



Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Universidad Nacional Autónoma de México

EFFECTO DEL TAMAÑO, FORMA Y MATERIAL DEL  
RECIPIENTE EN EL DESARROLLO DE NARANJA  
AGRIA.

# T E S I S

Que para obtener el Título de  
INGENIERO AGRICOLA

p r e s e n t a

PATRICIA ELVIRA GARCIA GONZALEZ

Bajo la Dirección de  
M. C. Angel Villegas Monter

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

1986



V N A M



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## INDICE

	Página
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Ventaja del uso de recipientes	4
2.2 Tamaño del recipiente	5
2.3 Forma del recipiente	8
2.4 Material de construcción del recipiente	11
2.5 Color del recipiente	13
2.6 Fertilización	15
2.7 Factores adicionales	15
2.7.1 pH	15
2.7.2 Temperatura	16
2.7.3 Sustrato	17
2.7.4 Riego	18
2.7.5 Reguladores del crecimiento	19
2.8 Industria del recipiente	20
2.9 Recipientes comerciales	22
III. MATERIALES Y METODOS	24
3.1 Material vegetativo	24
3.2 Siembra	25
3.3 Tratamientos	25
3.4 Diseño Experimental	26
3.5 Lectura de Datos	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1 Longitud de raíz primaria	28
4.1.1 Forma del recipiente	29
4.1.2 Volumen del recipiente de forma similar	31
4.1.3 Material y forma del recipiente	32
4.2 Número de raíces secundarias	37
4.2.1 Forma del recipiente	37
4.2.2 Volumen del recipiente de forma similar	39
4.2.3 Material y forma del recipiente	40

4.3	Malformación de la raíz primaria	44
4.4	Altura de la planta	48
4.4.1	Forma del recipiente	49i
4.4.2	Volumen del recipiente de forma similar	50
4.4.3	Material y forma del recipiente	51
4.5	Número de hojas	55
4.5.1	Forma del recipiente	55
4.5.2	Volumen del recipiente de forma similar	56
4.5.3	Forma y material del recipiente	56
4.6	Efecto de la temperatura	60
4.7	Sanidad	65
VI.	Conclusiones	67
VII.	Recomendaciones	70
VIII.	Resumen	71
IX.	Bibliografía	73

## INDICE DE GRAFICAS

	Página
<b>Tamaño de la raíz</b>	
Gráfica 1(a). Efecto de la forma del recipiente	30
Gráfica 1(b). Efecto del tamaño del recipiente de forma similar	32
Gráfica 1(c). Efecto del material y volumen del recipiente	35
Gráfica 1(d). Peso fresco de la raíz primaria	35
Gráfica 1(e). Peso seco de la raíz primaria	36
<b>Número de raíces secundarias</b>	
Gráfica 2(a). Efecto de la forma del recipiente	38
Gráfica 2(b). Efecto del tamaño del recipiente de forma similar	39
Gráfica 2(c). Efecto del material y volumen del recipiente	40.I
Gráfica 2(d). Peso fresco de raíces secundarias	41
Gráfica 2(e). Peso seco de raíces secundarias	43
<b>Altura de la planta</b>	
Gráfica 5(a). Efecto de la forma del recipiente	50
Gráfica 5(b). Efecto del tamaño del recipiente de forma similar	51
Gráfica 5(c). Efecto del material y volumen del recipiente	52
Gráfica 5(d). Peso fresco del tallo	53
Gráfica 5(e). Peso seco de tallo	53
<b>Número de hojas</b>	
Gráfica 6(a). Efecto de la forma del recipiente	56
Gráfica 6(b). Efecto del tamaño del recipiente de forma similar	56
Gráfica 6(c). Efecto del material y volumen del recipiente	57
Gráfica 6(d). Peso fresco de las hojas	58
Gráfica 6(e). Peso seco de las hojas	60

## Temperatura

Gráfica 7	Temperatura media del 9 y 22 de julio	61
Gráfica 8(a).	Temperatura durante el experimento - entre las 8:30 y 9:35 hrs.	62
Gráfica 8(b).	Temperatura durante el experimento - entre las 12:30 y 13:30 hrs.	63

## Apendice

Gráfica 9(a).	Temperatura registrada en invernadero	72
Gráfica 9(b).	Efecto del ventilador sobre la tempe- ratura en la cabina 31	72

## INDICE DE CUADROS

		Página
Cuadro	1 Análisis de Varianza	28
Cuadro	2 Prueba de Comparación de Medias Longitud de raíz primaria	29
Cuadro	3 Prueba de Comparación de Medias Peso fresco raíz primaria	35
Cuadro	4 Prueba de Comparación de Medias Peso seco de raíz primaria	36
Cuadro	5 Prueba de Comparación de Medias Número de raíces secundarias	37
Cuadro	6 Prueba de Comparación de Medias Peso fresco de raíces laterales	42
Cuadro	7 Prueba de Comparación de Medias Peso seco de raíces laterales	43
Cuadro	8 Prueba de Comparación de Medias Altura de la planta	49
Cuadro	9 Prueba de Comparación de Medias Peso fresco del tallo	53
Cuadro	10 Prueba de Comparación de Medias Peso seco del tallo	54
Cuadro	11 Prueba de Comparación de Medias Número de hojas	55
Cuadro	12 Prueba de Comparación de Medias Peso fresco del número de hojas	58
Cuadro	13 Prueba de Comparación de Medias Peso seco del número de hojas	59
Cuadro	14 Variación del pH en los tratamientos	33

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1(a). Recipiente diseñado con aberturas verticales para la poda aérea de puntas de raíz	10
Figura 1(b). Recipiente con un escalón en la pared lateral para evitar malformación de raíz	10
Figura 2 Bolsa de plástico con cuatro salientes que disminuyen la mitad del medio contenido.	21
Figura 3 Malformación de la raíz primaria en el bote de hoja lata	30
Figura 4(e). Malformación de la raíz primaria en el bote de aluminio	34
Figura 4(b). Malformación de la raíz primaria en el bote de plástico	40.I
Figura 4(c). Malformación de la raíz primaria en el vaso de unicel	40.I
Figura 4(d). Malformación de la raíz primaria en el vaso de plástico	40.I
Figura 5(a). Malformación de la raíz primaria en el cartón de leche 500 ml	44
Figura 5(b). Malformación de la raíz primaria en el cartón de leche 750 ml	44
Figura 5(c). Malformación de la raíz primaria en el cartón de leche 1000 ml	44
Figura 5(d). Malformación de la raíz primaria en el cartón de leche 2000 ml	45
Figura 5(e). Malformación de la raíz primaria en el bote de hoja lata 2800 ml	45
Figura 4(a). Malformación de la raíz primaria en la bolsa de polietileno	46
Figura 4(b). Malformación de la raíz primaria en el bote de plástico	46
Figura 4(c). Malformación de la raíz primaria en el vaso de unicel	47
Figura 4(e). Malformación de la raíz primaria en el bote de aluminio	47

## 1. INTRODUCCION

Desde sus inicios las plantas han logrado desarrollarse dentro de recipientes ya sea en casas o invernaderos, sin embargo, la práctica de propagar un gran número de plantas en recipientes a nivel comercial aumentó durante los inicios de los años 50's en el Sur de California (Estados Unidos) extendiéndose rápidamente a través del mundo e incrementándose en la década de los 60 a 70's debido a que se demostró lo siguiente: (Whitcomb, 1985).

- a) Que las plantas crecen más rápido en recipientes, que las sembradas directamente en el campo.
- b) Se disminuye el tiempo de producción.
- c) El sistema radical permanece sin distorsiones, permitiendo que la plantación se realice en cualquier época del año con la raíz desnuda o con tierra.
- d) La facilidad de manejo del crecimiento de la planta para la venta.

El desarrollo de la técnica de propagar en recipientes no ha cesado, siendo cada vez más importante seleccionar el tipo adecuado según la especie, ya que responden en forma distinta a un determinado recipiente.

La propagación en recipientes ha demostrado ser buena para el desarrollo de un sistema radical fibroso y fuerte, con máximo potencial de regeneración de raíces después del trasplante. Sin embargo, cuando no se utiliza el recipiente adecuado pueden presentarse raíces malformadas, con daños severos o incluso muertas, así como también plantas susceptibles a clorosis. (Whitcomb y Gibson, 1977).

Se han probado desde macetas de barro hasta recipientes altamente sofisticados incluyendo: charolas de madera, metal y plástico; macetas de plástico de varios tamaños y de forma redonda o cuadrada; macetas de fibra formadas por turba prensada mezclada con fibra de madera; vasos de papel parafinado y de espuma de polipropileno.

no; botes de metal; bolsas de polietileno y otros. En México este as  
pecto ha adquirido también importancia, siendo relativamente pocos -  
los tipos de recipientes empleados, destacando su uso a nivel de plan-  
tas ornamentales.

Es conveniente considerar el drenaje de los recipientes ya que -  
en exceso puede afectar la supervivencia al trasplante, éste depende  
rá del tamaño y profundidad del envase así como de las propiedades fi  
sicas del sustrato utilizado.

Dado que en nuestro país es poca la información que se tiene a -  
cerca de esta técnica, se pretende ampliar la información relacionada  
con el efecto que tienen los recipientes sobre el desarrollo de las -  
plantas.

## 1.1 OBJETIVOS

- Determinar los efectos que sobre el crecimiento y desarrollo de la planta ejercen el tamaño y la forma del recipiente.
- Observar la influencia que tiene el material de construcción del recipiente sobre el sistema radical.
- Determinar la influencia del color y material del recipiente sobre la variación de temperatura del sustrato.
- Evaluar el número de raíces malformadas causadas por la forma del recipiente.

## REVISION DE LITERATURA

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Ventajas del uso de recipientes

Ocurre con frecuencia que las plantas manejadas en viveros sufran daños en la raíz principal por los repetidos trasplantes, excavaciones y podas durante el proceso de producción; es por esto que se han experimentado algunas medidas para aumentar la densidad del sistema radical, de ello se ha desprendido que lo más adecuado es el uso de recipientes. Esta técnica ha incrementado la fibrosidad del sistema radical debido a la activación del crecimiento en el fondo del recipiente. (Struve, 1983).

Anteriormente se propagaban plantas por semilla, cuando alcanzaban determinada altura se amarraban en bultos y se vendían; este método producía usualmente plantas delgadas debido al amontonamiento de las raíces, destruyéndose una porción del sistema radical, por lo que era necesario colocar inmediatamente las plantas en camas de crecimiento, por lo que se producía una baja proporción de sobrevivencia. (Williams, 1975).

A través de experimentación con recipientes se han encontrado algunas ventajas que ofrece esta técnica. Johnson (1975) menciona que utilizando recipientes se pueden obtener atractivos sistemas de reforestación viables y económicos.

Potter (1974) declaró que "Esta revolucionaria idea de propagación economiza los costos de producción a casi la mitad del tiempo normal para producir una línea apropiada y asegurar que estén libres de enfermedades, con un sistema radical fuerte que reduzca la proporción de mortalidad a cerca de cero".

Dentro de la propagación en viveros, esta técnica se ha desarrollado considerablemente, tal como lo reporta Hathaway (1977) - quién experimentando con uvas, observó que al cabo de seis semanas las plantas en recipientes tuvieron buen enraizamiento y estuvieron aptas para la venta. Estas plantas continuaron su crecimiento y los racimos de fruta se cortaron mucho antes que los propagados en campo. Además, establece que las ventajas en el uso de recipientes son:

obtención de plantas de buena calidad; se pueden emplear para siembra directa; requieren poco espacio de producción; en los viveros - las plantas pueden ser vendidas en el recipiente y no requieren ser empaquetadas.

Con el método de plantas en bolsas individuales, las plantas - se colocan del tamaño de una estaca pequeña, que ha sido propagada por semilla; una vez estando dentro del recipiente se desarrollan, - el sistema radical permanece intacto, la proporción de supervivencia es alta y hay pequeños daños cuando son puestas en su lugar de crecimiento permanente. Además, el floricultor, jardinero o viverista tendrá por un tiempo relativamente largo plantas sin que se deterioren. Naturalmente el costo de producción es alto, sin embargo, la experiencia ha mostrado que el comprador está dispuesto a pagar el costo adicional porque sabe que las plantas que crecen en recipientes estarán vivas y se desarrollarán mejor que las crecidas en casa o en el campo ( Williams, 1975).

Whitcomb (1985) ha experimentado con recipientes de cinco o más galones de capacidad para propagar arbustos pequeños y ha observado que es un sistema efectivo ya que previene deformaciones de la raíz.

Otras ventajas del recipiente son que puede ser llenado con - tiestos comerciales sin modificarse y se pueden apilar para que los costos de transporte o manufactura no se incrementen (Whitcomb, 1981).

## 2.2 Tamaño del recipiente

Estudios del desarrollo y crecimiento de plantas propagadas sexualmente han mostrado que el tamaño del recipiente puede tener una influencia significativa en el subsecuente desarrollo de la planta. (Davis y Whitcomb, 1975).

El desarrollo de raíces parece ser proporcional al diámetro del recipiente (Davis y Whitcomb, 1975). Johnson (1975) establece que el tamaño de las estacas es un reflejo del diámetro y volumen del recipiente. Hite (1972) también reportó que la sobrevivencia en el campo de estacas en crecimiento está relacionado con el volumen del suelo contenido en el recipiente y la longitud del mismo.

Hathaway y Whitcomb (1978) demostraron que tanto el volumen como el ancho del recipiente son importantes, ya que cuando éstos son anchos promueven mayor crecimiento que cuando son angostos aunque los volúmenes sean iguales. Wall y Whitcomb (1980) demostraron que conforme aumenta el volumen del recipiente, la altura y el grosor del tallo de las estacas aumenta también. Además, en recipientes sin fondo se producen sistemas radiculares más ramificados y menos enrollados.

Estudios con estacas de árboles han demostrado que la forma y volumen del recipiente influye notablemente en el crecimiento radical. Hathaway y Whitcomb (1977) mostraron que en encino (Quercus macrocarpa) tuvo un mayor crecimiento y desarrolló un sistema radical más fibroso dentro de un recipiente de fondo cuadrado que cuando se colocó en uno redondo convencional del mismo volumen.

Los recipientes diseñados específicamente para el crecimiento de árboles son más profundos que anchos, algunas veces por un ratio de mucho mayor de 10:1. Numerosas especies ornamentales leñosas crecen dentro de vivero en recipientes con una proporción de diámetro y profundidad de 1:1. De esta manera, igualando las dimensiones del recipiente a la forma natural de la distribución de raíces, quizá es timule el desarrollo del dosel de la planta así como el crecimiento de las raíces (Keever, 1985).

Keever (1985) usó recipientes fabricados con tubo de polivinil cloruro blanco (PVC) con tres diámetros diferentes: 10.2 , 15.2 y 20.3 cm y tres profundidades 7.6 , 15.2 y 30.5 cm. Trabajó con plantas "Burdord enano" que es una especie con raíces laterales, profundas y fibrosas. Los parámetros que midió fueron densidad relativa radical, profundidad de enraizamiento y peso seco del brote. Observó alargamiento de raíces en todas las medidas de los envases; la den -

sidad radical fué incrementándose para disminuir en la mitad del recipiente, excepto cuando tuvo 7.6 cm de profundidad. En recipientes de 15.2 y 30.5 cm de profundidad, la densidad radical aumentó cuando el diámetro disminuyó. Los índices de crecimiento aumentaron linealmente cuando el diámetro aumentó, sin embargo, no estuvo influenciado por la profundidad. En plantas "Burford" observó crecimiento del ápice cuando aumentó la profundidad y el ancho del recipiente, así como un aumento de la raíz en el fondo de éste; de igual manera en plantas de azalea - aumentaron las raíces conforme se incrementaba la profundidad y diámetro del recipiente. En recipientes anchos y profundos debe considerar se el volumen adicional del medio como un colaborador para la respuesta de la planta, los resultados obtenidos sugieren que esto es benéfico para el crecimiento de especies con raíces poco profundas, es conveniente usar recipientes anchos y profundos y no las bolsas negras convencionales de vivero.

Frecuentemente han sido usados cartones de leche variando su volumen y profundidad, en experimentos previos de propagación con estos recipientes se observan efectos sobre el crecimiento de plantas ampliando solamente la profundidad del cartón (Gibson y Whitcomb, 1977).

Hill (1975) observó en algunas especies (Salix, Prunus, Pittos y otras) el inicio de crecimiento temprano, cuando se colocaron directamente en recipientes de un galón.

Trabajos realizados con pino Japonés negro, pistache Chineso y otros propagados en recipientes cuadrados resultaron tener buenos crecimientos en aquellos de 6.35 cm<sup>2</sup> y 15.24 ó 22.8 cm de profundidad, las raíces fueron fibrosas con desarrollo de raíces laterales; en otra profundidad probada no se observó enrollamiento de raíces. Reduciendo la dominancia de la raíz principal, se obtendría una disminución del enroscamiento y envoltura de ésta, lo que es un problema generalizado en la producción de árboles dentro de recipientes (Davis y Whitcomb, 1975).

### 2.3 Forma del recipiente

Dentro del uso de recipientes en la propagación de plantas en, se han probado muchas formas. Rohsler (1983) usando envases cuadrados consiguió un importante incremento en la viabilidad de las plantas, si se compara con el obtenido en recipientes redondos.

Gibson y Whitcomb (1977) reportaron que usando cajas de cartón - de leche de dos litros sin fondo colocados en camas de fonde de alambre, la raíz primaria crece hacia abajo y de esta forma pueden ser podadas, estimulándose con esta práctica la producción de raíces laterales secundarias. La forma cuadrada del recipiente provoca que broten raíces hacia los lados, los cuales siguen el ángulo de  $90^{\circ}$  de la esquina por donde descienden, cuando los fondos son de alambre las raíces atraviezan la base y son podadas. En recipientes redondos la tendencia del crecimiento de las raíces es hacia la forma circular, presentándose algunas de éstas enroscadas o muertas.

En plantas sembradas en recipientes redondos, las raíces al desarrollarse se alargaron siguiendo el contorno del recipiente, al llegar al fondo continúan la elongación produciéndose enroscamientos, algunas veces dando cinco o más vueltas (Whitcomb, 1985).

En trabajos hechos con Abedul en recipientes cuadrados se demostró que las plantas poseían raíces más fibrosas y un crecimiento más vigoroso, cuando se transplantaron, tuvo un pronunciado impacto en la proporción de regeneración de raíz, además aumentó el área total de la superficie de la raíz, absorbiendo mayor cantidad de agua y nutrientes (Birchell y Whitcomb, 1977).

Estudios subsecuentes efectuados con estacas de árboles creciendo en recipientes cuadrados sin fondo sobre camas de alambre, mostraron que la poda aérea de raíz es efectiva para detener la elongación de raíz y enroscamiento de la misma en el fondo del recipiente. La poda aérea también estimuló el desarrollo de raíces laterales ya que esta práctica provoca la muerte del ápice radical (Davis y Whitcomb, 1975). Desafortunadamente el crecimiento de plantas en recipientes -

sin fondo sostenidas en camas de alambre no son prácticas, ni comerciales (Whitcomb, 1985), por ello han diseñado modelos adicionales.

En experimentos realizados con recipientes redondos y otro con vigas insertadas en las paredes del envase, se obtuvieron los siguientes resultados: el número de raíces alargadas en el fondo del recipiente fué grande (redondo); en el recipiente con vigas se tuvo 26% menos raíces en el fondo, lo cual indica que con algunas modificaciones se estimula mucho más el número de raíces sin malformación. (Whitcomb y Williams, 1985). Investigaciones realizadas por Birchell y Whitcomb (1977) y Dickinson y Whitcomb (1977) han demostrado que el diseño del envase con vigas internas verticales previene la formación de raíces enroscadas, ya que al contacto con las vigas, éstas son guiadas para descender; consecuentemente casi toda la actividad de crecimiento de las puntas de raíz se acumula en el fondo del recipiente.

Los estudios antes mencionados muestran que el crecimiento del sistema radical puede ser mejorado utilizando un recipiente adecuado como en el caso de:

- a) Envases sin fondo sobre una cama de alambre.
- b) Vigas verticales dentro del recipiente para mejorar la fina estructura de la raíz.

Sin embargo ambas estructuras no son prácticas para la producción en vivero a escala comercial masiva (Whitcomb, 1985).

En 1981 comenzó a experimentarse la poda aérea del sistema radical de los lados del recipiente en vez de ser en el fondo. Los envases se modificaron, a los lados del recipiente de polietileno convencional se les hicieron cortes verticales de 3 mm. Las aberturas se hicieron siguiendo el movimiento de las manecillas de un reloj y otras en dirección opuesta, las aberturas deben ser perpendiculares al fondo del recipiente, si no, las raíces no crecerán fuera de esas aberturas y no podrán ser podadas (Fig. 1(a)). Una vez terminado dicho estudio se concluyó lo siguiente:

1. Los recipientes tuvieron un fondo convencional para facilitar el llenado, manejo y transporte.
2. Las raíces están distribuidas más uniformemente a lo largo -

del medio del recipiente y no la mayoría en el fondo.

3. La poda aérea elimina raíces circulares y estimula el desarrollo de ramificaciones laterales.

El aumento superficial de las raíces proporciona un incremento en la absorción de agua y nutrientes, resultando un crecimiento vigoroso de la planta. Cuando se usan recipientes convencionales existen pocas puntas de raíz en el fondo, pero en recipientes modificados de tal forma que se pueda realizar la poda vertical hay un gran número de éstas, las cuales al ser transplantadas al campo se extienden en el suelo circundante, provocando un rápido establecimiento y buena proporción de sobrevivencia (Whitcomb, 1981).

Después de trabajar con recipientes y observar que éstos obstruyen el desarrollo de raíz, se llegó a la conclusión de diseñar uno para el control de raíces circulares y estimular la ramificación sin usar aberturas en las paredes laterales.

Recipientes experimentales fueron construidos con tubo PVC de pared delgada de 15 cm de altura y ajustados con varillas insertadas como trampa y control de puntas de raíz, así como estimulación de raíces laterales. El modelo más efectivo fué el que contenía un escalón compensado en la pared lateral del recipiente con intersecciones entre el escalón y la pared lateral. (Fig. 1(b)).

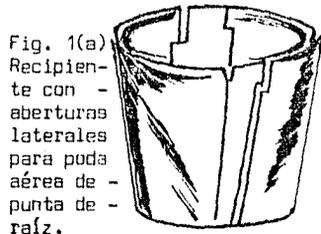


Fig. 1(a)  
Recipiente con aberturas laterales para poda aérea de punta de raíz.

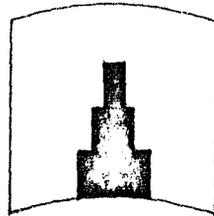


Fig. 1(b).  
Recipiente modificado con un escalón.

Una raíz en contacto con la pared lateral comienza a enroscarse, al chocar con el escalón la punta de raíz es atrapada en la intersección de la esquina; cuando la punta de raíz no se desvía alrededor de la barrera consecuentemente hay desarrollo de raíces secundarias. El total de puntas de raíz en el perímetro exterior de las raíces circulares de estaca de pino "Virginia" aumentaron 200% comparado con un

recipiente convencional. Cuando el pino fué transplantado y examinado 22 días después, el número de raíces que crecieron fuera de la pared lateral fué 113% más grande que en los recipientes convencionales (Whitcomb y Williams, 1985).

Ventanovetz (1982) ideó un nuevo recipiente de plástico que facilitaba el drenaje y el intercambio de oxígeno en las regiones internas del sustrato; la bolsa diseñada tiene cuatro salientes que se extienden hacia arriba del fondo, esas salientes extendidas disminuyen la mitad del medio contenido dentro de la bolsa. (Figura 2).

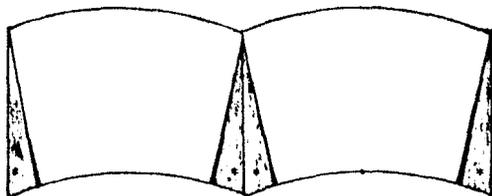


Figura 2.

La forma exterior y tamaño es similar a la de una bolsa redonda de 16.5 cm; estas bolsas se colocaron plantando plantas de crisantemo "Bright Golden Anne" y poinsettia "Annette Hegg Dark Red", los resultados obtenidos fueron que ambas plantas tuvieron el mismo índice de crecimiento, también mostraron que el tipo de bolsa no influye en la iniciación y desarrollo floral. Sin embargo, en las bolsas convencionales las plantas tuvieron una flor menos, en crecimiento de raíz determinado en base a peso seco, es significativamente distinto ya que la nueva bolsa contiene 20% menos suelo que las bolsas convencionales.

#### 2.4 Material de construcción del recipiente

Son muchos los materiales de los cuales se fabrican los recipientes usados para el desarrollo de plantas; podemos citar PVC (polietileno vinil cloruro), metal, cartón, plástico rígido, turba comprimida, etc. Generalmente los experimentos realizados se basan en la comparación de diferentes tipos de materiales de construcción de envases. En Estados Unidos el recipiente estandar usado en viveros pa

El crecimiento de plantas está hecho de plástico rígido, siendo pocos los de metal.

Futura y otros (reportados por Birchell y Whitcomb, 1977) probaron el control del crecimiento de raíces de eucalipto y jacaranda en recipientes de cobre y otros con revestimiento de sulfato de cobre, - ambos de un galón de capacidad, siendo los dos compuestos determinantes para el crecimiento de las raíces ya que lo retardan y además son tóxicos para las plantas.

Cuando se usan recipientes de metal (botes), para quitarlo se debe cortar con una herramienta especial, ocasionando daños a la raíz. En contraste, las bolsas de polietileno se deslizan fácilmente pueden usarse otra vez o cortarse con un cuchillo. El llenado con la mezcla de suelo requiere poco tiempo, aunque otras operaciones de manejo son iguales que para recipientes rígidos (Whitcomb, 1979).

En algunos casos las plantas colocadas en bolsas de plástico usadas como recipientes de propagación (permanecieron intactas después de 18 meses), produjeron un crecimiento casi igual al de plantas colocadas en cartones de leche, a pesar de que su volumen es aproximadamente cuatro veces más pequeño; sin embargo, se presentaron dos situaciones no deseadas en las bolsas de plástico:

- a) Las bolsas no tienen forma de deteriorarse, así crean una futura posibilidad de restricción de raíces.
- b) Los tallos de las plantas en bolsas fueron débiles en comparación a los colocados en cartones de leche (Appleton y Whitcomb, 1983).

Anderson (1969) notó que el crecimiento puede controlarse mejor en un ambiente con factores satisfactorios lo cual se logra utilizando una bolsa de plástico que un recipiente de cartón; las plantas desarrollándose en las bolsas presentan menos susceptibilidad a clorosis y las raíces están limitadas en un área específica con lo cual se reduce el daño de éstas hasta un cierto tiempo. Sin embargo, en Inglaterra, Nueva Zelanda y Australia, las bolsas de polietileno son usadas extensivamente.

El empleo de bolsas de polietileno negro en viveros resulta más

económico que el uso de recipientes de plástico rígido o metal, son más fáciles de usar y más aceptables por el cliente. Cada recipiente de plástico rígido requiere varias veces más material de fabricación que una bolsa de polietileno, éstas últimas son flexibles y vienen dobladas en cajas, requieren poco espacio para almacenarlas; una caja de 15.2 x 30.5 x 55 cm tendrían un volumen de recipientes de -- 946.3 a 965 litros. El almacenamiento de recipientes de plástico rígido requerirán cerca de 40 veces más espacio (Whitcomb, 1979).

En la bolsa de polietileno cuando se alarga la raíz, es atrapada por uno de los cuatro pliegues; después la punta de raíz es incapáz de elongarse más pues muere y de esta manera se pierde la dominancia apical formándose rápidamente raíces laterales y secundarias. (Whitcomb, 1979).

La mayor ventaja de las bolsas de plástico cuando se comparan con otro tipo de recipientes es el costo reducido. Además las bolsas de polietileno debido a su flexibilidad pueden ser colocadas juntas, aumentando la eficiencia en la aplicación de riego, fertilizante e insecticida. Las bolsas de polietileno son de forma cilíndrica, la base es ancha dando una gran estabilidad. Ventajas adicionales incluyen un espaciado reducido de almacenaje, disminución de cargas en la transportación y menos problemas de arreglo. En Estados Unidos debido a la falta de disponibilidad de maquinaria adaptada para la fabricación de bolsas de polietileno y la falta de venta al por mayor, son las razones principales de que dichas bolsas no sean usadas frecuentemente en este país (Whitcomb, 1979).

## 2.5 Color del recipiente

El color del recipiente tiene influencia directa con el desarrollo de las plantas; de él dependerá la temperatura que guarde el sustrato. Se han determinado las temperaturas críticas de mortandad de raíces para muchas plantas ornamentales de vivero (Havis, 1976). - Studer, et al, 1978). Esas temperaturas son muy útiles para el viverista pues con ello pueden proveer adecuada protección invernal para

los recipientes (Rohsler, 1983).

Ingram y Buchanan (reportados por Laiche, 1985) mencionan que - cuando la temperatura del recipiente excede a los 50°C por espacio de 20 minutos, se presentan daños por calor en las raíces de las plantas ornamentales leñosas y que cuando la temperatura estuvo por debajo de 45°C se observaron daños mínimos.

Usando recipientes de colúres claros, han sido superados las reducciones en el crecimiento medio por efecto de la temperatura (Brown, 1982; Laiche, 1985).

Juzgando el resultado de otros trabajos, se asume que en un espacio cerrado (hasta que la planta desarrolle follaje que cubra de sombra el recipiente) será benéfico para plantas sensibles al calor. Se ha determinado que es buena la sombra para la producción de plantas - en recipientes, sin embargo, su costo se hace prohibitivo; una alternativa es el uso de envases blancos que puedan emplearse en especies sensibles al calor (Brown, 1983).

Las plantas en recipientes son mucho más susceptibles al daño - por frío que aquellas plantas colocadas en campo y que son protegidas por el calor natural interno de la tierra (Whitcomb, 1979).

Los recipientes pintados de blanco pueden llegar a reducir hasta 13°C la temperatura del medio, además las plantas propagadas en estos recipientes son de mejor calidad y crecimiento. Los recipientes negros reducen la temperatura cuando están bajo sombra 6.6°C y los recipientes blancos 16.6°C (Brown, 1982).

Plantas oropagadas en bolsas de polietileno fueron 15% menos largas que las crecidas en recipientes rígidos verdes del mismo tamaño - notándose que la bolsa negra guardó mayor temperatura que el envase - verde (Whitcomb, 1979).

Brown (reportado por Laiche, 1985) menciona que en recipientes - blancos se reduce la temperatura no solo colocados en la sombra sino en pleno sol, el crecimiento jaspeado de Pittosporum toriba en el sol fué comparable con el crecimiento obtenido en la obscuridad en éstos

recipientes.

Havis (reportado por Pellett y Dippre, 1985) observó que 20 de las 35 especies de plantas creciendo en recipientes verdes tuvieron más del 50% del sistema radical muerto a temperatura media alta que a  $-10^{\circ}\text{C}$ , usando bolsas negras se registró un descenso de la temperatura en relación a los recipientes colocados a sol directo cuando ambos fueron cubiertos con una capa de microespuma y plástico blanco. Probablemente previene el efecto de calentamiento por la radiación solar en los recipientes .

## 2.6 Fertilización

Los requerimientos nutricionales de las plantas en recipientes ha tomado años para perfeccionarse, mientras que éstas en cuanto a desarrollo y calidad son comparables con plantas creciendo en campo. Al estar restringidas las raíces en un área, la concentración de nutrientes dentro del tallo y raíces es muy alta, habiendo una mala distribución de los mismos (Whitcomb, 1985).

Para fertilizar en recipiente se usa el método de liberación retardada en donde todos los nutrientes requeridos son incorporados en el medio de crecimiento antes de la plantación; otro método empleado implica incorporación de materiales como dolomita, superfosfato y elementos menores en el agua de riego. Fertilizantes de Osmocote son probablemente los más aceptados como material de acción retardada para plantas ornamentales leñosas en recipientes (Brown, 1982).

## 2.7 Factores adicionales

### 2.7.1 pH

La práctica más utilizada ha sido agregar a la mezcla limo para ajustar el pH o para suplir calcio o magnesio o por ambas razones.

El calcio es necesario para la división celular, formación de la pared celular, transporte de carbohidratos y aminoácidos y formación de raíces. El magnesio es requerido para la producción de clorofila. Por ello es importante lograr un equilibrio entre estos dos elementos para obtener un alto porcentaje de regeneración de raíces después del transplante (Guthrie, 1983).

Algunos estudios indican la tendencia que poseen las raíces de alcanzar el pH aproximado del suelo nativo para desarrollarse mejor. En experimentos realizados con Gynsophila paniculata se indicó la tendencia hacia altos rangos de desarrollo de raíces con un pH cerca no o arriba del neutro y rangos menores en un medio ácido (Locklear y Preece, 1983).

Los resultados de Paul Y Leiser (1968) sugieren que  $Ca^{++}$  es requerido para el crecimiento normal de las raíces de plantas calcifílicas en un medio ácido.

### 2.7.2 Temperatura

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los iniciadores de la industria del recipiente en vivero es la acumulación de calor en el medio de crecimiento. La mayoría de los suelos naturales son poco satisfactorios para el crecimiento de plantas en recipientes colocados a sol directo, principalmente por la acumulación de calor. Hay varias formas de reducir la temperatura en el recipiente incluyendo la sombra, uso de medio con largos espacios porosos, recipientes reflectivos y espacios cerrados (Brown, 1982).

En general el crecimiento de raíces es superior con bajas que con altas temperaturas del suelo. La temperatura media excesiva frecuentemente daña el crecimiento de plantas en recipientes. Raíces de cinco especies de plantas leñosas que crecieron en recipientes murieron cuando se expusieron a  $50^{\circ}C$  por cuatro horas. La exposición diaria a temperatura de  $40$  a  $45^{\circ}C$  matan las puntas de raíz y a  $35^{\circ}C$  por seis horas reduce el crecimiento de una especie (Laiche, 1985).

La temperatura óptima para el crecimiento de raíz de varias especies es de 20 a 25°C. Plantas leñosas generalmente pueden resistir mejor las altas temperaturas que los cítricos (Laiche, 1985). Además Ingram y Johnson (reportados por Laiche, 1985) indican que una orientación norte-sur con espaciamiento de 30 cm y colocación triangular parece ser la mejor combinación para el crecimiento radical.

Se ha observado que cuando la luz solar directa no tiene contacto con la pared lateral del recipiente en verano, la temperatura del sistema radical a lo largo del medio de crecimiento es algunas veces 1°C más frío que la temperatura del aire circundante (Whitcomb, 1985).

### 2.7.3 Sustrato

La distribución de las raíces en el suelo está determinada por factores genéticos y ambientales, sin embargo, debido a que las paredes del recipiente restringen y limitan el crecimiento medio de las mismas y la retención de agua es alta, el crecimiento de éstas en recipientes difiere de las de campo (Keever, 1985).

La condición del sistema radical al tiempo del trasplante, la mezcla de suelo y los métodos usados para reducir la desecación, son factores que se deben considerar para evaluar las condiciones específicas de crecimiento (Einserberg, 1975).

Vermeulen (1965) destacó la importancia de la presencia en el recipiente de un suelo aireado con alta capacidad de retención de humedad, además propuso el uso de recipientes de un galón como solución parcial al problema de manejo y altos costos de producción en viveros.

El oxígeno es esencial para el crecimiento y el apto funcionamiento de raíces (Ventanovetz, 1982). Un importante factor para cualquier medio es que tenga suficientes espacios porosos para permitir la difusión del oxígeno en las raíces. Cuando el aire es tomado de lugares cercanos a la pared de la bolsa, el crecimiento de la raíz

predomina en esta región (Whitcomb, 1979).

Cuando el medio para el crecimiento es de tierra de monte y composta, la presencia de los grandes espacios porosos de dicha mezcla - facilitan el suministro de oxígeno al sistema radical (Whitcomb, 1985).

El medio de crecimiento usado en los recipientes influye significativamente en el área foliar, peso fresco y peso seco de vástas y peso seco de la raíz en plantas de crisantemo y poinsettia. - El medio también influye en el diámetro de la flor y altura del crisantemo (Ventanovetz, 1982).

Recipientes de un galón con una mezcla de horasca, turba y arena en proporción de 3:1:1 pesa 82 kgs; pero cuando una parte adicional de tierra de hoja fué substituida por arena, los recipientes pesaron 38 kgs, que representa una gran facilidad en el manejo ( ---- Whitcomb, 1985).

#### 2.7.4 Riego

La tensión de agua es el resultado de una inadecuada retención de la misma en el suelo seguida al trasplante, ya que es un factor clave que determina la supervivencia (Nelms y Sponer, 1983).

El drenaje que presente el recipiente influye notablemente en el desarrollo de la planta, sin embargo, ha recibido poca atención; siendo por ello importante considerarlo en el diseño del recipiente.

Se le ha denominado capacidad del recipiente a la cantidad de agua retenida por el suelo seguida a la irrigación y drenaje y está en función de la profundidad del recipiente y características de retención de agua del suelo (White, 1966).

Las relaciones de agua y en particular el agotamiento causado por ésta, es la razón más importante de pérdida de plantas trasplanta-

das en recipientes; esto se basa en observaciones de campo y cálculos de consumo de agua, ya que bajo condiciones de vivero en recipientes de 3.8 litros la planta es regada una vez por día durante los meses de primavera y verano. El consumo de agua de muchas plantas en tales recipientes es de 700 a 1000 ml por día, mientras que el agua suministrada es de 300 a 500 ml por recipiente. De este modo la planta está en agobio el segundo día, por lo que el riego después del trasplante debe ser diario (Costello, 1975).

Otro método común en la producción de plantas en recipientes en Europa pero no en los Estados Unidos es la irrigación capilar, aunque el costo inicial de establecimiento es más alto que algunos otros sistemas de riego, este tipo de riego presenta las siguientes ventajas:

- a) Menos consumo de agua.
- b) Menos agua que corre fuera.
- c) Reducido potencial de enfermedades.
- d) Reducido costo de operación.

En suma, más contenido medio de humedad uniforme resultando un mejor crecimiento de plantas comparado con otros sistemas de riego (Smuth y Sharon, 1982).

#### 2.7.5 Reguladores de crecimiento

Aplicaciones de ácido indol-butírico al sistema radical en el trasplante solo mejora la regeneración de raíces en primavera, teniendo poco efecto en la promoción de raíz. Los tratamientos con auxinas para aumentar la regeneración de raíces en especies difíciles de transplantar, es una alternativa para la producción en recipientes. El método comercial consiste en sumergir la raíz en solución de auxina por espacio de cinco minutos. La óptima concentración oscila en un rango de 1000 a 3000 ppm.

Se han probado otras auxinas tales como ANA, 2-4-D, 2-4-5-TP y se obtubieron resultados variados que requieren de investigaciones

adicionales. Las ventajas de aplicar auxina son:

- a) Aumento en el número de raíces regeneradas
- b) Las raíces regeneradas lo hacen casi a partir de la superficie (Struve, 1983).

## 2.8 Industria del recipiente

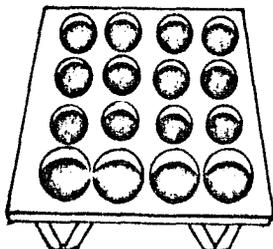
La forma de fabricación de recipientes restringe el crecimiento horizontal de raíces, pero estimula la ramificación y acumulación de carbohidratos en el sistema radical, de ese modo permite el transplante en cualquier tiempo con poco daño para las raíces. El costo de producción por planta producida debe ser reducido, aumentando la calidad y funcionamiento de las mismas. Las plantas en recipientes no crecen en su ambiente natural, por ello, las raíces están colocadas más en la superficie de la tierra y sujetas a temperaturas extremas (Tinga, reportado por Whitcomb, 1985).

Para reducir el daño de la raíz durante el invierno, en los viveros se usan diferentes técnicas de protección al frío: recipientes colocados sobre microespuma dentro de casas de plástico (Gouin, reportado por Whitcomb, 1985); barreras de papel puestas alrededor de las bolsas (Smith, reportado por Whitcomb, 1985); prácticas nutricionales para preparar las plantas a la estación invernal (Tinga, reportado por Whitcomb, 1985); cubiertas de paja y construcciones temporales de estructura de polietileno para cubrir los recipientes (Foster, reportado por Whitcomb, 1985).

Para proteger las raíces del viento, temperaturas extremas y al mismo tiempo facilitar el manejo de plantas creciendo en recipientes, se diseñó una mesa que sostiene 36 recipientes de un galón de capacidad, los cuales están separados 25 cm uno del otro con respecto al centro de cada uno. Este sistema puede ser mecanizado extensivamente lo cual permite que solo un empleado lo maneje. Dicha mesa presenta una capacidad aislante de tal forma que en invierno puede ser provista de cubiertas de paja, barreras y estructuras de polietileno. Un diseño funcional de la mesa incluiría un borde ensamblado o inserta

do de tal forma que éstas se unirían firmemente y solo el perímetro exterior de un grupo de mesas requeriría de cubierta especial usando material aislante adicional.

En climas severos una capa de densidad moderada sería extendida sobre las mesas con tela sombreada y polietileno para reducir el daño climático.



Estudios actuales realizados con plantas en recipientes colocados en las mesas aislantes no mostraron raíces dañadas en comparación con plantas sembradas en campo cubiertas con paja, polietileno o sin protección; las cuales mostraron raíces dañadas o muertas. Una ventaja futura de este sistema es que las plantas permanecen latentes hasta alcanzar temperatura requerida para desarrollar las yemas; no puede ocurrir la entrada de patógenos por los hoyos del drenaje (Whitcomb, 1985).

Otro sistema desarrollado es el llamado "recipiente de crecimiento en campo" que retiene aproximadamente el 80% del sistema radicular, es usado generalmente para propagar árboles; presenta la ventaja de que no hay formación de raíces circulares o distorsionadas. El sistema permite el crecimiento en campo para luego arrancar o remover los árboles en cualquier época, sembrándolos directamente en campo o colocarlos en otro recipiente hasta la venta. Cuando el árbol es plantado en campo, basta cortar los lados del recipiente y con una rápida sacudida se sacan las raíces desnudas del fondo del polietileno (Whitcomb, 1985).

## 2.9 Recipientes comerciales

Para que un recipiente pueda comercializarse debe poseer las siguientes características:

ser bastante durables para que a través del tiempo no se deteriore y ser fuerte para resistir golpes o daños.

En el mercado de Estados Unidos existen los siguientes productos:

### Market-Pak

El Market-Pak (sin traducción al español) es fabricado de pulpa de madera e impregnado con asfalto para adherir fuerza. Su coloración de rojo ladrillo con el follaje verde de las plantas lo hacen un paquete atractivo. Es semiporoso, tolerante a la inundación pero tiende a secarse más rápido que muchos otros recipientes. Está disponible en nueve tamaños y contiene de 6 a 24 plantas, son de bajo costo.

### Paquetes de plástico de pared delgada

Constan de 6 a 8 unidades, el bloque completo de plantas puede ser removido presionando con los dedos el fondo flexible. Son de bajo costo, sin embargo, debido a su poco peso son difíciles de manejar a menos que sean colocados en charolas.

### Cajas de musgo

Son comprimidos de musgo o turba, 30 y 70 % de fibra de madera, vienen en tamaño de una y media a cuatro pulgadas en forma redonda o cuadrada. Las paredes son muy porosas tienen buen drenaje y permite la penetración fácil de raíces. Se puede plantar con todo y cajete asegurando así un sistema radical completo. Es un poco más caro pero el comprador está dispuesto a pagar por la calidad extra.

### Bolsas de plástico

Son muchos tipos, formas y tamaños de bolsas de plástico que están disponibles en el mercado; son satisfactorias para la plantación, siendo de peso ligero, limpias, de apariencia clara u opaca. Sin embargo, no son porosas ocurriendo inundación. Las plantas pueden ser removidas sin destruir la raíz, rompiendo las paredes o golpeando

el lado de las bolsas para provocar la salida del suelo, su costo varía según el tamaño.

#### Cajetes de turba Jiffy-7

Están formados de turba comprimida cercada por una malla de alambre, cuando se comprimen están contraídas 1/7 de su tamaño normal. Deberán ser expandidas por humedad para formar un recipiente con diámetro de 4.45 cm y aproximadamente 5 cm de altura. Son usadas para siembra directa de semillas grandes transplantando vástagos de plantas y crecimiento de estacas de plantas maderables.

#### Bloques de fibra de celulosa (Kys-Kubes)

Están autocontenidos listos para usarse como cubos, los cuales son apropiados para el crecimiento vegetal, también se usan para transplantar vástagos diminutos (Williams, 1975).

Los recipientes comerciales para crecimiento de plantas están fabricados de plástico y varían en cuanto a forma y tamaño y muy rara vez tienen el fondo abierto (Wall y Whitcomb, 1980).

En México se utilizan bolsas negras de polietileno de diferentes formas y tamaños también macetas de plástico rígido y recipientes de desecho tales como botes de aceite para automóvil de cartón, lámina y plástico, entre otros sin que exista actualmente una industria encargada de producirlos (Villegas, 1985 comentario personal).

MATERIALES

Y

MÉTODOS

### III. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en invernadero de las instalaciones del Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx. donde se registró una temperatura media de 24.4°C.

#### Material vegetativo:

Se usaron plantas de naranja agria propagadas por semilla del género Citrus aurantium que presenta las siguientes características ( Fideicomiso del Limón, 1978):

las raíces son ramosas y abundantes, el tallo arbóreo con ramas guarnecidas de espinas, las hojas ovales, agudas con peciolo ensanchado y alado, posee resistencia a la gomosis, compatibilidad y homogeneidad satisfactoria con plantas jóvenes a pesar del grado reducido de poliembrionia de sus semillas, fácil multiplicación (buen resultado de las semillas y de los injertos).

El sustrato empleado fué una mezcla de tierra de monte y arena de río en proporción de 3:1 previamente desinfectada por medio de vapor.

#### Características de los recipientes:

Se utilizaron recipientes de forma, material, volumen y altura diferentes como se muestra a continuación:

MATERIAL	FORMA	VOLUMEN (ml)	ALTURA ( cm )
Cartón parafinado	Cuadrado	500 - 600	5 - 10
Plástico rígido	Redondo	750 - 1000	10 - 20
Poliétileno negro	Cilíndrico	2000 - 3000	20 - 30
Hoja de lata	Redondo	2000 - 3000	20 - 30
Aluminio	Redondo	500 - 1000	5 - 10
Unicel	Cónico	500 - 600	15 - 20

### Siembra:

Se realizó el 17 de abril de 1985, se colocó una planta por recipiente, las cuales al momento del trasplante tenían en promedio - 7.2 cm de longitud de raíz, 5.6 cm de parte aérea y cuatro hojas de crecimiento medio.

El procedimiento consistió en sacar las plantas de los semilleros, midiéndoles el tamaño de raíz, tallo, número de hojas y raíces laterales y una vez hecho esto se colocaron en una solución de fungicida (Captán) y se plantaron teniendo precaución de que las raíces quedaran completamente rectas. Por último se regaron con fungicida.

El manejo que se les dió fué exclusivamente el riego diario.

Cabe hacer mención que en recipientes de cartón de leche aparecieron hongos, los cuales fué necesario eliminar en forma manual cada tercer día, a la vez que se incorporó al riego fungicida como Captán, Rydomil y Arazán.

### Tratamientos:

Se utilizaron diez diferentes tratamientos constituidos por los siguientes recipientes:

MATERIAL	FORMA	VOLUMEN (ml)	ALTURA (cm)
Botes de cartón de leche	Cuadrado	500	10
Botes de cartón de leche	Cuadrado	750	15
Botes de cartón de leche	Cuadrado	1000	20
Botes de cartón de leche	Cuadrado	2000	20
Botes de hoja lata	Redondo	2800	20
Bolsas de polietileno	Cilíndrica	2000	30
Botes de plástico	Redondo	950	15
Vasos de unicel	Cónico	590	20
Vasos de plástico	Cónico	520	15
Botes de aluminio	Redondo	450	12

#### Diseño experimental:

La investigación se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en donde no se registran modificaciones drásticas del ambiente.

Se usó un diseño experimental de distribución completamente al azar, teniendo 10 tratamientos con 20 repeticiones haciendo un total de 200 unidades experimentales.

Las variables estudiadas fueron: longitud de raíz primaria, altura de la planta, número de hojas, número de raíces secundarias, peso fresco y peso seco de las variables antes mencionadas.

#### Lectura de datos:

1. Longitud de raíz primaria. Para ello se sacaron las plantas de los recipientes eliminándoles el exceso de tierra, se midieron desde la punta de ésta hasta el cuello de la planta, se colocaron en solución de fungicida y se plantarán.

2. Número de raíces laterales. Se sacaron las plantas de los recipientes, se eliminó completamente la tierra y se cuantificó. Para este aspecto y el anterior las medidas se tomaron al momento del trasplante (17-IV-85), en una parte intermedia del experimento (28-VI-85) y al final de éste (1-VIII-85).

3. Forma de las raíces. Para observar el desarrollo de éstas, se realizó un muestreo de cinco plantas por tratamiento considerando se la forma y tamaño de la raíz, llevándose a cabo también una evaluación cualitativa. Las fechas en que se realizaron estas observaciones fué el 17-IV-85, 28-VI-85 y 1-VIII-85.

4. Altura de la planta. Se midió de cada tratamiento todas las plantas, colocando una regla de tal forma que abarcara desde el cuello hasta el meristemo apical.

5. Número de hojas. Se contaron todas las hojas de todas las plantas, este parámetro al igual que el anterior se registraron con el siguiente espaciamento de tiempo: 12, 44, 61, 97 y 106 días después del trasplante.

6. Peso fresco. Se separaron los organelos de la planta, tallo, hojas, raíz primaria y raíces secundarias colocando cada una dentro de sobres de papel perforados, se pesaron haciendo uso de la balanza granataria de un gramo de aproximación, devolviéndose después a sus sobres correspondientes.

7. Peso seco. Cada parte de la planta dentro del sobre se sometió al secado mediante una estufa por espacio de 72 hrs. a 45°C. tomándose cinco plantas de cada tratamiento como muestra. Después se procedió a pesar cada parte por separado en la balanza granataria.

8. pH. Se registró el pH del sustrato al inicio y final del experimento, realizándose cuadros de comparación.

9. Temperatura. Las lecturas de temperatura se realizaron una vez por semana durante todo el experimento. Para ella se escogieron cinco plantas de cada tratamiento que se encontraban en diferentes posiciones sobre la mesa donde se colocaron. Se introdujo el termómetro a 5 cm de profundidad junto a la pared del recipiente y después de un minuto se tomó la lectura.

10. Análisis de datos. Los resultados numéricos se procesaron mediante la metodología estadística de la Prueba de Rango Múltiple de Duncan y el Proceso de Análisis de Varianza (ANOVA).

RESULTADOS

Y

DISCUSION

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Longitud de raíz primaria

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza demuestra que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos.

ANALISIS DE VARIANZA

Cuadro 1

Variable	S.M.	F	PR F	Sig.	C.V.
Altura de la planta	33658.18	15.18	0.0001	**	14.65
Número de hojas	55.4	2.45	0.011	*	13.97
Longitud de raíz	151804.8	7.14	0.0001	**	21.67
Raíces laterales	2182.6	7.47	0.0001	**	23.27
Peso fresco tallo	0.21	5.46	0.0001	**	25.12
Peso fresco hojas	4.24	8.73	0.0111	*	25.91
Peso fresco raíz primaria	0.63	5.09	0.0001	**	25.68
Peso seco raíz lateral	0.64	3.13	0.0001	**	28.43
Peso seco tallo	5.21	3.47	0.0001	**	47.64
Peso seco hojas	3.80	8.65	0.01	*	13.72
Peso seco raíz primaria	4.76	13.65	0.0001	**	41.64
Peso seco raíz lateral	4.31	9.34	0.0001	**	22.63

S.M.= Suma de cuadrados  
 F= Valor F calculado  
 PR F= Probabilidad relativa mayor que F.

Sig.= Significancia  
 \* = Significtivo  
 \*\* = Altamente significativo  
 C.V.= Coeficiente de variabilidad

En la comparación de medias se observa que el cartón de leche de 2000 ml, el bote de plástico de 950 ml, la bolsa de polietileno, el vaso de unicel de 590 ml y el bote de hojalata de 2800 ml son iguales estadísticamente, pero el cartón de leche de 2000 ml es superior al cartón de leche de 1000 ml que resulta ser estadísticamente igual a los cuatro últimos.

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 2

Longitud de raíz primaria

Separación de medias		Valor	Tratamiento
	A	302.40	Cartón de leche de 2000 ml
B	A	282.40	Bote de plástico de 950 ml
B	A C	268.00	Bolsa de polietileno 2000 ml
B	D A C	238.60	Vaso de unicel 590 ml
B	D A C	237.00	Bote de hoja lata 2800 ml
B	D C	232.60	Cartón de leche de 1000 ml
	D E C	203.60	Vaso de plástico de 520 ml
	D E	198.40	Cartón de leche de 750 ml
F	E	139.40	Bote de aluminio de 450 ml
F		123.60	Cartón de leche de 500 ml

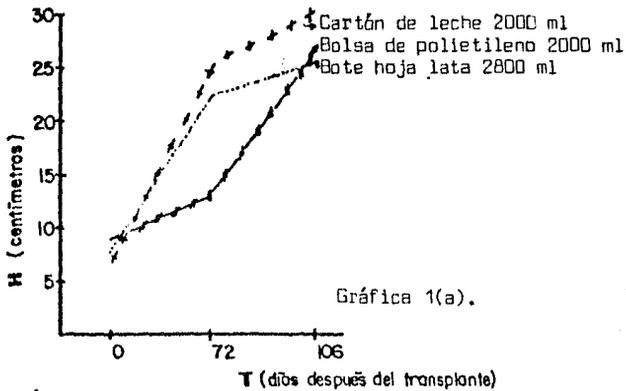
Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5%.

Al hacer un análisis gráfico por forma, tamaño, material y volumen del recipiente, se obtuvo lo siguiente:

4.1.1 Forma del recipiente

En la gráfica 1(a). se aprecia que en los primeros 72 días la raíz de la planta del recipiente de forma cuadrada supera a la del redondo en 5 cm aproximadamente y en 10 cm al del cilíndrico. Sin embargo en los siguientes 36 días ( 106 días contabilizados desde el inicio del experimento) la raíz contenida en el recipiente de forma cuadrada continua aumentando logrando obtener el valor más alto (32 cm) mientras que el redondo solo alcanzó 2cm más y el cilíndrico aumentó en forma lineal, superando al anterior en 1.5 cm de más.

La longitud de raíz en los tres tipos de recipientes resultaron ser estadísticamente iguales (Cuadro 2).



Gráfica 1(a).  
EFECTO DE LA FORMA DEL RECIPIENTE

Los tres recipientes poseen la misma altura (20 cm) pero diferente diámetro, sin embargo, no en todos las raíz llegó al fondo del mismo; únicamente en el cartón de leche de 2000 ml y en el bote de hojalata de 2800 ml hubo malformación de la raíz como se muestra en la figura (3)

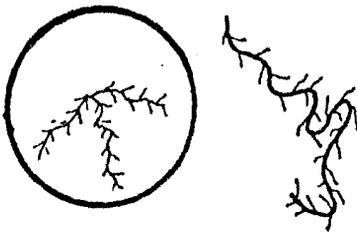


Figura 3.  
BOTE DE HOJALATA  
REDONDO, 2 800 ml., altura 20 cm.

En la bolsa de polietileno la raíz no llegó al fondo y por lo mismo no presentó malformación, contrariamente a lo que reporta la literatura, se esperaba que precisamente este recipiente fuera en el que se mostrara malformación severa. La no ocurrencia de este fenómeno se debió a que la planta permaneció poco tiempo dentro del recipiente (3 meses, tiempo establecido para determinar la malformación) y que la raíz presentó poco crecimiento.

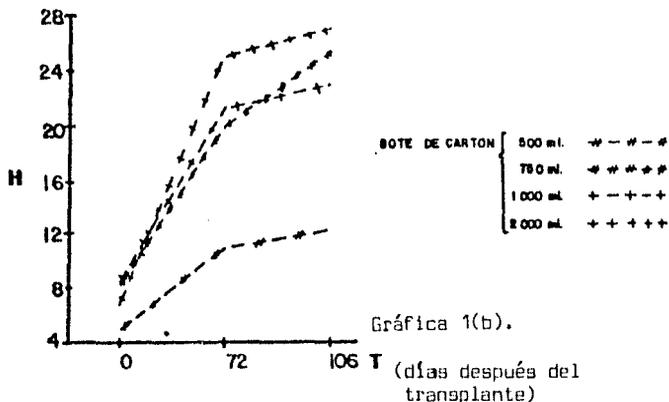
La forma cuadrada demostró ser buena para el desarrollo de la raíz ya que como lo indican Gibson Y Whitcomb (1977) las raíces al llegar a los lados del recipiente crecen en ángulo de  $90^{\circ}$  en la esquina por donde descienden. Además las plantas mostraron crecimiento más vigoroso porque aumenta el área total de la raíz absorbiendo mayor cantidad de agua y nutrientes, como lo señalan Birchell y Whitcomb (1977).

Siendo el recipiente redondo el de mayor volumen, éste no demostró ser apropiado ya que tuvo el menor tamaño de la raíz, debido a que como Whitcomb (1985) señala, cuando las raíces se alargan por un lado del recipiente, éstas siguen el contorno y generalmente después de medio o un círculo completo continúan creciendo hacia el fondo donde siguen elongándose algunas veces por más de una vuelta; como lo constata la figura (3).

#### 4.1.2 Volumen del recipiente de forma similar

En la figura 1(b). se observa el comportamiento del crecimiento de la raíz en cuatro diferentes volúmenes, donde todos presentan una tendencia similar obteniéndose mayor crecimiento en el de 2000 ml; los volúmenes de 1000 y 750 ml presentan poca diferencia, mientras que el de 500 ml únicamente logró 12 cm de aumento comparado con los demás que tuvieron de 23 a 27 cm de longitud de la raíz primaria. A pesar de ello, todos son diferentes estadísticamente en la prueba de comparación de medias (Cuadro 2).

Davis y Whitcomb (1975) reportaron que la raíz puede ser proporcional al diámetro del recipiente, Hite (1972) también reportó que la sobrevivencia en el campo de plantas está relacionado con el volumen del suelo contenido en el recipiente y lo largo del mismo.

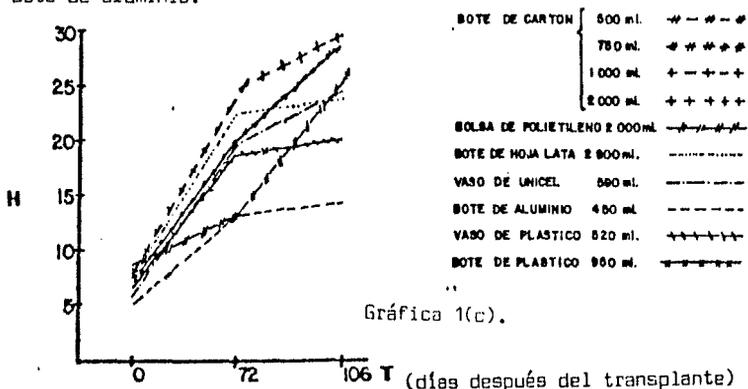


### EFFECTO DEL TAMAÑO DE RECIPIENTES DE FORMA SIMILAR

En el experimento realizado se observó que en el cartón de leche de 2000 ml se presenta buen crecimiento de la raíz, ya que como Hatha way y Whitcomb (1978) lo indican, cuando los recipientes son anchos, promueven mayor crecimiento que cuando son angostos, aunque los volúmenes sean iguales. Los recipientes de 1000 y 750 ml pueden ser usados para propagar plantas pues es poca la diferencia presentada con respecto al de mayor volumen, mientras que en el de 500 ml no se recomienda para el mismo fin por no promover desarrollo de la raíz.

#### 4.1.3 Material y forma del recipiente

Las tendencias que muestran las curvas en la gráfica 1(c). es similar, a excepción de la bolsa de polietileno ya que durante los primeros 72 días la raíz tuvo aumento de solo 3 cm. Los valores más altos se obtuvieron en el cartón de leche de 2000 ml y el más bajo en el bote de aluminio.



### EFFECTO DEL MATERIAL Y VOLUMEN DEL RECIPIENTE

Como se explicó anteriormente, en el recipiente de forma cuadrada se obtuvieron buenos resultados en el desarrollo de la raíz, con - firmando lo expuesto por Rohsler (1983) quién usando envases de forma cuadrada consiguió un substancial incremento en la viabilidad de las plantas.

Se determinó en base a los estudios realizados que el material - no tiene influencia negativa en el desarrollo de las raíces, pues todos los recipientes empleados son usados para la conservación y empaque de alimentos, por lo cual no se desprenden sustancias tóxicas, -- constátandolo los datos del Cuadro 14 donde se observa que el pH no - varió considerablemente.

Cuadro 14

VARIACION DEL pH EN LOS DIFERENTES RECIPIENTES

Recipiente	Volumen (ml)	pH
Cartón de leche	500	7.60
Cartón de leche	750	7.62
Cartón de leche	1000	7.79
Cartón de leche	2000	7.71
Bote de hoja lata	2800	7.36
Bolsa de plástico	2000	7.44
Bote de plástico	950	7.59
Vaso de unice1	590	7.61
Vaso de plástico	520	7.47
Lata de aluminio	450	7.50

NOTA:

- A). El pH inicial del sustrato se obtuvo el 8 de marzo de 1985.
- B). El pH final se obtuvo el 10 de agosto de 1985.

Cabe hacer mención que únicamente el bote de hoja lata no se apega a lo antes descrito, ya que este material al ser fabricado y preparado para envasarse se le cubre con delgadas películas de barniz -

que sirven como conservador de alimentos, sin embargo, al abrirse el bote, exponerse al aire o recibir golpes o abolladuras pierde su funcionalidad y si además consideramos que al usarse como medio de propagación se mezcla con sustancias químicas propias del sustrato y del fungicida (Arazán, Rydomil, Captán) puede darse el caso que se limite el desarrollo de la raíz al desprenderse sustancias nocivas. Obsérvese que a pesar de lo antes dicho, el bote de hoja lata tiene el pH más cercano al neutro y que los demás valores no son muy diferentes entre sí, lo cual indica que no hubo variaciones considerables.

El hecho de que el bote de aluminio obtuviera los valores más bajos en longitud de raíz, se debe a que el volumen no fué el adecuado, pues a pesar de no haberse presentado malformación, no se desarrolló completamente la raíz como se observa en la figura 4(e).

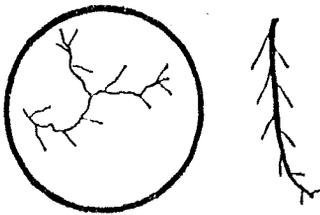
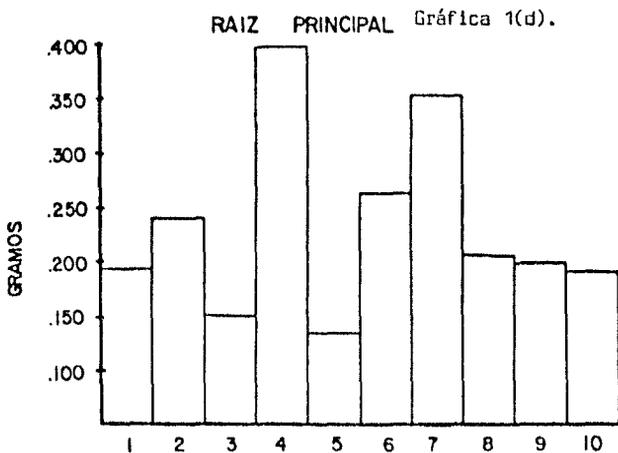


figura 4e  
BOTE DE ALUMINIO  
REDONDO, 450 ml., altura 12 cm.

Con respecto al peso fresco de la raíz primaria, en el Cuadro 1 de Análisis de Varianza se observa que existe una diferencia altamente significativa. En la gráfica 1(d), se denota que el cartón de leche de 2000 ml alcanza el valor más alto (0.412 gr), el bote de plástico obtiene 0.063 gr de diferencia con relación al primero; los demás recipientes van disminuyendo, siendo el menor el bote de hoja lata con 0.132 gr. Sin embargo, en la prueba de Comparación de Medias todos los tratamientos son estadísticamente iguales, obteniendo el valor más alto el cartón de leche de 2000 ml (Cuadro 3).



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Cartón leche 500 ml  | 6. Bolsa de polietileno |
| 2. Cartón leche 750 ml  | 7. Bote de plástico     |
| 3. Cartón leche 1000 ml | 8. Vaso de unicel       |
| 4. Cartón leche 2000 ml | 9. Vaso de plástico     |
| 5. Bote hoja lata       | 10. Bote de aluminio    |

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 3

Peso fresco de raíz primaria

Separación de medias	Valor	Tratamiento
C	0.412	Cartón de leche 2000 ml
C	0.348	Bote de plástico 950 ml
C	0.262	Bolsa de polietileno
C	0.240	Bote de hoja lata 2800 ml
C	0.206	Vaso de unicel 590 ml
C	0.202	Vaso de plástico 520 ml
C	0.19	Cartón de leche 1000 ml
C	0.184	Lata de aluminio 450 ml
C	0.14	Cartón de leche 750 ml
C	0.132	Cartón de leche 500 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel - 5% en la Prueba de Rango Multiple de Duncan.

En lo referente al peso seco de la raíz primaria, también hay una diferencia altamente significativa como se muestra en el Cuadro 1 antes referido, y en la prueba de Duncan (Cuadro 4) todos los tratamientos son estadísticamente iguales, obteniendo el cartón de leche de 2000 ml el mayor valor con 0.198 gr y el de más bajo valor el bote de hoja lata con 0.05 gr como se observa en la figura 10 (c).

La mayor cantidad de materia seca se da en el cartón de leche de 2000 ml, atribuyendosele a la forma, tamaño y material del recipiente.

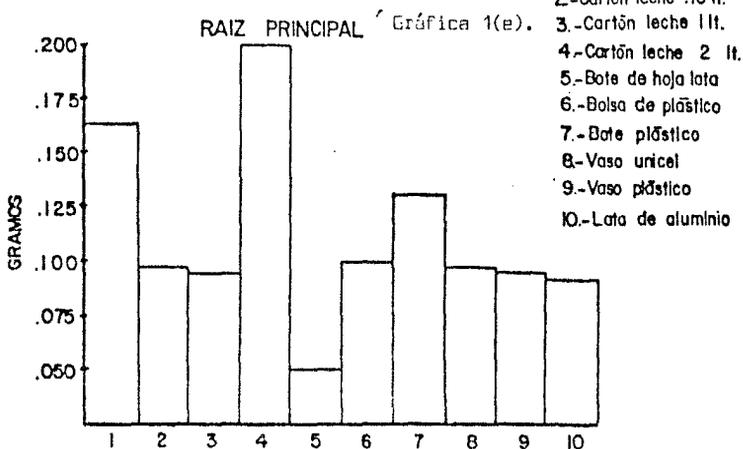
PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 4

Peso seco de raíz primaria

Separación de medias	Valor	Tratamiento
C	0.1980	Cartón de leche 2000 ml
C	0.1300	Bote de plástico 950 ml
C	0.0960	Bolsa de polietileno
C	0.0940	Vaso de unigel 590 ml
C	0.0920	Bote de hoja lata 2800 ml
C	0.090	Cartón de leche 1000 ml
C	0.0780	Vaso de plástico 520 ml
C	0.076	Cartón de leche 750 ml
C	0.0700	Bote de aluminio 450 ml
C	0.0500	Cartón de leche 500 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel del 5% en la prueba de Rango Múltiple de Duncan.



- 1.-Cartón leche .5 lt.
- 2.-Cartón leche .75 lt.
- 3.-Cartón leche 1lt.
- 4.-Cartón leche 2 lt.
- 5.-Bote de hoja lata
- 6.-Bolsa de plástico
- 7.-Bote plástico
- 8.-Vaso unigel
- 9.-Vaso plástico
- 10.-Lata de aluminio

#### 4.2 Número de raíces laterales

En relación a este parámetro existe una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, como lo denotan los resultados del análisis de varianza (Cuadro 1).

En el Cuadro 5, la comparación de medias indica que el número de raíces laterales en el cartón de leche de 2000 ml es estadísticamente diferente a los restantes; los resultados muestran que las raíces de la bolsa de polietileno y del cartón de leche de 1000 ml en valores son estadísticamente iguales y a su vez éste último es igual al cartón de leche de 750 ml, al bote de plástico de 950 ml, al bote de aluminio, al vaso de unicel y al bote de hoja lata.

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 5

Número de raíces secundarias

Separación de medias	Valor	Tratamiento
A	40.00	Cartón de leche 2000 ml
B	33.00	Bolsa de polietileno
C B	27.00	Cartón de leche 1000 ml
C	25.20	Cartón de leche 750 ml
C	24.60	Bote de plástico 950 ml
C	23.40	Lata de aluminio 450 ml
C	23.25	Vaso de plástico 520 ml
C D	22.10	Vaso de unicel 590 ml
C D	21.20	Bote de hoja lata 2600 ml
C D	15.80	Cartón de leche 500 ml

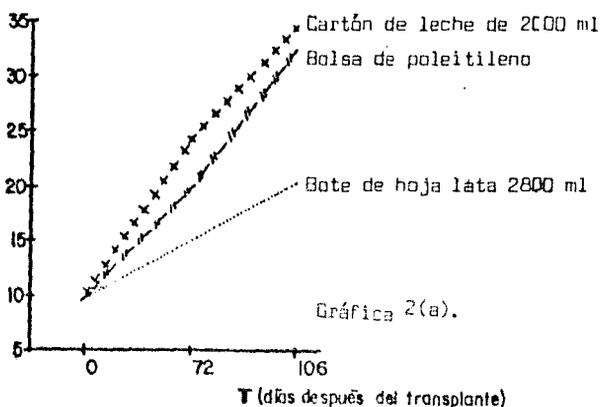
Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Multiple de Duncan.

En el análisis gráfico se observó lo siguiente:

##### 4.2.1 Forma del recipiente

En la gráfica 2(a). se aprecia un incremento semilineal del  $c_{rg}$

cimiento de la planta en el recipiente de forma cuadrada, obteniendo en el transcurso del experimento un número de 35 raíces secundarias; el recipiente de forma cilíndrica muestra una curva con tendencia lineal pero obtiene valores más bajos, sin embargo, ambos son estadísticamente diferentes, mientras que en el bote redondo a pesar de mostrar un incremento lineal se obtiene un valor bajo, siendo también diferente a los dos anteriores según la prueba de Rango Múltiple de Duncan (Cuadro 5).



#### EFFECTO DE LA FORMA DEL RECIPIENTE

Al tener el cartón de leche de 2000 ml el mayor desarrollo en longitud de raíz primaria y a su vez el mayor número de raíces laterales, se observa que son directamente proporcionales, atribuyéndose a que cuando la raíz primaria llegó al fondo del recipiente detuvo su crecimiento apical y se desarrollaron las raíces secundarias.

Respecto a la bolsa de polietileno, se establece lo expuesto por Whitcomb en 1979, quién afirma que cuando la raíz dentro de una bolsa de polietileno se alarga, ésta es atrapada por uno de los cuatro pliegues, después la punta de raíz es incapáz de elongarse más pues muere y de esta manera se pierde la dominancia apical y se forman rápidamente raíces laterales. Como se observa, esta situación puede suceder también en el cartón de leche.

En el recipiente redondo se produjo un número limitado de raíces secundarias, siendo causado por la malformación de la raíz primaria ya que al entrosarse (Figura 3), evita el desarrollo de raíces laterales, trayendo como consecuencia la pérdida de absorción de agua y nutrientes, factores adicionales son la baja temperatura registrada, así como el material de construcción del recipiente que anteriormente se explicó.

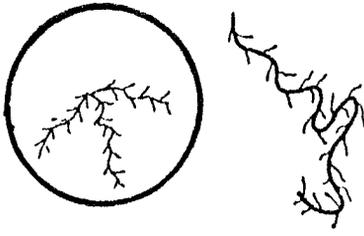
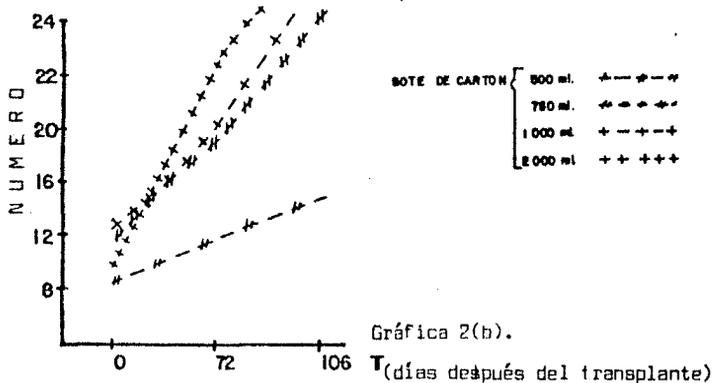


Figura 3  
BOTE DE HOJALATA  
REDONDO, 2 800 ml., altura 20 cm.

#### 4.2.2 Volumen del recipiente de forma similar

Se observa en la gráfica 2(b). un aumento pronunciado de raíces laterales en el recipiente de 2000 ml por lo cual se obtiene el mayor número de éstas, en los recipientes cuadrados de 1000 y 750 ml se presentan curvas similares pero con un número de 27 en el primero y de 25.2 en el segundo, haciéndose insignificante la diferencia cuantitativa, el envase de 500 ml posee solo 14 raíces laterales -- siendo considerable la diferencia entre éste y el de 750 ml.



#### EFFECTO DEL TAMAÑO DE RECIPIENTES DE FORMA SIMILAR

Según la prueba de comparación de medias (Cuadro 5), el recipiente de 2000 ml obtiene los valores más altos y consecuentemente es estadísticamente diferente a los otros tres. Los recipientes de 1000 y 750 ml son estadísticamente iguales y el de 500 ml es diferente a los anteriores.

Hathaway y Whitcomb (1977) mostraron que Quercus macrocarpa desarrolló un sistema radical más fibroso en un recipiente cuadrado que cuando se colocó en uno redondo del mismo volumen; esto indica que los recipientes de forma cuadrada estimulan la formación de raíces laterales, lo cual fué observado en el experimento.

Por lo anteriormente expuesto, se muestra que el cartón de leche de 2000 ml presenta el mayor número de raíces secundarias, mientras que el de 1000 ml presenta muy poca diferencia con respecto al anterior, lo cual apoya lo expuesto por Hathaway y Whitcomb (1978) quienes demostraron que cuando los recipientes son anchos promueven mayor crecimiento radical que cuando son angostos, aunque los volúmenes sean iguales. Lo que respecta al envase de 750 ml, presenta poca diferencia con el de 1000 ml, donde hay concordancia con lo expuesto anteriormente por los autores mencionados, ya que uno es uno es de mayor volumen que el otro.

La explicación de que en el cartón de 500 ml se presente un número reducido de raíces laterales, es el volumen precisamente, ya que no permite que se desarrollen plenamente éstas.

#### 4.2.3 Material y forma del recipiente

En la gráfica 2(c). se observa que el cartón de leche de 2000 ml presentó un elevado número de raíces secundarias; en la bolsa de polietileno se registra un aumento lineal siendo estadísticamente diferentes uno del otro, mientras que en los demás recipientes al final del experimento se presenta poca diferencia fluctuando entre 27 y 21 raíces, siendo por ello estadísticamente iguales a los del bote de plástico, el bote de aluminio, el vaso de unicel y el bote de hoja lata (Cuadro 5).

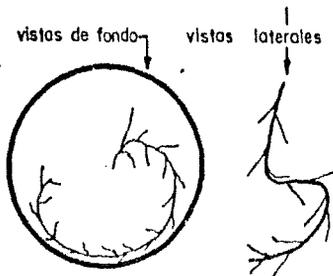
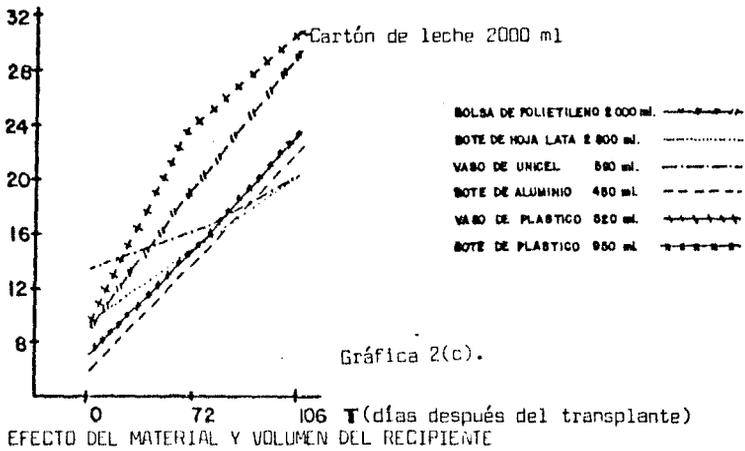


figura 4b.  
BOTE DE PLASTICO  
REDONDO, 950 ml., altura 15 cm.

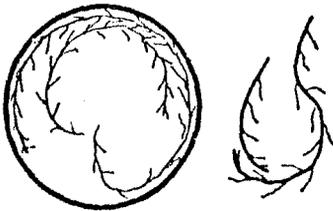


figura 4c.  
VASO DE UNICEL  
CONICO, 590 ml., altura 20 cm.

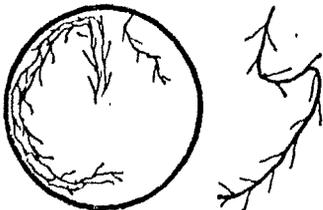


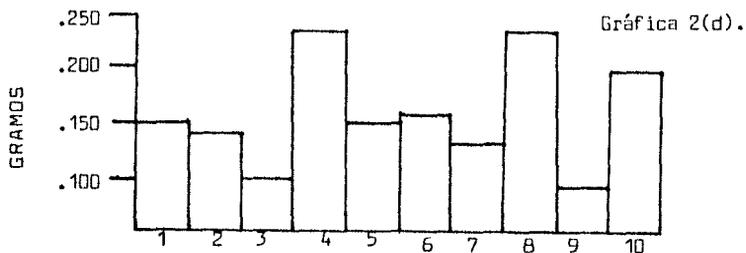
figura 4d.  
VASO DE PLASTICO  
CONICO, 520 ml., altura 15 cm.

En investigaciones realizadas por Appleton y Whitcomb (1983), - concluyeron que el uso de bolsas de plástico como medios de propagación producen un crecimiento casi igual al de plantas creciendo en - cartones de leche del mismo volumen; sin embargo, se presentó una - situación no deseada, las bolsas no tienen manera de deteriorarse y así crean una posibilidad de restricción de la raíz.

En la bolsa de polietileno el desarrollo de un número considerable de raíces laterales se debió a que no hubo malformación de la -- raíz primaria, pero puede presentarse la situación antes descrita. - En la literatura se reporta que cuando hay elongación de la raíz - primaria disminuye el desarrollo de raíces secundarias pero a pesar de esto, en este caso, las plantas de la bolsa de polietileno desarro llaron ambas raíces, siendo una explicación aceptable la mayor tempe ratura registrada en el sustrato.

En el vaso de unicel se desarrollan pocas raíces laterales por el marcado enroscamiento que sufrió la raíz primaria, precisamente - por la forma del envase, denotándose que el fenómeno de malformación restringe el crecimiento de raíces secundarias notablemente.

La gráfica 2(d). muestra el peso fresco de las raíces laterales, siendo el cartón de leche de 2000 ml el de mayor valor con 0.23 gr, siguiendo el valor encontrado en el vaso de unicel con 0.22 gr y finalmente los del bote de aluminio (0.20 gr). El valor más bajo se - presentó en el vaso de plástico (0.082 gr). Sin embargo todos son es tadísticamente iguales, lo cual indica que la variación en cuanto a los valores obtenidos no presenta diferencia significativa. (Cuadro 6)



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Cartón leche 500 ml  | 6. Bolsa de polietileno |
| 2. Cartón leche 750 ml  | 7. Bote de plástico     |
| 3. Cartón leche 1000 ml | 8. Vaso de unicel       |
| 4. Cartón leche 2000 ml | 9. Vaso de plástico     |
| 5. Bote hoja lata       | 10. Lata de aluminio    |

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Peso fresco de raíces secundarias

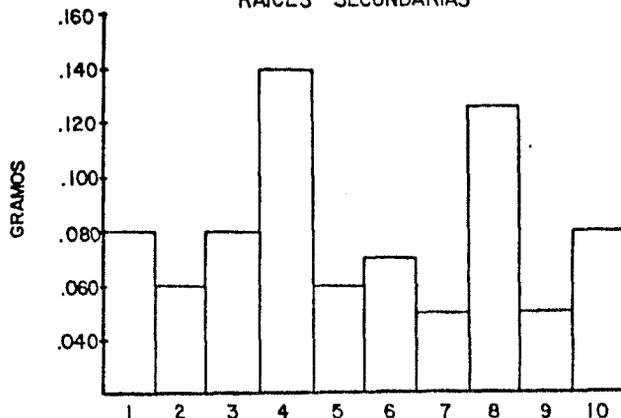
Separación de medias	Valor	Tratamiento
C	0.232	Cartón de leche 2000 ml
C	0.226	Vaso de unigel 590 ml
C	0.200	Bote de aluminio 450 ml
C	0.19	Cartón de leche 1000 ml
C	0.160	Bolsa de polietileno
C	0.152	Cartón de leche 500 ml
C	0.134	Bote de hoja lata 2800 ml
C	0.134	Bote de plástico 950 ml
C	0.10	Cartón de leche 750 ml
C	0.082	Vaso de plástico 520 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Con respecto al peso seco, los valores son bastante dispares, como se observa en la gráfica 2(e), donde el cartón de leche de 2000 ml presentó el valor más alto con 0.136 gr, después el vaso de unigel con 0.118 gr; los de menor valor son el bote de plástico y el vaso de plástico con 0.054 y 0.046 gr respectivamente. A pesar de ello la prueba de comparación de medias indica que son estadísticamente iguales, situación similar a la presentada en el peso fresco de las raíces laterales. (Cuadro 7).

Al igual que la raíz primaria, en el cartón de leche de 2000 ml se obtuvo la mejor producción de materia seca en las raíces secundarias.

RAICES SECUNDARIAS Gráfica 2(e).



- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Cartón leche 500 ml  | 6. Bolsa de polietileno |
| 2. Cartón leche 750 ml  | 7. Bote de plástico     |
| 3. Cartón leche 1000 ml | 8. Vaso de unicel       |
| 4. Cartón leche 2000 ml | 9. Vaso de plástico     |
| 5. Bote de hoja lata    | 10. Lata de aluminio    |

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 7

Peso seco de raíces laterales

Separación de medias	Valor	Tratamiento
C	0.1360	Cartón de leche 2000 ml
C	0.1180	Vaso de unicel 590 ml
C	0.09	Cartón de leche 1000 ml
C	0.0820	Bote de aluminio 450 ml
C	0.0720	Bolsa de polietileno
C	0.067	Cartón de leche 750 ml
C	0.0580	Cartón de leche 500 ml
C	0.0560	Bote de hoja lata 2000 ml
C	0.0540	Bote de plástico 950 ml
C	0.0460	Vaso de plástico 520 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

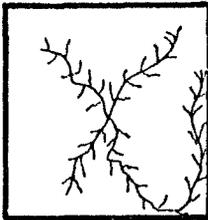
### 4.3 Malformación de raíz primaria

En forma general, se observa que la mayoría de las plantas presentan una curvatura aproximadamente a 5 cm del cuello, variando según el tipo de recipiente del que se trate, debido posiblemente a una mala plantación.

En las figuras que a continuación se muestran, hubo marcadas curvaturas de la raíz en los recipientes cuadrados de las cuatro capacidades empleadas. La tendencia global es la de elongarse, sufre curvaturas conforme el meristemo se va aproximando al fondo y se dirige hacia las esquinas para luego buscar salida por el orificio del drenaje. Se da el caso de que ocurran enroscamientos de la raíz en el fondo del recipiente como lo muestra el cartón de leche de 500 ml.



vistas de fondo ↓



vistas laterales ↓



### características del envase

FIGURA 5(a).  
BOTE DE CARTON DE LECHE  
CUADRADO, 500 ml., altura 10cm.

FIGURA 5(b).  
BOTE DE CARTON DE LECHE  
CUADRADO, 750 ml., altura 15 cm.

FIGURA 5(c).  
BOTE DE CARTON DE LECHE  
CUADRADO, 1000 ml., altura 20 cm.

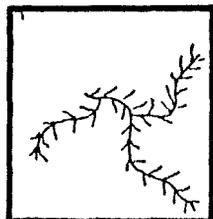


FIGURA 5(d).  
BOTE DE CARTON DE LECHE  
CUADRADO, 2 000 ml., altura 20 cm.

En el bote de hoja lata la raíz muestra malformación pronunciada, conforme prosigue creciendo hasta llegar al fondo, donde se enrolla - buscando salida por los orificios de drenaje. Nótese que la punta de raíz presenta una marcada curvatura (Figura 5(e)).

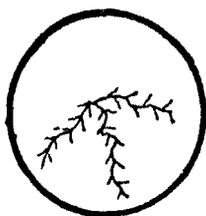


FIGURA 5(e).  
BOTE DE HOJALATA  
REDONDO, 2 800 ml., altura 20 cm.

Como se observa en la figura 4 (a). no hay malfomación de raíz, ya que ésta no llegó al fondo, siendo elevado el número de raíces laterales desarrolladas.

### características del envase



figura 4a.  
BOLSA DE POLIETILENO  
OVALADA, 2 000 ml, altura 30 cm.

La figura 4(b). muestra que la raíz al descender y chocar con el fondo comienza a enrollarse siguiendo el contorno del recipiente, en ocasiones debido al gran crecimiento de la raíz, ésta alcanza aproximadamente a dar media o una vuelta completa al fondo del envase, siendo por ello el desarrollo de raíces laterales poco considerable.

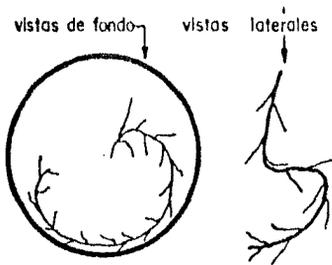


figura 4b.  
BOTE DE PLASTICO  
REDONDO, 950 ml, altura 15 cm.

Las figuras 4(c). y 4(d). señalan que la malformación más severa se presentó en la raíz . Esta crece y al llegar al fondo comienza a enrollarse alrededor del recipiente; en la vista lateral se observa claramente la curvatura que sigue la raíz.

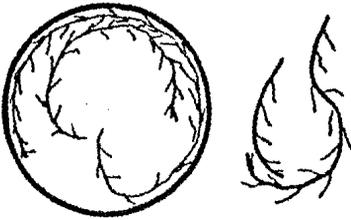


figura 4c.  
VASO DE UNICEL  
CONICO, 590 ml., altura 20 cm.

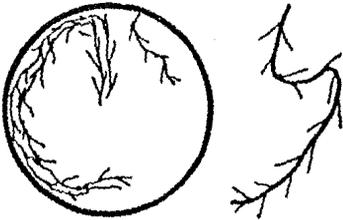


figura 4d.  
VASO DE PLASTICO  
CONICO, 520 ml., altura 15 cm.

Se aprecia en la figura 4(e). que a pesar de ser un recipiente - redondo, no sigue una malformación la raíz primaria, sin embargo, al llegar al fondo se dirige hacia los extremos del recipiente. La vista lateral demuestra que cuando la raíz llega al fondo sufre malformación y busca salida.

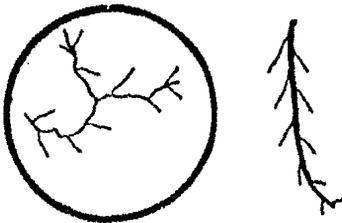


figura 4e  
BOTE DE ALUMINIO  
REDONDO, 450 ml., altura 12 cm.

Se observó que en todos los recipientes empleados, excepto en la bolsa de polietileno se presentó malformación, siendo más severa en unos casos que en otros. Únicamente varió la forma del enroscamiento según la forma del recipiente; pues en los cuadrados, a pesar de ser de diferentes volúmenes, la malformación es muy similar, sucediendo lo expuesto por Gibson y Whitcomb (1977) de que esta forma del recipiente provoca que broten raíces fuera de los lados, las cuales siguen un ángulo de  $90^{\circ}$  de la esquina del recipiente por donde descienden. Al llegar al fondo, las raíces comienzan a malformarse aunque no de manera severa.

En recipientes de fondo redondo, la tendencia es muy semejante, desarrollar raíces enroscadas; resultando eventualmente circulares o muertas (Gibson y Whitcomb, 1977). La situación antes descrita sucedió en los envases usados de esta forma, siendo el más representativo el vaso de unicel donde se observó lo señalado por Whitcomb (1985) de que cuando se alargan las raíces por un lado del recipiente redondo, éstas siguen el contorno y después de medio o un círculo completo en el fondo continúan elongándose y enroscándose, algunas veces por más de cinco vueltas (fig. 4(b), (c) y (d)).

La malformación es menos severa en recipientes de diámetro mayor como en el caso de los recipientes de 950 y 2800 ml.

#### 4.4 Altura de la planta

En el Cuadro 1 referente al análisis de varianza, se aprecia una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. (pag. 28).

En la comparación de medias (Cuadro 8) el vaso de unicel, vaso de plástico, bote de aluminio y cartón de leche de 2000 ml son estadísticamente iguales.

Altura de la planta

Separación de medias	Valor	Tratamiento	
A	124.85	Vaso de unicel	590 ml
A	120.80	Vaso de plástico	520 ml
A	118.50	Bote de aluminio	450 ml
B	114.80	Cartón de leche	2000 ml
B	106.60	Bolsa de polietileno	
B	106.19	Bote de plástico	950 ml
B	104.75	Cartón de leche	1000 ml
C	102.95	Bote de hoja lata	2800 ml
D	90.50	Cartón de leche	500 ml
D	80.80	Cartón de leche	750 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

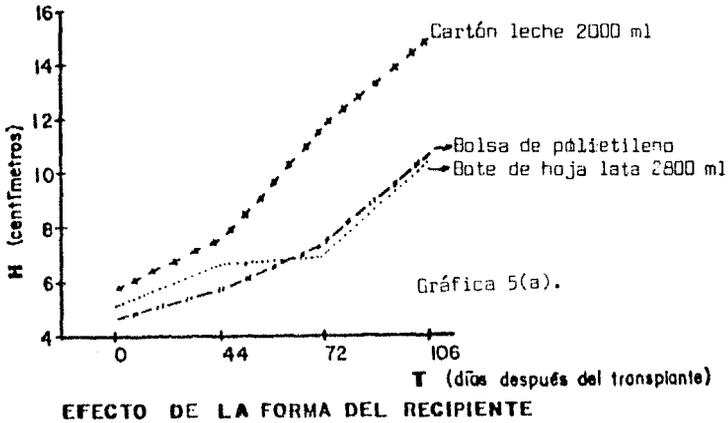
En el análisis gráfico se obtiene lo siguiente:

#### 4.4.1 Forma del recipiente

Se observa en la gráfica 5(a). un pronunciado incremento en la curva del cartón de leche de 2000 ml alcanzando hasta 15 cm; las otras curvas no muestran grandes diferencias, ya que obtienen valores similares; a pesar de ello comparando éstas con la anterior se tiene una diferencia de 4 cm.

En la prueba de rango múltiple de Duncan (Cuadro 8), los resultados obtenidos en los recipientes de forma redonda y cilíndrica no muestran diferencia estadística, pero el cartón de leche es diferente a los anteriores.

## ALTURA DE LA PLANTA



El mejor crecimiento del tallo se obtuvo en el recipiente cuadrado.

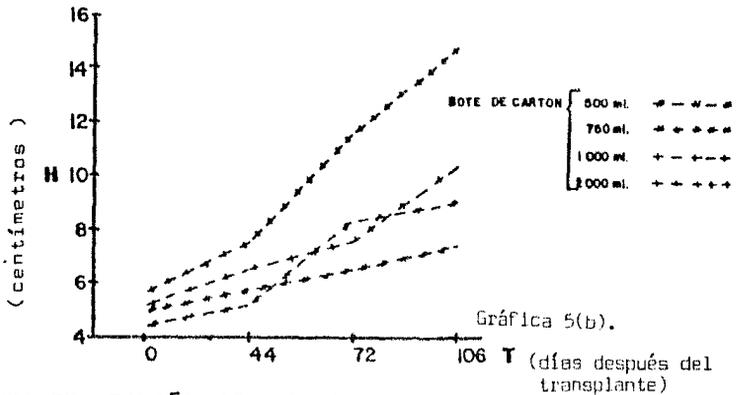
Si lo analizamos de acuerdo al volumen, debería haberse presentado valores similares, puesto que la bolsa de polietileno y el recipiente cuadrado poseen el mismo volumen (2000 ml), pero en realidad la diferencia fué notoria entre ambos, por lo cual se descarta la influencia del volumen, atribuyéndoselo a la forma exclusivamente.

Con respecto al bote de hoja lata que posee el mayor volumen, éste fué en el que se presentó menor altura del tallo, por lo que únicamente podría afirmarse que la forma del recipiente fué una determinante en este aspecto, además, siendo que presentó poca longitud la raíz, pudo traer como consecuencia un limitado crecimiento de la parte aérea, considerando que ambos son proporcionales.

### 4.4.2 Volumen del recipiente de forma similar

La gráfica 5(b). muestra que en el recipiente de 2000 ml se obtienen valores muy altos de longitud de tallo, alcanzando 15 cm, mien

tras que el de 1000 ml obtiene 4 cm menos. Los valores del cartón de 500 ml son más altos que los del cartón de 750 ml, lo cual demuestra que no necesariamente a mayor volumen, mayor altura del tallo.



#### EFFECTO DEL TAMAÑO DE RECIPIENTES DE FORMA SIMILAR

Estadísticamente el recipiente de mayor volumen obtiene los valores más altos, por lo cual es diferente a los tres restantes; a su vez el de 1000 ml es diferente a los otros y los de 750 y 500 ml son iguales (Cuadro 8).

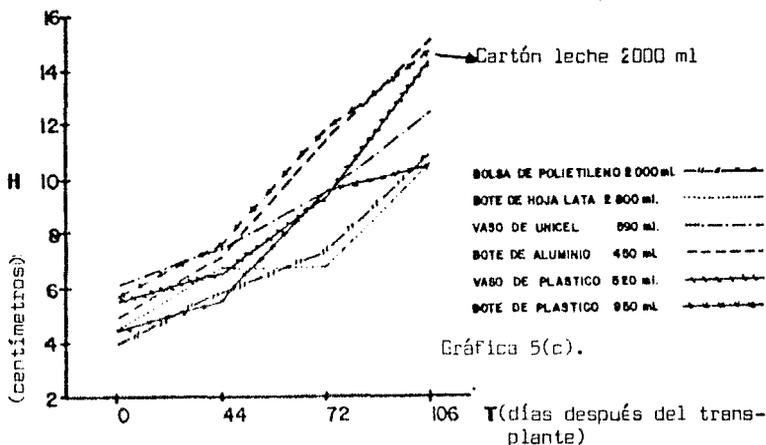
El cartón de leche de 2000 ml obtuvo el mejor tamaño de la parte aérea corroborando lo expuesto por Wall y Whitcomb (1980), que conforme aumenta el volumen del recipiente, la altura y grosor del tallo aumenta también.

#### 4.4.3 Materia y forma del recipiente

La gráfica 5(c). indica que es poca la diferencia en los valores obtenidos en el bote de aluminio, cartón de leche y vaso de plástico, en donde se alcanzan valores de 14.5 cm.

Los valores más bajos corresponden a la bolsa de plástico, bote de hoja lata y bote de plástico (con 10.8 cm), el vaso de unicel tiene un valor de 12.3 cm que se considera aceptable. Este último junto con el vaso de plástico, bote de aluminio y cartón de leche son es --

dísticamente iguales (Cuadro 8).



#### EFFECTO DEL MATERIAL Y VOLUMEN DEL RECIPIENTE

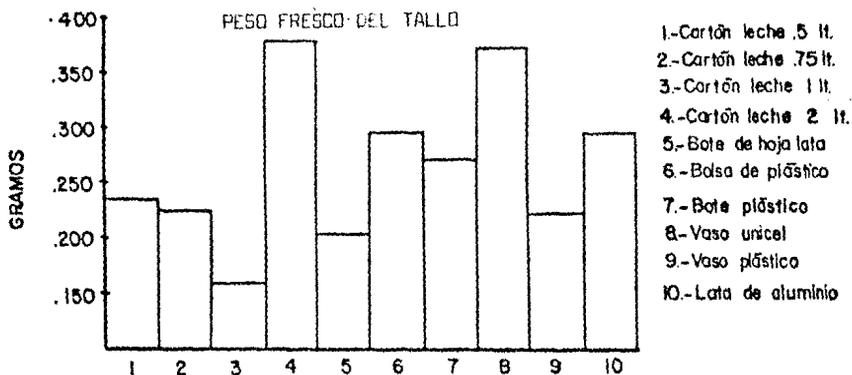
Al respecto Appleton y Whitcomb (1983) expusieron: al usarse bolsas de polietileno como recipientes de propagación, las cuales permanecieron intactas por espacio de 18 meses, produjeron crecimiento casi igual que al de plantas colocadas en cartones de leche del mismo volumen, sin embargo, los tallos de las plantas en bolsas fueron débiles en comparación a las colocadas en los cartones de leche.

Lo anterior se asemeja con lo experimentado, pues se observó una marcada diferencia de longitud del tallo entre estos recipientes, -- siendo más raquíticos los de las plantas colocadas en bolsas de polietileno; indicando que el cartón de leche es apto para el desarrollo de la parte aérea de la planta, coincidiendo con lo expuesto por --- Whitcomb en 1979 quién reporta que plantas propagadas en bolsas de polietileno fueron 15% menos largas que plantas creciendo en recipientes rígidos del mismo tamaño.

En el aspecto de peso fresco, se observa en la gráfica 5(e). que los valores más altos corresponden al cartón de leche de 2000 ml y al vaso de unicel, quienes junto con la bolsa de polietileno y bote de

aluminio son estadísticamente iguales. El cartón de leche de 1000 ml, el vaso de plástico, cartón de leche de 500 ml y el de 750 ml son iguales en la comparación de medias (Cuadro 9).

Gráfica 5(e).



- 1.-Cartón leche .5 lt.
- 2.-Cartón leche .75 lt.
- 3.-Cartón leche 1 lt.
- 4.-Cartón leche 2 lt.
- 5.-Bote de hoja lata
- 6.-Bolsa de plástico
- 7.-Bote plástico
- 8.-Vaso uncel
- 9.-Vaso plástico
- 10.-Lata de aluminio

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

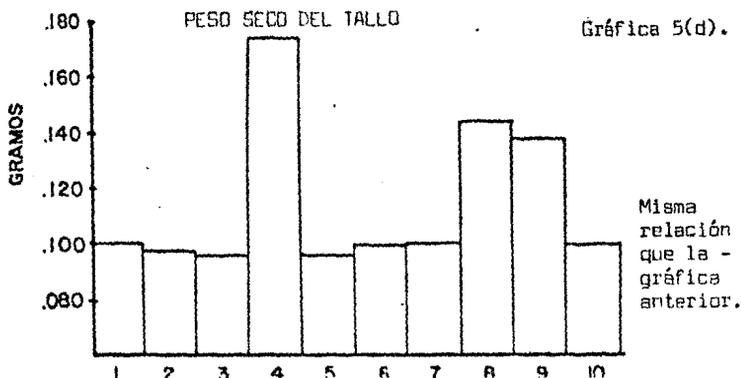
Cuadro 9

Peso fresco del tallo

Separación de medias	Valor	Tratamiento
A	0.3740	Cartón de leche 2000 ml
B	0.3660	Vaso de uncel 590 ml
B	0.2940	Bolsa de polietileno
B	0.2860	Bote de aluminio 450 ml
B	0.2700	Bote de plástico 950 ml
B	0.2560	Bote de hoja lata 2800 ml
B	0.2320	Cartón de leche 1000 ml
B	0.2200	Vaso de plástico 520 ml
B	0.2000	Cartón de leche 500 ml
C	0.1520	Cartón de leche 750 ml

Misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

En la gráfica 5(d). de peso seco del tallo, el cartón de leche de 2000 ml tiene el mayor peso seco con 0.172 gr, seguido del vaso de uncel.



Misma relación que la gráfica anterior.

El cartón de leche de 750 ml es el de menor valor, sin embargo, en la prueba de Duncan son estadísticamente iguales (Cuadro 10).

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 10

Peso seco del tallo

Separación de medias	Valor	Tratamiento
C	0.1720	Cartón de leche 2000 ml
C	0.1380	Vaso de unicel 590 ml
C	0.1020	Bote de aluminio 450 ml
C	0.1020	Bolsa de polietileno
C	0.098	Cartón de leche 1000 ml
C	0.0920	Vaso de plástico 530 ml
C	0.0920	Bote de plástico 350 ml
C	0.0900	Bote de hoja lata 3800 ml
C	0.0780	Cartón de leche 500 ml
C	0.056	Cartón de leche 750 ml

Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

Por lo anterior, se establece que el mayor contenido de materia seca lo posee el tallo de la planta que crece en el cartón de leche de 2000 ml a pesar de no haber obtenido la mayor longitud de parte - aérea.

Nótese en el Cuadro 10 correspondiente al peso seco del tallo se presentan valores muy distintos, siendo sin embargo estadísticamente iguales.

Si comparamos el contenido de materia seca de dos tratamientos que en este parámetro obtuvieron los mismos valores, con los resultados en la longitud del tallo, se tiene lo siguiente: el bote de aluminio obtuvo 118.5 cm en longitud de tallo y en peso - seco 0.1020 gr y la bolsa de polietileno obtuvo en longitud 106.6 cm en peso seco tuvo el mismo valor que el anterior; estableciéndose que a pesar de tener el bote de aluminio 11.9 cm más que la bolsa, su - contenido de materia seca es el mismo, atribuyéndolo a el mayor contenido de agua en la parte aérea.

#### 4.5 Número de hojas

Con el análisis de varianza se mostró una diferencia significativa entre tratamientos, mientras que la prueba de Duncan demostró que el bote de aluminio, vaso de plástico, bote de hoja lata, bolsa de polietileno, vaso de unicel, bote de plástico y cartón de leche de 2000 ml son estadísticamente iguales (Cuadro 11).

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 11

Número de hojas

Separación de medias	Valor	Tratamiento
A	12.10	Bote de aluminio 450 ml
B A	11.70	Vaso de plástico 520 ml
B A	11.55	Bote de hoja lata 2800 ml
B A	11.55	Bolsa de polietileno
B A	11.50	Vaso de unicel 590 ml
B A	11.50	Bote de plástico 950 ml
B A	11.40	Cartón de leche 2000 ml
B C	10.75	Cartón de leche 500 ml
B C	10.70	Cartón de leche 750 ml
C	10.25	Cartón de leche 1000 ml

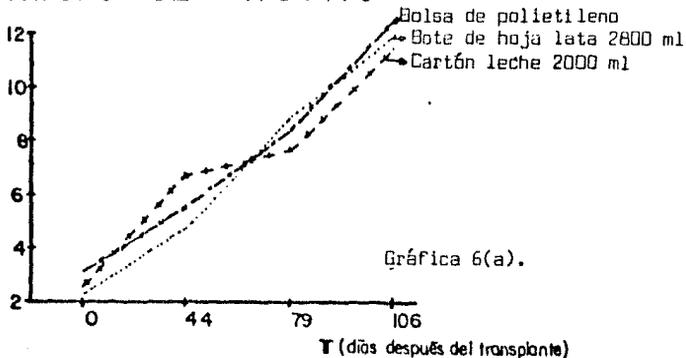
Medias de cada tratamiento en la misma columna seguida por la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

En el análisis gráfico se obtiene lo siguiente:

##### 4.5.1 Forma del recipiente

Se aprecia en la gráfica 6(a). poca diferencia en la tendencia de las curvas, obteniendo los tres tratamientos un número de 11 a - 12 hojas, siendo por ello estadísticamente iguales (Cuadro 11).

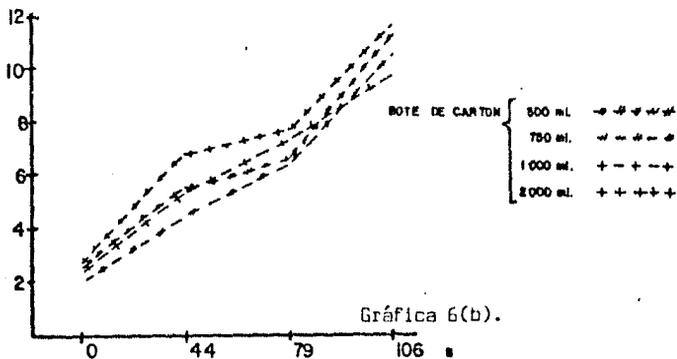
## NUMERO DE HOJAS



### EFEECTO DE LA FORMA DEL RECIPIENTE

#### 4.5.2 Volumen del recipiente de forma similar

Las curvas de la gráfica 6(b), no presentan variaciones considerables, en el cartón de leche de 2000 ml se obtienen 12 hojas y en el de 1000 ml 2 menos; mientras que en los de 750 y 500 ml se tienen 11, por lo que se observa que el volumen no influye en este parámetro.

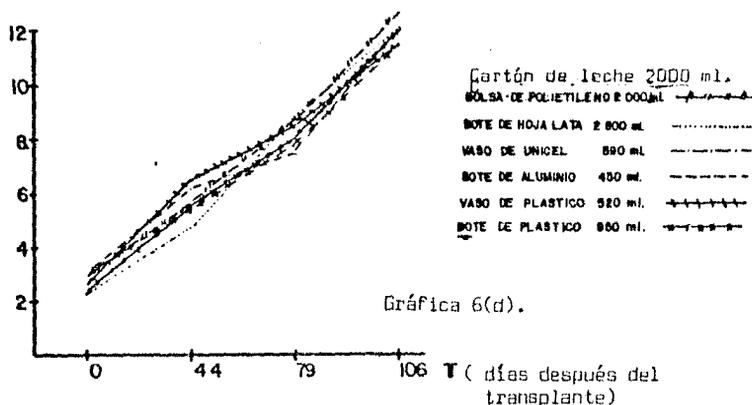


### EFEECTO DEL TAMAÑO DE RECIPIENTES DE FORMA SIMILAR

#### 4.5.3 Forma y material del recipiente

En la gráfica 6(c), no hay diferencia entre las curvas, ya que todas presentan la misma tendencia, siendo mínima la variación entre

una y otra; en consecuencia no hay diferencia estadística (Cuadro 11).



#### EFFECTO DEL MATERIAL Y VOLUMEN DEL RECIPIENTE

Según los resultados obtenidos, se observó que para el número de hojas no tuvo influencia marcada el tipo de recipiente empleado en la propagación del naranjo (no siendo así para la raíz) ya que el volumen y material del envase no influye, si acaso la forma tenga algo de efecto, siendo generalmente los envases de forma redonda los que muestran una mejor tendencia en el desarrollo de las hojas, sin embargo, no se considera muy importante.

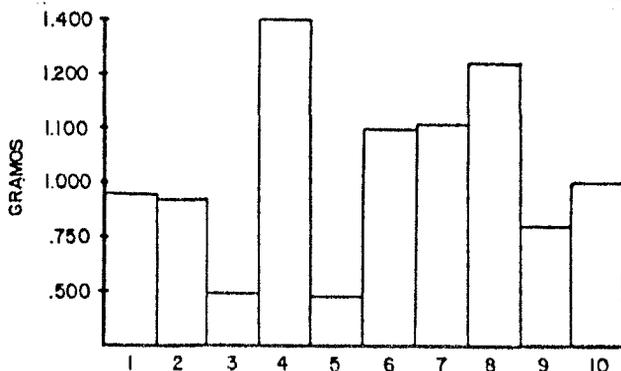
Lo concerniente al peso fresco de las hojas, se observa en la gráfica 6(d) que en el cartón de leche de 2000 ml resulta el mejor valor con 1.46 gr, seguido del vaso de unigel en el que se tienen 1.22 gr siendo estadísticamente iguales.

A su vez el vaso de unigel junto con el bote de aluminio, bolsa de polietileno y el bote de plástico son estadísticamente iguales.

Posteriormente la bolsa de polietileno y el bote de plástico alcanzan valores de 1.00 y 0.93 gr respectivamente.

PESO FRESCO DE LAS HOJAS

Gráfica 6(d).



- |                            |                      |
|----------------------------|----------------------|
| 1. Cartón leche 500 ml.    | 6. Bolsa de plástico |
| 2. Cartón leche 750 ml.    | 7. Bote de plástico  |
| 3. Cartón leche 1000 ml.   | 8. Vaso de unicel    |
| 4. Cartón leche 2000 ml.   | 9. Vaso de plástico  |
| 5. Bote hoja lata 2800 ml. | 10. Lata de aluminio |

En forma general se observa en el Cuadro 12 que hay diferencia estadística entre tratamientos, variando considerablemente los valores del más alto y el más bajo, indicando que el dosel de la hoja es mucho mayor en unos tratamientos que en otros.

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 12

Peso fresco del número de hojas

Separación de medias		Valor	Tratamiento
	A	1.4560	Cartón de leche 2000 ml
B	A	1.2220	Vaso de unicel 590 ml
B	C	1.0320	Bote de aluminio 450 ml
B	C D	1.0040	Bolsa de polietileno
B	C D	0.9300	Bote de plástico 950 ml
	C D	0.8900	Bote de hoja lata 2800 ml
E	C D	0.7820	Vaso de plástico 520 ml
E	D	0.6780	Cartón de leche 1000 ml
E		0.4920	Cartón de leche 750 ml
E		0.4800	Cartón de leche 500 ml

Se aprecia en la gráfica 6(e). correspondiente a peso seco, que en el cartón de leche de 2000 ml se obtiene 0.048 gr de peso, el vaso de unice1 0.423 gr; los valores restantes son variables y el cartón de leche de 500 ml es el de menor valor con 0.16 gr. Sin embargo esta dísticamente no hay diferencia significativa (Cuadro 13).

PRUEBA DE COMPARACION DE MEDIAS

Cuadro 13

Peso seco de las hojas

Separación de medias	Valor	Tratamiento	
C	0.486	Cartón de leche	2000 ml
C	0.420	Vaso de unice1	590 ml
C	0.352	Bote de plástico	590 ml
C	0.334	Bolsa de polietileno	
C	0.330	Bote de aluminio	450 ml
C	0.288	Bote de hoja lata	2800 ml
C	0.26	Vaso de plástico	520 ml
C	0.23	Cartón de leche	1000 ml
C	0.18	Cartón de leche	750 ml
C	0.16	Cartón de leche	500 ml

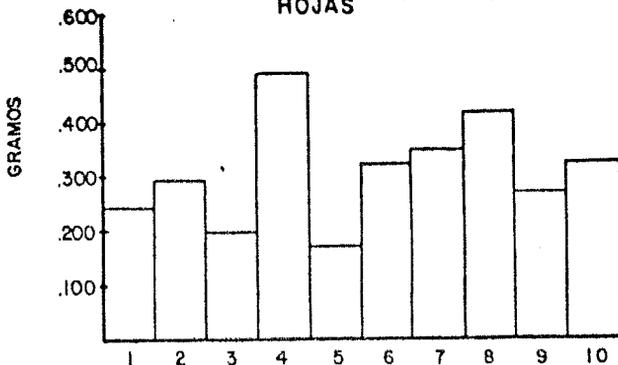
Medias de cada tratamiento en la misma columna seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes a un nivel 5% en la Prueba de Rango Múltiple de Duncan.

A pesar de no haberse obtenido en el cartón de leche de 2000 ml el valor más alto de número de hojas, en peso fresco y peso seco, posee los valores más altos, indicando que las hojas presentan un área foliar superior y a su vez mayor contenido de materia seca.

Como se observa en los resultados y según lo expuesto anteriormente, se reafirma que los recipientes de forma redonda poseen los mejores valores en cuanto al número de hojas, a excepción del bote de hoja lata que en ambos parámetros presenta valores bajos.

Nótese que el cartón de leche de 500 ml y el bote de hoja lata de 2800 ml presentan valores con poca variación para peso fresco y peso seco, sin embargo muy grande la diferencia de volúmenes entre ambos, atribuyéndose tal situación a la influencia de la forma y material del recipiente, pues el volumen no tiene efecto.

HOJAS Gráfica 6(e).



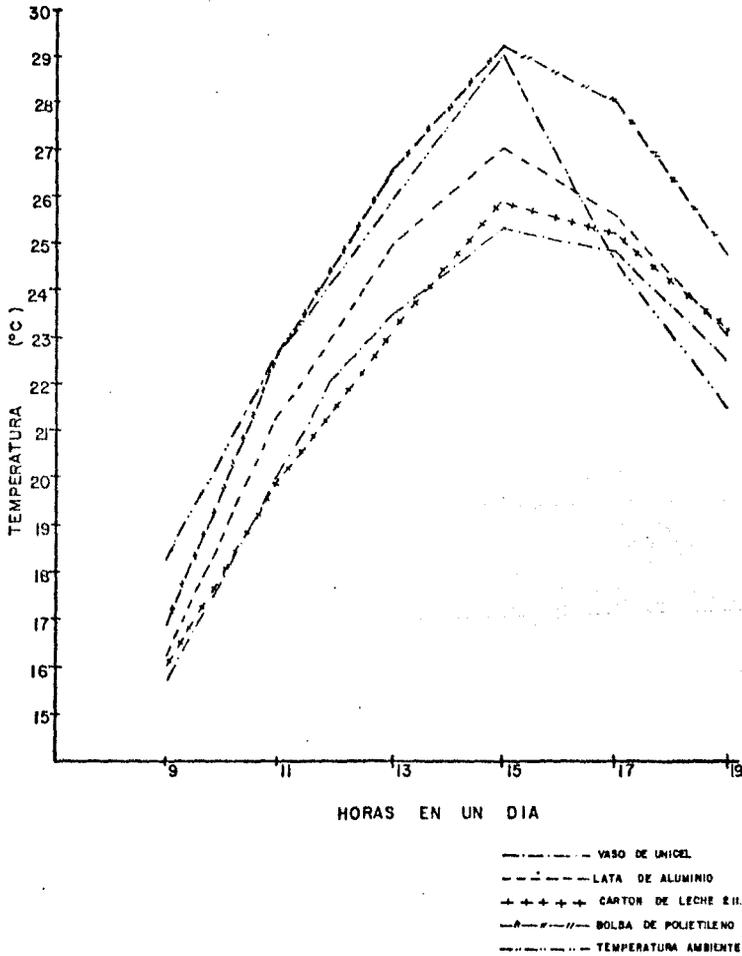
- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Cartón leche 500 ml  | 6. Bolsa de polietileno |
| 2. Cartón leche 750 ml  | 7. Bote de plástico     |
| 3. Cartón leche 1000 ml | 8. Vaso de unicel       |
| 4. Cartón leche 2000 ml | 9. Vaso de plástico     |
| 5. Bote de hoja lata    | 10. Lata de aluminio    |

#### 4.6 Efecto de la temperatura

##### 4.6.1 Temperatura media del sustrato durante un día

Se observa en la gráfica 7 una tendencia general de las curvas en aumentar en el transcurso del día para alcanzar los valores más altos a las 15 horas y después decrecer paulatinamente; notándose que siguen la misma forma que la curva de la temperatura ambiente. Cabe señalar que únicamente la bolsa de polietileno sobrepasa los valores de la temperatura ambiental y decrece lentamente; los demás recipientes se enfrían menos rápido que el ambiente, siendo el vaso de unicel el que obtiene valores más bajos con 22.5°C.

TEMPERATURAS  $\bar{x}$  DEL 9 Y 22 DE JULIO. Gráfica 7

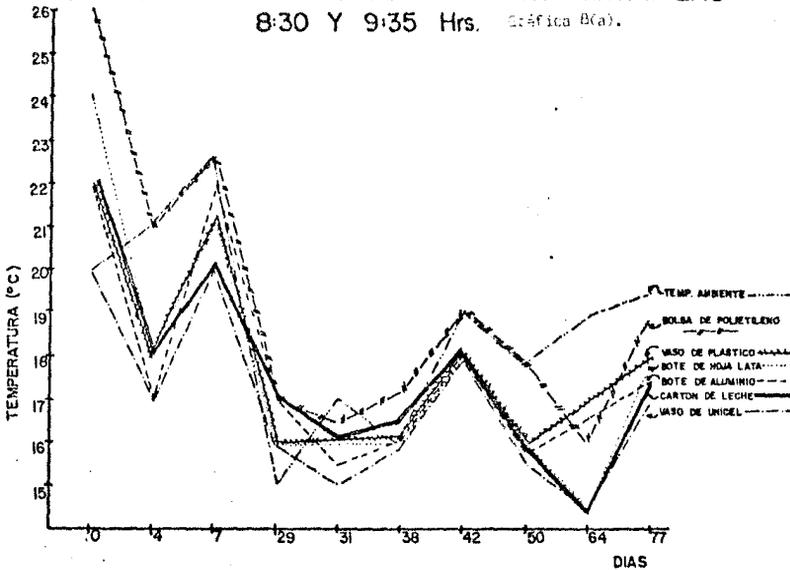


#### 4.6.2 Temperatura durante el experimento entre las 8.30 y las 9.35 a.m.

En la gráfica B(a), se aprecia la fluctuación que registra la temperatura ambiente del mes de mayo a julio (1985), siguiendo las curvas en la mayoría de los puntos la tendencia a no mantenerse constantes. A pesar de -- haberse registrado la temperatura a la misma hora durante el transcurso del experimento, ésta varió considerablemente de una semana a otra.

En cuanto a las curvas que siguen los recipientes, la bolsa de polietileno presenta valores por encima de la curva de la temperatura ambiente, las demás curvas fluctúan entre 4 y 3°C por debajo de ésta.

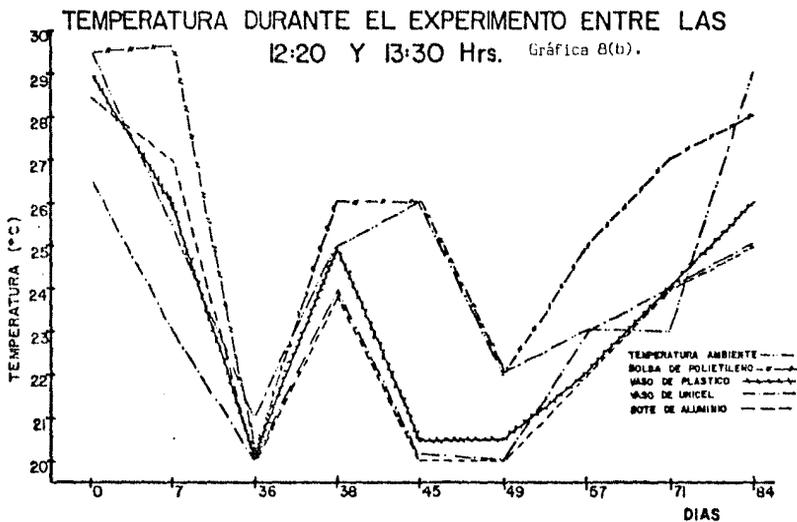
TEMPERATURA DURANTE EL EXPERIMENTO ENTRE LAS 8:30 Y 9:35 Hrs. Gráfica B(a).



La gráfica 8 (b). muestra la variación tan marcada de la temperatura ambiente.

En esta gráfica y en la anterior, se observa un descenso en la temperatura debido a que se registró un día nublado y frío.

La gráfica 8(b). demuestra una varión completa de las curvas de la temperatura de los recipientes, la curva de la bolsa de polietileno no sigue más o menos la tendencia de la temperatura ambiente a excepción del último periodo del experimento. El resto de las curvas presentan valores por debajo de la temperatura ambiente, siguiendo la misma tendencia de ésta.



Como se muestra en la gráfica 7, las curvas de los recipientes siguen el mismo comportamiento de la curva de la temperatura ambiente. La razón por la cual la bolsa de polietileno guarda mayor calor es el color negro y por el material de construcción, ya que como lo reporta Brown (1982) los recipientes negros reducen la temperatura cuando están bajo sombra  $6.6^{\circ}\text{C}$  y los recipientes blancos  $16.6^{\circ}\text{C}$ .

Durante el transcurso del experimento, este recipiente siempre registró la mayor temperatura, pues el color negro absorbe la radiación y el polietileno guarda el calor, semejante a lo reportado por Whitcomb (1979), ya que las bolsas negras guardan mayor temperatura que envases de otro color.

Dentro de los envases que reducen la temperatura están los -- translúcidos, pues se ha mostrado que el sistema radical de algunas plantas sensibles a las altas temperaturas crecen mejor dentro de -- estos recipientes (University of California flower notes, 1977).

Relacionando la temperatura con el desarrollo radical de la planta se establece que dado que la naranja es una especie de clima tropical y que la bolsa de polietileno fué el recipiente que guardó mayor temperatura, inclusive por arriba de la ambiental, la planta creciendo en ese recipiente obtuvo un satisfactorio desarrollo de raíz. Sin embargo, la temperatura no llegó a ser excesiva de manera que dañara a la raíz, reafirmando lo indicado por Ingram y Buchanan (reportados por Laiche, 1985), quienes observaron daños por calor en -- raíces de plantas cuando la temperatura media del recipiente excede a los  $50^{\circ}\text{C}$  por espacio de cinco minutos y daño mínimo cuando la temperatura estuvo por debajo de los  $45^{\circ}\text{C}$ .

Por lo que se refiere al cartón de leche, la temperatura que -- guardó fué inferior a la temperatura ambiental en 3 ó  $4^{\circ}\text{C}$ , sin embargo el desarrollo de la planta fué bastante aceptable según los parámetros descritos anteriormente, siendo la temperatura menor, se apega a lo descrito por Brown (1982) de que reducciones en crecimiento medio por efecto de temperatura han sido superados usando recipientes de color claro, así mismo para evitar calentamiento en plantas --

sensibles al calor se ha determinado que es buena la sombra en plantas propagadas en recipientes, pero su costo se hace prohibitivo, - siendo una alternativa el uso de recipientes de color blanco (Brown, 1983).

Maisano (1977) observó en poinsettias y algunas otras plantas - su crecimiento en recipientes de plástico blancos de paredes gruesas y delgadas, determinando que el color estimula su desarrollo sin importar demasiado el grueso de las paredes, sin embargo apoya que recipientes de plástico translúcidos desarrollan un mejor crecimiento de la raíz dentro del suelo circundante pero no cerca del borde exterior como en una maceta de barro.

Como se observa en la gráfica 7, el vaso de unicel conserva la temperatura más baja, reafirmando lo antes descrito y se apoya en lo expuesto por Brown (reportado por Laiche, 1985) de que en recipientes blancos se reduce la temperatura media de crecimiento en pleno sol, - no solo en la sombra.

La temperatura de la mayoría de los recipientes varía poco, - siendo algunas veces por arriba de la temperatura ambiente y otras - por debajo según la hora del día, pero varios son de color blanco y los de metal no presentan cambios significativos.

Se ha observado que cuando la luz solar directa no tiene contacto con la pared lateral del recipiente, la temperatura del sistema - radical a lo largo del medio de crecimiento es algunas veces  $1^{\circ}\text{C}$  - más frío que la temperatura del aire circundante (Whitcomb, 1985). - Lo anterior ocurrió en la investigación como lo muestran las gráficas 7, 8(a). y 8(b).

#### 4.7 Sanidad del recipiente

Los cartones de leche debido a la alta humedad existente dentro del invernadero, presentaron organismos patógenos (hongos) los cuales no fueron perjudiciales para las plantas, pues no se registraron

daños en la raíz y en la parte aérea.

Debido también a la humedad excesiva, fué necesario restituir - los cartones por otros al cabo de mes y medio pues presentaban severas pudriciones en el fondo, ya que al estar colocados sobre una mesa de trabajo, el agua acumulada sobre ésta originó la descomposición del material.

Cuando se colocaron cartones de leche en el campo donde la humedad es menor, no se observaron pudriciones, ni presencia de hongos; por lo cual estos recipientes fueron buenos para la propagación, ya que cuando se controla la humedad estas limitantes desaparecen.

Por ello, Smith y Sharon (1982) recomiendan el uso de irrigación capilar, este tipo de riego presenta las siguientes ventajas:

- a) Menos consumo de agua.
- b) Menos agua que corre fuera.
- c) Reducido potencial de enfermedades.
- d) Reducido costo de operación.

El costo inicial de establecimiento es más alto que algunos - otros sistemas de riego, pero por las ventajas que ofrece este sistema, a largo plazo se obtiene un mejor crecimiento de las plantas con la garantía de estar sanas y vigorosas.

## CONCLUSIONES

## V. Conclusiones

Este trabajo permitió conocer en el área de estudio lo siguiente:

1. Que el tamaño del recipiente influye en el desarrollo de la raíz y en el crecimiento subsecuente de la planta.
  - a) En el parámetro de longitud de raíz primaria el de mejores resultados fué el cartón de leche de 2000 ml y el de menor longitud de la raíz primaria fué el bote de aluminio de 450 ml. Nótese que el recipiente de mayor volumen fué el bote de hoja lata de 2800 ml, y a pesar de ello el crecimiento que presentó la raíz fué menor en comparación con el cartón de leche de 2000 ml.
  - b) Para el número de raíces laterales el cartón de leche de 2000 ml fué el que obtuvo el mayor valor, siendo el bote de hoja lata el que registró menor número de raíces laterales. Se observa que no necesariamente a mayor volumen mayor desarrollo de raíces secundarias.
  - c) Como varios autores lo han establecido, el tamaño de la raíz debe ser proporcional a la longitud de la parte aérea, sin embargo no en todos los casos se cumple esta afirmación, como lo demuestra lo experimentado, ya que la mayor altura de la planta se registró en el bote de aluminio de 450 ml, que comparado con los valores que obtuvo en longitud de raíz primaria, fué el de menor valor. Poca diferencia se observó con el cartón de leche de 2000 ml en los parámetros de parte aérea. La menor altura del tallo la consiguió el bote de hoja lata de 2800 ml.
  - d) El parámetro de número de hojas no registró variaciones considerables de un tratamiento a otro, por lo que no se considera significativo, siendo ligeramente superior por una hoja de más la bolsa de polietileno.
2. El factor que más influye en el desarrollo de la raíz es la forma del recipiente.

- a) La forma cuadrada del recipiente representado por el cartón de leche de 2000 ml fué donde se presentó el mejor desarrollo de la raíz primaria y las secundarias. Los valores más bajos se obtuvieron en el bote de hoja lata de 2800 ml y la lata de aluminio de 450 ml, siendo ambos de forma circular, pero de muy distinto volumen.
- b) En la longitud de la parte aérea de la planta los valores más altos se obtuvieron en los recipientes de forma redonda, especialmente en el bote de aluminio de 450 ml, siendo muy poca la diferencia con los recipientes de forma cuadrada, estando representado por el cartón de leche de 2000 ml. Se puede apreciar que la diferencia en volúmenes es muy grande. La longitud menor se presentó en el bote de hoja lata de 2800 ml, observándose que el volumen de este recipiente con el anterior es parecido, sin embargo existe una marcada diferencia, atribuyéndolo al material de los recipientes.
3. El material de construcción del recipiente mostró un efecto casi nulo sobre el desarrollo del sistema radical, a excepción del bote de hoja lata, que fué donde se observó menor desarrollo de las raíces secundarias así como de la primaria.
4. El color y material del recipiente influyen notablemente sobre la variación de la temperatura del sustrato
- a) Una vez cuantificada la temperatura, el tratamiento que registró los más altos calentamientos fué la bolsa de polietileno, ya que se mantuvo constantemente por arriba de la temperatura ambiente, debiéndose principalmente al color negro del material. Por el contrario, el tratamiento de menor temperatura fué el vaso de unice'l por ser poco absorbente de radiación y por su color blanco.
5. La malformación de la raíz se registró de una u otra forma en todos los recipientes excepto en la bolsa de polietileno. El vaso de unice'l fué el más representativo en malformación de la raíz primaria ya que tuvo enroscamientos por más de tres círculos. De

manera general las malformaciones más notables se presentaron en los recipientes de fondo redondo, sin importar el volumen que éstos posean; consecuentemente no se desarrolló plenamente la raíz primaria. Los recipientes de forma cuadrada también presentaron malformación pero menos severa, notándose que no limita el desarrollo de la raíz.

6. La humedad no se midió en forma precisa, sin embargo se observó que la bolsa de polietileno acumula gran cantidad de agua, la - cual fué perdiendo paulatinamente debido a la transpiración registrada por la alta temperatura que generó.
7. Comparando las lecturas iniciales y finales del pH, se apreció que no hubo variaciones considerables, por lo que se determina que no hubo influencia alguna sobre el crecimiento de las plantas.

## RECOMENDACIONES

## VI. RECOMENDACIONES

Dado que la información acerca de la propagación de plantas en recipientes ha adquirido importancia mundial y que nuestro país carece de experimentación, sugiero continuar probando diversos tipos de recipientes e implementar la investigación.

Una buena opción sería el realizar combinaciones de materiales y formas, es decir, usar recipientes redondos fabricados de cartón parafinado o de forma cuadrada fabricados de polietileno o plástico rígido, hasta determinar el más adecuado según la especie de la -- que se trate.

Ya que en el mercado no existe una extensa variedad de reci -- pientes específicos para propagar plantas, sino únicamente ----- bolsas de polietileno de diferentes medidas, el viverista no tiene más de donde escoger, requiriéndose para tal situación la implementación de nuevas fabricas que brinden más variedades.

Se observó en la investigación aquí presentada que el uso de - bolsas de polietileno no es el recipiente más apropiado para la pro -- pagación de naranja agria, sino que existen otros tipos de recipie -- tes que ofrecen mejores resultados cuanto a tamaño y vigorosidad de la planta; dentro de éstos se encuentra el cartón de leche de 2000 ml, por lo cual se recomienda se usen en viveros cuidando exclusi -- vamente el exceso de humedad, que es el único factor que restringe su funcionalidad.

Muchos viveristas usan desechos industriales o domesticos (botes de aceite, botes de jugo, latas de aluminio, etc) para plantar y - vender sus plantas, los cartones de leche también pueden ser adquisi -- dos por este medio o comprarse directamente con los fabricantes, su -- giendo la desventaja de ser de alto costo y requerir un amplio espa -- cio de almacenamiento; que comparando con las bolsas de polietileno en este aspecto son de bajo costo, por su flexibilidad pueden ser es -- paciadas juntas, requieren espacio reducido de almacenamiento, dis -- minuyen las cargas de transportación y otras más.

## RESUMEN

## VII. RESUMEN

Dado que el propagar un gran número de plantas en recipientes a nivel comercial es difícil de lograr, mundialmente se ha iniciado la investigación referente a esta técnica para obtener plantas sanas con un sistema radical que presente máximo potencial de regeneración después del trasplante; siendo los países más avanzados en esta investigación Estados Unidos, Inglaterra, Nueva Zelanda y Austria.

En México es nula la información acerca de este tema, concretándose al uso de recipientes a la propagación de plantas ornamentales.

Por lo anterior, se planteó el objetivo de determinar los efectos que causan el tamaño y forma del recipiente en el desarrollo de raíces y su parte aérea; sin dejar de considerar factores como material de construcción y color del mismo.

Se emplearon plantas de naranjo agrio (Citrus aurantium) y 10 tipos de recipientes:

Material	Forma	Volumen (ml)	Altura (cm)
Cartón parafinado	Cuadrado	500	10
Cartón parafinado	Cuadrado	750	15
Cartón parafinado	Cuadrado	1000	20
Cartón parafinado	Cuadrado	2000	20
Bote de hoja lata	Redondo	2800	20
Bolsa de polietileno	Cilíndrico	2000	20
Bote de plástico rígido	Redondo	950	15
Vaso de unicel	Cónico	590	20
Vaso de plástico	Cónico	520	15
Bote de aluminio	Redondo	450	12

El diseño experimental fué completamente al azar con 10 tratamientos y 20 repeticiones. Los datos que se cuantificaron fueron: longitud de raíz primaria, número de raíces secundarias, forma de las raíces, altura de la planta, número de hojas, peso fresco y peso seco del tallo, raíz primaria, raíces secundarias y hojas; pH del sustrato y temperatura también del sustrato.

Los resultados del análisis de varianza mostró que la altura de la planta, longitud de la raíz primaria, peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz primaria, peso fresco de raíces laterales, peso seco del tallo, peso seco de raíz primaria y peso seco de raíces secundarias son altamente significativas.

Para la longitud de la raíz primaria en las variables de forma del recipiente, volumen del recipiente de forma similar y material - y forma del recipiente (separación que se efectuó para mejor análisis) el valor más alto lo obtuvo el cartón de leche de 2000 ml. En el número de raíces laterales el cartón de leche de 2000 ml fué el de mejores valores; ambos parámetros lo lograron por la no malformación de la raíz primaria. La malformación de la raíz primaria fué más severa en el vaso de unicel, vaso de plástico y bote de plástico que son de fondo redondo.

La altura de la planta fué mayor en el cartón de leche de 2000 ml ya que la forma cuadrada propicia que el grosor y la altura del tallo aumenten.

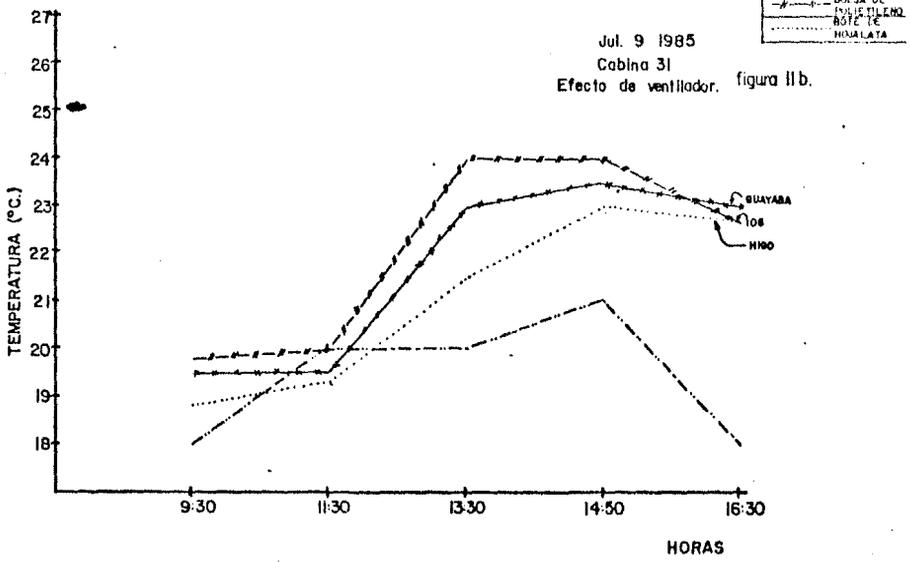
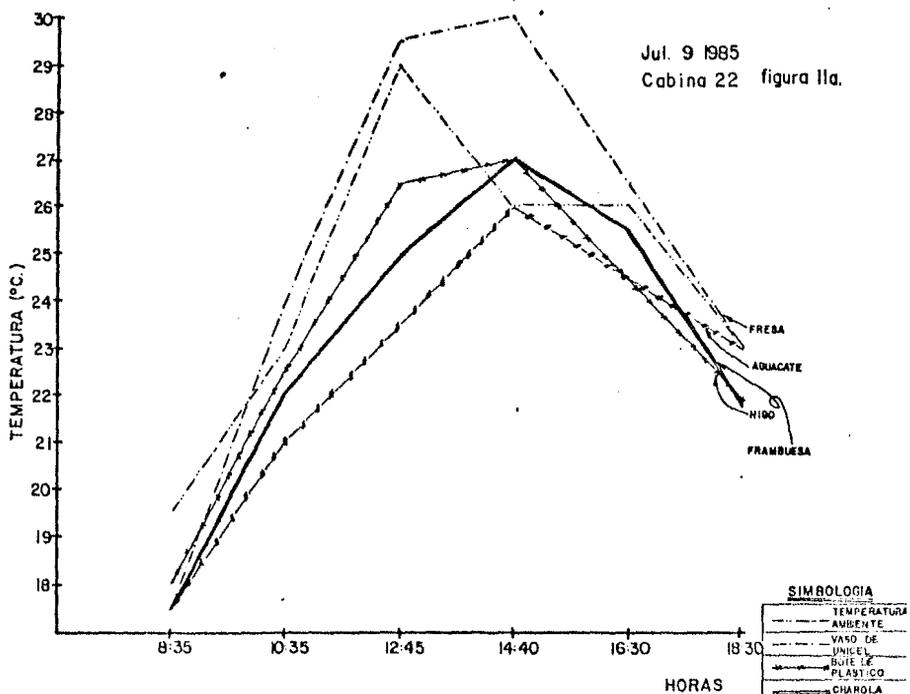
En el análisis de varianza de número de hojas no hubo diferencia significativa, pues en todos los tratamientos se registraron de 12 a 13 hojas, denotando que el recipiente no influye en este parámetro, sin embargo, en los resultados de peso fresco y peso seco el cartón de leche de 2000 ml obtuvo los valores más altos, lo que significa que el área foliar es mayor.

La temperatura del sustrato más alta se registró en la bolsa de polietileno, la curva se mantuvo por arriba de la curva de la temperatura ambiente, debido al color negro y al polietileno que absorbe la radiación. El vaso de unicel fué el de menor temperatura.

En las mediciones inicial y final del pH no se observaron variaciones considerables, por lo que se infiere que el material del recipiente no influyó.

En general, se concluye que el uso de cartones de leche de 2000 ml es adecuado para la propagación, pues en la mayoría de los parámetros obtuvo los mejores resultados, cuidando el exceso de humedad.

## APENDICE



## BIBLIOGRAFIA

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, R.D. 1969. Propagation of plants for containers. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 19:227-228
- APPLETON, B.L. and C.E. Whitcomb. 1983. Effects of container size and transplanting date on the growth of tree seedling. J. Envir. Hort. 1(4): 112-118
- BIRCHELL, R. and C.E. Whitcomb. 1977. Effects of container desing on root development and regeneration. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 760:39-44
- BROWN, W.L. 1982. Methods of fertilization on for ornamentals in containers. Louisiana Agr. 26(1):8-10
- BROWN, W.L. 1982. Temperature in container affects growth of ornamentals. Louisiana Agr. 26(1):11-12
- COSTELLO, L. and L.S. Paul. 1975. Moisture relations in transplanted container plants. HorScience 10:371-372
- DAVIS, R.E. and C.E. Whitcomb. 1975. Effects of propagation container size on development of high quality seedling. Proc. Int. Plant. Prop. Soc. 25:251-257
- DICKINSON, S. and C.E. Whitcomb. 1978. Effects of container desing on root quality. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 777:35-36
- EINSEBERG, B. 1975. Direct can seedling for rooting on one galon container. Pro. Int. Plant. Prop. Soc. 25:263-266
- Fideicomiso del Limón. 1978. Boletín informativo Méx., D.F. Vol. 1
- GIBSON, J. and C.E. Whitcomb. 1978. Effects on container size and fertility levels on the growth of tree seedling in square bottomless containers. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. - 777:40-41
- GUTHRIE, K.R. 1983. Lime and lime sources in container nursery production. Proc. Int. Plant. Prop. Soc. 35:555-558
- HATHAWAY, R.D. 1977. Grape propagation in containers. Okla. Agr. - Exp. Sta. Res. Rep. 760:36-37
- HATHAWAY, R.D. and C. E. Whitcomb. 1977. Propagation of Quercus - seedling in bottomless containers whit Osmocote. J. Arbor. 3:208-212
- HATHAWAY, R.D. and C. E. Whitcomb. 1978. The effects of root malformation during propagation on growth and survival of Bur. Oak. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 777:33-34

- HILL, J.B. 1957. Propagating plants directly in containers. Proc. Int. Plant. Prop. Soc. 7:65-78
- HITE, W.A. 1975. Container field performance in the rockies and plains. Pro. North Amer. Containerized for tree seedling Symp. Great Plains Agr. Publ. 68:306-309
- JOHNSON, H.S. 1975. Canadian forestry service container planting trials in Alberta, Sakatchewan and Manitoba. Great Plains Agr. Publ. 68:298-305
- KEEVER, G. J. and G.S. Coob. 1985. Effects of container dimension and volume on growth of three woody ornamentals. HortScience 20(2): 276-278
- LAICHE, A. J. 1985. Effect of time of spacing on the growth of container grown Ilex cornuta 'Dwarf Burford', Lindl and -- Paxt., and Pittosporum toriba, Thumb. J. Envir. Hort. - 3(1):22-24
- LOCKLEAR, H. J. and J. E. Preece. 1983. Effects of media pH and -- acid/base pretreatments on the rooting of Gypsophila paniculata cuttings. J. Envir. hort. 1(4): 83-86
- MAISANO, J. 1977. White plastic pots. Conn. Greenhouse Newsletter:81
- NELMS, L. R. and L. A. Sporer. 1983. Retention of water on soil of container transplanting to grown nursery. HortScience 18 (6):863-866
- PAUL, J. L. and A. T. Leiser. 1968. Influence of calcium saturation of sphagnum peat on the rooting of five woody species. Hort. Res. 8:41-50
- PELLETT, N. E. , D. Dippre and A. Hazaelrigg. 1985. Coverings for - overwintering container grown plants in Northern regions. J. Envir. Hort. 3(1):4-7
- POTTER, C. 1974. Plug culture planting minimizes disease and insect infestation. Amer. Nurs. 11(13):83-88
- ROHGLER, H. M. 1983. Winter protection of container grown nursery - stock as affected by container desing, hardening off time and solar exposure. Scientia Horticulturae 20:275-280
- SMITH, E. M. and S. A. Treaster. 1982. A comparasion of plant growth in poly bags produced on capillary irrigation. Ohio Agr. - Res. Develop. 268:5-6
- STRUVE, D. K. and R.D. Kelly. 1983. Promotion of root regeneration - in difficult-to-transplant species. Proc. Int. Plant. - Prop. Soc. 33:433-438
- TAMARO, D. 1981. Tratado de Fruticultura. Ed. Gustavo Gil, S.A. España.

- University of California Flower Notes. 1977. Root system affected by color of plastic pots, best Gloximia media. So. Florist & Nursery. 85
- VENTANOVETZ, P. R. and J. Peterson. 1982. Comparison of growth for chrysanthemus and poinsettias produced in proto types of a new container and four potting media. - Ohio Agr. Res. Develop. 268:12-15
- VERMEULEN, P.J. 1965. Rooting- growing media. Proc. Int. Plant. - Prop. So. 15:97-99
- WALL, S. and C. E. Whitcomb. 1980. A comparasion of commercial con tainer for growing tree seedling. Okla. Agr. Exp. - Sta. Res. Rep. 803:72-75
- WHITCOMB, C. E., A. Storjohann and J. Gibosn. 1978. Effect of time of transplanting container grown tree seedling on - subsecuente growth and development. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 777:37-39
- WHITCOMB, C. E. 1979. Growing plant in polu bags. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 791:27-31
- WHITCOMB, C. E. 1981. A vertical air-root-pruning container. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Resp. 818:27-30
- WHITCOMB, C. E. and J.D. Williams. 1985. Stair-step container for improved root growth. HortScience 20(1):64-67
- WHITCOMB, C. E. 1985. Innovations and the nursery industry. J. Envir. Hort. 3(1):33-38
- WHITE, J. W. and I.M. Mestalerz. 1966. Soil moisture as related to: "container capacity" . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89:758-765
- WILLIAMS, C. and C.E. Whitcomb. 1979. Effects of growing media and container desing on growth of tree seedling. Okla. Agr. Exp. Sta. Res. Rep. 791:40-41
- WILLIAMS, G. S. 1975. Containers for growing bedding plants. Greenhouse flowers and bedding plants. Agribusiness Studios Interestate. USA.