiento) del tratamiento b2 fueron las que mejores resultados presentaron para el enraizamiento de estacas de esta planta.

Comparando al mejor tratamiento (b2) contra el testigo (b1), se observa que el b2 alcanzo 4 °C de temperatura mas que el testigo al cual no se aplico calentamiento.

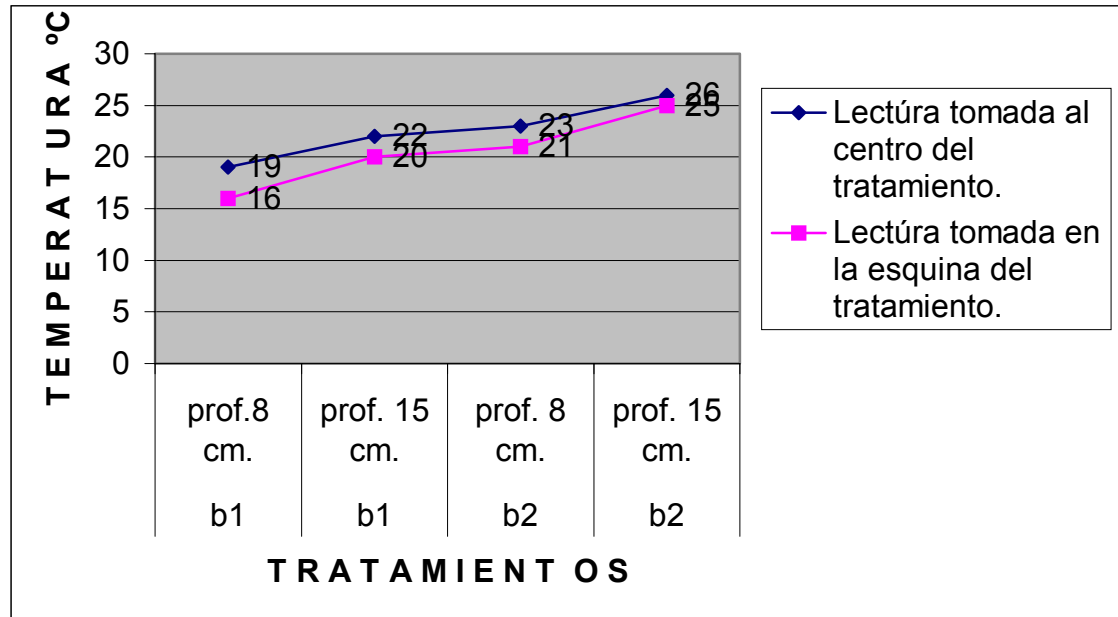


Figura 2. Temperaturas registradas del sustrato para los tratamientos

b1

(Testigo) y tratamiento b2 (Mejor tratamiento).

Los resultados anteriores de esta investigación coinciden con los obtenidos y realizados por **Howard (1968)**, quien utilizando diferentes concentraciones de AIB y temperaturas del sustrato de 12, 16, 22 y 24 °C, reporta haber obtenido el máximo porcentaje de enraizamiento de estacas de manzano a temperaturas comprendidas entre 21 y 24 °C. similarmente con los trabajos realizados en estacas de Pino Douglas por **Bhella y Roberts en 1974** quienes reportan que temperaturas de 21 a 26 °C incrementaron el enraizamiento sin afectar la actividad de las yemas.

En la figura 3. Podemos observar ademas que las temperaturas registradas para los tratamiento b3 y b4, no dieron resultados muy satisfactorios para el enraizamiento de las estacas, las temperaturas obtenidas en el tratamiento b2 proporcionaron resultados de longitud de raiz estadísticamente iguales a los obtenidos con el testigo b1 al cual no se aplico calentamiento.

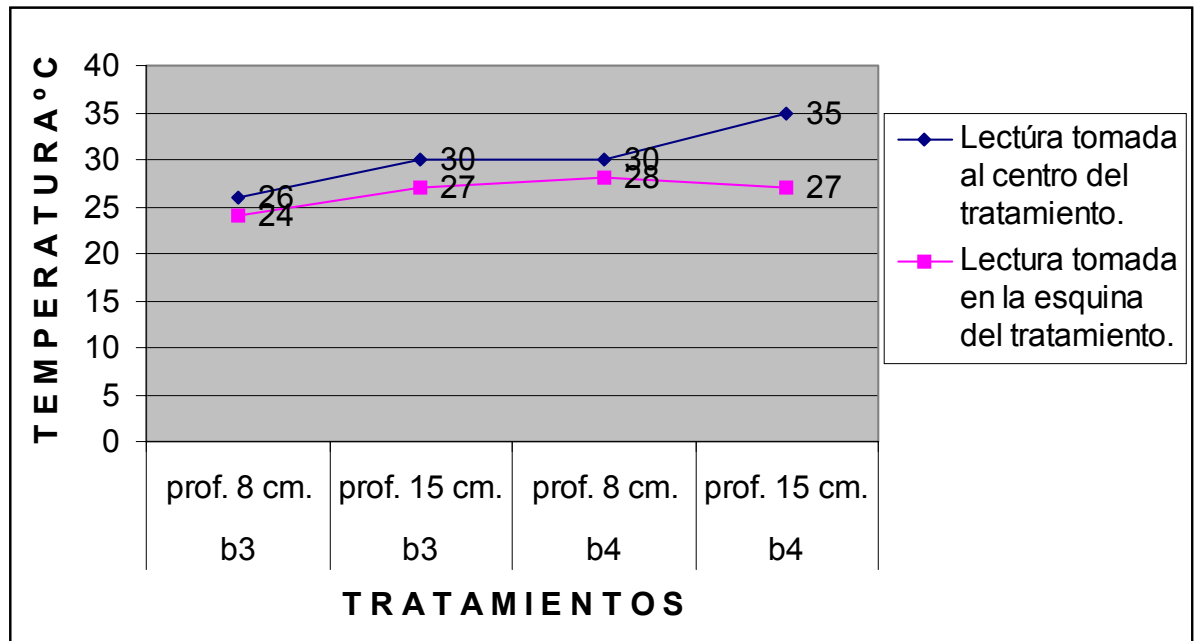


Figura 4.3 Temperatura del sustrato registradas para los tratamientos b3 y b4.

Longitud de brote

La importancia de la brotación en las estacas radica en la formación de nuevas hojas, dentro de las cuales se sintetizan algunas sustancias

nutritivas y hormonales que permitirán la inducción de raíces en esta para posteriormente formar nuevas plantas en un menor periodo de tiempo.

En esta variable se observa que la influencia que ejercieron los tratamientos fue diferente, ya que, se tuvo una diferencia estadística altamente significativa en respuesta al calentamiento del sustrato. (Cuadro A 2

En la figura 4. podemos observar que el mejor tratamiento que se obtuvo después de haber efectuado los análisis estadísticos en las pruebas de significancia y que presento mayor longitud de brote fue el tratamiento b2 (Tepojal al 100% , con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo) con una media de 6.11 cm de longitud, seguido de los tratamientos b3 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos) y b1 (Tepojal al 100%, sin calentamiento), con una media de 3.10 y 2.91 respectivamente, los cuales fueron estadísticamente iguales y en ultimo lugar se encontró el tratamiento 4 (nivel de calentamiento 3 tubos) el cual obtuvo una media de 0.60 cm. de longitud de brote.

Haciendo una comparación con el tratamiento b2 que fue el que mejor resultado exhibió (6.11 cm.) contra el tratamiento b4 que fue en el que se obtuvo el resultado mas bajo (0.60 cm.) en relación a la longitud de brote, el primero supero casi en un 90.19 %, esto debido posiblemente a que la alta temperatura inducida no favoreció el desarrollo de los brotes.

La diferencia en cuanto a la longitud de brote entre el tratamiento b1 que fue el que se utilizo como testigo, con el tratamiento b2 tenemos que este ultimo supera ampliamente al testigo en un 52 % en longitud de brote.

Indicando que los diferentes niveles de calentamiento de este sustrato influyen notablemente en la propagación de esta especie repercutiendo en brotes de mayor longitud en comparación con el tratamiento utilizado como testigo el cual mostró muy poco porcentaje de longitud de brote.

Cuadro 8. Representación de las medias de los tratamientos correspondientes a la variable longitud de brote de *Hypericum* spp.

Tratamiento	Longitud de brote (cm.)
<i>Tepojal al 100%, Sin calentamiento</i>	2.9146
<i>Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento Provocado por 1 tubo</i>	6.1112
<i>Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos</i>	3.1074
<i>Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento 3 tubos</i>	0.6066

DMS (0.05)

Testigo = Sin calentamiento

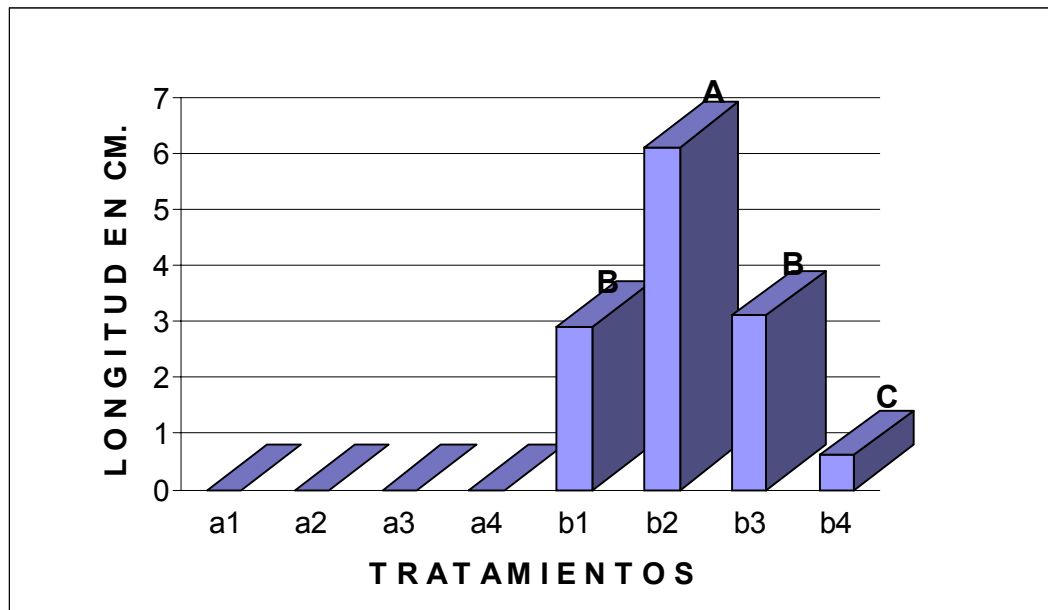


Figura 4. Influencia del calentamiento del sustrato sobre la longitud de brote de estacas de *Hypericum* spp.

Con respecto a las temperaturas podemos mencionar que igual que en la variable anterior temperaturas del sustrato Tepojal de 23, 26 °C (Centro del tratamiento) y 21, 25 °C (esquina del tratamiento) las cuales se obtuvieron en el tratamiento b2, fueron las que presentaron los mejores resultados para la variable longitud de brote de estacas de *hypericum* spp. Aunque se puede decir que la temperatura del sustrato no influyo directamente sobre los brotes, si lo hizo con la raíz lo cual llevaría a un rápido abastecimiento de agua y nutrientes favoreciendo el desarrollo de los brotes.

Estos resultados coinciden con los trabajos realizados en estacas de Pino Douglas por **Bhella y Roberts en 1974** quienes reportan que temperaturas de 21 a 26°C incrementaron el enraizamiento sin afectar la actividad de las yemas.

Igualmente con los realizados por **Hanssen 1986** quien menciona que la tasa de crecimiento y el numero de yemas desinhibidas en *Schefflera arboricola* era mayor cuanto mayor era la longitud de la raíz, estas permitirían mayor síntesis de citoquininas las que, a su vez, estimularían el crecimiento de los brotes.

El efecto favorable de este calentamiento en la brotación podemos decir que se debe principalmente a lo mencionado por **Hartman y Kester en 1981** quienes mencionan que es importante en las camas de propagación mantener una temperatura mas elevada que en las yemas ya que temperaturas del aire muy elevadas tendrán a estimular el desarrollo de las brotes con anticipación al de las raíces y esto traería como consecuencia un aumento tanto en la perdida de agua como de carbohidratos en las estacas y con ello se tendría disminución en el enraizamiento y posterior muerte de los brotes de estacas no enraizadas.

Peso de raíz

El incremento en el peso de la raíz indica una mayor profundidad de crecimiento de las mismas, esta es una característica importante de adaptación morfológica para una mayor extracción de agua del suelo para mantener un alto potencial de la planta.

El análisis de varianza para esta variable reporto diferencia estadística altamente significativa, por lo que podemos decir que el calentamiento del sustrato hasta un cierto nivel influye directamente sobre la respuesta del peso de raíz, como se aprecia en la figura 5. , donde el valor mas alto para peso de

raíz se obtuvo en el tratamiento b2 resultando 4.24 gr. que corresponden al Tepojal al 100% con la aplicación de nivel de calentamiento provocado por 1 tubo. El promedio mas bajo se observo con el tratamiento b4 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 3 tubos) con un valor de 0.76 gr.

Realizando una comparación de medias entre el tratamiento mas alto que fue el b2 con un valor de 4.24 gr. contra el testigo que obtuvo una media de 1.63 gr. nos damos cuenta que el tratamiento b2 supera en un 61% en peso de raíz al testigo (b1).

En segundo lugar se encontró el tratamiento b3(Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provocado por 2 tubos) con una media de 1.68 gr. de peso de raíz sin embargo este tratamiento no tubo diferencia significativa contra el tratamiento b4 ni con el testigo (b1).

Cuadro 9. Representación de las medias de los tratamientos correspondientes a la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.

Tratamiento	Peso de raíz (gr.)
Tepojal al 100%, sin calentamiento	1.6300
Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento Provocado por 1 tubo	4.2400
Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento provacado por 2 tubos	1.6800
Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento Provocado por 3 tubos	0.7600

DMS (0.05)

Testigo = Sin calentamiento

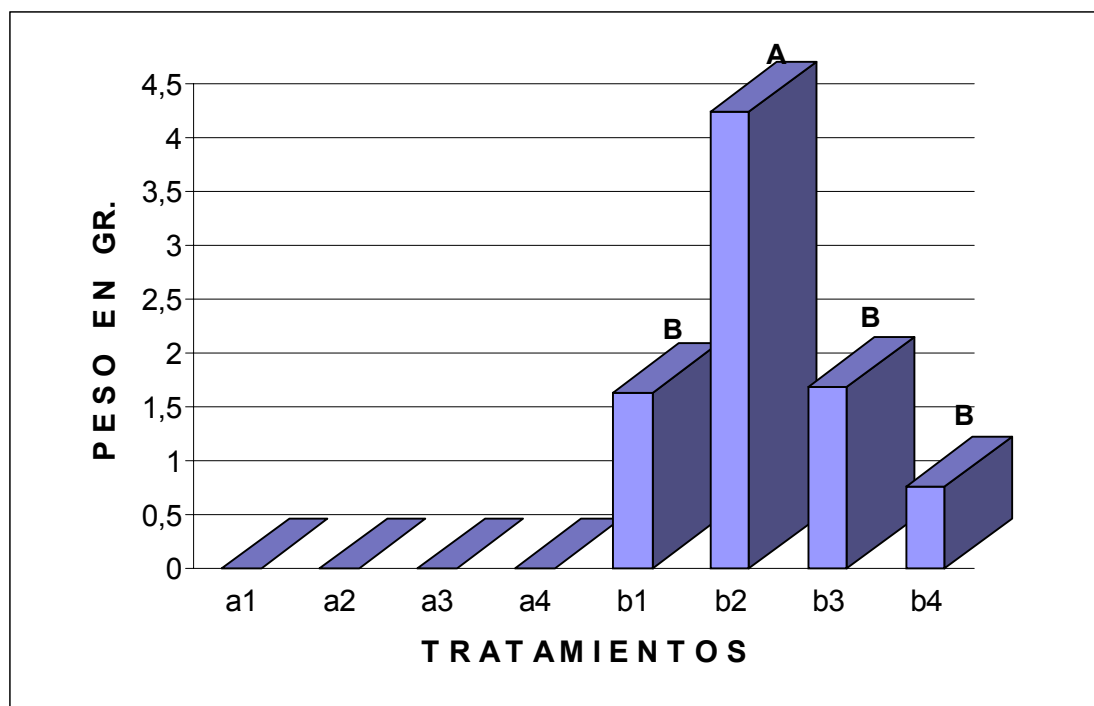


Figura 5. Influencia del calentamiento del sustrato en el peso de raíz de estacas de *Hypericum* spp.

Con respecto a la temperatura registrada en el sustrato, esta fue la misma para las dos variables anteriormente mencionadas la cual fue de 23, 26 °C (centro del tratamiento) y 21 y 25 °C (Esquina del tratamiento) las cuales se proporcionaron en el tratamiento b2 (Tepojal al 100 %, con nivel de calentamiento provocado por 1 tubo) el cual presento los mejores resultados, obteniéndose los mayores porcentajes en cuanto a peso de raíz en comparación con los demás tratamientos.

Las temperaturas del sustrato para los tratamientos b1 (testigo), b2 y b3, presentaron estadísticamente los mismos porcentajes para la variable de peso de raíz de estacas de esta especie.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye y sugiere lo siguiente:

El calentamiento del sustrato "Tepojal" hasta cierto nivel ejerce efectos favorables sobre las características longitud de raíz, longitud de brote y peso de raíz de estacas de *Hypericum* spp. Resultando el tratamiento b2 (Tepojal al 100%, con nivel de calentamiento 1 tubo) el que mostró los mejores resultados para estas características.

Con el nivel de calentamiento provocado por 1 tubo (el cual mantuvo una temperatura constante durante todo el periodo de enraizamiento de 23 y 25°C), utilizando como sustrato el Tepojal y para un espacio de cama de 80 cm. X 45 cm. , obtendremos hasta un 35% mas de estacas de *hypericum* spp. Con un sistema de raíces adventicias largas, ramificadas, sanas y brotes vigorosos, obteniendo así plantas en mayor cantidad y calidad para el trasplante.

Una temperatura del sustrato "Tepojal" entre 30 y 35 °C es perjudicial para el enraizamiento de *Hypericum* spp. Para las condiciones de este experimento, repercutiendo principalmente en la absorción de agua, y desecación excesiva del sustrato.

Al aumentar el nivel de calentamiento del sustrato “Tepojal” se observa una disminución en la longitud de raíz, Longitud de brote y peso de raíz de estacas de *Hypericum* spp.

El Tepojal resulto ser un material barato y de fácil adquisición que ofrece excelentes características como: Buen drenaje, que evita el encharcamiento de agua procedente de el riego o nebulización y al ser un material bastante suelto no presenta resistencia al arranque de las plantas una vez logrado el enraizamiento, posee un pH de 6.9, el cual se considera adecuado, además de la excelente respuesta al calentamiento por lo que se recomienda para componer el sustrato de las camas de propagación para *Hypericum* spp.

La utilización del sustrato “Germinaza” para el enraizamiento de estacas de *hypericum* spp. no tuvo efectos favorables en ninguno de los tratamientos, debido principalmente a la alta susceptibilidad de este a la presencia de mosquita negra, y al excesivo calentamiento del mismo, por lo que no se recomienda como sustrato para la propagación de *hypericum* spp.

Se recomienda la evaluación de este sistema de calentamiento, en mayores dimensiones de camas de propagación y así comparar el efecto en el enraizamiento con los resultados obtenidos en la presente investigación.

Aunque no se evaluó la humedad relativa o de aspersión es posible afirmar que esta variable es determinante para el buen enraizamiento de *Hypericum* spp.

Dada la escasa y casi nula información sobre el cultivo de *Hypericum* spp. se recomienda realizar trabajos de investigación sobre estas mismas estacas en las variables respuesta al trasplante y velocidad de crecimiento ,hasta llevar la planta a producción y así generar información útil y valiosa que sirva como punto de partida a estudiantes, productores y personas interesadas en realizar investigación y proyectos productivos en el cultivo de esta especie como ornamental.

Se recomienda evaluar características químicas y físicas del sustrato “Tepojal” y la posible influencia en el excelente enraizamiento de esta ornamental. Así como la aplicación de este y otros sistemas de calentamiento a otros sustratos.

Se sugiere realizar una evaluación sobre el costo de implementación de este sistema de calentamiento, a un nivel comercial, aunque parece ser muy económico comparado con los grandes beneficios que aporta a la propagación de *Hypericum* spp.

REVISION DE LITERATURA

Abad, B. M. 1993. Sustratos, características y propiedades. Curso superior de especialización sobre: Cultivos sin suelo. FIPA. Almería, España.

Adams, C. R; Bamford, K. M.; y Early, M. P. (1984). Principios de hortofruticultura 1a edición. Acriba . México. p.p. 12 – 22, 223.

Alonso. J. 1997. Hiperico. *Hipericum perforatum*. Monografía. Argentina.

Ansorena, M. J. Sustratos propiedades y caracterización. Ediciones mundiprensa. Madrid España, 1994. p. 157-167.

Bomme, U., D. Nast, Rinder y K. Volt. 1993. Untersuchen ober Nährstoffentzug und umweltgerechte Düngung von Heil und Gewürzen in Feldmässigen Anbauz Gartenbauwissenschaft 58 (1), 25-31.

Bonner, J.N. AW Galston. 1961. Principios de Fisiología Vegetal. Ed. Aguilar. Madrid. p.p. 338-343.

Brown, R.O. D. And Emiro R. E.1981. Response of container grow Plant to six Consumer Growing Media Hortsciens vol 16 (1) : 78-80.

Campbell, M.H y R. W. Watson, 1994. St. Johns wori. Agfact p. 7.6. 1. NSW Agricultitre. Australia.

Crane, J. C. Y T. S. Mallah. 1952. Varietal root and top regulation affin cuttigs as influenced by the aplication of indol butiric Acid. Plnat Physiol. 27: 309-319.

Dachler, M. y Pelzmann, 1989. Heil - und Gewurzpflanzen, Anbau - Emic Autbereitung. Österreichischer Agrarverlang, Wien, Australia.

Devlin, R. M. 1975 Fisiología Vegetal Ed. Omega Barcelona p.p. 367-368.

Fernald, M.L. 1950. Grays Manual of Batany American Book Company, p.p. 52-58.

Fischer, P. 1986. Possibilities and Limites for the Susbtitution of Peat in Horticulture and for Soil Improvement.

Franck., R., R. Schuck and V. Bauermann. 1997. Contents in Hypericum perforatum L. Breeding lines. Resumen 11 Congreso Mundial de plantas Aromaticas y Medicinales para el Bienestar de la Humanidad, Mendoza, Argentina.

Gregory, L. E. y J. Overbeek 1965 An Análisis of the process of root formation cuttin of diffucult to root. Proo Amer. Suc Hort Sci. 46: 427-433.

Harmann, H. T. Y Kester D. E. 1976, 1988. Propagación de Plantas Principios Prácticos y Prácticas. Ed. C. E. C. S. A México. p. p. 326-682.

Matthei O., 1995. Manual de las Malezas que crecen en Chile. Alfabeta impresores, Santiago, Chile. pag. 545.

Resh, H. M. (1982). Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. 2ª edición. Editorial mundi prensa. Madrid España. p.p. 232 – 238.

Robey J. Melvin 1980. American Violets Queens of the Indoor Gardening Kingdon As Border E Company Inc San Diego California. U. S. A.

Tinus, W.R. and Stephen, E. M. (1979). How to grown tree seedling in greenhouse. Technical report R. M-60 Rock and mountain forest and ranger experiment estation. Forest service U. S. department or agriculture.

Venator, ch. Y Liegel, H. I. (1985). Manual de viveros mecanizados para plantas a raíz desnuda; y sistemas semimecanizados con recipientes menores. Ministerio de agricultura y Ganadería. Programa nacional forestal. Quito Ecuador. p.p 35 – 48.

Wagner, H. And S. Bladt. 1994. Pharmaceutical quality of Hypericum perforatum extracts. J Geratr Psychiatry Neurol. Oct. 7 Suppl. 1:65-68.

Weaver, R. J. 1976, 1985, 1988. Reguladores del crecimiento den la Agricultura. Ed. Trillas México p. p. 143 - 171.

Yin-Tung, W. And Julian W. S. 1988. Influence of Ligth, Medium and Fertilization on Growth and Acclimatization of Ponytail Palm. Hort Science Vol 23 (4). p.p.

APENDICE

Cuadro 10. Comparación de medias para la variable longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.

TRATAMIENTO	DMS (0.05)	DMS (0.01)
2	7.3232 A	7.3232 A
3	5.7872 B	5.7872 AB
1	4.8442 B	4.8442 B
4	2.2270 B	2.2270 C

Cuadro 11. ANVAR para la variable longitud de raíz de estacas de Hypericum spp.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	68.612640	22.870880	23.3634	3.24
5.29					
ERROR	16	15.662720	0.978920		
TOTAL	19	84.275360			
C.V. = 19.61%					

Cuadro 12. Comparación de medias para la variable longitud de brote de estacas de Hypericum spp.

TRATAMIENTO	DMS (0.05)	DMS (0.01)
2	6.1112 A	6.1112 A
3	3.1074 B	3.1074 B
1	2.9146 B	2.9146 B
4	0.6066 C	0.6066 C

Cuadro 13. ANVAR para la variable longitud de brote de estacas de Hypericum spp.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	76.449646	25.483215	26.7440	3.24
5.29					
ERROR	16	15.245728	0.952858		
TOTAL	19	91.695374			
C.V. = 30.65 %					

Cuadro 14. Comparación de medias para la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.

TRATAMIENTO	DMS (0.05)	DMS(0.01)
2	4.2400 A	4.2400 A
3	1.6800 B	1.6800 B
4	1.6300 B	1.6300 B
1	0.7600 B	0.7600 B

Cuadro 15. ANVAR para la variable peso de raíz de estacas de Hypericum spp.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	67.704742	22.568247	19.4997	3.24
5.29					
ERROR	36	41.665024	1.157362		
TOTAL	39	109.369766			

C.V. = 51.78 %

