

"ALGUNAS OBSERVACIONES DE LA TOXICIDAD DEL BORO EN VID
(Vitis vinifera Var. Thompson Seedlees) DESARROLLADA
EN CULTIVO HIDROPONICO".

TESIS

Sometida a la consideración de la
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

Felizardo Amparano Campa.

Como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo especialista en Fitotecnia.

Mayo de 1970.

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	15
DISCUSION.....	19
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	25
APENDICE.....	27

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

		Pág.
Cuadro 1.	Composición y preparación de la solución nutritiva utilizada durante el experimento...	12
Cuadro 2.	Resumen de observaciones en las plantas sometidas a diferentes concentraciones de boro.....	16
Cuadro 3.	Concentración de boro en las hojas en ppm. suma de las 4 repeticiones correspondientes a cada tratamiento.....	17
Cuadro 4.	Efecto de los tratamientos empleados en la concentración de boro en las hojas.....	17
Figura 1.	Relación de la concentración de boro y el daño observado en las hojas.....	28
Figura 2.	Efecto del tratamiento de 0.25 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.....	29
Figura 3.	Efecto del tratamiento de 0.5 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.....	29
Figura 4.	Efecto del tratamiento de 2 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.....	30
Figura 5.	Efecto del tratamiento de 4 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.....	30
Figs. 6 y 7.	Efecto del tratamiento de 6 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.....	31
Figura 8.	Ilustración del sistema utilizado en el cultivo hidropónico durante el experimento....	32

INTRODUCCION

La Vid es un cultivo de distribución mundial y constituye uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica en algunos países.

En México el área vitícola se encuentra localizada en los Estados de Coahuila, Aguascalientes, Chihuahua, Baja California, Durango y Sonora.

En el Estado de Sonora y principalmente en la región denominada Costa de Hermosillo, el cultivo de la vid está adquiriendo importancia como un verdadero potencial económico. En esta región se dedican actualmente a su cultivo aproximadamente 500 hectáreas, las cuales sufrirán probablemente un considerable aumento debido a que esta zona reúne las condiciones apropiadas para su explotación. Por otra parte, la cosecha de la vid se puede destinar para varios propósitos: para el consumo en fresco, para la producción de aguardientes, de pasas, de gelatinas y en la elaboración de conservas.

Como ha sucedido en otras ocasiones con respecto al establecimiento de nuevos cultivos en una región dada, la presencia de problemas tales como plagas, enfermedades, deficiencias y toxicidad de elementos nutricionales han sido progresivos y su importancia está directamente relacionada a la importancia económica del cultivo.

En realidad el fenómeno de toxicidad de elemento nutri-

cionales en los cultivos no es nuevo. En las zonas vitícolas del Oeste de Argentina, las altas concentraciones de boro en el suelo han causado una alarmante disminución en la producción (9). Esto mismo ha sucedido en California, EE.UU. donde también se ha presentado incidencia de toxicidad de este elemento (17).

Actualmente se sabe que la toxicidad de un elemento nutricional es más difícil de corregir que una deficiencia del mismo elemento. Igualmente la corrección de un problema causado por la presencia de un elemento en cantidades tóxicas, implica la necesidad de conocer qué factores están originando dicha toxicidad.

Si la deficiencia de un elemento no es muy severa, se pueden obtener cosechas económicamente aceptables aunque su producción se vea disminuída. En cambio cuando se presenta una toxicidad, la cosecha puede ser reducida considerablemente y por lo tanto hacerla económicamente incosteable.

Considerando la importancia de los hechos anteriormente citados, el presente trabajo se elaboró con la finalidad de determinar los síntomas visuales característicos producidos por un exceso de boro y la concentración de dicho elemento en los tejidos de la hoja a la cual causa toxicidad.

LITERATURA REVISADA

El boro es un elemento no metálico con valencia trivalente positiva en todos sus compuestos, está ampliamente distribuido en las rocas en forma de aluminatos (16).

Son numerosos los minerales del suelo que contienen trazas de boro pero la fuente mas común es la turmalina $\text{Me}_{20}\text{B}_2\text{Si}_2\text{O}_2$ (Me= Fe, Al, Mg, Mn, Ca o K). Aún cuando este mineral no es muy abundante y a pesar de su baja solubilidad, gracias a él se mantiene en el suelo un nivel adecuado de boro. La presencia de materia orgánica hace aumentar la solubilidad de la turmalina y por lo tanto la disponibilidad del boro, al mismo tiempo la materia orgánica contiene boro en estado de combinación (14).

El boro soluble en agua es generalmente bajo en suelos ácidos bajo condiciones de lluvias abundantes; en cambio las más altas cantidades se encuentran en suelos neutros y alcalinos bajo condiciones de lluvia escasa (16).

El elemento boro del cual se ha hablado mucho en pro y en contra últimamente, ocupa una posición singular en la vida de las plantas (14). Estudios recientes indican que el boro juega un papel esencial en la biosíntesis de la auxina en los meristemas de la planta y que la translocación ocurre como un resultado del crecimiento en lugar de la situación contraria (4).

Al boro se le encuentra particularmente en los ápices vege

tativos, flores y tejidos de conducción (floema), siendo su presencia especialmente necesaria en aquellos sitios donde se verifica una activa división celular. Además tiene una gran importancia en la germinación del polen; en la formación de frutos, flores y raíces; en la absorción de cationes y en el transporte de las sustancias dentro de la planta (8).

Entre las funciones mas importantes que desempeña en la planta se encuentran las siguientes: Es un elemento catalítico o regulador de reacciones, puede retardar la aparición de los efectos de la deficiencia del calcio pero sin reemplazar a este; tiende a conservar el calcio en forma soluble; actúa como regulador de la relación potasio-calcio y de la absorción del nitrógeno; se considera relacionado también con el equilibrio entre las reacciones de reducción y oxidación en las células (6).

El boro tomado por las plantas ha demostrado tener una íntima relación con las concentraciones de otros iones en el substrato de nutrientes. Brenchley y Warington (1927) sugirieron que existe una relación en las funciones del boro y calcio en la planta; posteriormente Marsh y Shive (1941), Jones y Scarseth (1944) confirmaron que cuando una planta crece en un suelo deficiente en calcio tendrá una baja tolerancia al boro y cuando se encuentra en un medio excesivo en calcio tendrá un alto requerimiento de boro. Reeve y Shive (1944) demostraron que existe un balance entre potasio y bo-

ro en la planta (1).

La condición física, pH, el contenido de materia orgánica del suelo y otros factores, tienen una influencia decisiva en los efectos tóxicos e inócuos de una concentración determinada de boro (14).

Los suelos en los cuales es más frecuente el exceso de boro, son aquellos derivados de sedimentos marinos, suelos áridos, suelos derivados de material rico en minerales de boro y suelos derivados de nuevos depósitos geológicos (1).

Las prácticas de manejo del suelo que pueden producir toxicidad de boro son: Acidificación de suelos neutros o alcalinos, suelos que han sido regados con agua de alta concentración de boro; suelos que han recibido aguas de drenaje que contienen altas cantidades de boro, altas aplicaciones tempranas de fertilizantes de boro soluble o alta fertilización de potasio donde el boro tiende a ser alto (1).

El boro en pequeñísimas concentraciones es esencial para el desarrollo normal de las plantas, pero la concentración necesaria es muy pequeña y si excede puede causar daños serios a las plantas. Las especies vegetales varían tanto en lo que se refiere a sus necesidades de boro como en su tolerancia al exceso de dicho elemento; de tal manera, que las concentraciones necesarias para el crecimiento de las plantas con altos requerimientos de boro, pueden ser tóxicas para plantas sensibles a este elemento. Así por ejemplo,

Los limoneros muestran daños definidos y a veces económica - mente importantes, cuando se riegan con agua que contenga 1 ppm. de boro, en tanto que la alfalfa logra su desarrollo máximo si el agua de riego posee de 1 a 2 ppm (15).

Eaton, determinó la tolerancia al boro de cierto número de cultivos clasificando la vid como uno de los mas sensi - bles (15).

El boro se encuentra en casi todas las aguas naturales y su concentración varía desde trazas hasta varias partes por millón. Eaton (1944) encontró que muchas plantas podían crecer normalmente en cultivos de arena con trazas de boro (de 0.03 a 0.04 ppm.) y que se presentaba toxicidad cuando la concentración llegaba a 1 ppm. (15).

Winkler reporta que en California, EE.UU. el problema de boro se debe probablemente a un exceso más que a una defi ciencia de este elemento. Partes del condado de Kern y las áreas de los viñedos costeros de los Valles de Santa Clara, Livermore, Sonoma y Napa, tienen incidencia de toxicidad del boro (17).

Eaton reporta que las vides Thompson Seedlees y Málaga, cultivadas en soluciones crecieron mejor con 1 ppm. de boro; y que 5 ppm. redujeron marcadamente el crecimiento causan -- do los síntomas característicos de toxicidad (17).

El boro a tan bajas concentraciones como 2 ppm. en el agua de riego puede ser tóxico en muchos cultivos, entre los

cuales se encuentra la vid como uno de los mas sensitivos (3).

Los síntomas de la toxicidad por boro comprenden quemaduras características, clorosis y necrosis; aún cuando algunas especies sensibles no muestran síntomas aparentes. Los cítricos, el aguacate y muchas otras especies, muestran quemaduras marginales o apicales en las hojas maduras acompañadas por clorosis del tejido intervenal. El daño por boro en las hojas del nogal se caracteriza por quemaduras marginales y áreas necróticas entre las venas. Varios árboles frutales entre ellos el manzano y el peral son sensibles al boro, pero no acumulan altas concentraciones en las hojas ni desarrollan los síntomas típicos. La vid, el algodónero, la papa, el frijol, los chícharos y otras plantas, muestran chamuscamiento marginal y enrollamiento, el cual resulta de una restricción en el crecimiento marginal (15).

La toxicidad por boro ocurre en áreas limitadas y muy esparcidas de las regiones áridas y semiáridas. Aún cuando su incidencia no esta confinada a suelos salinos o sódicos, el exceso de boro es frecuente en suelos salinos (15).

Los análisis foliares son útiles en el diagnóstico del daño debido a boro en muchas especies vegetales. El contenido de boro en las hojas normales y maduras de cítricos, aguacates, nogal, vid, algodónero y alfalfa, es aproximado a 50 ppm. Un contenido de boro de 20 ppm. o menos, indica deficiencia, en tanto que los valores mayores de 250 ppm. de

boro generalmente están asociados con toxicidad (15).³

Saver en Australia encontró que el boro se acumula principalmente en la lámina de la hoja y lo hace durante la etapa de crecimiento. Este investigador reporta los siguientes niveles de concentración de boro en las hojas asociado con daños visuales; a 230 ppm. de boro no hay daños visuales, a 300 ppm. solo trazas de daño, a 350 ppm. daño moderado, a 450 ppm. daño severo. Estos son aproximadamente los mismos niveles o quizá ligeramente más altos que se tienen en California, EE.UU. (2).

Por su parte Pizarro y Braun reportan los siguientes niveles con daños observados en viñedos establecidos y son los siguientes: A menos de 150 ppm. planta aparentemente sana; de 300 a 400 ppm. planta poco afectada; y a más de 500 ppm. planta muy afectada (9).

Los frutales, manzanos y perales no acumulan altas concentraciones de boro en las hojas, aunque si son sensibles al exceso, con las debidas limitaciones. Por lo que respecta a la especificidad de las variedades para acumular boro, el análisis foliar puede considerarse una base más rápida y efectiva de diagnóstico que los análisis de suelo o agua (15).

Tanaka reporta que la respuesta de una deficiencia o toxicidad de boro disminuye a medida que la intensidad de la luz se reduce. Que la absorción de boro de 5 a 2.5 ppm. se redujo con disminuciones en la intensidad de luz (13).

Winkler señala que un exceso de boro parece que detiene o aminora el crecimiento o expansión de las orillas de las hojas de las vides jóvenes, mientras que las partes medias se mantienen en crecimiento. Las hojas consecuentemente se pliegan o encarrujan y se acopan. Las hojas que llegan a su tamaño total antes que los niveles de boro lleguen a la toxi ci dad, muestran poco esa reducción o forma de copa. Los sín to mas generales algunas veces pueden confundirse con los pro du ci dos por una aplicación excesiva del herbicida Dalapon. Los síntomas específicos empiezan por la aparición de manchas necróticas cerca de la orilla de la hoja. Estas manchas se vuelven posteriormente tan numerosas, que parecen ser continuas desde la orilla hacia adentro (17).

Pizarro y Braun describen los síntomas típicos de intoxicación por absorción de cantidades excesivas de boro como los siguientes: El borde foliar se vuelve amarillento y pre se nta ampolladuras y manchas necróticas. Se altera profundamente la formación de los dientes; la hoja se pliega to ma ñ do forma acucharada y generalmente después se secan desde el borde de la lámina. Los brotes son delgados y presentan en tre n u dos cortos, frecuentemente caen las hojas más viejas y las plantas rebrotan posteriormente; los racimos son pequeños, de constitución imperfecta y el fruto madura tardíamente (9).

El exceso de boro puede provenir del suelo o del agua de riego. El único remedio practicable conocido en el pre-

sente es desaguar el exceso, con un abastecimiento excesivo de agua de riego de poco contenido de boro. El exceso de boro puede confirmarse por el análisis de los tejidos de hojas maduras que muestren las áreas decoloradas cerca de la orilla (17). Las hojas afectadas contendrán de 200 a 300 ppm. de boro con base en determinaciones de peso seco (11).

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se desarrolló en el invernadero de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

El experimento se estableció utilizando el diseño completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos fueron los siguientes: Tratamiento A) 0.25 ppm. de boro; tratamiento B) 0.5 ppm. de boro; tratamiento C) 2 ppm. de boro; tratamiento D) 4 ppm. de boro y tratamiento E) 6 ppm. de boro. Utilizandose como fuente de boro el ácido bórico (H_3BO_3).

Se escogieron barbados del mismo año de la variedad Thompson Seedlees, provenientes del campo "Los Olivos" ubicado sobre la calle 28 sur de la región agrícola de la Costa de Hermosillo, se prefirió dicha variedad por ocupar la mayor superficie de cultivo en esta región.

Los barbados escogidos estaban ya brotados, presentaban desarrollo normal y uniforme, tenían el mismo número de yemas vegetativas y aproximadamente la misma superficie foliar.

El día 24 de marzo de 1969 se colocaron las estacas en el medio hidropónico tal como se describe en la Figura 8; antes de introducir las estacas en la solución nutritiva, a cada una se le lavó perfectamente con agua el sistema radicular para eliminar cualquier residuo de suelo e impurezas.

Los barbados se pusieron a desarrollar en un principio

en una solución nutritiva completa con el fin de que todas las plantas se adaptaran a su nuevo medio de cultivo además de observar que podían desarrollarse normalmente y a la vez comprobar el buen funcionamiento del sistema utilizado. Esta solución se preparó utilizándose reactivos químicamente puros para suplir cada uno de los elementos nutricionales como se indica en el Cuadro 1; excepto en el caso del elemento fierro en el cual se utilizó Secuestreno 330 Fe. (Hidroxi-étil-etilen-diamino-triacetato de Fierro).

Cuadro 1. Composición y preparación de la solución nutritiva utilizada durante el experimento.

COMPUESTO QUIMICO.	Soluciones Patrones.	
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	944.0 grs/Lt.	
KNO_3	102.0 grs/Lt.	
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	392.0 grs/Lt.	
KH_2PO_4	136.0 grs/Lt.	
Fe(Secuestreno 330)	12.5 grs/Lt.	
	Solución Patrón de elementos menores.	
H_3BO_3	1.20	} grs. diluidos en un litro de agua.
$\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0.60	
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.36	
$\text{CuSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.03	
$\text{MoO}_4(\text{NH}_4)_2$	0.09	

Nota.- Para preparar la solución completa se utilizaron 10 ml de cada una de las soluciones patrones en 10 lts de agua, excepto de la solución de KNO_3 de la cual se utilizaron 40 ml/10 lts. de agua.

Las plantas se dejaron desarrollar en la solución completa desde el día 24 de marzo al 6 de julio de 1969, tiempo en el cual se observó que la planta podía crecer satisfactoriamente, produciéndose un crecimiento normal tanto de la parte aérea como del sistema radicular. Sin embargo al iniciarse el experimento se presentó una deficiencia de fierro, la cual se corrigió con aspersiones de quelato de fierro, aplicado a una concentración de 12.5 grs/Lt. dicha aplicación se efectuó el 4 de julio y se repitió cada tercer día hasta la desaparición de la deficiencia. Durante el tiempo que duró el experimento se estuvo cambiando la solución nutritiva cada 10 días con el fin de evitar precipitaciones de algunos elementos.

Se presentó también ataque de Chicharrita (Homoptera: Cicadellidae) y Falso Medidor (Trichoplusia ni (Hbn)) teniendo que efectuar una aspersión de insecticidas a base de DDT 35% (Dicloro, Difencil Tricloro Etano) + Malathión 46% (O, o-Dimetil-S-1-2-di(etoxicarbamil)etilfosforoditioato) en dosis de 25 cc de material comercial disueltos en 10 Lts. de agua respectivamente.

El día 6 de julio de 1969, se procedió al establecimiento de los tratamientos; para esa fecha las plantas mostraban un excesivo desarrollo foliar haciéndose necesario efectuar una poda para dejar las plantas lo más uniformes posibles y eliminar todas aquellas hojas que presentaran algún daño o

desarrollo anormal.

La solución nutritiva al prepararse presentaba un pH de 8.0 a 8.2 por lo que fué necesario reducir su valor a un punto cercano al neutro (pH=7.0). El ajuste del pH se llevó a cabo con ácido sulfúrico 0.1N. Los resultados del análisis químico efectuado al agua que se utilizó en el experimento reportó los siguientes datos: Un pH=7.6; una conductividad eléctrica de 1,100 micromhos/cm. a 25°C; 6.4 Meq/Lt de Ca+Mg; esto nos indica que se trata de un agua de mediana salinidad y bajo contenido de sodio (10). Su concentración de sólidos totales disueltos fué de 752 ppm. lo cual quiere decir que es un agua de tercera Clase o tolerable (12).

Se puso especial atención y cuidado en observar el desarrollo de la planta, especialmente el de las hojas, para anotar cualquier síntoma anormal que se produjera después del establecimiento de los tratamientos.

Además de anotar los síntomas visuales presentados se tomaron fotografías de cada uno de los tratamientos y al final del experimento se tomó una muestra de cada planta para analizar la concentración de boro en los tejidos de la hoja y poder determinar el nivel fitotóxico. Los análisis de las muestras fueron efectuados por el Departamento de Suelos y Química Agrícola de la Universidad de Arizona en Tucson, Arizona EE.UU.

RESULTADOS

El tratamiento con 0.25 ppm. de boro en la solución se consideró como testigo, por ser la concentración que presentaba la solución nutritiva completa utilizada. En esta concentración las plantas presentaban un crecimiento y coloración normal de todas sus partes aunque el tamaño de la hoja se ve ligeramente reducido.(Fig.No.2)

Los primeros síntomas anormales, consistentes en un enchinamiento y secamiento del borde foliar se presentaron en los tratamientos con 4 y 6 ppm. de boro en la solución, 12 días después de establecidos los tratamientos; los síntomas producidos por el exceso de boro se manifestaron con mayor claridad 4 días después, siendo los siguientes: La hoja se deformó completamente tomando una forma redondeada; posteriormente se empezó a encarrujar desde el borde hacia el envez adoptando una forma acopada o acucharada. (Figs.5,6 y 7).

En los tratamientos con 0.5 ppm. y 2 ppm. los primeros síntomas se presentaron después de 19 días de establecidos aunque en una forma mas leve. (Figs. 3 y 4). A continuación se sintetizan en el cuadro siguiente los síntomas observados en los diferentes tratamientos al final del experimento.

CUADRO 2. Resumen de observaciones en las plantas sometidas a diferentes concentraciones de Boro.

TRATAMIENTO	OBSERVACIONES.
0.25 ppm.	La hoja presentaba una formación y desarrollo normal, sin ningun síntoma de anormalidad <u>au</u> que el tamaño se ve reducido ligeramente.
0.5 ppm.	Las hojas mostraron arrugamiento en la lámina, y un enchinamiento marcado en el borde <u>fo</u> liar, la punta de los dientes presentaba una coloración café, pero la hoja no pierde su forma.
2 ppm.	La hoja presentaba un arrugamiento más marca <u>ca</u> do en toda su superficie, el borde foliar se altera, los dientes presentaron necrós <u>is</u> en la punta, la hoja empezó a perder su forma <u>li</u> geramente, el tamaño de la hoja es reducido.
4 ppm.	El tamaño de la hoja se ve reducido considera <u>ra</u> blemente, la hoja se empezó a encarrujar, el borde foliar se altera profundamente, los dientes del borde de la hoja desaparecen <u>com</u> pletamente, la hoja pierde su forma empezando a adquirir una forma acucharada o enrosca <u>da</u> .
6 ppm.	La hoja se encarruja por completo perdiendo totalmente su forma original y el tamaño se ve reducido considerablemente, el borde fo <u>liar</u> presnta una coloración amarilla con partes de color café que parecen quemaduras, la hoja adquiere una forma redondeada, enros <u>ca</u> ndose hacia el envez adquiriendo una forma acucharada o acopada.

La concentración de boro en las hojas al final del experimento se resume en el siguiente cuadro.

CUADRO 3. Concentración de boro en las hojas en ppm., suma de las 4 repeticiones correspondientes a cada tratamiento.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTALES
	I	II	III	IV	
A 0.25 ppm.	155	165	310	315	945
B 0.50 ppm.	320	326	425	430	1501
C 2.00 ppm.	470	470	500	510	1950
D 4.00 ppm.	435	612	425	425	1897
E 6.00 ppm.	862	683	751	700	2996
	2242	2256	2411	2380	9289

Para medir el efecto de los diferentes tratamientos sobre la concentración de boro en las hojas, se sometieron a análisis estadísticos las concentraciones de cada tratamiento obteniéndose los siguientes resultados.

CUADRO 4. Efecto de los tratamientos empleados en la concentración de boro en las hojas.

TRATAMIENTOS	TOTALES	\bar{x}	DIF. SIG. (5%)
A 0.25 ppm.	945	236	I
B 0.50 ppm.	1501	375	I
C 2.00 ppm.	1950	487	I
D 4.00 ppm.	1897	474	I
E 6.00 ppm.	2996	749	I

DMS(0.05):457.3

Al final del experimento los tratamientos que presentaron la mayor concentración de boro fueron los de 6,4,2 y 0.5 ppm.

Las concentraciones de boro en las hojas a las cuales se observaron los síntomas de fitotoxicidad fueron mayores de 400 ppm. y a concentraciones mayores de 600 ppm. se presentaron los síntomas característicos producidos por un exceso de boro (9,17).

De acuerdo con los síntomas presentados se encontró una relación entre el grado de daño y la concentración de boro presente en las hojas como puede notarse en la gráfica 1.

DISCUSION

Analizando estadísticamente la concentración de boro presente en las hojas de cada uno de los tratamientos se encontró que existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos.

El hecho de que el factor tratamientos haya acusado diferencias significativas, indica que las diferencias observadas en la concentración de boro en las hojas en los diferentes tratamientos no son debidas al azar sino al efecto de las diferentes concentraciones de boro en la solución nutritiva. Como se ilustra en el Cuadro 4 en el que se observa que con 95% de confianza se puede asegurar que las concentraciones en el tratamiento A (testigo) son menores y significativamente diferentes a los tratamientos B, C, D, y E; que las concentraciones de boro en las hojas de los tratamientos B, C y D son mayores y significativamente iguales entre si pero diferentes significativamente a los tratamientos A y E; y por último que la concentración en el tratamiento E presente en las hojas es mayor y significativamente diferente a los tratamientos A, B, C y D.

A una concentración de 0.25 ppm. de boro en la solución se encontró que las plantas podían crecer satisfactoriamente lo que concuerda con Eaton (15).

En el tratamiento con 6 ppm. de boro en la solución se presentaron los síntomas típicos característicos de toxicidad.

cidad lo que también está de acuerdo con lo obtenido por Eaton (17).

Los síntomas encontrados como característicos producidos por un exceso de boro, concuerdan con los descritos por Winkler (17), Pizarro y Braun (9).

Respecto a los niveles de boro asociados con síntomas visuales en las hojas se observó que a menos de 300 ppm. no hay daños visuales; de 400 a 600 ppm. se observan daños moderados; y a concentraciones mayores de 600 ppm. se observaron daños severos, todo lo anterior reafirma lo reportado por Saver (2), Pizarro y Braun (9), y Saur (11).

RESUMEN Y CONCLUSIONES.

El problema causado por la toxicidad del boro en las regiones vitícolas, ha disminuido la producción en forma alarmante; como ha sucedido en las regiones del Oeste de Argentina y California, EE.UU.

El presente trabajo se desarrolló en el invernadero de la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora y consistió en desarrollar barbados de vid en un cultivo hidropónico variando la concentración de boro de la solución nutritiva hasta rangos tóxicos de acuerdo con los siguientes tratamientos: A) 0.25 ppm. de boro, B) 0.5 ppm. de boro, C) 2 ppm. de boro, D) 4 ppm. de boro, E) 6 ppm. de boro, utilizándose ácido bórico como fuente de boro.

Este experimento se efectuó con el propósito de determinar los síntomas típicos característicos producidos por la toxicidad del boro y además determinar las concentraciones a que es tóxico dicho elemento en las hojas con base en análisis foliares.

Se utilizaron 20 barbados del mismo año de la variedad Thompson Seedlees, las cuales fueron traídas del campo "Los Olivos" ubicado en la calle 28 sur de la región agrícola de la Costa de Hermosillo.

El diseño experimental fué completamente al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones.

Los barbados se establecieron el 24 de marzo en una solu

ción nutritiva completa, proporcionando por separado únicamente el elemento fierro para lo cual se utilizó Secuestreno 330 Fe. Los barbados se dejaron desarrollar en la solución completa hasta el 6 de julio con el propósito de que se adaptaran al nuevo medio de cultivo y comprobar el buen funcionamiento del sistema utilizado. Durante este tiempo se presentó una deficiencia de fierro la cual se corrigió con aspersiones de 12.5 grs/Lt. de quelato de fierro (Secuestreno 330 Fe) que se aplicó el 4 de julio repitiéndose cada tercer día hasta que desapareció la deficiencia.

Durante el transcurso del experimento se cambiaba la solución nutritiva cada 10 días para evitar la precipitación de algunos elementos. Se presentó ataque de Chicharrita y Falso Medidor por lo que se aplicó para controlarlos la mezcla DDT 35% + Malathion 46% en dosis de 25 cc de material comercial por 10 lts. de agua.

Se efectuó el análisis químico del agua utilizada en el experimento, clasificándose como agua de Mediana salinidad y bajo contenido de sodio y clasificándose de acuerdo con la concentración de sólidos totales disueltos como de tercera clase o tolerable.

Se encontró que los síntomas producidos por el exceso de boro se presentaron con mayor intensidad en los tratamientos con 4 y 6 ppm. a los 12 días de establecidos, manifestándose posteriormente en los tratamientos de 0.5 y 2 ppm. En

cambio a 0.25 ppm. que fué el tratamiento considerado como testigo, no presentó ningun síntoma anormal desarrollándose las plantas satisfactoriamente.

Respecto a la concentración de boro en las hojas, este elemento se encontró en mayor concentración en los tratamientos con 0.5, 2, 4 y 6 ppm; encontrándose además que existe una relación entre los síntomas de toxicidad con la concen--tración de boro en las hojas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que:

1.- A una concentración de 0.25 ppm. de boro en la so--lución no se presentan síntomas visuales de toxicidad.

2.- A concentraciones de 2 ppm. de boro en la solución nutritiva se presentan síntomas moderados de toxicidad en las hojas y de 4 y 6 ppm. se presentan los síntomas característicos de fitotoxicidad.

3.- A concentraciones menores de 300 ppm. de boro en las hojas no hay daños visuales, de 300 a 400 ppm. solo trazas de daño, de 400 a 600 ppm. daño moderado y mayor de 600 ppm. daño severo.

4.- Los síntomas característicos producidos por un exceso de boro son los siguientes: La hoja se empieza a enchar en el borde foliar, posteriormente en toda su superficie, en el borde de la hoja se presenta una coloración amarilla y la punta de los dientes se seca, se altera profundamente la

formación de los dientes hasta llegar a desaparecer, el borde foliar se deforma completamente, debido a lo cual la hoja pierde su forma, adquiriendo una forma redondeada, enroscándose hacia el envez acucharándose o acopándose.

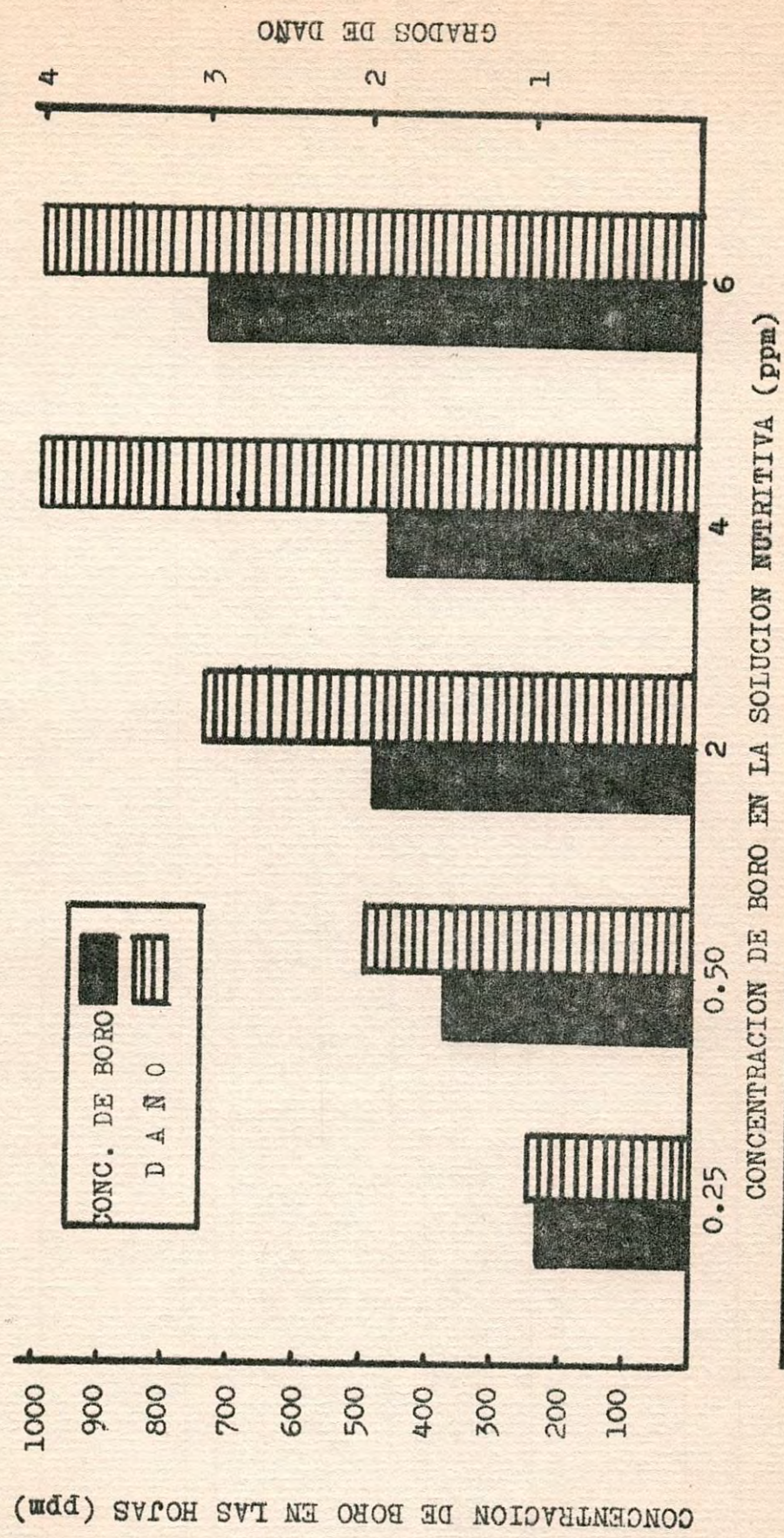
BIBLIOGRAFIA.

- ✓ 1) Bradford, G.R., Boron. Diagnostic Criteria for plant & Soils. Ed. Homer D. Chapman, University of California, División of Agricultural Sciences. Riverside, Calif. P. 33-50. 1966.
- ✓ 2) Cook J. A. Grape Nutrition. Temperate to Tropical Fruit Nutrition. Ed. N. F. Childers. New Brunswick, N. J. Hort. Publ. Rutg. The State University. p. 799. 1966.
- 3) Doneen, D. L. Properties of deep substrate materials in the west side of the San Joaquín Valley, California. Hilgardia 38 (9) : 293. 1967.
- 4) Dyar, J. J., and K. L. Webb. A relation between boron and auxin in C^{14} Translocation in bean plants. pl. physiol 36 : 672-676. 1961.
- 5) Hoagland, D. R. and D.I. Arnon. The Water culture Method for growing plants without Soil. Calif. Agric. Exp. Station Cir. 347 : p. 32. 1950.
- ✓ 6) Huerta M.R. Funciones de los Nutrientes Minerales. Apuntes de Fertilidad del suelo. Hermosillo, Son. Escuela de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora. p. 7. 1963
- ✓ 7) Huerta M.R. Manual de Laboratorio para fertilidad del suelo. Hermosillo, Son. Escuela de Agricultura y Ganadería, Universidad de Sonora. 1963.
- 8) Jacob, A. y H. V. Uwxküll. Fertilización Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. L. López Martínez de Alva. Verlagsgesellschaft Für Ackerbau mbH Hannover, Alemania p. 59. 1964.
- 9) Pizarro, C., C. y R. H. Braun. Intoxicación bórica en vides de la Rioja. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional Andino, Estación Experimental Agropecuaria Mendoza. Mendoza Arg. p. 13-14. 1963.
- 10) Richards, L. A., C. A. Bower and Milton Fireman Test for Salinity and Sodium status of Soil and of Irrigation Water Cir. No. 982. U.S.D.A. p. 12. 1956.

- 11) Saur, M. R. Boron content of Sultana vines in the mildura area. Australian Jour. plant Physiol, 32 p. 648-658. 1958.
- ✓ 12) Secretaría de Recursos Hidráulicos. Departamento de Planeación Investigación y Estadística. Curso Internacional sobre pequeñas obras de riego. México, D.F. Sria de Rec. Hidr. Depto de Plan. Inv. y Est. Memorandum Técnico 143. p. 51. 1958.
- 13) Tanaka H., Response of Lemna pausicostata to Boron as affected by Light intensity. Plant and Soil. 25 (3) : 433. 1966.
- 14) Teuscher y Apler. El suelo y su fertilidad. Compañía Editorial Continental, S.A. p. 29-371. 1965.
- 15) United States Department of Agriculture. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils, Agr. Handbook No. 60, U.S.D.A. United States Salinity Laboratory Staff. p. 63,65,67,75,81. 1954.
- 16) Wear, I.J. Boron. Methods of Soil analysis chemical and microbiological properties. Ed. C. A. Black, D. E. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger, F.E. Clark. American Society of Agronomy, Agronomy 9 Part 2 p. 1059. 1965.
- ✓ 17) Winkler, A.J. Viticultura. Trad. G.A. Fernandez de Lara. Cía. Edit. Continental, S.A. México, D.F. p. 452. 1965.

A P E N D I C E

Fig. 1.- RELACION DE LA CONCENTRACION DE BORO Y EL DAÑO OBSERVADO EN LAS HOJAS.



- 1.- Sin daños visibles
- 2.- Trazas
- 3.- Moderado
- 4.- Severo

CONCENTRACION DE BORO EN LAS HOJAS (ppm)

GRADOS DE DAÑO

CONC. DE BORO
DAÑO

CONCENTRACION DE BORO EN LA SOLUCION NUTRITIVA (ppm)

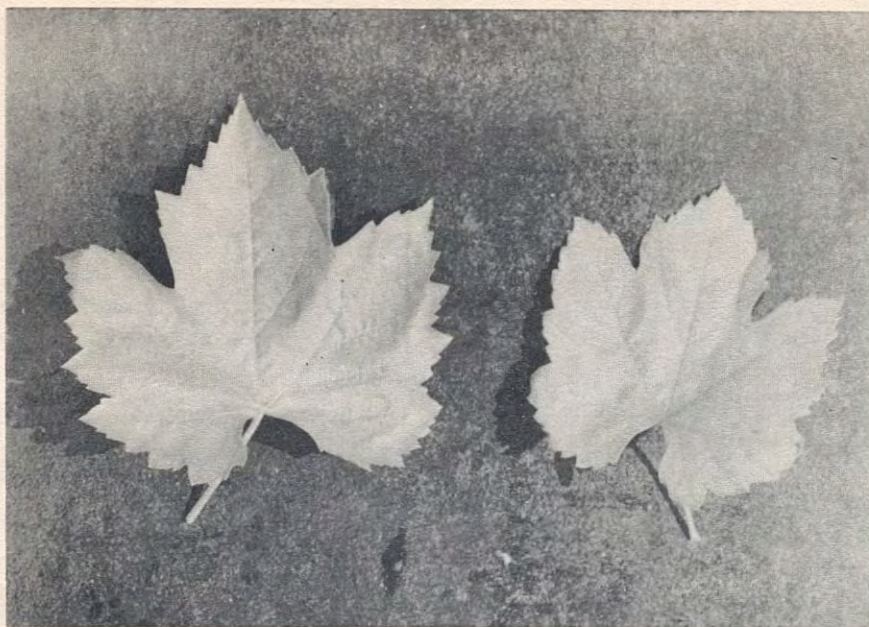


Figura 2. Efecto del tratamiento de 0.25 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

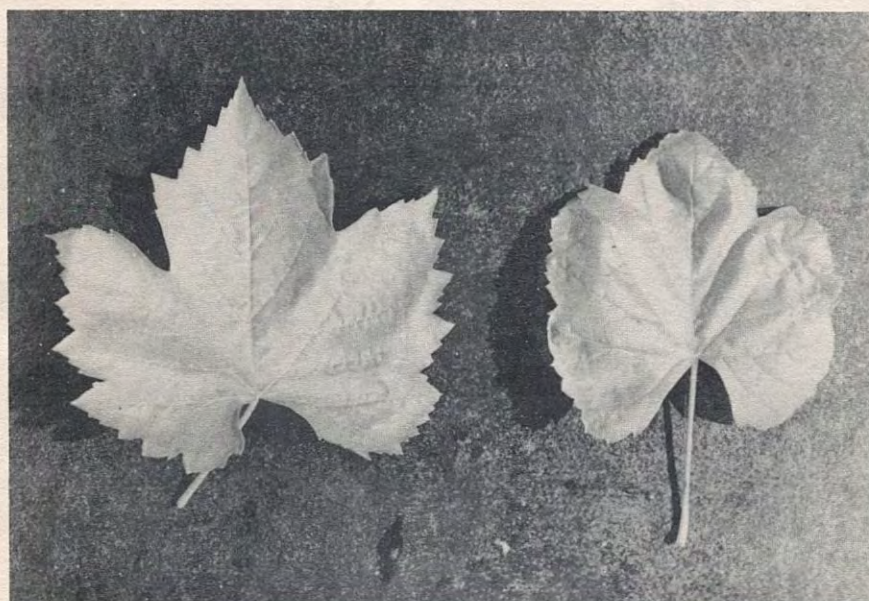


Figura 3. Efecto del tratamiento de 0.50 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

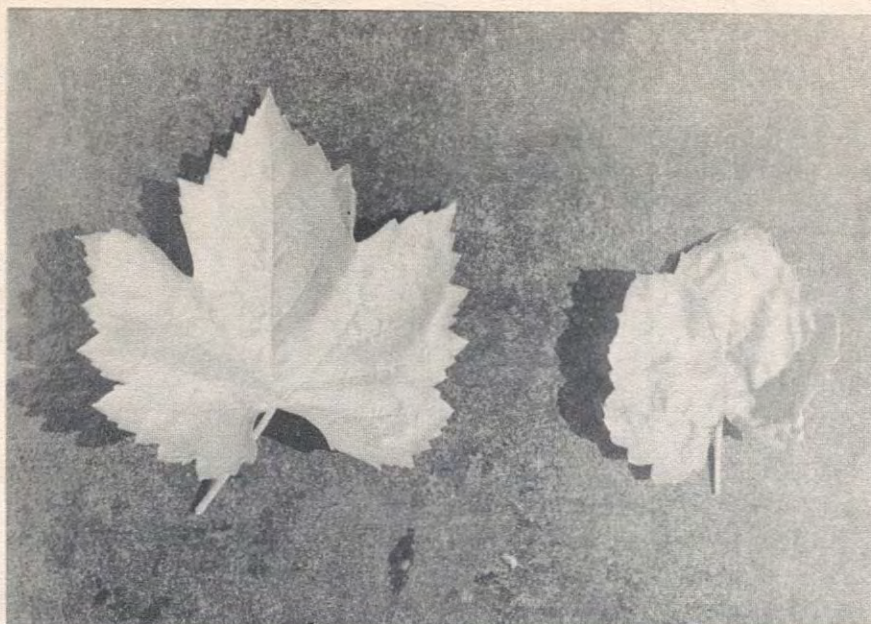


Figura 4. Efecto del tratamiento de 2 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

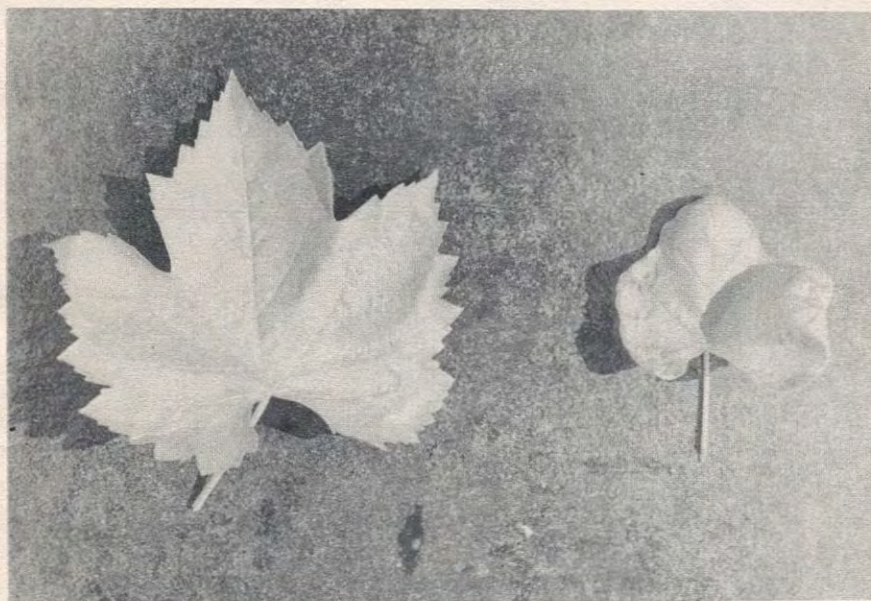


Figura 5. Efecto del tratamiento de 4 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

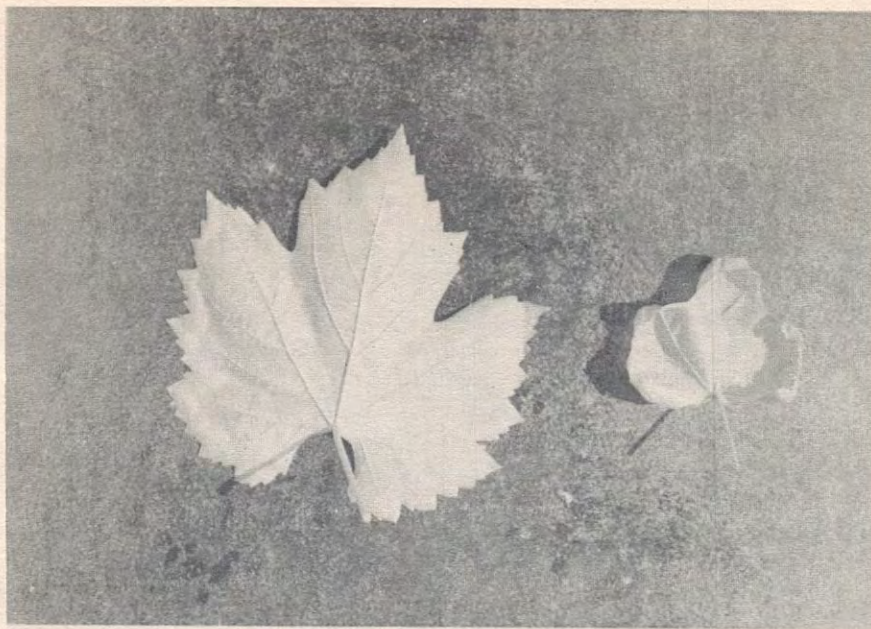


Figura 6. Efecto del tratamiento de 6 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

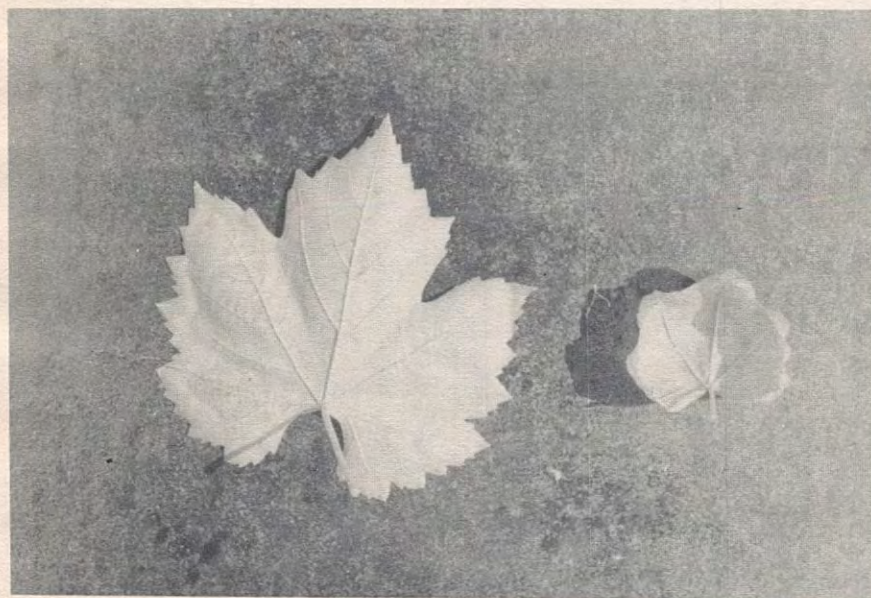
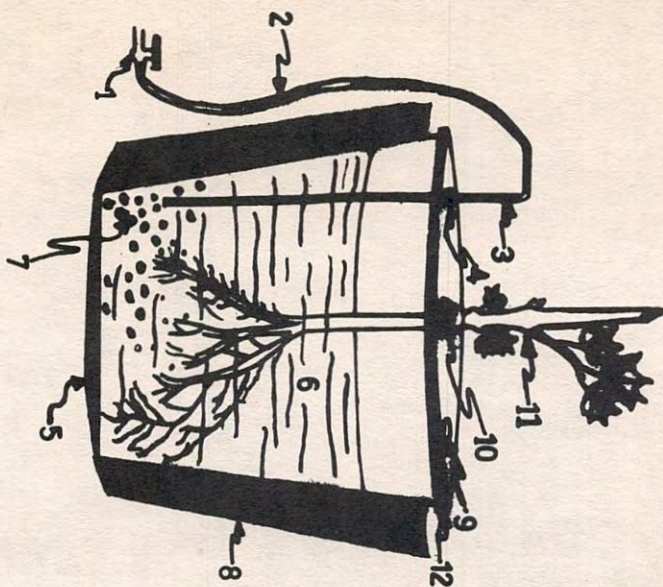
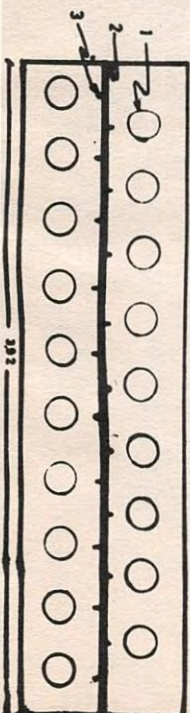
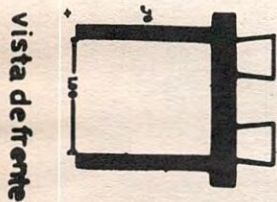
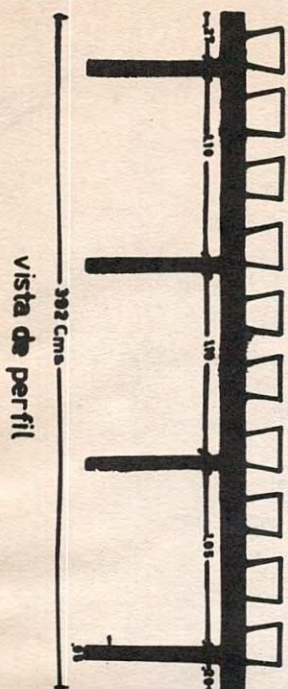


Figura 7. Efecto del tratamiento de 6 ppm. de boro en la solución nutritiva. A la izquierda hoja normal.

RIS T. 307



- 1: Llave del aire
 2: Manguera de plastico
 3: Tubo de vidrio
 4: Tapón de hule
 5: Cubeta de plastico Cap. T. 10 L.
 6: Sol. nutritiva
 7: Burbujas de aire
 8: Forro de polietileno color negro
 9: Orificio para aplicar la sol. nutritiva
 10: Algodón para sostener la planta
 11: Planta de Vid
 12: Tapadera de madera



- 1: CUBETA
 2: LINEA DEL AIRE
 3: LLAVE DEL AIRE

Fig. Nº 8.- Ilustración del sistema utilizado, en el cultivo hidropónico durante el experimento