

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

*Producción de plántulas bajo el sistema de flotación de dos especies:  
Snapdragon y Delphinium en diferentes soluciones nutritiva.*

**Por:**

**GENY DE JESUS DZIB CHI**

**TESIS**

Presentado como requisito parcial para  
Obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México junio del 2006

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO  
NARRO**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

*Producción de plántulas bajo el sistema de flotación de dos especies:  
Snapdragon y Delphinium en diferentes soluciones nutritiva.*

**Por:**

**GENY DE JESUS DZIB CHI**

**TESIS**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito  
Parcial Para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.**

**APROBADA POR**

\_\_\_\_\_  
MC. José Antonio González F.  
Presidente del Jurado

\_\_\_\_\_  
MC. Alfonso Rojas Duarte  
Sinodal

\_\_\_\_\_  
MC. Leobardo Bañuelos H.  
Sinodal

\_\_\_\_\_  
MC. Humberto Macias Hdz.  
Sinodal

\_\_\_\_\_  
Arnoldo Oyervidez García  
Coordinador de la División de Agronomía

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JUNIO DEL 2006**

## AGRADECIMIENTOS

Con toda mi gratitud a mi universidad, por recibirme con los brazos abiertos, por permitir mi formación profesional, y de realizar mí sueño, a ti mi “ALMA MATER” gracias.

Con admiración y respeto al M. C. José Antonio González Fuentes por su valiosa asesoría, y por hacer posible la realización de este trabajo.

Al M. C. Alfonso Rojas Duarte por su valioso apoyo, y su participación en la realización de este trabajo.

Al M. C. Leobardo Bañuelos Herrera por la orientación y confianza para la realización de este trabajo.

A la laboratorista Laura Duron, por la ayuda brindada, para la realización de este trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera intervinieron en la realización del presente trabajo

“GRACIAS”.

## **DEDICATORIA**

### **A Dios: (Nuestro Señor).**

Por haberme enseñado este camino y por haber estado a mi lado cuando necesite de el sin merecerlo.

A decir verdad siempre estuvo a mi lado sin que yo lo supiera; gracias Señor por todo lo que me distes en esta etapa de mi vida, estaré agradecida siempre debiendo y dando las gracias siempre.

Porque solo tú señalas el camino de cada persona y gracias por señalar de esta forma la mía.

### **A Mis Padres: Adriano Dzib Dzib y Eufemia Chi Noh.**

Por no dejarme sola en este caminar de mi vida, por los apoyos cuando mas sola me sentía.

Gracias por la vida que me dieron y por hacer de mi lo que soy ahora.

Gracias por no dejarme flaquear y perdonen si alguna vez los ofendí.

Gracias padres porque sin pedirles nada me dieron, comprensión, sacrificio y sobre todo por el ejemplo continua de una vida en constante lucha.

### **A Mis Hermanos: Edgar de Jesús Dzib Chi y Maria Eugenia Dzib Chi.**

Por el apoyo que de dieron, porque sin darme cuenta estuvieron a mí lado, por los consejos de una vida mejor.

Gracias por el amor que me tienen, por quererme así como soy.

Gracias señor por los hermanos que me diste y por el amor que les tengo.

Comprender un semejante no es fácil, sobre todo cuando se equivoca. Su silencio ha sido la mejor manera de enseñarme a admitir mis errores, sus sonrisas la aprobación de mis actos.

**A Mis Niños Queridos: Víctor Adrián Atanasio Dzib y Hugo Alejandro Atanasio Dzib.**

Porque sin darme cuenta me hicieron sentir que la vida es grande, porque un pedacito de carne con solo mirarlos te das cuenta que la vida sigue y hay porque luchar.

Gracias porque despertaron en mi un sentimiento lindo de amar y luchar "los adoro".

**A Mis Abuelos:**

Sr. Domingo Chi (+)

Sra. Victoria Noh Sima (+)

Sr. Adriano Dzib Dzib (+)

Sra. Clotilde Dzib Cahuich. (+)

Porque en su momento estuvieron a mi lado, por el amor y las bendiciones que me demostraron, gracias donde quiera que estén les mando mis bendiciones.

**Con Todo mi Amor: Ing. Alberto Tovar Crespo.**

Por el apoyo que me dio, a pesar de los enojos estuvo a mi lado, gracias y perdón porque sin pensarlo le hice daño; gracias por el hombro que en su momento puso para apoyarme cuando mas lo necesite, por las palabras y por todo lo que hizo por mi sin merecerlo, gracias por el amor que en su momento desperté en el.

**La oscuridad de mi camino  
Se aclara con tu llegada y  
Lo fuiste iluminado día a día,  
Jornada tras jornada;  
Pero al final del camino,  
El destino nos separa y  
Dejara en nuestros rostros  
La tristeza reflejada.  
Después, allá en el tiempo y  
La distancia, cuando la esperanza  
Veas perdida, tu luz, mi guía  
Me indicara el camino que me lleve  
A ti algún día, o me aleje para decirte.  
Te amo, o adiós, vida mía**

Si alguna vez se tropieza con alguien que no sabe dar una sonrisa más, sea generoso, déle la suya. Porque nadie tiene tanta necesidad de una sonrisa como el que no puede dársela a los demás.

"Le pregunté al Señor cuánto me amaba  
Y él abrió sus brazos y murió por mí.

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS.....	3
HIPOTESIS.....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Generalidades.....	4
Cultivo de Snapdragon.....	4
Origen e Historia.....	4
Descripción Botánica.....	6
Nutrición.....	7
Propagación.....	10
Cultivo de Delphinium.....	10
Origen e Historia.....	10
Descripción Botánica.....	11
Uso de Sistemas Hidropónicos para producción de Plántulas....	12

<b>Uso del Sistema de Raíz Flotante para Producción de Plántula...13</b>	
<b>Aireación.....14</b>	
	<b>Pág.</b>
<b>El uso de Cultivo en Sustratos para Producción de Plántula.....15</b>	
<b>Materiales Inorgánicos Usados en la producción de Plántulas....16</b>	
<b>El Uso de Solución Nutritiva para Generación de Plántulas.....17</b>	
<b>El pH de la Solución Nutritiva.....19</b>	
<b>Uso de Fuentes Nutricionales Para la Formación de Soluciones Nutritivas.....20</b>	
<b>Cuadros para elaborar soluciones nutritivas.....21</b>	
<b>Métodos para Preparar Soluciones Nutritivas.....23</b>	
<b>Composición de la Solución Nutritiva.....23</b>	
<b>MATERIALES Y METODOS.....30</b>	
<b>Ubicación Geográfica.....30</b>	
<b>Fechas de Establecimiento.....31</b>	
<b>Materiales Utilizados.....31</b>	
<b>Material Vegetativo usado.....31</b>	
<b>Riegos.....32</b>	
<b>Fertilización.....32</b>	
<b>Composición de la Solución Nutritiva.....33</b>	

<b>Aplicación de Soluciones.....</b>	<b>33</b>
<b>Diseño Experimental.....</b>	<b>34</b>
	<b>Pág.</b>
<b>Tratamientos Empleados.....</b>	<b>34</b>
<b>Métodos Estadísticos.....</b>	<b>36</b>
<b>Variables Evaluadas.....</b>	<b>36</b>
<b>Longitud de Plántula.....</b>	<b>36</b>
<b>Longitud de Raíz.....</b>	<b>37</b>
<b>Grosor de Tallo.....</b>	<b>37</b>
<b>Numero de Hojas Verdaderas.....</b>	<b>38</b>
<b>Peso Fresco de Plántula.....</b>	<b>38</b>
<b>Peso Fresco de Raíz.....</b>	<b>39</b>
<b>Peso Seco de Plántula.....</b>	<b>40</b>
<b>Peso Seco de Raíz.....</b>	<b>40</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>41</b>
<b>Variables Evaluadas.....</b>	<b>41</b>
<b>Longitud de Plántula.....</b>	<b>41</b>
<b>Longitud de Raíz.....</b>	<b>45</b>
<b>Grosor de Tallo.....</b>	<b>49</b>
<b>Numero de Hojas Verdaderas.....</b>	<b>52</b>
<b>Peso Fresco de Plántula.....</b>	<b>55</b>
<b>Peso Fresco de Raíz.....</b>	<b>58</b>

<b>Peso Seco de Plántula.....</b>	<b>60</b>
<b>Peso Seco de Raíz.....</b>	<b>63</b>
	<b>Pág.</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>66</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>67</b>
<b>APENDICE.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Pág.</b>
<b>No. 1 Diseño Experimental de los Materiales Empleados.....</b>	<b>34</b>
<b>No. 2 Diseño de los Tratamientos Empleados.....</b>	<b>35</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura.</b>	<b>Pág.</b>
<b>3.1- Domo de producción de plántulas de Dragoncillos y Delphinium ubicado en el departamento de Horticultura.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2- Semillas de Dragoncillos y Delphinium.....</b>	<b>32</b>
<b>3.3- Medición de longitud de plántula en laboratorio, con ayuda de una regla.....</b>	<b>36</b>
<b>3.4- Medición de longitud de raíz en laboratorio, con ayuda de una regla.....</b>	<b>37</b>
<b>3.5- Medición del grosor de tallo en Laboratorio con la ayuda de un vernier"Science ware" Modelo 0.15 D mm.....</b>	<b>37</b>
<b>3.6- Conteo de número de hojas verdaderas de las Plántulas evaluadas.....</b>	<b>38</b>

**3.7- Muestra de toma de peso fresco en laboratorio.....39**

**Figura** **Pág.**

**3.8- Análisis de peso fresco de raíz con una Balanza Analítica.....39**

**3.9- Muestra de peso seco de plántulas en laboratorio.....40**

**3.10- Analizando peso seco por medio de una Balanza Analítica.....40**

**4.1- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones Nutritiva para  
la variable longitud de plántula.....44**

**4.2- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritiva para  
la variable Longitud de raíz.....48**

**4.3- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritiva para  
la variable Grosor de tallo.....51**

**4.4- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones Nutritiva para  
la variable numero de hojas verdaderas.....54**

<b>4.5- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones Nutritivas para la variable peso fresco de plántula.....</b>	<b>57</b>
--	-----------

<b>Figura</b>	<b>Pág.</b>
---------------	-------------

<b>4.6- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones Nutritivas para la variable peso fresco de raíz.....</b>	<b>60</b>
--	-----------

<b>4.7- Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable peso seco de plántula.....</b>	<b>62</b>
--	-----------

<b>4.8- Respuesta de 4 cultivares al uso de soluciones Nutritivas para la variable peso seco de raíz.....</b>	<b>65</b>
---	-----------

## RESUMEN

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, bajo condiciones de invernadero, para su análisis estadístico se estableció un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 8 repeticiones. Las especies fueron Snapdragon H. cv. “Cool White y Early Yellow” y Delphinium H. cv. “Casablanca y Blue Shadow”; los tratamientos se derivaron de 3 factores: factor A (especie); determinado por Snapdragon y Delphinium. Factor B (Cultivares); determinado por Cool White, Early Yellow, Casablanca y Blue Shadow. Factor C (nivel de nutrición); determinado por la fórmula hidropónica de Douglas en su nivel Mínimo y óptima; la fórmula Base y el testigo (solo agua).

Las variables evaluadas fueron: longitud de plántula, longitud de raíz, grosor de tallo, número de hojas verdaderas, peso fresco de plántula, peso fresco de raíz, peso seco de plántula y peso seco de raíz. Los datos se analizaron por medio de una prueba de medias (Tukey al 0.05).

Los mejores tratamientos para el crecimiento y producción de las dos especies son aquellos donde se utiliza la solución base y la solución mínima de Douglas, se observó que el nivel de nutrición testigo solo agua no superó

a ninguna de las formulas empleadas, notándose deficiencia de macro elementos como de micro elementos.

## INTRODUCCION

La gran diversidad de climas que existen en nuestro país, ha permitido que la floricultura tenga un importante desarrollo en los últimos años; reflejándose no solo en el incremento de la superficie cultivada, sino también en el ingreso de divisas que ésta representa. (Cepeda, 2005).

A nivel nacional destacan por su producción y superficie cultivada los estados de México (55%), Puebla (23%), Sinaloa (11%), Baja California (4%), Guerrero (3%); le siguen en menor porcentaje Morelos, Veracruz, Oaxaca y Michoacán; quienes satisfacen las necesidades de los centros de consumo de algunas ciudades tales como: Monterrey, Guadalajara, Distrito Federal y Jalisco. (Censo Nacional Agropecuario, 2005).

En la republica mexicana es la actividad de mayor rentabilidad económica, dentro del sector agrícola; su valor, en la producción de cultivos ornamentales por unidad de superficie alcanza hasta el 40 porciento más en comparación con otro tipo de cultivos, dentro de ellos se cultivan alrededor de 532,000 has. bajo invernadero y se ha constituido la red de países que importan flores vivas desde México lo cual ha generado grandes expectativas e ingresos; ya que el 90 porciento de la producción nacional se destina a los mercados nacionales y el 10 porciento es enviado a los mercados internacionales, por lo que se obtiene en promedio 30 millones de

dólares al año. Por lo cual se considera que el sector florícola mexicano se ha desarrollado mucho en los últimos años y esta tomando gran importancia para la economía del país. (Beltrán, 2005).

Por lo anterior, cultivar en sistemas protegidos proporciona mayor y mejor producción, y más si dentro de estos se manejan sistemas nuevos que permitan mayor práctica y rapidez en la producción de plántulas como es el caso del tipo de riego a utilizar que es muy importante para la actividades realizada en la floricultura ya que en condiciones inadecuadas puede acarrear dificultades, pues se considera que al tener un buen sistema de riego, fertilización adecuada, invernaderos adecuados y una asepsia adecuada; proporcionan plántulas de mayor calidad; siendo en la actualidad el riego por flotación una de las ventajas, en este sistema se siembra en sustratos limpios y se maneja una técnica simple; facilitando la práctica de riego y la fertilización, donde se obtienen plantas a raíz cubierta por sustrato, evitando así el rompimiento de las raíces y así favorecer la calidad de las plántulas y uniformidad, con un prendimiento más rápido en el suelo, luego de su transplante. (Balcaza, 2005).

Trabajar en sistemas protegidos, y de igual manera manejando un buen sistemas de riegos nos permiten un buen desarrollo de la planta, mayor rapidez en la generación del cultivo, y sobre todo nos proporcionan plántulas de calidad. Y de igual manera esta practica proporciona que las

producciones salgan a corto plazo, así como por año, y de esta manera evitar plagas y enfermedades al cultivo.

### **OBJETIVOS:**

En base a lo anterior se plantea lo siguiente:

Mediante el sistema de flotación determinar la mejor solución nutritiva para obtención de plántulas de calidad.

### **HIPÓTESIS:**

Bajas concentraciones de fertilizantes aplicados en un sistema de flotación para la producción de plántulas de dos especies ornamentales producen plántulas de calidad.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades

#### Cultivo de Snapdragon

##### Origen e Historia

La familia Scrophulariaceae son plantas que comprenden alrededor de 220-300 géneros y alrededor de 4000-4500 especies, dependiendo de la interpretación taxonómica. Tienen una amplia distribución cosmopolita, y una mayor distribución en zonas templadas incluyendo las montañas tropicales. Su origen, la Cuenca del Mediterráneo. Estas plantas reciben denominaciones muy distintas debido a las formas de sus flores. Además, su presencia en la península ibérica de sus progenitores silvestres hace que los nombres populares sean numerosos: boca de dragón, hojarasca de jardín, conejitos, pajaritos y perritos. Presentan una amplia gama cromática variando desde el blanco rosáceo al amarillo y rojo, existiendo algunas variedades de color pastel.

Son plantas perennes de vida corta que se cultivan como anuales; a la hora de comprar las semillas debe tener en cuenta que existen variedades de 3 tipos:

- Variedades de gran tamaño (*A. maximum*, *A. grandiflora*), cuya altura llega a los 90 cm. Se obtiene buenas flores de corte, a partir de

semillas; se recomienda protegerlas en invernadero a partir de marzo o bien al aire libre a partir de mayo. Las plantas obtenidas deben pasar un periodo de adaptación antes de transplantarlas a su lugar definitivo.

- Variedades de tamaño medio (*A. nanum medium*, *A. nanum grandiflora*), que alcanza unos 50cm.

- Variedades de porte pequeño (*A. nanum*), de unos 20 cm. Se utiliza como planta de cobertura de crecimiento rápido. (Duffett, 1960).

Las primeras variedades de esta planta fueron cultivadas en los estados unidos como líneas endogamias de polinización abierta, para floración durante periodos de días largos en el campo o invernadero. En 1926 Mr. Frank Volz Chenoit introdujo un cultivar; Chenoit maid que florecía en invierno (Lindstrom, 1966).

Los perritos fueron incluidos como cultivos de flores independientes por primera vez en el censo agrícola de cultivos hortícolas especializados. (Agricultura Census Of. Horticultural Speciality Crops 1959). Y en este año se clasificaron como el séptimo cultivo de flores mas valiosos producidos; comprendiendo el 3.2 % del valor total de ventas de mayoreo de flores producidos en los estados unidos, los estados mas importantes involucrados en la producción de perritos son: Pennsylvania, Nueva Cork, Indiana, Minesota y Maryland. En 1977 fueron incluidos en el reporte anual de producción de flores y plantas de follaje (Production of Flowers and Follilage plants), por primera vez y se reporto que tenían un valor bruto de ventas al

mayoreo de \$ 2.8 millones de dólares, lo que representa una disminución en el valor total desde 20 años atrás.

Cuando este cultivo apenas se iniciaba, las semillas se colocaban en macetas pequeñas o en tiras de turba con un espaciamiento de 5x5 cm. antes de ser plantadas en el lugar definitivo de crecimiento. (Delworth, 1946).

Para mediados de 1950 la mayoría de los expertos recomendaban el paso directo de plántulas de semillero al banco definitivo para una respuesta máxima de crecimiento. (Balls, 1957).

### **Descripción Botánica**

**Hojas.**- Alternas u opuestas, rara vez verticiladas, algunas veces ausentes.

**Flores.**- En varios tipos de inflorescencias determinadas o indeterminadas, a menudo en racimo o espiga, o a veces solitarias, perfectas, por lo común evidentemente irregulares.

**Perianto.**- Cáliz con frecuencia profundamente lobado o dividido, con segmentos imbricados. Corola simpétala, por lo general fuertemente irregular, algunas veces [sacada](#) o [espolonada](#) en la base, a menudo bilabiada, corola ausente.

**Androceo.-** Con estambres insertos en el tubo de la corola, alternando con los lóbulos, algunas veces 5 y todos funcionales.

**Gineceo.-** De 2 carpelos medianos unidos; ovario súpero, bilocular, con estilo terminal simple, generalmente un estigma húmedo (rara vez tricarpelar y trilocular; primordios seminales más o menos numerosos en cada lóculo.

**Fruto.-** Generalmente una cápsula septicida, menos a menudo loculicida o poricida, rara vez una baya; semillas angulares o aladas.

### **Nutrición**

Cuadro 2.1 Mezcla de fertilizante soluble formulado para satisfacer las necesidades especiales de nutrición de perritos; disuelto en 20 litros de agua. (Haney, 1961).

Ingredientes	formula	Cantidad
Nitrato de potasio	KNO <sub>3</sub>	2.2
Nitrato de calcio	Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	4.8
Nitrato de amonio	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	3.0
Nitrato de magnesio	Mg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	2.0
Bórax	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	0.0058
Hierro quelato		0.0275

Se considera que un campo sin mejoradores físico-químico da como resultado un buen crecimiento de la planta como cuando se le agrega mantillo de hoja, musgo de turba u otras fuentes de materia orgánica (Willis, 1954).

Estas plantas se han considerado de pocos requerimientos nutricionales, relativamente comparados con algunos otros cultivos tales como los crisantemos, rosas o nochebuenas. Howland (1946), noto que las diferencias relativamente en los niveles de nitrógeno, potasio o pH no inducían diferencias significativas en la longitud promedio del tallo o el número de flores producidas por plantas. Además utilizando valores de prueba de Sporway no encontró diferencia estadísticamente significativo al aplicar entre 1 y 10 ppm de fósforo o entre 5 y 30 ppm de potasio, sin embargo las encontró entre 2-5 ppm y 25-50 ppm de nitratos, observando un crecimiento mas fuerte en niveles mayores de nitrógeno. (Rogers, 1951).

Flint y Asen (1953), cultivaron perritos usando un sustrato de arena con una solución de nutrientes que consistía en 160 ppm de Nitrógeno, 32 ppm de Fósforo, 240 ppm de Potasio, 172 ppm de Calcio y 64 ppm de Magnesio, mas elementos menores y otras soluciones a 1/4, 1/2, 2 y 4 veces la concentración señalada. No encontraron diferencias importantes entre las plantas cultivadas en el nivel medio sin embargo observaron que las concentraciones de nutrientes mas altas causaron clorosis de las hojas, diseminación del color de las flores, menos flores, disminución de la

producción de materia seca y tallos mas cortos y mas débiles atribuyéndoseles a los altos niveles de sales solubles presentes. Si los niveles de Nitrógeno están bajos al tiempo de transplante al bancal definitivo, la fertilización líquida con Nitrógeno deberá comenzar pronto para asegurar un buen desarrollo de tallos gruesos y pesados (Bodley, 1962). La sobre fertilización con Nitrógeno, por otra parte, puede llevar a crecimiento herbáceo excesivo y eso debe evitarse.

Sanderson (1975), sugiere que al utilizar la mitad de la concentración recomendada de 200 ppm de Nitrógeno y Potasio en el cultivo de perritos mediante fertilización líquida constante, las plantas jóvenes responden mejor al Nitrógeno en forma de Nitrato que en forma de Amonio, de modo que la fuente actual de Nitrógeno se deberá seleccionar con esta respuesta.

Haney (1961), reporto un excelente crecimiento de perritos utilizando una formula de mezcla de materiales de fertilizantes solubles (cuadro 2.2), para la fertilización regular en forma líquida en perritos, estableció una relación de la mezcla 1:1:1 que consistiendo en suelo, turba y arena, a la cual se agregaron aplicaciones básicas de piedra calida molida y un 20 % de Superfosfato. Además se abasteció en el medio básico de crecimiento fósforo, a las plantas jóvenes como un fertilizante soluble completo poco después del transplante en el banco, no le incluyo Fósforo soluble adicional en la mezcla de fertilizante.

## **Propagación**

Los perritos se propagan por semilla completamente. Las plantas de semillero pueden ser cultivadas fácilmente por el productor o compradas a los propagadores especializados. Las semillas pueden ser infectadas internamente con varios hongos, por ejemplo *Alternaria alternata*, *Phyllosticta antirrhini* y *Stemphyllium botryosum*, todos son patógenos de los perritos y pueden tener como resultado porcentajes de poca germinación. (*Harman et., al 1973*). Los perritos crecen mejor en medios porosos, bien drenados, bien aireados y abiertos. Esta planta necesita una buena aireación del suelo, por lo que es importante una preparación apropiada del medio de crecimiento antes de plantarse. (Miller, 1957).

## **Cultivo de Delphinium**

### **Origen Historia**

El género *Delphinium*, de la familia de las Ranunculáceas (*Ranunculaceae*). Esta representado por 250 especies de plantas con flores anuales y vivaces, se le conoce con el nombre común de Albarraz, son nativos de todas las regiones del hemisferio norte. Las flores, dispuestas en espigas, suelen ser de color azul, blancas, rojas y amarillas; constan de cinco sépalos en cuyo centro se abren entre cuatro y seis pétalos con espolones. Las hojas están profundamente divididas, (Sanderson, 1975).

Se han obtenido numerosas variedades de jardinería. En su medio natural, algunas especies contienen alcaloides tóxicos, como la aconitina, que pueden provocar enfermedades graves, y hasta la muerte, a los animales que las consumen al pastar. A estas plantas se llaman también espuelas de caballero, sobre todo en jardinería aunque éstas pertenecen en realidad a un género distinto. (Willis, 1954).

### **Descripción Botánica**

**Hojas.-** Alternas o rara vez opuestas, simples o compuestas; [estipulas](#) ausentes o rara vez vestigiales, pecíolos sensibles como [zarcillos](#).

**Flores.-** Solitarias o en inflorescencias cimosas, racemosas; perfectas, rara vez unisexuales; [entomófilas](#), rara vez [anemófilas](#), con un receptáculo más o menos alargado.

**Perianto.-** Sépalos petaloides, a menudo caducos, pétalos poco numerosos o ausentes, de origen *estaminodial*, por lo común nectaríferos hacia la base.

**Androceo.-** Estambres generalmente numerosos, dispuestos en espiral, rara vez verticilados, [dehiscencia](#) longitudinal.

**Gineceo.**- Carpelos libres, rara vez connados; estigma seco, a menudo bilobulado; primordios seminales numerosos o solitarios, algunas veces [hemítropos](#).

**Fruto.**- Generalmente folículo, aquenio o baya. Dispersión por estilos plumosos, aquenios con espinas, semillas con [eleosomas](#).

### **Uso de Sistemas Hidropónicos para Producción de Plántulas**

Se puede definir a la hidroponía como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua y en el que, en lugar de suelo, se utiliza como sustrato un material inerte, o simplemente la misma solución. Sánchez y Escalante, (1988).

López (1976), menciona que los cultivos hidropónicos se caracterizan por no depender de suelo para su desarrollo, para lo cual se ha tenido que reemplazar las funciones que tiene el suelo, o sea la de proveer agua y los nutrientes requeridos por el cultivo. En todos los sistemas de hidroponía el problema de la nutrición se ha resuelto en forma similar; los nutrientes son puestos en solución en las cantidades y proporciones requeridas por las diferentes plantas. Esta solución es puesta en contacto con las raíces de las plantas, las cuales pueden estar sostenidas de diferentes formas, utilizando diversos materiales inertes químicamente.

Aguilar, Hurtado y Cazares (1990), mencionan que la respuesta del crisantemo (Chrysanthemum morifolium) en tres niveles de concentración de sales en un sistema de producción hidropónico, encontraron que el comportamiento el crisantemo, asociado con el rendimiento, de la variedad White Marble en tres diferentes concentraciones nutricionales, con tallo despuntado y bajo un sistema hidropónico por subirrigación en condiciones de invernadero, evaluaron, altura de la planta, diámetro de la flor, diámetro del tallo, longitud del tallo comercial, número de nudos y número de hojas. Los rendimientos que se evaluaron con las concentraciones media y baja, están además de favorecer una floración rápida (105 y 103 días respectivamente) cumplieron con el requisito de diámetro de la flor (mayor de 7 cm.); sin embargo, resultaron estadísticamente diferentes (1% y 5%) con respecto a la concentración mas elevada, aunque esta ultima presento una longitud de tallo mayor.

### **Uso del Sistema de Raíz Flotante para Producción de Plántula**

La producción bajo este sistema consiste en que las raíces están sumergidas en solución nutritiva, las plantas se encuentran en planchas de termopor o polietileno expandido que flotan sobre el agua con la solución nutritiva. La plancha actúa como soporte mecánico y cada una flota sosteniendo un determinado número de plantas. Para lograr una buena producción es muy importante airear la solución nutritiva en forma manual.

Este sistema ha sido muy eficiente, ya que es muy exigente en un cuidadoso manejo, especialmente de aireación. Dado que las mayorías de las familias a las que se ha destinado esta propuesta no disponen de medios económicos ni de conocimientos técnicos suficientes para hacer instalaciones que permiten el reciclaje y aireación automática. En el sistema de raíz flotante, es preciso conocer los tiempos necesarios entre siembra y germinación; germinación y trasplante; y trasplante y cosecha.

### **Aireación**

En el sistema de producción en raíz flotante, es indispensable remover el agua con las manos formando burbujas por lo menos una vez por día, con la finalidad de redistribuir los elementos nutritivos por todo el líquido (agua) y oxigenar la solución, cuando no se hace las raíces tienden a oscurecerse y a limitar la absorción de nutrientes y agua, también se empiezan a formar algas que le dan mal aspecto al cultivo, las cuales absorben nutrientes de la solución destinados a las plantas.

Al realizar la aireación se deben levantar lentamente las láminas evitando romperlas, pues estas son muy débiles, esto se hace durante 15 segundos (dependiendo del área sembrada). Cuando los contenedores tienen dimensiones superiores a un metro se recomienda partir las láminas en dimensiones apropiadas, dado que las láminas soportan mucho peso y existe mayor riesgo de que se rompan.

En el sistema de cultivo a raíz flotante es indispensable batir con las manos dos veces por día la solución nutritiva, con el fin de redistribuir los elementos nutritivos por todo el líquido y oxigenar la solución. Sin ello, las raíces empiezan a oscurecer y a limitar la absorción de nutrientes y agua.

Cuando no se agita la solución nutritiva con la debida frecuencia, se empiezan a formar algas que le dan mal aspecto al cultivo y alteran su desarrollo, porque ellas compiten por los nutrientes destinados a las plantas. Al realizar la aireación se deben levantar lentamente las laminas evitando romperlas, pues éstas deben durar de 10 a 5 cultivos definitivos. Si no se obtiene esta duración, los costos de producción aumentaran considerablemente, puesto que este es el tiempo de amortización de los materiales. La aireación se puede hacer levantando y bajando sucesivamente la lamina con las plantas durante 15 segundos; se puede hacer, asimismo, levantando y sosteniendo la lámina y metiendo la mano para agitar y formar burbujas.

### **El uso de Cultivos en Sustratos para Producción de Plántulas**

El cultivo en sustratos de acuerdo con Harris (1974) y Schwarz (1975), es un sistema de cultivo que comprende todos aquellos métodos en los que las plantas crecen en un sustrato con propiedades de retención de humedad (arena, perlita, vermiculita, aserrín, etc.).

El cultivo en estos sustratos es el sistema más simple de cultivo. Las raíces se desarrollan y crecen en un medio inerte, generalmente con partículas de tamaño pequeño y capacidad de retención de humedad.

El sustrato en que las raíces crecen debe ser lo suficientemente fino para mantener un adecuado nivel de humedad; pero a la vez no tan fino que interfiera con una eficiente aireación. La circulación del aire tiene lugar a través de las partículas del agregado en forma semejante al suelo.

Phipps (1974), citado por Tinus y Stephen (1979), hace referencia a algunos materiales que pueden ser utilizados como medio de crecimiento tales como: arena, estiércol, turba, musgo fangoso, vermiculita, perlita y algunos materiales sintéticos, pero por razones funcionales y económicas predominan las mezclas de turba-vermiculita.

Goldsberry (1988), Observo en un estudio sobre la respuesta de la Gerbera al calentamiento de la zona radical en sustratos de suelo y grava.

### **Materiales Inorgánicos Usados en la Producción de Plántulas**

Los sustratos inorgánicos que mas se utilizan en la producción de plántulas son: perlita, vermiculita, peat-moss, ladrillo, etc.

#### **Perlita**

Es un material volcánico natural con propiedades semejantes a la arena. La perlita puede ser utilizada como sustrato hidropónico una vez

cribada y calentada aproximadamente a una temperatura de 1000 °C, ya que con ello se expande y se forma un material blanco o grisáceo de baja densidad, completamente estéril y con excelentes propiedades de retención de humedad.

A la vez se logra una buena aireación. A la perlita así tratada también se le conoce en México como agrolita. La perlita pesa de 90 a 110 Kg. por metro cúbico y los diámetros mas adecuados para la hidroponía oscilan de 1-3 mm. La perlita tiene un pH neutro en agua destilada. (Solís, 2000).

### **Vermiculita**

Es un mineral natural a base de silicato aluminio-magnesio. Su forma natural es la de una mica de color pardo y estructura laminar, conteniendo agua ínter láminas. En contacto con una llama, el agua se evapora transformando cada partícula laminar en un fuelle a modo de gusano, con reflejos metálicos de color pardo, con baja densidad aparente y elevada porosidad.

### **El uso de Solución Nutritiva para Generación de plántulas**

Es la disolución de diversos nutrimentos en el agua, con la que se riegan las plantas, y cuya función es proporcionar los nutrimentos requeridos por ellas en las proporciones adecuadas. (Sánchez y Escalante, 1988).

Las plantas requieren cantidades relativamente altas de nitrógeno, fósforo y cantidades menores de calcio, magnesio, hierro, zinc y algunos otros elementos. Básicamente estos elementos son combustibles para hacer crecer a las plantas, son componentes necesarios para el proceso por el cual la planta produce su propio alimento.

El nitrógeno ayuda a estimular el crecimiento firme de la planta. Este también endurece los tallos de las plantas, y es uno de los elementos indirectamente responsables e que el follaje de la planta sea de color verde.

El potasio ayuda a la planta a resistir las enfermedades. Es uno de los componentes. Que ayuda a la manufacturación de azúcar y almidón, también es importante en el desarrollo de raíces fuertes y saludables.

El fósforo es parte vital de la producción de alimento dentro de la planta, impulsa al mecanismo por el cual la energía que es desprendida por los azúcares que son quemados dentro de la planta es distribuida en diferentes partes de la planta. Ayuda a la formación de raíces fuertes y resistentes a enfermedades.

Estos tres elementos son absolutamente esenciales para el crecimiento de una planta saludable. Los micros nutrientes mas requeridos

por la planta son: Hierro, manganeso, zinc, boro, molibdeno, cobre y cloro. (Hernández, 1981).

Después de varios años de investigación, se ha llegado a concluir que no existe una solución teórica ideal para un cultivo en particular y que la concentración óptima de elementos nutritivos para una especie vegetal en particular depende de un amplio conjunto de factores, de los que destacan los siguientes: la estación del año, el clima, la calidad del agua, el estado de desarrollo de la planta y la parte de la planta que se va a cosechar. (Sánchez y Escalante, 1983).

### **El pH de la Solución Nutritiva**

Uno de los factores mas importantes en los cultivos hidropónicos, es el de mantener la debida acidez o alcalinidad en la solución nutritiva a veces el fracaso es debido este factor. El termino empleado para expresar el grado de acidez o alcalinidad de una solución es el pH, la mayoría de las soluciones nutritivas eficientes tienen valores de pH entre 5 y 6, y estos límites están asociados con el crecimiento saludable de muchas plantas. Por lo tanto, para su uso general tanto en unidades pequeñas como en unidades comerciales, se recomienda un valor de pH de 6 a 6.5, para reacciones neutras o ligeramente alcalinas suelen inmovilizarse el fósforo, hierro, boro y

manganeso, lo cual suele dar motivo a las carencias correspondientes. (Lees, 1983).

Algunas técnicas más comúnmente usadas para estabilizar el pH de una solución son: (1) uso de sulfato de amonio, (2) ajustar el nivel de fosfato y (3) adición de ácidos y álcalis. Cuando la solución llega a ser demasiado alcalina se añade ácido sulfúrico para reducirla hasta su propio nivel. Algunos recomiendan ácido nítrico, lo cual es satisfactorio; pero el ácido sulfúrico es más deseable para su uso. Cuando la solución nutritiva llega a ser demasiado ácida, se recomienda usar hidróxido de potasio.

### **Uso de Fuentes Nutricionales para la Formación de Soluciones Nutritivas**

Las fuentes más comunes y baratas de los elementos nutrimentales son los fertilizantes comerciales. Solo cuando se hacen trabajos de nutrición vegetal o como fuentes de algunos micro nutrientes es que se justifica el uso de reactivos analíticos que, por su elevado precio, no se recomiendan en la hidroponía comercial o a nivel de huerto familiar. Algunos fertilizantes proporcionan dos o más nutrientes, lo cual favorece la elaboración de la solución y reduce su precio.

## CUADROS PARA ELABORAR SOLUCIONES NUTRITIVAS

Cuadro No. 2.2 Pesos atómicos de los elementos más comunes usados en hidroponía. Según Haney 1961.

NOMBRE	SIMBOLO	PESO ATOMICO
Aluminio	Al	26.98
Boro	B	10.81
Calcio	Ca	40.08
Carbono	C	12.01
Cloro	Cl	35.45
Cobre	Cu	63.54
Hidrogeno	H	1.008
Hierro	Fe	55.85
Magnesio	Mg	24.31
Manganeso	Mn	54.94
Molibdeno	Mo	95.94
Nitrógeno	N	14.01
Oxigeno	O	16.00
Fósforo	P	30.97
Potasio	K	39.10
Selenio	Se	78.96
Silicio	Si	28.09
Sodio	Na	22.99
Azufre	S	32.06
Zinc	Zn	65.37

Cuadro No 2.3 Rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos presentes en soluciones hidropónicas según Douglas. 1976 ppm.

Elemento	mínimo	optimo	máximo
Nitrógeno	150	300	1000
Calcio	300	400	500
Magnesio	50	75	100
Fósforo	50	80	100
Potasio	100	250	400
Azufre	200	400	1000
Cobre	0.1	0.5	0.5
Boro	0.5	1	5
Fierro	2	5	10
Manganeso	0.5	2	5
Molibdeno	0.001	0.001	0.002
Zinc	0.5	0.5	1

## **Métodos para Preparar Soluciones Nutritivas**

Los métodos que mas se usan para preparar soluciones nutritivas son tres: método de las soluciones madre, método normal y método de adición de los fertilizantes secos.

Para la realizaron de este trabajo se utilizo el método de las soluciones madre, se elaboro con distintas concentraciones madre y con distintas concentraciones en las soluciones. Una manera practica de preparar soluciones madre es pesar una cantidad de fertilizante comercial para proporcionar la concentración recomendada de los macro nutrientes y micro nutrientes y posteriormente disolverla en agua. Antes de añadir las soluciones madre al agua en que se va a elaborar la solución final, se debe calcular la cantidad requerida de cada una de ellas para lograr la concentración deseada de cada uno de los nutrientes. Después se va añadiendo las cantidades necesarias de cada una de las soluciones madre agitando regularmente junto con cada adición y antes de añadir la siguiente.

## **Composición de la Solución Nutritiva**

Además de los elementos que los cultivos extraen del aire y del agua (Carbono, Hidrogeno y Oxigeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos: Indispensable para la vida del cultivo,

son requeridos en distintas cantidades por las plantas. Entre los que necesitan en cantidades grandes están el nitrógeno, el fósforo y el potasio. En cantidades intermedias el azufre, el calcio y el magnesio. En cantidades muy pequeñas elementos menores como el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno.

### **Nitrógeno**

Síntomas de deficiencia: se reduce el crecimiento y las plantas, generalmente se vuelven amarillas (cloróticas) a causa de la pérdida de clorofila, especialmente las hojas más viejas. Las hojas más jóvenes permanecen verdes más tiempo que el indicado para las más viejas. Algunos tallos, hojas y las superficies de las hojas se vuelven de un color púrpura.

Síntomas de toxicidad: las plantas normalmente toman un color verde oscuro con follaje abundante, pero a menudo con un sistema radicular reducido retardando la floración y la producción de semillas.

### **Fósforo**

Síntomas de deficiencia: las plantas suelen comparar su desarrollo y a menudo toman un color verde oscuro. Existe una acumulación de pigmentos de antocianina. Los síntomas de deficiencia aparecen en primer lugar en las hojas más maduras. A menudo se atrasa la madurez de las plantas.

Síntomas de toxicidad: al principio no se notan los síntomas, algunas veces las deficiencias de cobre o zinc ocurren antes de un exceso de fósforo.

### **Potasio**

Síntomas de deficiencia: los síntomas son primero visibles en las hojas más viejas. Las hojas se vuelven inicialmente cloróticas, pero pronto aparecen lesiones necróticas esparcidas por toda su superficie. En algunas otras, los vértices y márgenes de las hojas se secan rápidamente.

Síntomas de toxicidad: normalmente no existe demasiada absorción de este elemento por las plantas. El exceso de potasio puede dar lugar a una deficiencia de magnesio y posiblemente a deficiencias en manganeso, zinc o hierro.

### **Azufre**

Síntomas de deficiencia: no suele encontrarse a menudo. Generalmente, aparece un amarilleo de las hojas, que suele ser visible, en primer lugar, en las hojas, más jóvenes.

Síntomas de toxicidad: existe una reducción en el crecimiento y tamaño de las hojas. Estos síntomas en las hojas a menudo son difíciles de

observar. Algunas veces, las zonas entre los nervios amarillean y acaban por caerse.

## **Magnesio**

Síntomas de deficiencia: aparece una clorosis en las hojas en las zonas entre las nervaduras, desarrollándose en primer lugar en las más viejas. La clorosis puede empezar en los márgenes de las hojas o en los vértices y progresar hacia su parte interior en la zona entre las nervaduras.

Síntomas de toxicidad: existe muy poca información disponible sobre los síntomas visibles.

## **Calcio**

Síntomas de deficiencia: el desarrollo de los tallos suele quedar inhibido y los extremos de las raíces pueden morir. Las hojas jóvenes se ven afectadas antes de que las viejas, volviéndose irregulares y pequeñas con márgenes del mismo tipo y moteado de zonas necróticas.

Síntomas de toxicidad: no existen síntomas visibles. Normalmente suele estar asociado con un exceso de carbonato.

## **Hierro**

Síntomas de deficiencia: aparece una clorosis entre las nervaduras muy pronunciada, parecida a la causada por la deficiencia de magnesio con la diferencia de estar situada en las hojas más jóvenes.

Síntomas de toxicidad: en condiciones naturales no se evidencia a menudo. Después de pulverizaciones han aparecido algunas veces puntos necróticos.

## **Cloro**

Síntomas de deficiencia: hojas marchitas que posteriormente se vuelven cloróticas y necróticas, algunas veces aparecen color bronceado. El desarrollo de la raíz es pobre, y esta se engruesa cerca de sus extremos.

Síntomas de toxicidad: quemado de los bordes y quemado de las hojas. Bronceado, amarilleo y algunas veces clorosis de las hojas ya su vez puede dividirse. Se reduce el tamaño de las hojas y el desarrollo general es muy bajo.

## **Manganeso**

Síntomas de deficiencia: los síntomas iniciales son a menudo una clorosis de la zona entre las nervaduras de las hojas tanto jóvenes como

viejas según la especie con posterioridad pueden aparecer lesiones necróticas y caída de las propias hojas.

Síntomas de toxicidad: algunas veces aparece clorosis existiendo una distribución irregular de la clorofila y provocándose una deficiencia de hierro, reducción en el crecimiento.

### **Boro**

Síntomas de deficiencia: los síntomas varían según la especie. A menudo suelen morir los tallos y la zona meristemática apical de las raíces. Los vértices de las raíces a menudo se vuelven descoloridos y se hinchan. Los tejidos internos suelen desintegrarse o decolorarse. Las hojas muestran síntomas variados, incluyendo engrosamiento, brillantez, rizado, marchitez y moteado clorótico.

Síntomas de toxicidad: el amarilleo del vértice de las hojas es seguido por una necrosis progresiva de estas desde la zona basal hasta los márgenes y vértices.

### **Zinc**

Síntomas de deficiencia: reducción de la longitud de los internodos y del tamaño de las hojas. Los bordes de las hojas se distorsionan a menudo. Algunas veces aparece una clorosis entre las nervaduras.

Síntomas de toxicidad: el exceso de zinc produce comúnmente clorosis ferrica en las plantas.

### **Cobre**

Síntomas de deficiencia: esta deficiencia es rara en forma natural. Las hojas más jóvenes se vuelven comúnmente verde oscuro y se enrollan, frecuentemente aparece un moteado necrótico.

Síntomas de toxicidad: desarrollo reducido seguido por síntomas de clorosis ferrica achaparramiento reduce la formación de las ramas, engrasamiento u oscurecimiento anormal de las zonas de las raíces.

### **Molibdeno**

Síntomas de deficiencia: a menudo se desarrolla una clorosis entre las nervaduras, primero en las hojas más viejas y después de forma progresiva en las hojas más jóvenes (semejante a la deficiencia en nitrógeno). A veces, las hojas se ahuecan y aparecen quemaduras en sus bordes.

Síntomas de toxicidad: se observa raramente. Las hojas pueden volverse amarillo brillante, algunas plantas en su primer estado pueden aparecer con un color púrpura brillante. (Howard M. Resh. 1987).

## MATERIALES Y METODOS

### Ubicación Geográfica

El trabajo realizado se llevo a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, que se encuentra ubicada a siete kilómetros al sur de la ciudad de Saltillo, específicamente en las coordenadas terrestres 25° 23' latitud norte y 101° 00' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 1743 metros, la temperatura media anual es de 19.8 °C con una oscilación media de 10.4° C. Los mese mas calidos son junio y agosto con temperaturas máximas de hasta 37 °C y la precipitación pluvial media anual es de 298.5 mm, el clima se caracteriza por ser seco, semiárido. El domo donde se realizo el trabajo es de tipo túnel con estructura metálica cubierta de plástico transparente y malla sombra.



Fig. No. 3.1 Domo de producción de plántulas de Dragoncillos Y Delphinium, ubicado en el departamento de horticultura.

### **Fechas de Establecimiento**

El trabajo de campo se inicio el 20 de septiembre del 2005 y finalizo el 3 de noviembre con la última evaluación en laboratorio de peso seco de las plántulas evaluadas.

### **Materiales Utilizados**

Invernadero	4 camas (90X90 cm.)
Peat-moss	Perlita
Plástico blanco	Charolas de 200 cavidades
Fertilizantes	Agua
Pala	Botes
Balanza analítica	Bolsitas de papel
Estufa	Vernier
Regla	Etiquetas

### **Material Vegetativo Usado**

Se utilizaron semillas de Snapdragon del cultivar “Cool White y Early Yellow” y semillas de Delphinium del cultivar “Casablanca y Blue Shadow”. Provenientes del estado de México.

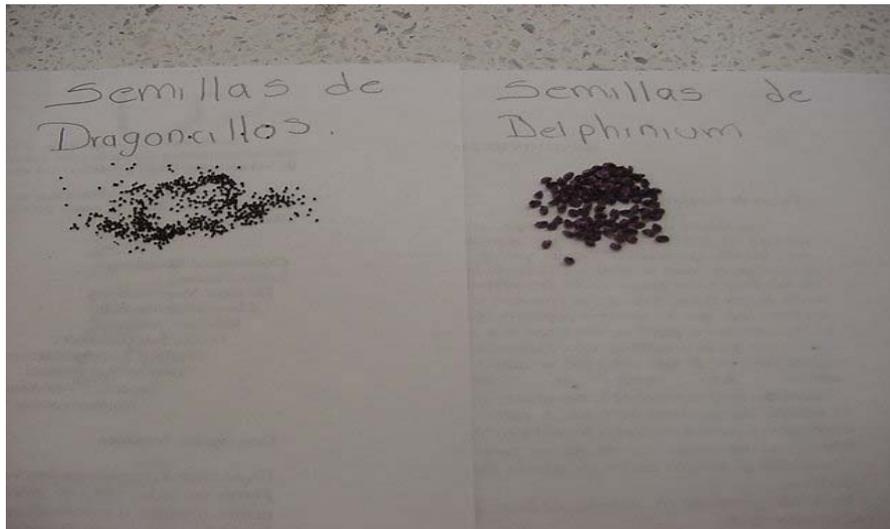


Fig. No. 3.2 Semillas de Dragoncillos y Delphinium.

## **Riegos**

Se cambio la solución dos veces en el transcurso del estudio. El primer riego se aplico el 20 de septiembre cuando se estableció el experimento y el segundo se aplico el 10 de octubre. Se colocaron 4 camas y a cada una se le aplico 60 litros de agua por aplicación junto con la solución. El agua aplicada es la que se obtiene de pozos profundos, evitándose así problemas de contenido de sales o por enfermedades.

## **Fertilización**

Los fertilizantes utilizados, se aplicaron y disolvieron en el agua, las fuentes usadas fueron: Nitrato de Potasio, Nitrato de Calcio, el 10-52-00, Sulfato de cobre, Sulfato de boro, Quelato de fierro, Sulfato manganeso, Molibdeno, Zinc.

## **Composición de la Solución Nutritiva**

En la composición de esta se siguió lo recomendado por Douglas (cuadro No. 2), en donde se establecen los rangos mínimos y óptimos de elementos presentes en las soluciones nutritivas y la solución base propuesta para este trabajo.

La solución madre, se preparo individualmente según el rango de concentración deseada (mínimo, optimo y solución UAAAN). Posteriormente fue depositado en un bote de 20 litros. El producto depositado en el bote no es tuvo mas de 10 minutos en el; hay que recordar que mientras el producto fue puesto en el bote este fue tapado; esto con la finalidad de evitar la penetración excesiva de los rayos solares y consecuentemente la incidencia de algas o bien la perdida de efectividad de los productos químicos.

## **Aplicación de Soluciones**

La aplicación se llevo a cabo de una manera sencilla, proporcionando a cada una de las camas, 60 litros de solución nutritiva de acuerdo al nivel de nutrición requerido y de acuerdo a la frecuencia correspondiente a cada tratamiento.

## Diseño Experimental

El trabajo se estableció bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2x2x4, con 4 tratamientos y 8 repeticiones y la unidad experimental constituyo en 2 especies y 4 cultivares por charola por tratamiento.

Cultivo: Snapdragon H. cv. "Cool White y Early Yellow" y Delphinium H. cv. "Casablanca y Blue Shadow".

Cuadro No. 1 Diseño Experimental de los Materiales Empleados

Factor A: especie	Factor B: cultiva	Factor C: nivel de nutrición.
Snapdragon	Cool White	testigo
	Early Yellow	solución base
Delphinium	Casablanca	Douglas mínima
	Blue Shadow	Douglas optima

## Tratamientos Empleados

Se emplearon 16 tratamientos con diferentes rangos nutricionales y con 2 diferentes frecuencias de aplicación; con dos especies diferentes y cuatro cultivares.



## Métodos Estadísticos

Para evaluar el efecto de los tratamientos planteados se realizaron análisis de varianza y pruebas de tukey para determinar las medias; y de esta manera evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos.

## Variables Evaluadas

### Longitud de Plántula

Para medir esta variable se tomaron como muestra 8 plántulas de cada especie y de cada tratamiento, se midió desde su parte basal hasta la parte apical con una regla graduada determinado una media para realizar su análisis.



Fig. No. 3.3 Medición de longitud de plántula en laboratorio,  
Con ayuda de una regla

### **Longitud de Raíz**

Para medir esta variable se tomo la raíz de las 8 plántulas, lavada y secada, posteriormente se procedió a obtener los datos por medio de una regla sacando una media para su análisis.



Fig. No. 3.4 Medición de longitud de raíz en laboratorio, Con ayuda de una regla

### **Grosor de Tallo**

Para la medición de esta variable la lectura se tomo con un vernier "Science ware" modelo 0.15 D mm con el cual se midió el grueso de cada tallo.



Fig. No. 3.5. Se medición del grosor de tallo en Laboratorio con la Ayuda de un vernier "Science ware" modelo 0.15 D mm.

### **Numero de Hojas Verdaderas**

El conteo de las hojas se realizo tomando 8 plántulas por los diferentes tratamientos y de las diferentes especies. Sacando una media para su análisis.

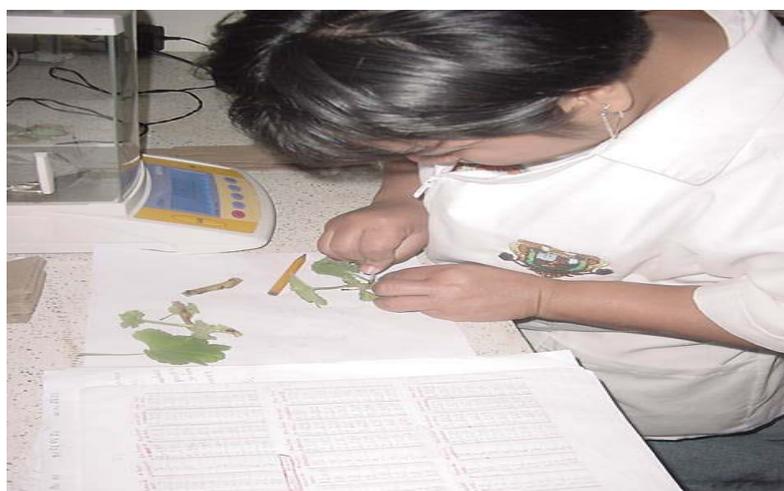


Fig. No. 3.6 Conteo de número de hojas verdaderas de las plántulas evaluadas

### **Peso Fresco de Plántula**

Para el peso de esta variable se tomaron 8 plántulas por especie por tratamiento, se lavaron, secaron y pesaron en una balanza analítica “A&D” modelo HR - 120, posteriormente se depositaron en bolsas de papel y metidos en una estufa “Lindberg/Blue M” modelo Gravity oven a 65° C por tres días, determinado una media para su análisis.

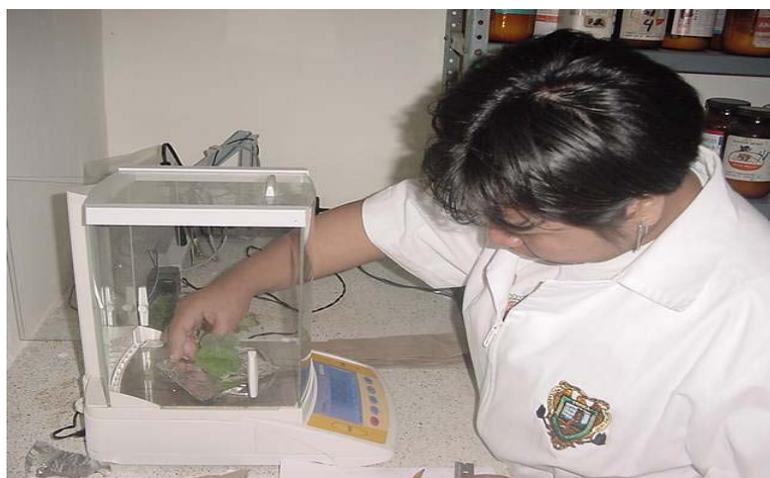


Fig. No. 3.7 Muestra de toma de peso fresco en laboratorio

### **Peso Fresco de Raíz**

Para el peso de esta variable se tomaron las raíces de las plántulas pesadas. Posteriormente se procedió a pesar con una balanza analítica “A&D” modelo HR - 120, se pusieron en bolsas de papel y colocados dentro de una estufa “Lindberg/Blue M” modelo Gravity oven a 65° C por tres días.



Fig. No.3. 8 Análisis de peso fresco de raíz con una balanza analítica

### **Peso Seco de Plántula**

Para el peso de esta variable, se sacaron las plántulas de la estufa “Lindberg/Blue M” modelo Gravity oven que fueron depositados tres días antes, se pesaron con una balanza analítica “A&D” modelo HR - 120 y se tomaron los datos para una media y analizarlo.



Fig. No. 3.9 Muestra de peso seco de plántulas en laboratorio

### **Peso Seco de Raíz**

Para el peso de esta variable se tomaron las raíces de la estufa “Lindberg/Blue M” modelo Gravity oven, antes analizadas, se pesaron con una balanza analítica “A&D” modelo HR - 120. Se saco una media para su análisis.

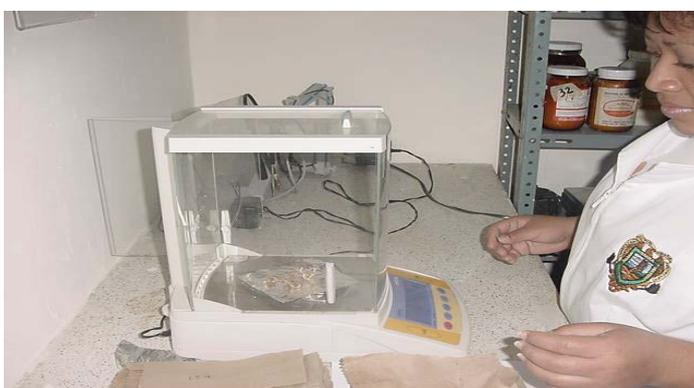


Fig. No. 3.10 Analizando peso seco por medio de una Balanza analítica.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

A continuación se presentan los resultados y la discusión respectiva en esta investigación, donde se describe, analiza y discute cada una de las variables en forma individual, para cada una de las especies empleadas y para cada uno de los niveles de nutrición usados.

### **Variables Evaluadas**

#### **Longitud de Plántula**

Esta variable tiene gran importancia, pues de manera directa determina la calidad de la plántula, esta característica es importante al momento de su transplante porque se considera que en la práctica, una plántula demasiado larga tiende a sufrir un estrés fuerte y como consecuencia el agobio por la longitud excesiva en el tallo. Para el buen transplante es recomendable emplear plántulas pequeñas dado que de esta manera esta tendrá una mayor capacidad de absorción de agua, para llevarla más rápido a la parte superior de la planta y como consecuencia esta estará en condiciones óptimas de desarrollo más rápidamente.

En base a los resultados en esta variable, el análisis de varianza mostró una respuesta estadística altamente significativa para sus diferentes fuentes de variación (cuadro A.1); factor A (especie), factor B (cultivares), factor c (niveles de nutrición) y de igual forma sucedió para la interacción

AxB y para su triple interacción AxBxC. Ello indica que posiblemente los tratamientos influyeron estadísticamente en la longitud de la plántula, que son estadísticamente diferente entre si. Sin embargo para el caso de las interacciones AxC y BxC los resultados fueron estadísticamente no significativos, es decir que existe una interacción independiente entre las especies, cultivares y la nutrición. Se observa además un coeficiente de variación de 3.24 % considerado como muy bajo, es decir el cual indica la confiabilidad en los resultados obtenidos en las variables analizadas.

Por otra parte de acuerdo al cuadro de medias (cuadro No. A.2), y en a la “prueba de tukey” al 0.05, se encontraron 8 niveles de significancia diferentes, para las dos especies evaluadas, y en forma individual el resultado fue diferente de acuerdo a la solución empleada.

En el caso de la especie de Dragoncillos correspondientes a los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow, mostraron que la mejor longitud la obtuvieron los tratamiento 14 (solución base) y el 15 (solución mínima) con 16.7500 cm. y 16.3130 cm., estos dos tratamientos fueron del cultivar Cool White. Aunado a ello le siguieron los tratamientos en flotación 10 (solución base); el tratamiento 11 (solución mínima) ambos del cultivar Potomac Early Yellow y el tratamiento 16 (solución optima), quienes resultaron estadísticamente iguales entre ellos, pero con diferente nivel de nutrición. Sin embargo, también se observo una longitud mas corta con el tratamiento 9 correspondiente al testigo (solo agua), quien mostró síntomas de deficiencia nutricional y raquitismo en su desarrollo el cual alcanzo una

longitud de 11.8750 cm., el cual correspondió al cultivar Potomac Early Yellow.

Por otra parte, para la especie de Delphinium correspondientes a los cultivares Blue Shadow y Casablanca; la mejor longitud la obtuvieron los tratamientos 2 (cv. Blue Shadow) con 6.6380 cm.; el tratamiento 6 (cv. Casablanca) que obtuvo 6.5500 cm. de largo, mismos que fueron de la solución base; de igual forma, el tratamiento 3 (cv. Blue Shadow) y 7 (cv. Casablanca) que fueron de la solución mínima, las cuales reflejan una buena longitud de plántula la cual se considera como buena con 6.2750 cm. y 6.2000 cm., respectivamente siendo iguales entre si estadísticamente. Mientras que el testigo resulto con la longitud mas corta comparado con los tratamientos de la solución base y la mínima, con 4.0380 cm., lo cual puede ser a una mala nutrición o incluso a la falta de suministro de macro elementos y micro elementos.

Con respecto a la interacción de las especies (Dragoncillos y Delphinium), alcanzaron una longitud de 16.7500 cm. y 6.6380 cm., ambas fueron trabajadas con la solución base. Cabe mencionar que estos datos se tomaron 30 días después de la siembra en charola. Debido a que se considero que una plántula con longitud muy larga no es la mejor para el trasplante porque existen desventajas por diversos razones entre ellos el estrés hídrico, por lo que se considera que la mejor condición para trasplantar plántulas es cuando tiene aproximadamente entre 6 a 10 cm. de longitud, siendo sugerible realizar el trasplante cuando este tiene entre 15 y

21 días, con la finalidad de obtener plántulas de calidad. Esto coincide con lo expuesto por Sosa (1995) quien trabajo con la solución mínima de Douglas pero en el cultivo de girasol donde observo plántulas crecidas a los 21 días después de la siembra, que alcanzaron longitudes de 8 cm. Aproximadamente.

Lo anterior se refleja en el cuadro de medias analizado para esta variable y para las especies evaluadas (fig. No. 4.1).

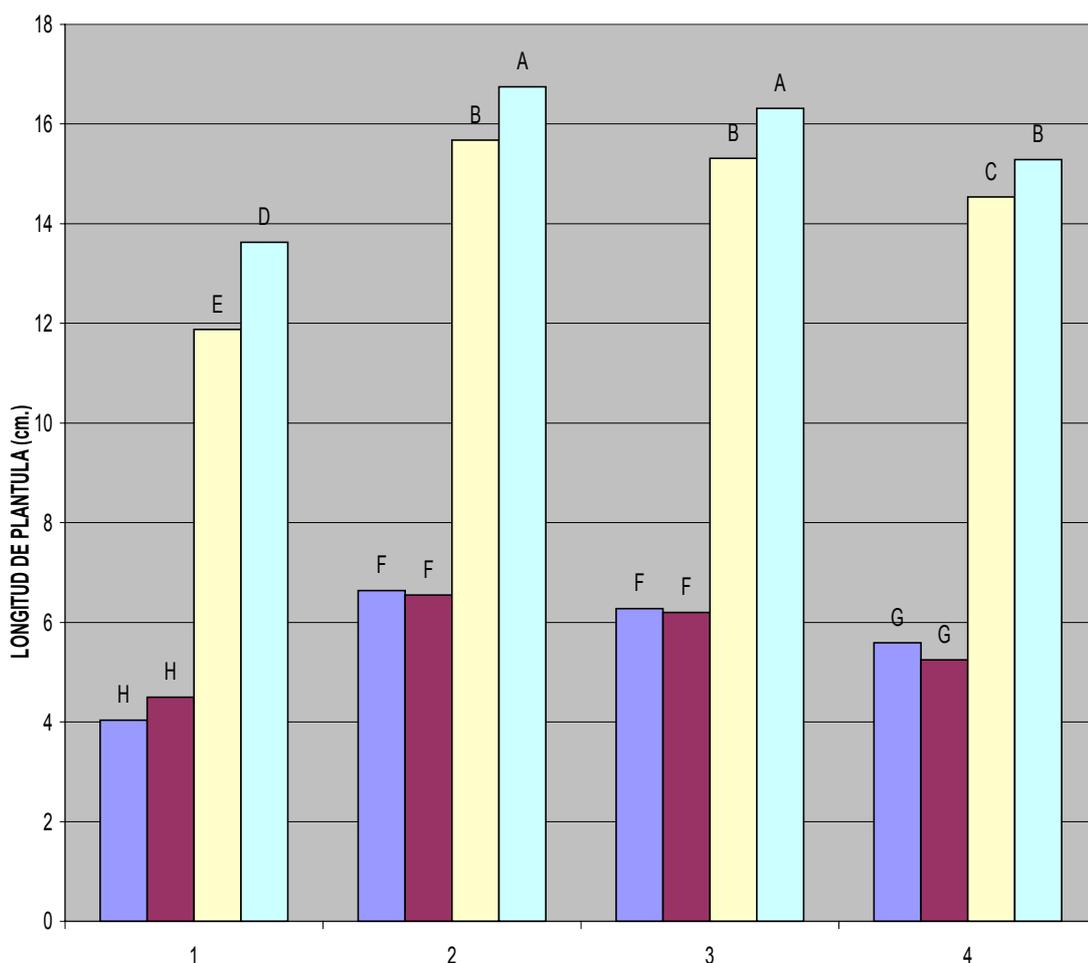


Figura No. 4.1 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable longitud de plantula.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca □ Dragon cv. Potomac Early Yellow □ Dragon cv. Cool White

Donde se observa que las longitudes de plántula con las diferentes soluciones nutritivas genera un incremento de acuerdo a la fórmula hidropónica de Douglas. Lo cual coincide de igual manera por lo expuesto por Solís (2000) y Penagos (2002), quienes reportaron que la aplicación de soluciones nutritivas al sustrato aumenta el crecimiento de plántulas repercutiendo positivamente. En el caso de estas durante el transplante.

### **Longitud de Raíz**

La longitud de raíz, es una variable que desempeña varias funciones: entre ellas absorber y conducir el agua y minerales disueltos en la solución del suelo, también funciona como acumulador de nutrientes y de igual forma sujeta la planta al suelo. La primera raíz llamada radícula, esta se alarga cuando germina la semilla y forma la raíz primaria y las que se ramifican a partir de las primarias se llaman secundarias.

Como se observó el comportamiento que se obtuvo en el análisis de varianza (cuadro No. A.3), se mostró que los factores A (especie), C (nivel de nutrición) y así mismo la interacción AxC fueron estadística altamente significativas, ello nos indica que los tratamientos son diferente estadísticamente entre si. Por otro lado el factor B y las interacciones AxB, BxC y así mismo para la triple interacción AxBxC los resultados se mostraron estadísticamente no significativos, es decir que los tratamientos se mueven en forma indistinta. Obteniendo un coeficiente de variación de 4.35 % confirmando la confiabilidad de los resultados.

En lo que respecta al cuadro de medias (cuadro No. A.4), en base a la “prueba de tukey” al 0.05 se encontró 5 niveles de significancia diferentes en los 16 tratamientos analizados para las dos especies evaluadas.

Para el caso de la especie de Dragoncillos, en base a sus cultivares Potomac Early Yellow y Cool White, mostraron que la mejor longitud la obtuvo el tratamiento 10 (solución base) del cultivar Potomac Early Yellow, con 4.6880 cm.; respectivamente le siguieron los tratamientos 15 (cultivar Cool White), el 11 (cultivar Potomac Early Yellow) con 4.3000 cm. y 4.2750 cm., mismas que fueron de la solución mínima y 16 (solución optima) del cultivar Cool White con 4.2750 cm. quienes resultaron estadísticamente iguales entre ellos. De igual forma se observó una longitud más corta en el tratamiento 9 que corresponde al testigo (solo agua) con 4.0380 cm., del cultivar Potomac Early Yellow, comparado con la solución base y la solución mínima; mostrando síntomas de deficiencia nutricionales, un lento desarrollo y hojas amarillentas por ausencia de macro elementos y micro elementos.

Por lo tanto para la especie de Delphinium en flotación correspondiente a los cultivares Blue Shadow y Casablanca. La longitud más larga se obtuvo con el tratamiento 7 (Solución mínima) con 4.1250 cm., del cultivar Casablanca. Aunado a ello le siguieron los tratamientos 5 (testigo) del cultivar Casablanca con 4.0380 cm; el 2 (cultivar Blue Shadow); el tratamiento 6 (cultivar Casablanca) que fueron de la solución base con 4.0750 cm. y 4.1130 cm.; de igual forma el tratamiento 3 (solución mínima) del cultivar Blue Shadow con 4.0380 cm; así mismo los tratamientos 4

(cultivar Blue Shadow) y el 8 (cultivar Casablanca) mismas de la solución optima con 4.0250 cm. y 4.0630 cm. respectivamente, Siendo todos estadísticamente iguales entre si. Sin embargo el tratamiento numero 1 (testigo), del cultivar Blue Shadow no alcanzo el desarrollo deseado por deficiencias nutricionales visibles alcanzando una media de 3.9130 cm.

En lo que respecta a la interacción de las especies (Dragoncillos y Delphinium), la mejor solución nutritiva fue la base seguido de la solución mínima; estos comparado con el testigo. Por otro lado hay que considerar que una longitud muy larga puede ocasionar desventajas difíciles al momento del trasplante como una lenta absorción de agua y nutrientes y de esta manera determinando la perdida de casi todo el sistema radicular y en competencia la muerte de la planta. Y de igual forma hay que considerar que el número de raíces juega un papel importante, entre más raíces mas capacidad de absorción de agua tendrá y el anclaje de la plántula al suelo será un éxito.

Lo analizado anteriormente se observa en el cuadro de medias, (Fig. No. 4.2). Donde se reflejan las mejores longitudes de raíz con la solución nutritiva de Douglas, lo que coincide con los trabajos realizados por Palafox (2001) que al trabajar con la formula hidropónica de Douglas y la solución mínima pero aplicado al cultivo de tomate en forma de sustrato, la raíz alcanza el mejor desarrollo.

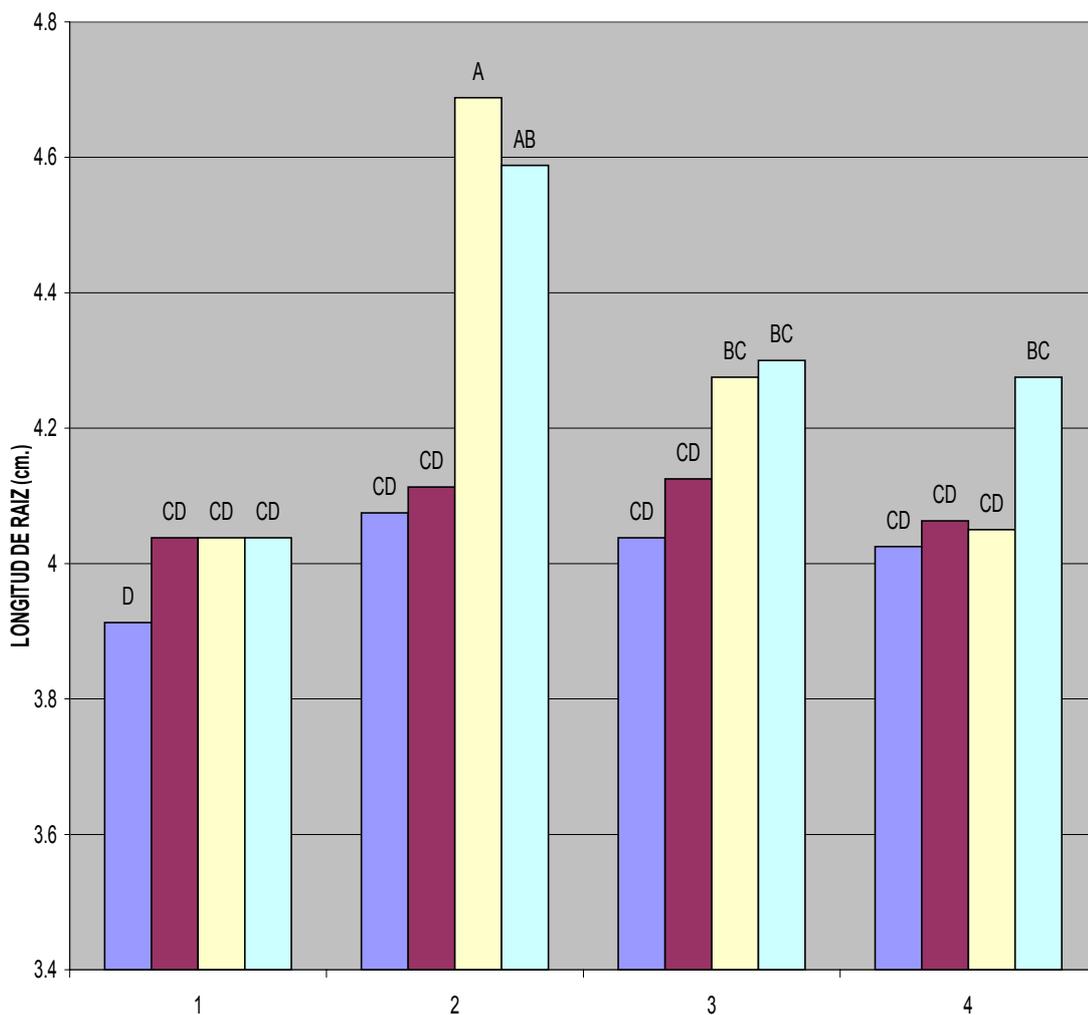


Fig. No. 4.2 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable longitud de raíz.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca ■ Dragon cv. Potomac Early Yellow ■ Dragon cv. Cool White

De igual forma los resultados corroboran con los resultados de los trabajos realizados por Hernández (2002), que encontró una respuesta aceptable trabajando con sistemas de flotación en soluciones hidropónicas y aplicando la solución nutritiva de Douglas, encontró un adecuado almacenamiento de carbohidratos producto de la fotosíntesis que se tuvo en la fase de flotación; en donde se hicieron aplicaciones de solución nutritiva como fertilizante.

## **Grosor de tallo**

Según menciona Edmod *et al* (1967), el tallo es la parte que da sostén a la planta, compuesto de nudos y entrenudos, donde se producen hojas y yemas. Se encuentra desempeñando tres funciones:

- Sostén físico de las hojas y estructuras reproductivas.
- Conducción de nutrientes, agua y minerales en solución.
- Almacenamiento de alimentos elaborados, principalmente de carbohidratos de reserva.

Por otro lado, los resultados de esta variable, en el análisis de varianza (cuadro No. A.5) mostró una respuesta estadística altamente significativa para el factor A (especie) y el factor C (nivel de nutrición) lo que nos indica que al menos uno de los tratamientos es diferente. Pero no se obtuvieron los mismos resultados cuando se analizó el factor B (cultivar), de igual forma fue el caso de las interacciones AxB, AxC, BxC y para la triple interacción ya que estos resultaron estadísticamente no significativas, ello nos indica que al menos uno de los tratamientos se maneja en forma indistinta. De igual forma se obtuvo un coeficiente de variación de 7.8306 % considerado muy bueno y confiable para los resultados arrojados de la variable estudiada.

Por lo tanto los resultados obtenidos del cuadro de medias (cuadro No. A.6) en base a la “prueba de tukey” al 0.05, donde se analizaron dos especies con diferentes soluciones nutritivas; muestran para cada especie un resultado diferente de acuerdo a la solución aplicada.

Sin embargo, para el caso de la especie de Dragoncillos de los siguientes cultivares: Cool White y Potomac Early Yellow, se analizaron como los mejores tratamientos el 10 (2.3250 mm.); el 14 (2.3130 mm.), que fueron de la misma solución nutritiva (solución base) del cultivar Cool White y así mismo le siguió el tratamiento 11 (solución mínima) del cultivar Potomac Early Yellow con 2.2630 mm., quienes resultaron estadísticamente iguales entre si obteniendo el mejor grosor de tallo respectivamente. Aunado a ello le siguieron los tratamientos en flotación 15 de Douglas mínima con 2.2130 mm. y numero 16 de Douglas óptima con 2.1130 mm. Del cultivar Cool White. Por otro lado el testigo estando en flotación obtuvo una media de 2.0630 mm. Con el tratamiento 9 (cultivar Potomac Early Yellow) y una media de 2.0500 mm., con el tratamiento numero 13 (cultivar Cool White). Esto comparado con las soluciones nutritivas base y la mínima, posiblemente se debió a deficiencias nutricionales y a la falta de suministro de macro elementos y micro elementos.

En el caso de la especie de Delphinium en base a los cultivares Blue Shadow y Casablanca hubo una igual estadística entre todos los tratamientos en flotación según el cuadro de medias, la solución base con 1.1500 mm. (Cultivar Blue Shadow) y 1.2000 mm. (Cultivar Casablanca); Douglas mínima con 1.1250 mm. (Cultivar Casablanca) y 1.0750 mm. (Cultivar Blue Shadow); Douglas óptimas con 1.0500 mm. así mismo para los dos cultivares; el testigo resulto con el menor grosor de tallo con el tratamiento numero 5 del cultivar Casablanca con una media de 1.0380 mm.

Por otra parte, en lo que respecta a la interacción de las especies (Dragoncillos y Delphinium), los resultados que se obtuvieron en cuanto a la especie de Delphinium no resultaron ser buenos, ya que no cumplen con el requisito para plántulas de transplante, la cual debe tener como mínimo de 2 a 4 mm. de grosor, según el Centro Demostrativo y de Capacitación Campesina (FIRA) de Tezoyuca Estados e Morelos. Sin embargo las plántulas que respondieron bien y alcanzaron el grosor deseado fueron los dragoncillos con la solución base y mínima de Douglas.

Los resultados de cada tratamiento se analizaron en el cuadro de medias para esta variable, el cual esta representado gráficamente en la fig. No. 4.3.

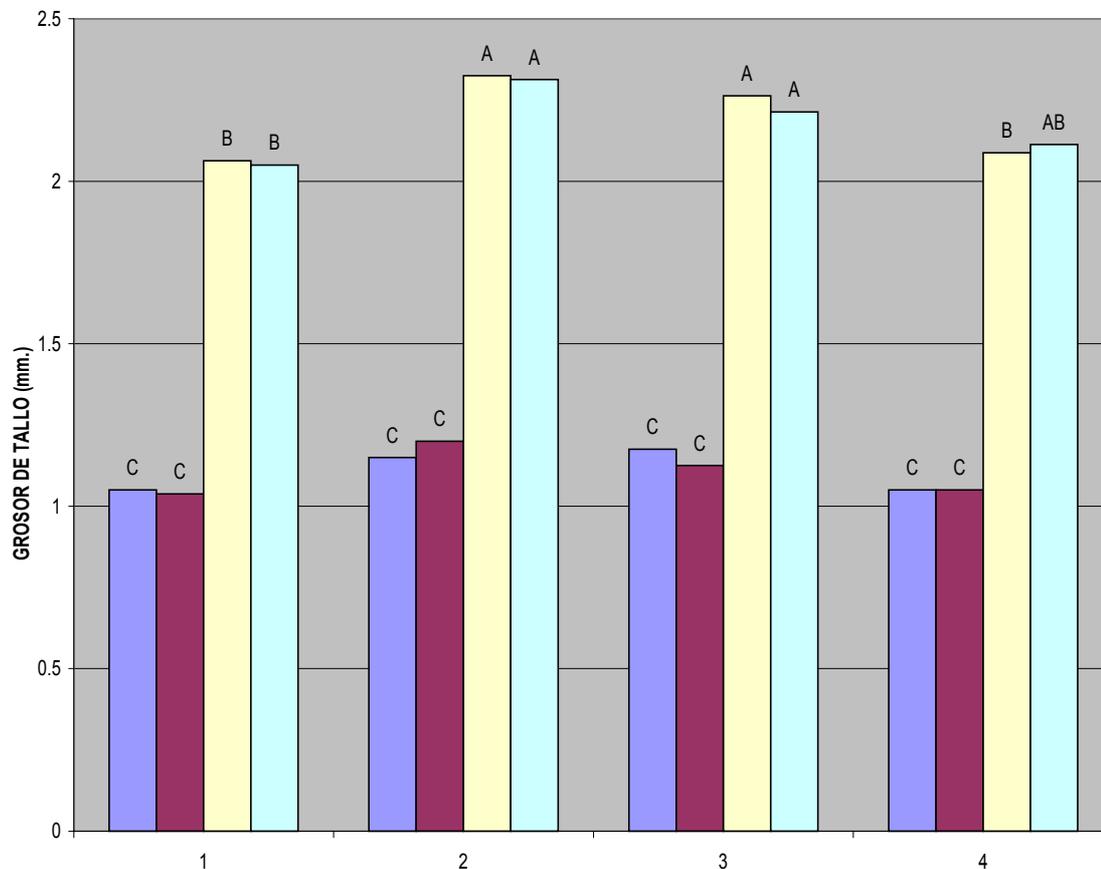


Fig. No. 4.3 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable grosor de tallo.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca □ Dragon cv. Potomac Early Yellow □ Dragon cv. Cool White

### **Numero de hojas verdaderas**

El número de hojas juega un papel muy importante dentro de la calidad de la flor, en donde la planta producirá las hojas necesarias para la estimulación floral. El numero de hojas que produzca una planta define, la cantidad de flores que la planta vaya a producir, generalmente se maneja, que por cada hoja que produzca la planta esta deberá producir una inflorescencia, considerándose esta característica buena, mala cuando la relación es menor y excelente cuando la relación sea mayor de una flor por cada hoja producida por la planta. (Sánchez, 1988).

Los resultados que se obtuvieron del cuadro de análisis de varianza (cuadro No. A.7) para esta variable se encontró que los factores A (especie), B (cultivar) y C (nivel de nutrición) mostraron ser estadística altamente significativas lo que significa que los tratamientos son diferente entre si. En el caso de la interacción AxB, AxC, BxC y de igual forma para su triple interacción AxBxC se encontró una respuesta estadística no significativo, lo cual resulta que son independientes entre si. Obteniéndose además un coeficiente de variación de 12.0319 % es un valor confiable de acuerdo a los resultados de esta variable.

Por otra parte los resultados analizados en el cuadro de medias (cuadro No. A.8) en base a la “prueba de tukey” al 0.05, se encontraron cuatro niveles de significancia diferentes entre las dos especies analizadas.

En el caso de la especie de Dragoncillos, de los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow; los mejores tratamientos que alcanzaron el mayor

numero de hojas fueron: el numero 14 (cultivar Cool White) y el 10 (cultivar Potomac Early Yellow) con 6.8800 y 6.5000, de la misma solución nutritiva (solución base). Aunado a ello le siguieron los tratamientos 15 (6.0000) del cultivar Cool White y 11 (5.7500) del cultivar Potomac Early Yellow de la solución mínima. Por otra parte los tratamientos en flotación Douglas optimas y el testigo son estadísticamente iguales entre si; resultado con el menor numero de hojas esto comparado con la solución base y la solución mínima de Douglas.

Para el caso de la especie de Delphinium de los cultivares Casablanca y Blue Shadow, el mejor tratamiento fue el 6 (solución base), seguido del tratamiento 7 (solución mínima) con 6.000 y 5.8750, ambos del cultivar Casablanca. Las soluciones nutritivas en flotación base, mínima, óptima y el testigo resultaron ser estadísticamente iguales entre si, para el caso del cultivar Blue Shadow.

Sin embargo en el caso de la interacción de las especies se observo que las mejores soluciones nutritivas fueron la solución base, seguida de la solución mínima, obteniéndose de esta forma el mayor numero de hojas tanto en la especie de los Dragoncillos como en los Delphinium. Cabe mencionar que estos datos fueron tomados 30 días después de la siembra en charola, y para transplante la mejor plántula es la que tiene de 2 a 4 hojas verdaderas. Esto siendo sugerible por los productores del estado de Morelos, que se preocupan ampliamente porque sus plantas presenten hojas sanas y con el número adecuado para transplante (Instituto de Fomento

Florícola del estado de Morelos). De igual forma corrobora con lo mencionado por Ramírez, (2001) que el número de hojas verdaderas que debe tener una plántula para transplante es de 2 a 4 hojas verdaderas.

Lo anterior se refleja en el cuadro de medias, analizado para esta variable y para las especies. Representada gráficamente en la fig. No. 4.4.

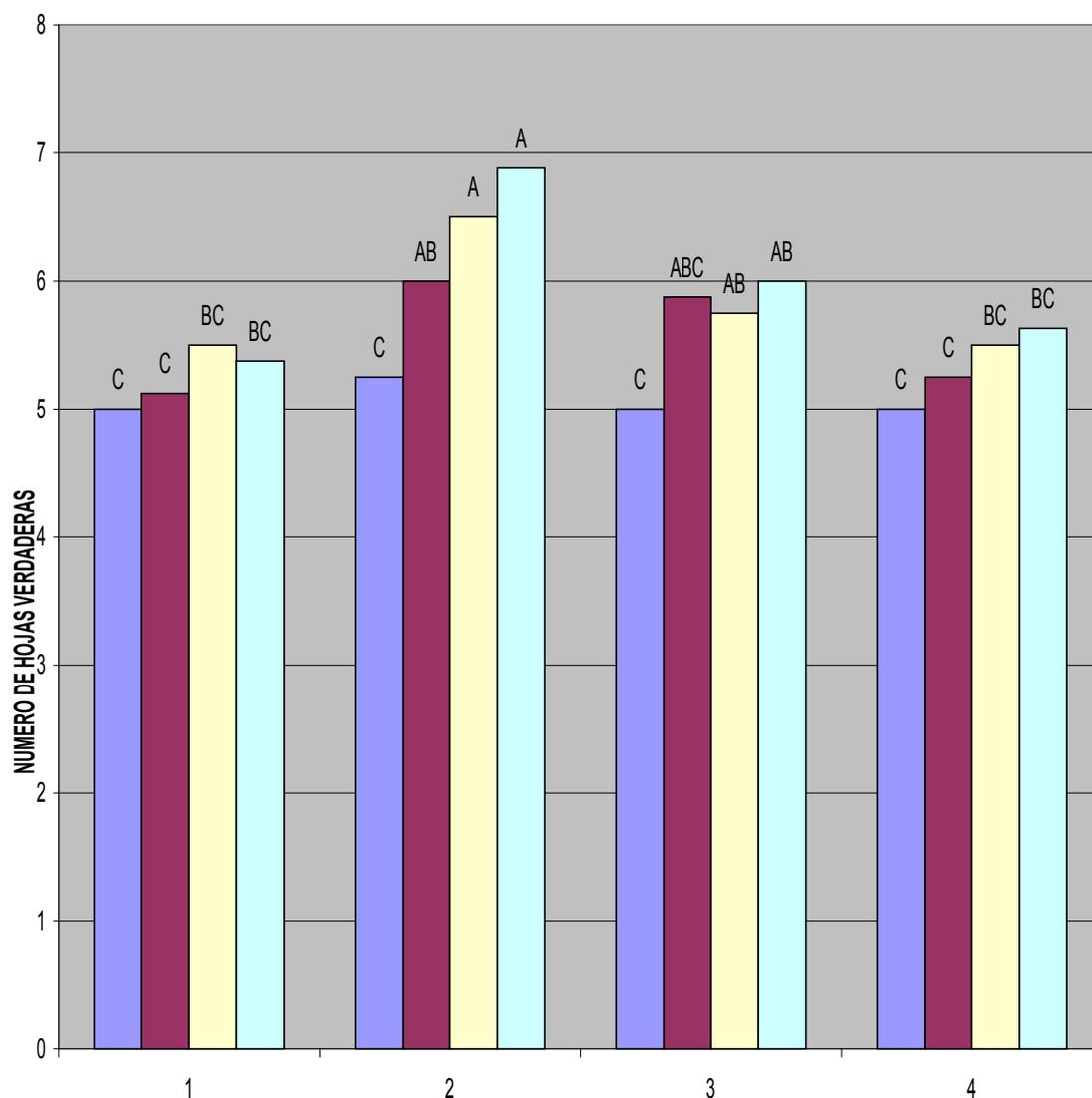


Fig. No. 4.4 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable número de hojas verdaderas.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca ■ Dragon cv. Potomac Early Yellow ■ Dragon cv. Cool White

### **Peso fresco de plántula**

Esta variable es un factor importante, ya que se utiliza con el fin de establecer las diferencias de materia fresca (carbono + agua), entre cada uno de los tratamientos que se aplicaron. La materia fresca, se podría decir que es toda la cantidad de agua que tiene la planta en sus órganos (hoja, tallo, etc.), porque se sabe que a mayor peso, mayor desarrollo se tendrá; es decir si se tiene una plántula bien desarrollada mayor volumen y peso se tendrá. (Reyes, 2005).

De acuerdo al cuadro de análisis de varianza (cuadro No. A.9), obtenido para esta variable se encontró que los factores A (especie), B (cultivar) y C (nivel de nutrición), así mismo para las interacciones AxB, AxC, BxC y para la triple interacción AxBxC; presentaron una respuesta estadística altamente significativa, lo que quiere decir que todos los tratamientos se comportan diferente entre si. Obteniendo además un coeficiente de variación de 5.6730 % altamente confiable, para la variable analizada.

Por lo tanto se realizó la “prueba de tukey” al 0.05 en base al cuadro de medias (cuadro No. A.10), en donde se encontró 8 niveles de significancia diferentes en los 16 tratamientos analizados y para las dos especies evaluadas.

Cabe enfatizar que para la especie de los Dragoncillos correspondiente a los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow, el tratamiento que registro el mejor peso fue el numero 14 (solución base)

reportando 5.5450 g. del cultivar Cool White; así mismo le siguieron los tratamientos numero 10 (solución base) con 5.0440 g.; el numero 11 (solución mínima) con 5.0400 g.; y de igual forma el tratamiento numero 15 (solución mínima); el tratamiento numero 12 con 5.0990 g. y 5.0340 g. y por ultimo el numero 16 (solución optima) con. 5.0100 g. mostraron ser estadísticamente iguales entre si respectivamente. Sin embargo también se observo el peso mas bajo con el tratamiento número 13 correspondiente al testigo (solo agua) del cultivar Cool White con 3.0110 g.

Para el caso de la especie de Delphinium correspondiente a los cultivares Casablanca y Blue Shadow, las soluciones nutritivas en flotación base y Douglas mínima fueron estadísticamente iguales en los dos cultivares analizadas. Aunado a ello le siguió el tratamiento número 5 correspondiente al testigo que obtuvo el peso mas bajo de 0.5340 g. esto comparado con la solución base y la mínima; con una gran diferencia de que el tratamiento numero 1 (testigo) fue mas alto que el tratamiento 4 (solución mínima) del cultivar Blue Shadow.

Analizando los resultados de la interacción, se observo que las mejores soluciones nutritivas para la especie de Dragoncillos como para la especie de Delphinium fue la base, seguida de la mínima.

Los pesos medios de los tratamientos de las especies analizadas, se encuentran representados gráficamente en la fig. No. 4.5. Donde se observa que los resultados arrojados por el ANVA en cuanto a biomasa no muestra diferencias numéricas y los mejores pesos frescos las muestran las plántulas

tratadas en la solución base y la solución mínima. Esto coincide con lo reportado por Benavides y Penagos (2002), que reportaron que la aplicación de la solución mínima incrementa la biomasa fresca. Pero se discierne con lo reportado por Ramírez (2001), que menciona que la aplicación de solución mínima aplicado a plántulas de tomate no aumenta el peso fresco.

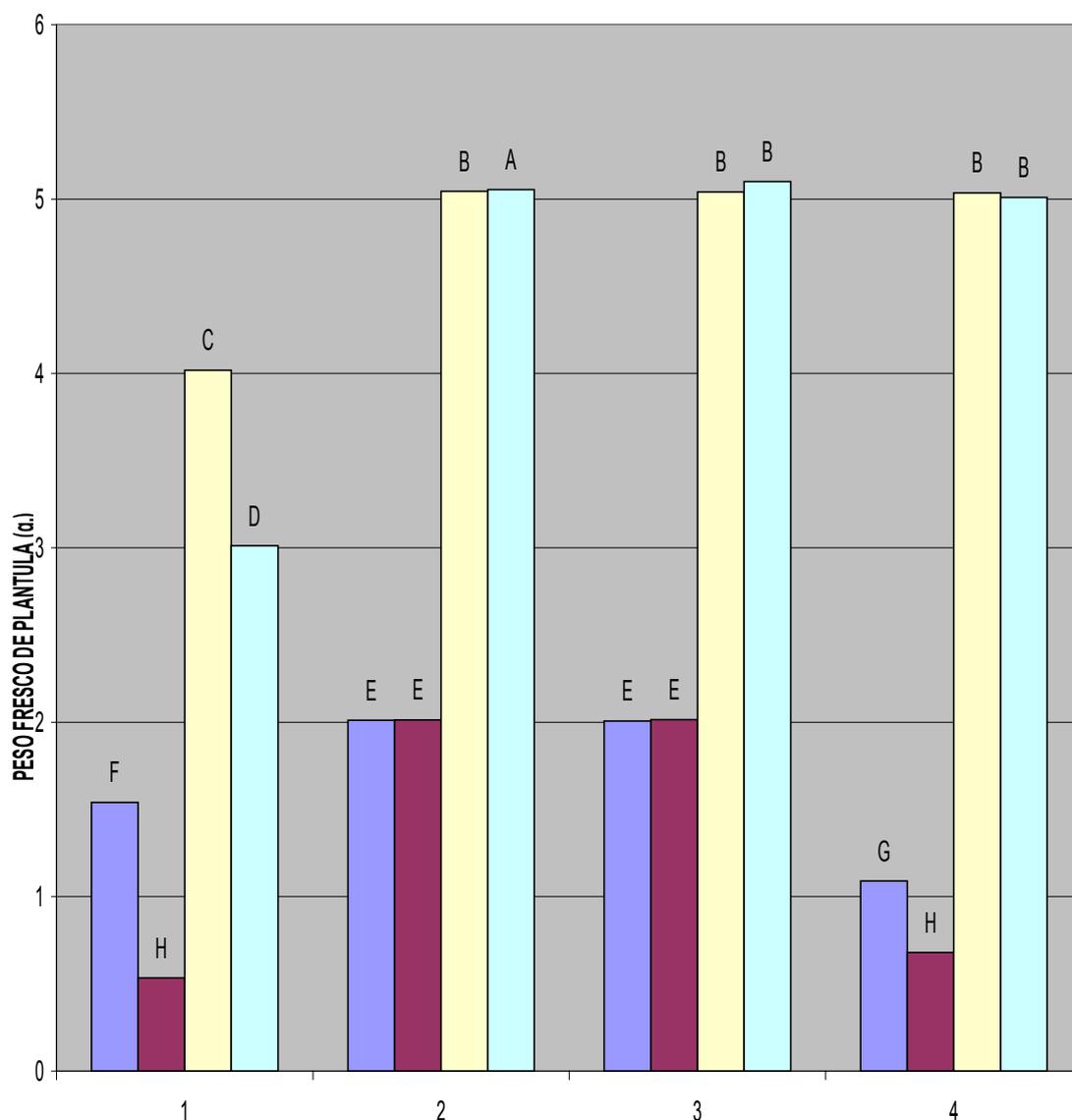


Fig. No. 4.5 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable peso fresco de plántula.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca □ Dragon cv. Potomac Early Yellow □ Dragon cv. Cool White

### **Peso fresco de raíz**

La variable peso fresco de raíz; nos determina la cantidad de materia fresca que contiene la raíz al momento de pesarla; porque se sabe que a mayor cantidad de raíces, mayor capacidad de absorción tendrá esta de agua como de nutrientes. En esta variable se pudiera establecer, en un momento dado cual de los tratamientos, tuvo más efecto para el desarrollo de una buena raíz. (Reyes, 2005).

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro No. A.11) obtenido para esta variable resultaron que tanto los factores, como las interacciones presentaron una diferencia estadística altamente significativa lo que quiere decir que son estadísticamente diferente entre si; mostrando un coeficiente de variación de 0.2118 % aceptable y confiable para los resultados analizados en esta variable.

Analizando los datos de los 16 tratamientos en el cuadro de medias (cuadro No. A.12) en base a la “prueba de tukey” al 0.05, para las dos especies analizadas, se observa que cada especie respondió diferente de acuerdo a la solución nutritiva empleada.

En el caso de la especie de Dragoncillos en base a los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow, se observo que el tratamiento 14 (solución base) obtuvo el mayor peso con 1.0110 g. del cultivar Cool White. Así mismo le siguieron los tratamientos 15 (solución mínima) del cultivar Cool White; el numero 10 y el numero 11 ambos de la solución base y del cultivar Potomac Early Yellow con 1.0070 g., 0.9960 g. y 0.9950 g.; quienes resultaron

estadísticamente diferente entre ellos. La solución nutritiva de Douglas óptima y el testigo (solo agua) alcanzaron el peso más bajo, esto comparado con la solución maestra y la mínima, mostrando síntomas de deficiencia nutricionales y raquitismo en su desarrollo.

Con respecto a los resultados de la especie de *Delphinium* correspondiente a los cultivares Casablanca y Blue Shadow, el mejor tratamiento fue el número 6 (solución base) con 0.6650 g.; las soluciones nutritivas en flotación base y mínima son estadísticamente diferente entre si. De igual forma el tratamiento que se observo como el peor fue el número 3 (solución mínima) con una media de 0.0590 g. esto comparado con el testigo en los dos cultivares.

Para el caso de la interacción de las especies, la solución nutritiva base fue la mejor, no pudiendo decir lo mismo con la solución mínima que obtuvo una respuesta negativa en cuanto a la especie de *Delphinium* con 0.0590 g. comparado con el testigo que obtuvo 0.5310 g., en el caso de *Dragoncillo* la solución mínima si afecto positivamente.

Lo expuesto anteriormente se refleja en el cuadro de medias para las dos especies manejadas, el cual esta representado gráficamente en la Fig. No. 4.6. Lo cual coincide por Solís (2000) que al aplicar la formula hidropónica de Douglas si afecta positivamente al incremento la biomasa en la raíz.

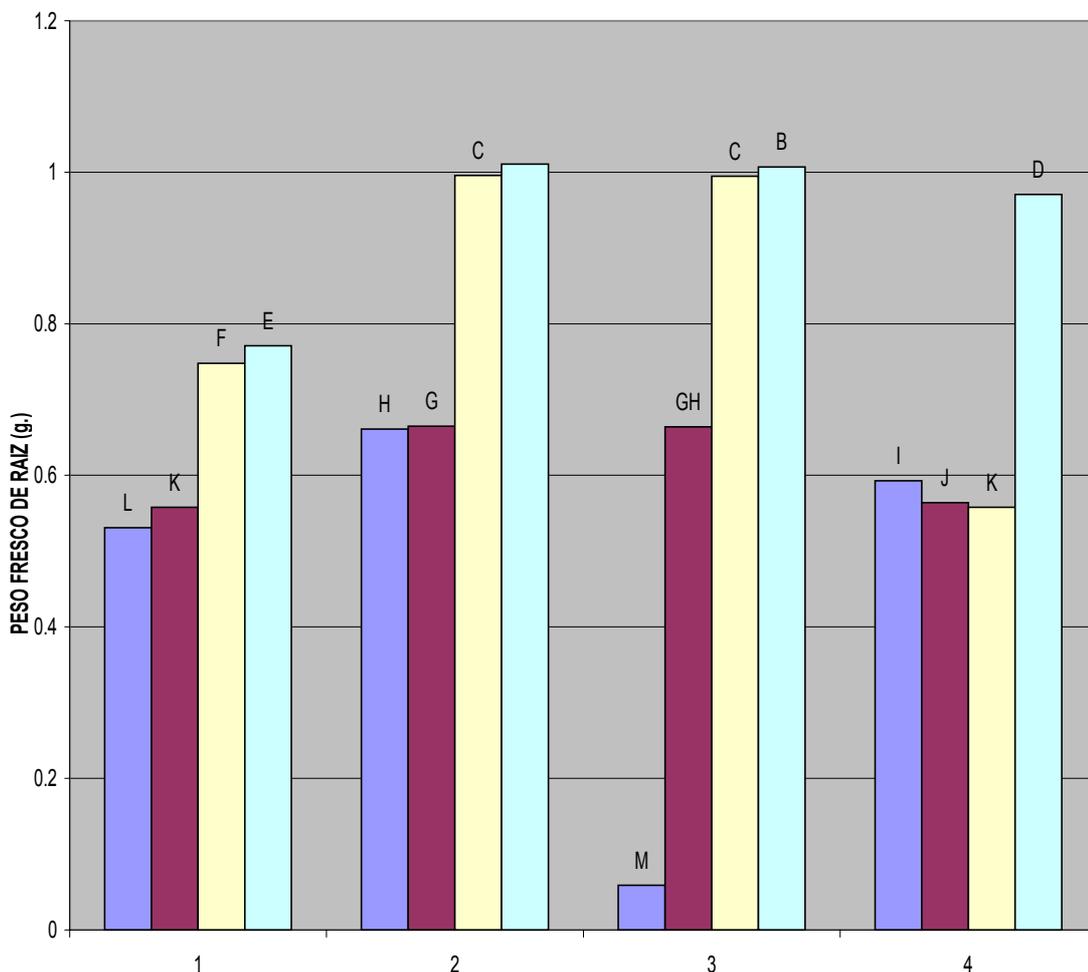


Fig. No. 4.6 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable peso fresco de raíz.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca ■ Dragon cv. Potomac Early Yellow ■ Dragon cv. Cool White

### Peso seco de plántula

La variable peso seco de plántula, es de gran importancia ya que en ella determinamos la materia seca, es decir libre de agua; es el grado de desarrollo que tuvo la plántula al momento de muestrear; de una u otra manera influye en la aplicación de los tratamientos ya que de esta manera se sabe cual tuvo mas efecto en la asimilación de carbono. (Reyes, 2005).

Para el análisis de varianza (cuadro No. A.13) obtenido para esta variable, se observo una diferencia estadística altamente significativa entre

todos los factores y las interacciones, indicando que al menos uno de los tratamientos es diferente.

Para definir al mejor tratamiento se aplicó la “prueba de tukey” al 0.05 en el cuadro de medias (cuadro No. A.14). analizado de esta manera y por separado cada una de las especies.

Para el caso de la especie de los Dragoncillos correspondientes a los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow, el mejor tratamiento fue el número 14 (solución base) con una media de 1.5220 g. y el 15 (solución mínima) con una media de 1.5200 g. quienes resultaron ser estadísticamente iguales entre sí. Las soluciones nutritivas en flotación base, mínima y óptima de los tratamientos 10, 11, 12 y 16, son estadísticamente diferente entre ellos. Sin embargo los tratamientos que obtuvieron el peso más bajo fueron el número 9 (1.0860 g.) del cultivar Potomac Early Yellow y el número 13 (1.0110 g.) del cultivar Cool White correspondientes al testigo, mostrando síntomas de deficiencia nutricionales visibles respectivamente.

Sin embargo para la especie de Delphinium, correspondiente a los cultivares Casablanca y Blue Shadow; se observó que el mejor tratamiento fue el número 7 (solución mínima) y el número 6. (Solución base) con 0.5210 g. y 0.5180 g. del cultivar Casablanca, los cuales mostraron ser estadísticamente iguales entre sí. En el caso de los tratamientos número 2 (solución base); el 3 (solución mínima); así mismo el 4 y el número 8 de la solución óptima, no mostraron una igualdad estadística entre ellos según el cuadro de medias con 0.5120 g., 0.5070 g., 0.4300 g. y 0.1320 g.

respectivamente. Sin embargo el testigo alcanzo el peso mas bajo por deficiencia nutricionales de macro elementos y micro elementos con el tratamiento numero 1 (cultivar Blue Shadow) y el tratamiento 5 (cultivar Casablanca) con 0.2140 g. y 0.1210 g., comparado con la solución base y mínima de Douglas.

Para el caso de la interacción de las especies analizadas, se observaron como las mejores soluciones nutritivas la solución base y la mínima en ambas especies. En comparación al testigo que se aplico solo agua que posiblemente mostró síntomas de deficiencia nutricional por ausencia de macro elementos y micro elementos.

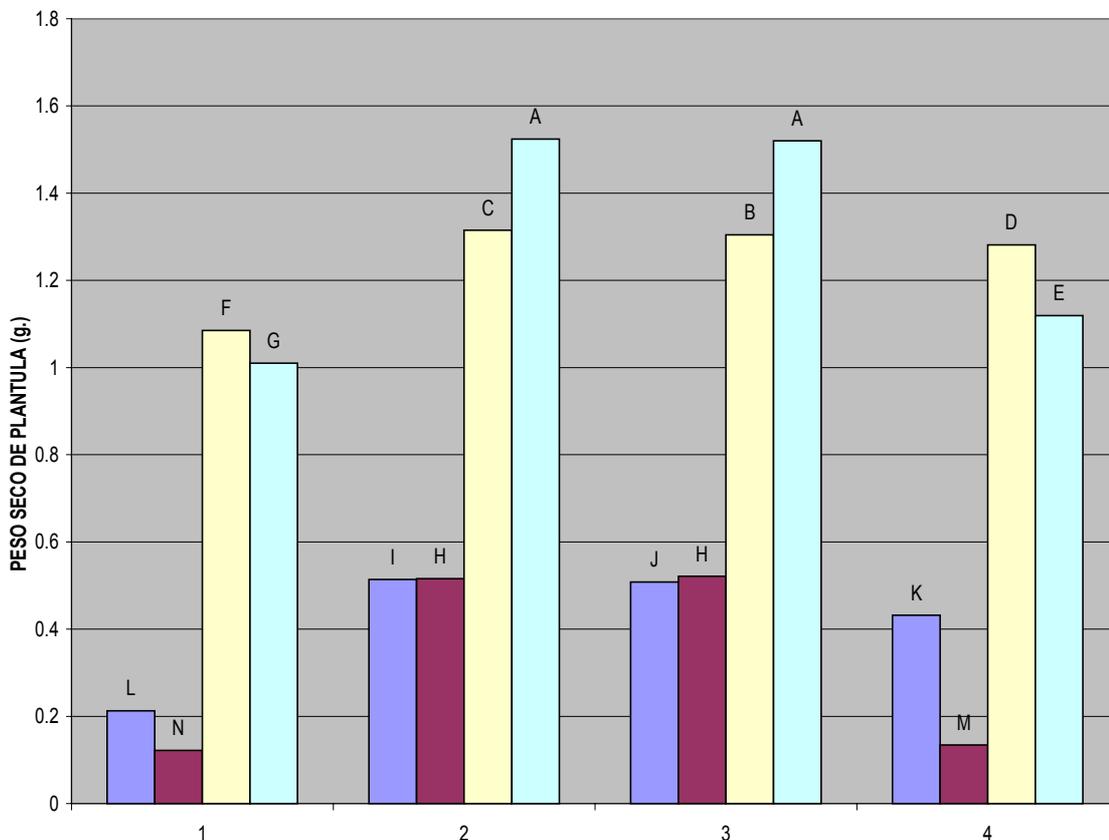


Fig. No. 4.7 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable peso seco de plantula.

■ Delphinium cv. Blue Shadow ■ Delphinium cv. Casablanca □ Dragon cv. Potomac Early Yellow □ Dragon cv. Cool White

Lo anterior se refleja en el cuadro de medias analizado para esta variable, el cual se encuentra representado gráficamente en la fig. No. 4.7. Donde se observa que la solución nutritiva mínima incrementa la biomasa seca de acuerdo a la formula hidropónica de Douglas, lo cual coincide por lo mencionado por Benavides y Penagos (2002) que encontraron que la aplicación de solución nutritiva mínima, pero en plántulas de tomate incrementa la biomasa seca.

### **Peso seco de raíz**

Esta variable en un momento dado nos determina el peso original de la raíz y cual tratamiento resulto ser el mejor; el peso seco determina la materia orgánica es decir todo el carbón acumulado que esta libre de agua. (Reyes, 2005).

De acuerdo al análisis de varianza (cuadro No. A.15) obtenido para esta variable se observa una diferencia estadística altamente significativa entre los factores y las interacciones, indicando que al menos uno de los tratamientos se comporta diferente. Obteniendo un coeficiente de variación de 2.543 % muy bajo, lo que significa que son muy confiables los resultados analizados en esta variable.

Analizando los tratamientos del cuadro de medias (cuadro No. A.16) en base a la “prueba de tukey” al 0.05, de las dos especies se encontró que cada especie presenta un resultado diferente con la misma solución nutritiva.

En el caso de la especie de los Dragoncillos correspondiente a los cultivares Cool White y Potomac Early Yellow, el mejor tratamiento fue el numero 14 (solución base) del cultivar Cool White con 0.1380 g. considerado como el tratamiento que obtuvo el peso mas alto. Aunado a ello le siguieron los tratamientos numero 10 (solución base); el numero 11 (solución mínima) del cultivar Potomac Early Yellow; así mismo el tratamiento numero 15 (solución mínima) del cultivar Cool White; el numero 12 (Solución optima) del Potomac Early Yellow y el numero 16 (solución optima) del cultivar Cool White, que estando en flotación mostraron ser estadísticamente diferente entre si con 0.1280 g.; 0.1230 g.; 0.1230 g.; 0.1090 g. y 0.1170 g. respectivamente. Sin embargo también se observaron los tratamientos más bajos en cuanto a peso, que fueron el número 9 y el número 13 correspondientes al testigo con 0.0890 g. y 0.0880 g. quienes resultaron estadísticamente iguales.

Por otra parte la especie de Delphinium en base a los cultivares Casablanca y Blue Shadow, el mejor tratamiento fue el numero 6 (0.0830 g.) de la solución base y el numero 7 (0.0840 g.) de la solución mínima y del cultivar Casablanca, quienes resultaron estadísticamente iguales entre si. Seguido de los tratamientos numero 2 (solución base); el numero 3 (solución mínima), así mismo el tratamiento numero 4 y el numero 8 de la solución optima, que resultaron estadísticamente diferente entre si, con 0.0790 g., 0.0780 g., 0.0590 g. y 0.0690 g. respectivamente.

Para el caso de la interacción de las especies (dragoncillos y delphinium), El testigo alcanzo el peso mas bajo, por ausencia de nutrición tanto de macroelementos y micro elementos comparado con la solución base y la solución mínima de Douglas.

Lo anterior se refleja en el cuadro de medias analizadas para esta variable y para las dos especies manejadas, representadas gráficamente en la fig. No. 4.8. Donde se observa la mejor solución nutritiva en base a la formula Hidropónica de Douglas, lo cual coincide por lo expuesto por Solís (2000) que al aplicar la formula hidropónica de Douglas incrementa la biomasa seca de raíz.

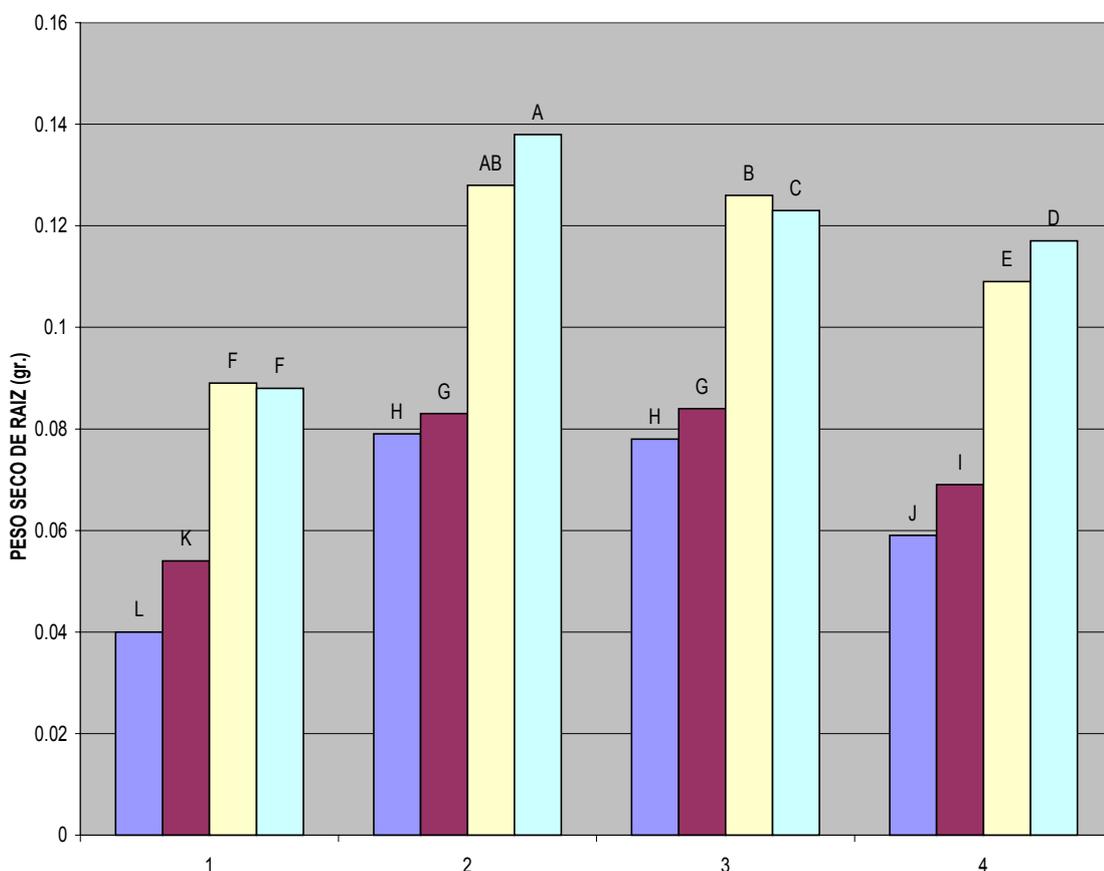


Fig. No. 4.8 Respuesta de cuatro cultivares al uso de soluciones nutritivas para la variable peso seco de raíz.

■ Delphinium cv. Blue shadow ■ Delphinium cv. Casablanca □ Dragon cv. Potomac early yellow □ Dragon cv. Cool white

## CONCLUSIONES

- La producción de plántulas de las especies de los dragoncillos es factible bajo el sistema hidropónico por flotación; No así la producción de la especie de Delphinium quien se vio afectado el crecimiento por las diferentes soluciones nutritivas aplicadas. Siendo la solución base la más adecuada en ambas especies con respecto al testigo (solo agua).
  
- El cultivar Cool White fue el que presento mejor crecimiento, con la solución nutritiva base.

## LITERATURA CITADA

Arellano, G. A. y M. A. Gutiérrez. Efecto de la nutrición vegetal en el peso y número de frutos en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). X congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas, IX Nacional y II Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental. 20 – 24 de octubre del 2003. Chapingo, Mex. 13 p.

Benavides, M. A. 2002. Eco fisiología y bioquímica del estrés en plantas. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. p 151.

Canovas M. F. y Díaz J. R. Cultivos sin suelo. Curso superior de especialización. Servicio de edición I. E. A. España (1993).

Cecchini, T. 1995. Enciclopedia practica de floricultura y jardinería.

Cova R. S., (1996). Plagas y Enfermedades de Ornamentales. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícolas Primera Edición en Español. México.

Douglas J. S. 1972. Hidroponía, como cultivar sin suelo. Librería “el ateneo”  
Ed. Argentina.

Douglas J. S. 1975. Hidroponics, the bengal system. Fifth, Edition, Oxford  
University Press, U.S.A.

Fuentes Treviño E. (1994). Influencia de Alga enzimas a Diferentes  
Dosis y Forma de Aplicación en Gladiolo (*Gladiolus spp*) en la  
Región de saltillo Coahuila. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N.  
Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Gallegos M. A. 1988. Aplicación de la técnica hidropónica bajo condiciones  
de invernadero en cuatro cultivos de tomate. Tesis licenciatura,  
U.A.A.A.N, Buenavista Saltillo Coahuila, Mexico.

Larcher, W. 1995. Physiological Plant Ecology. Springer-Verlag Berlin  
Heidelberg. 506 p.

Larson A., (1994). Introducción a la Floricultura. A G T Editor, S.A E.U.A.

Loustalot, L. M. E. 1998. Insumo de calidad, plántulas de calidad. Revista  
hortalizas, flores y frutas. Publicación periódica. Abril de 1998.  
P.p 21 – 23.

Olivares S. E., (1993) Paquete de Diseños Experimentales de la  
Universidad Autónoma de Nuevo León. Versión 2.4  
Facultad de Agronomía, México.

Peña Rogelio. (1934). Floricultura y Jardinería. Primera Edición. España.

Productores de hortalizas. Camas flotantes en el invernadero. Año 3 No. 6  
1994.

Resh H. M. Cultivos hidropónicos, nuevas tecnologías de producción.  
Segunda edición. Ediciones Mundi prensa. España 1987. p. 10 -15.

Sarch., (1994) Hortalizas y Ornamentales. Datos Básicos. No 5.  
Noviembre de 1994.p. 33 - 44 México.

Sánchez, C. F. y E. R. Hidroponía, principios y métodos de cultivo. Tercera  
edición Chapingo México 1988.

Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 1994.  
Hortalizas y Ornamentales. Datos básicos No. 5. Mexico.

Solís, L. J. 2000. Producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Cv. Floradade). Tesis de licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México. p. 6 – 17.

Sosa Rodríguez J. C. 1995. Producción de plántulas de cinco especies horticolas bajo el sistema de flotación, manejando soluciones hidropónicas. Tesis licenciatura. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México. p. 43 – 51.

Valadez, L. A. 1998. Producción de hortalizas. 4<sup>a</sup>. Edición. Editorial Limusa. México, D.F. P.p 197 – 211.

**Cuadro No. A.1 Análisis de varianza, obtenido para la variable Longitud de plántula.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	2894.656250	2894.656250	25505.7109	0.000
FACTOR B	1	3.886719	3.886719	34.2471	0.000
FACTOR C	3	114.001953	38.000652	334.8355	0.000
A X B	1	4.095703	4.095703	36.0885	0.000
A X C	3	0.318359	0.106120	0.9351	0.572
B X C	3	0.542969	0.180990	1.5948	0.193
A X B X C	3	3.710938	1.236979	10.8994	0.000
ERROR	112	12.710938	0.11349		
TOTAL	127	3033.923828			

\*\* (Altamente significativo). Ns (No significativo).

C.V. = 3.2439%

**Cuadro No. A.2 Comparación de medias de acuerdo a la “prueba de tukey”, obtenida para la variable longitud de plántula.**

Tratamiento	Media
14	16.7500 A
15	16.3130 A
10	15.6750 B
11	15.3130 B
16	15.2880 B
12	14.5380 C
13	13.6250 D
9	11.8750 E
2	6.6380 F
6	6.5500 F
3	6.2750 F
7	6.2000 F
4	5.5880 G
8	5.2500 G
5	4.5000 H
1	4.0380 H

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.5913

**Cuadro No. A.3 Análisis de varianza, obtenido para la variable Longitud de raíz.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	1.734131	1.734131	52.7124	0.000
FACTOR B	1	0.095215	0.095215	2.8942	0.088
FACTOR C	3	2.228516	0.742839	22.5801	0.000
A X B	1	0.009766	0.009766	0.2968	0.594
A X C	3	1.115723	0.371908	11.3049	0.000
B X C	3	0.107178	0.035726	1.0860	0.359
A X B X C	3	0.136963	0.045654	1.3878	0.249
ERROR	12	3.684570	0.032898		
TOTAL	127	9.112061			

\*\* (Altamente significativo). Ns (No significativo).

C.V. = 4.3550%

**Cuadro No. A.4. Comparación de medias de acuerdo a la “prueba de tukey”, obtenida para la variable longitud de raíz.**

TRATAMIENTO	MEDIA
10	4.6880 A
14	4.5880 AB
15	4.3000 BC
11	4.2750 BC
16	4.2750 BC
7	4.1250 CD
6	4.1130 CD
2	4.0750 CD
8	4.0630 CD
12	4.0500 CD
13	4.0380 CD
5	4.0380 CD
3	4.0380 CD
9	4.0380 CD
4	4.0250 CD
1	3.9130 D

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3184

**Cuadro No. A.5. Análisis de varianza, obtenido para la variable Grosor de tallo.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	37.736267	37.736267	2301.7285	0.000
FACTOR B	1	0.000671	0.000671	0.0410	0.834
FACTOR C	3	0.783356	0.261119	15.9270	0.000
A X B	1	0.009491	0.009491	0.5789	0.545
A X C	3	0.101501	0.033834	2.0637	0.108
B X C	3	0.004608	0.001536	0.0937	0.963
A X B X C	3	0.019653	0.006551	0.3996	0.757
ERROR	112	1.836212	0.016395		
TOTAL	127	40.491760			

\*\* (Altamente significativo). Ns (No significativo).

C.V. = 7.8306%

**Cuadro No. A.6. Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable grosor de tallo.**

TRATAMIENTO	MEDIA
10	2.3250 A
14	2.3130 A
11	2.2630 A
15	2.2130 AB
16	2.1130 AB
12	2.0880 B
9	2.0630 B
13	2.0500 B
6	1.2000 C
2	1.1500 C
7	1.1250 C
3	1.0750 C
8	1.0500 C
1	1.0500 C
4	1.0500 C
5	1.0380 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.2248

**Cuadro No. A.7. Análisis de varianza, obtenido para la variable Número de hojas verdaderas.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	10.695313	10.69533	23.5455	0.000
FACTOR B	1	3.445313	3.445313	7.5848	0.007
FACTOR C	3	16.023438	5.341146	11.7584	0.000
A X B	1	0.945313	0.945313	2.0811	0.148
A X C	3	2.523438	0.841146	1.8518	0.140
B X C	3	1.898438	0.632813	1.3931	0.248
A X B X C	3	0.273438	0.091146	0.2007	0.896
ERROR	112	50.875000	0.454241		
TOTAL	127	86.679688			

\*\* (Altamente significativo). Ns (No significativo).

C.V. = 12.0319%

**Cuadro No. A.8. Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable numero de hojas verdaderas.**

TRATAMIENTO	MEDIA
14	6.8800 A
10	6.5000 A
15	6.0000 AB
6	6.0000 AB
7	5.8750 ABC
11	5.7500 ABC
16	5.6300 BC
12	5.5000 BC
9	5.5000 BC
13	5.3750 BC
2	5.2500 C
8	5.2500 C
5	5.1250 C
1	5.0000 C
3	5.0000 C
4	5.0000 C

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 1.1830

**Cuadro No. A.9 Análisis de varianza, obtenido para la variable Peso fresco de plántula.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	308.054443	308.054443	9837.4990	0.000
FACTOR B	1	2.854004	2.854004	91.1406	0.000
FACTOR C	3	40.509766	13.503255	431.2168	0.000
A X B	1	1.893311	1.893311	60.4615	0.000
A X C	3	8.219238	2.739746	87.4918	0.000
B X C	3	6.672974	2.224324	71.0322	0.000
A X B X C	3	1.513062	0.504354	16.1062	0.000
ERROR	112	3.507202	0.031314		
TOTAL	127	373.223999			

\*\* (Altamente significativo).

C.V. = 5.6307%

**Cuadro No. A.10. Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable peso fresco de plántula.**

TRATAMIENTO	MEDIA
14	5.5450 A
15	5.0990 B
10	5.0440 B
11	5.0400 B
12	5.0340 B
16	5.0100 B
9	4.0190 C
13	3.0110 D
7	2.0160 E
6	2.0140 E
2	2.0120 E
3	2.0070 E
1	1.5400 F
4	1.0890 G
8	0.6790 H
5	0.5340 H

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.3106

**Cuadro No. A.11. Análisis de varianza, obtenido para la variable Peso fresco de raíz.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	3.814987	3.814987	1473796.2500	0.000
FACTOR B	1	0.036156	0.036156	13967.5791	0.000
FACTOR C	3	1.139954	0.379985	146794.6719	0.000
A X B	1	0.010460	0.010460	4040.8423	0.000
A X C	3	0.021103	0.007034	2717.4739	0.000
B X C	3	0.090851	0.030284	11699.0879	0.000
A X B X C	3	0.076294	0.025431	9824.5615	0.000
ERROR	112	0.000290	0.000003		
TOTAL	127	5.190094			

\*\* (Altamente significativo).

C.V. = 0.2118%

**Cuadro No. A.12 Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable peso fresco de raíz.**

TRATAMIENTO	MEDIA	
14	1.0110	A
15	1.0070	B
10	0.9960	C
11	0.9950	C
16	0.9710	D
13	0.7710	E
9	0.7480	F
6	0.6650	G
7	0.6640	GH
2	0.6610	H
4	0.5930	I
8	0.5640	J
5	0.5580	K
12	0.5580	K
1	0.5310	L
3	0.0590	M

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0030

**Cuadro No. A.13. Análisis de varianza, obtenido para la variable Peso seco de plántula.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	25.930733	25.93073384	59218.0000	0.000
FACTOR B	1	0.016624	0.016624	5423.2891	0.000
FACTOR C	3	2.982399	0.994133	324309.6875	0.000
A X B	1	0.157440	0.157440	51360.7109	0.000
A X C	3	0.005653	0.001884	614.7556	0.000
B X C	3	0.658524	0.219508	71608.6563	0.000
A X B X C	3	0.045425	0.015142	4939.6147	0.000
ERROR	112	0.000343	0.000003		
TOTAL	127	29.797142			

\*\* (Altamente significativo).

C.V. = 0.2136%

**Cuadro No. A.14. Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable peso seco de plántula.**

TRATAMIENTO	MEDIA	
14	1.5220	A
15	1.5200	A
11	1.5050	B
10	1.3120	C
12	1.2800	D
16	1.1190	E
9	1.0860	F
13	1.0110	G
7	0.5210	H
6	0.5180	H
2	0.5120	I
3	0.5070	J
4	0.4300	K
1	0.2140	L
8	0.1320	M
5	0.1210	N

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0030

**Cuadro No. A.15. Análisis de varianza, obtenido para la variable Peso seco de raíz.**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	0.070078	0.070078	12963.2676	0.000
FACTOR B	1	0.001194	0.001194	220.9569	0.000
FACTOR C	3	0.029946	0.009982	1846.4969	0.000
A X B	1	0.000291	0.000291	53.8279	0.000
A X C	3	0.000535	0.000178	33.0112	0.000
B X C	3	0.000223	0.000074	13.7455	0.000
A X B X C	3	0.000459	0.000153	28.2922	0.000
ERROR	112	0.000605	0.000005		
TOTAL	127	0.103333			

\*\* (Altamente significativo).

C.V. = 2.5439%

**Cuadro No. A.16. Comparación de medias de acuerdo a la “Prueba de tukey”, obtenida para la variable peso seco de raíz.**

TRATAMIENTO	MEDIA
14	0.1380 A
10	0.1280 AB
11	0.1260 B
15	0.1230 C
16	0.1170 D
12	0.1090 E
9	0.0890 F
13	0.0880 F
7	0.0840 G
6	0.0830 G
2	0.0790 H
3	0.0780 H
8	0.0690 I
4	0.0590 J
5	0.0540 K
1	0.0400 L

NIVEL DE SIGNIFICANCIA = 0.05

TUKEY = 0.0039

## APENDICE