

Efecto de niveles crecientes de calcio en el contenido foliar de boro y magnesio en plantas de vid de la variedad Sultanina¹

Javier Godoy H.² Federico Kocher G.³ Iván Muñoz H.⁴

INTRODUCCION

A medida que el cultivo de la vid se ha intensificado, han aparecido una serie de problemas que lo están limitando, siendo los de

tipo nutricional los que tienen probablemente una mayor incidencia.

En el estudio de la nutrición vegetal es importante, no sólo conocer el contenido de los elementos dentro de la planta, sino que también se debe considerar las interacciones

¹Parte de la tesis presentada por Javier Godoy H., como uno de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo en la Universidad de Chile.

Recepción manuscrito: 2 de diciembre de 1970.

²Ingeniero Agrónomo.

³Ing. Agr. Ph. D. Profesor de la Cátedra de Fruticultura General, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. Actual-

mente en Estados Unidos de Norteamérica, Universidad de Maine.

⁴Ing. Agr., Proyecto Viticultura, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile. Profesor de la Cátedra de Fruticultura, Escuela de Asistentes Técnicos Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.

que existen entre ellos, para evaluar exactamente el estado nutricional de la planta.

Una interacción ya establecida y estudiada por diversos autores, es la producida entre el calcio y el boro, lo cual tiene una relación directa con deficiencia o toxicidad de este último elemento (9).

La presente investigación tuvo por objeto estudiar el efecto de dos fuentes de calcio en el medio de crecimiento, sobre el contenido de calcio, boro y magnesio en el tejido vegetal para evaluar sus posibles interacciones y relacionarlas con el desarrollo de las plantas.

REVISION DE LITERATURA

Diversos autores han observado que la cantidad de boro, calcio y magnesio en los tejidos vegetales depende de la concentración del elemento en el sustrato (13) (21).

El efecto del calcio en la acumulación y contenido foliar de boro ha sido estudiado en distintas plantas, habiéndose demostrado que la concentración foliar de boro disminuye al aumentar el nivel de calcio en el medio nutritivo (7) (8).

Estas observaciones han sido confirmadas por Hernández-Medina y Lugo-López (9) y por Hernández-Medina y Shive (10), quienes especifican que la reducción en el contenido foliar de boro se presenta cuando el nivel de calcio en el sustrato es elevado. Además, estos últimos autores (10), han demostrado que la reducción en la concentración foliar de boro es más notoria cuando los aumentos del nivel de calcio están relacionados a un nivel alto de boro en el medio nutritivo.

El efecto del calcio sobre el boro y su relación con el crecimiento y producción de las plantas, es también analizado en las investigaciones de Hernández-Medina y Lugo-López (9), quienes observaron que las plantas sin boro y con bajo nivel de calcio en el sustrato presentaban un mejor desarrollo vegetativo que aquellas sin boro y con alto nivel de calcio.

Para relacionar la respuesta de la planta a variaciones en los niveles de calcio y boro en el sustrato, se ha propuesto la relación calcio total/boro total. Según lo señalado por Drake *et al* (6) y Oram (16), la relación calcio-boro más favorable, variará según la especie y variedad, a causa de sus diferentes requerimientos nutritivos. Estos autores señalan la posibilidad de usar esta relación en la planta como guía para determinar las necesidades de fertilización con boro. Sin embargo, esta relación como indicador del nivel de boro ha sido bastante discutida, ya que,

se considera que aporta escasa información sobre la cantidad de calcio y boro necesaria para un crecimiento normal. Además, al expresar las necesidades de boro en base a un cociente, se puede caer en el error de aceptar como adecuada una nutrición anormal de las plantas (18).

La concentración foliar de calcio está determinada, no sólo por el nivel de calcio en el sustrato, sino que también algunos autores asignan gran importancia al concepto de equilibrio catiónico, especialmente a las interacciones que se producen entre calcio, magnesio y potasio (19).

La aplicación de calcio, en general, tiende a producir una disminución en la concentración foliar de magnesio, pudiendo inducir a una deficiencia de este elemento (20). Sin embargo, existen tendencias contradictorias (21), lo que indicaría que el efecto depresivo de calcio sobre magnesio se produce sólo dentro de ciertos rangos de concentración de ambos elementos.

MATERIAL Y METODO

El ensayo se realizó en la Estación Experimental La Platina, bajo condiciones de invernadero.

Se trabajó con estacas barbadadas de vid de un año de edad de la variedad Sultanina, las cuales crecieron en macetas con arena de cuarzo lavada y fueron regadas con soluciones nutritivas.

Las plantas tuvieron dos períodos de crecimiento, entre los cuales permanecieron cuatro semanas en cámara frigorífica a una temperatura que fluctuó entre 3 y 6°C, a objeto de completar sus requerimientos de frío. Antes de entrar a la cámara, todas las plantas se podaron dejando tres brazos de dos yemas cada uno.

La duración del primer y segundo crecimiento en invernadero fue de 19 y 14 semanas, respectivamente.

Durante el segundo crecimiento las plantas se sometieron a condiciones de día largo mediante el uso de 20 lámparas de 100 watt cada una (10).

El diseño experimental empleado fue una aleatorización completa con cinco tratamientos para cada fuente de calcio en estudio y tres repeticiones.

Los tratamientos de calcio correspondieron a las siguientes concentraciones: 4-6-8-10-12 meq/l.

El boro se adicionó a la solución nutritiva durante el primer crecimiento en una concentración de 0,05 ppm y en el segundo, en una concentración de 0,001 ppm.

Las plantas se regaron durante los dos primeros meses del ensayo, con una solución nutritiva completa semejante a la usada por Kender y Anastasia (14). Los microelementos se aportaron según lo propuesto por Hoagland y Arnon (12). El fierro se aplicó como tartrato de fierro en una concentración de 2 ppm en la solución nutritiva.

Después de estos dos meses, se iniciaron los tratamientos diferenciales tomando como base la solución de Kender y Anastasia (14), variando las concentraciones de calcio y boro y ajustando el pH a 5,0-5,5.

Como fuentes de calcio y boro se utilizó sulfato de calcio y ácido bórico, respectivamente.

Al comienzo del ensayo se regó diariamente con 500 ml de solución nutritiva por planta, posteriormente se aumentó a 750 ml dos veces al día, durante cinco días seguidos y con agua desmineralizada durante dos días.

En el período que las plantas permanecieron en cámara frigorífica se regaron cada tres días con un litro de agua desmineralizada, por maceta.

Al final de cada período de crecimiento, se colectaron muestras para el análisis de tejidos, que consistieron en pecíolos. En el segundo período de crecimiento se muestrearon además láminas. La muestra estuvo formada por las hojas maduras de los sarmientos a excepción de las basales.

El material colectado se lavó y luego se secó en estufa de aire forzado a 75°C durante 48 horas. Las láminas y pecíolos de cada muestra se molieron separadamente en un molino

a malla 20 y guardándose en frascos de vidrio oscuro, tapados.

Al final del ensayo se midió crecimiento expresado en largo de sarmientos e internudos, y peso seco de sarmientos y raíces.

Se analizó el calcio y magnesio por espectrofotometría de absorción atómica (2) y el boro por colorimetría con Carmin (11).

RESULTADO Y DISCUSION

La concentración foliar de calcio, en ambas temporadas de crecimiento, aumentó a medida que se incrementó la cantidad de este elemento en la solución nutritiva (Cuadro 1).

El contenido de calcio en láminas, a diferencia del de pecíolos, aumentó en forma lineal al incrementar el nivel de este elemento en el medio.

La concentración de calcio en láminas fue superior a la determinada en pecíolos, debido probablemente a la escasa translocación de este elemento dentro de la planta. Por otra parte, al comparar ambos tejidos se observó que en láminas se presentó un mayor rango de acumulación y mayor diferencia entre tratamientos, lo que podría indicar que la lámina es un tejido más adecuado de muestreo para calcio.

Al aumentar los niveles de calcio en la solución se produjo una disminución en la concentración foliar del magnesio, que no fue en forma lineal, como se puede observar en el Cuadro 2. Sin embargo, en todos los casos analizados se presentó una tendencia de disminución lo que indicaría que existe un cier-

CUADRO 1 - Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio sobre la concentración de este elemento en láminas y pecíolos en dos períodos de crecimiento. Expresado en porcentaje de peso seco.

TRATAMIENTOS	CLORURO DE CALCIO				SULFATO DE CALCIO				
	CALCIO MEQ/LT	I CRECIMIENTO		II CRECIMIENTO		I CRECIMIENTO		II CRECIMIENTO	
		PECIOLOS	PECIOLOS	LAMINAS	PECIOLOS	PECIOLOS	LAMINAS		
1	4	1,13	0,61 c	1,04 c	1,03 b	0,57 c	0,97 c		
2	6	1,24	0,74 bc	1,13 c	1,19 b	0,70 b	1,12 c		
3	8	1,37	0,75 bc	1,57 b	1,50 a	0,74 b	1,40 b		
4	10	1,36	1,27 a	1,69 b	1,43 a	0,72 b	1,45 ab		
5	12	1,45	0,91 b	1,91 a	1,56 a	0,82 a	1,65 a		
		N S	**	**	**	**	**		
C V =		10,29	13,90	8,07	6,72	6,36	8,10		

** : Significativo al 0,01.

N S : No significativo.

Los promedios con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 0,05.

CUADRO 2 - Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio sobre la concentración de magnesio en láminas y peciolos en dos períodos de crecimiento. Expresado en porcentaje de peso seco.

TRATAMIENTOS	CLORURO DE CALCIO			SULFATO DE CALCIO			
	CALCIO MEQ/LT	I CRECIMIENTO		II CRECIMIENTO			
		PECIOLOS	PECIOLOS LAMINAS	PECIOLOS	PECIOLOS LAMINAS		
1	4	1,89 a	1,03 a	0,77 a	1,64	0,90 a	0,62 a
2	6	1,53 b	0,98ab	0,68ab	1,68	0,76b	0,54ab
3	8	1,48 b	0,80bc	0,50bc	1,55	0,70bc	0,49b
4	10	1,41b	0,69c	0,61abc	1,51	0,58d	0,47b
5	12	1,39b	0,74c	0,47c	1,53	0,62cd	0,42b
		*	*	ø'	N S	**	ø
C V =		9,33	13,70	20,04	7,78	8,41	15,28

* : Significativo al 0,05

** : Significativo al 0,01.

ø : Significativo al 0,1

Los promedios con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 0,05.

to antagonismo entre ambos elementos para los niveles utilizados.

En el segundo crecimiento, la fuente de calcio utilizada afectó la concentración foliar de magnesio y calcio, determinándose que el cloruro de calcio tiende a acumular un mayor contenido de estos elementos en el tejido que el sulfato de calcio (Cuadro 3). Esto indicaría que el ion sulfato está afectando la absorción y acumulación de magnesio y calcio en la planta, confirmando así las observaciones de Drake *et al* (6).

CUADRO 3 - Efecto de dos fuentes de calcio en la concentración foliar de calcio y magnesio en láminas y peciolos del segundo crecimiento. Expresado en porcentaje de peso seco¹.

FUENTE DE CALCIO	CONCENTRACION FOLIAR DE CALCIO % DE PESO SECO		CONCENTRACION FOLIAR DE MAGNESIO % DE PESO SECO	
	LAMINAS	PECIOLOS	LAMINAS	PECIOLOS
	Cloruro de calcio	1,46	0,85	0,60
Sulfato de calcio	1,31	0,70	0,50	0,71
	**	**	**	**

¹Promedio de quince análisis por fuente de calcio.

**Significativo al 0,01.

En el Cuadro 4 se presenta el efecto de niveles crecientes de calcio en la solución nutritiva sobre la concentración de boro en láminas y peciolos. La concentración foliar de boro no se vio afectada en ninguno de los casos analizados para la fuente sulfato de calcio, no observándose una tendencia definida (Figuras 1 y 2).

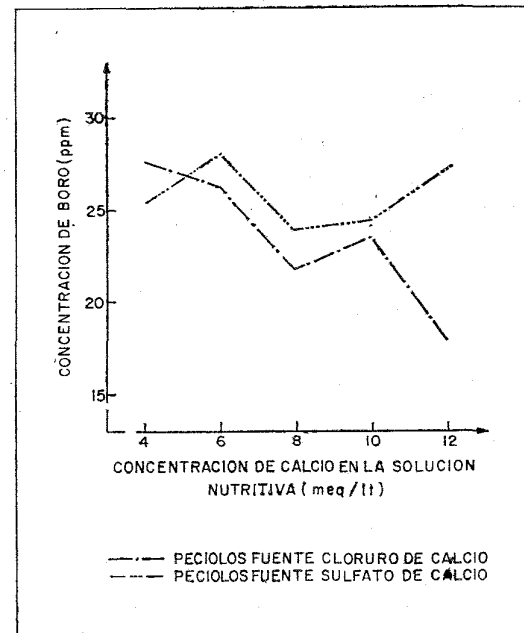


Figura 1. Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio en la concentración de boro en peciolos del primer crecimiento.

En la fuente cloruro de calcio sólo se observaron diferencias entre tratamientos en el primer crecimiento, las que se presentaron a un nivel de 0,1 (Cuadro 4), por otra parte, en las Figuras 1 y 2, puede observarse que al aumentar los niveles de calcio en la solución, en forma de cloruro de calcio, disminuyó el contenido de boro en láminas y pecio-

CUADRO 4 - Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio sobre la concentración de boro en láminas y pecíolos, en dos períodos de crecimiento. Expresado en ppm.

TRATAMIENTOS	CLORURO DE CALCIO			SULFATO DE CALCIO			
	CALCIO MEQ/LT	I CRECIMIENTO		II CRECIMIENTO			
		PECIOLOS	LAMINAS	PECIOLOS	LAMINAS		
1	4	27,6 a	24,0	29,9	25,4	21,4	26,9
2	6	26,3 a b	23,0	28,3	28,1	18,9	23,8
3	8	21,9 b c	20,0	23,9	24,0	19,6	26,0
4	10	23,7 a b	22,1	25,7	24,6	19,6	26,4
5	12	18,1 c	19,1	20,7	27,4	20,9	28,5
		Ø	N S	N S	N S	N S	N S
c v =		15,16	13,59	29,59	15,80	14,91	16,60

Los promedios con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 0,05.

Ø : Significativo al 0,1.

N S : no significativo.

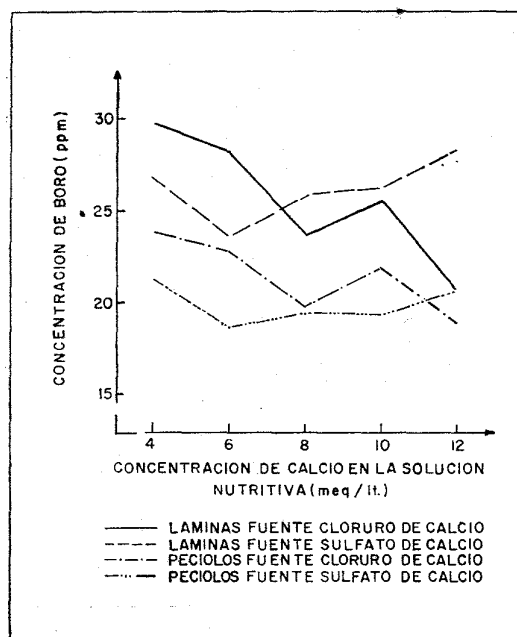


Figura 2. Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio en la concentración de boro en láminas y pecíolos del segundo crecimiento.

los para ambas temporadas de crecimiento.

El hecho que el efecto del calcio sobre el boro se observara solamente en los tratamientos con cloruro de calcio, podría deberse a que esta fuente tiende a acumular más calcio en los tejidos (Cuadro 3), el que estaría afectando en mayor grado la absorción y acumulación de boro en la planta, concordando con el trabajo de Drake *et al* (6).

El efecto del calcio sobre el boro fue poco notorio y en este sentido cabe destacar que, a pesar que los niveles de calcio en la solución nutritiva eran altos, ellos no se tradujeron en una concentración elevada de este elemento, disminuyendo así las posibilidades de un mayor efecto de interacción. Por otra parte, como lo señalara Mc Ilrath y De Bruyn (15) el efecto del calcio sobre el boro es más notorio cuando niveles altos de calcio están asociados a un nivel también alto de boro en el medio nutritivo, de allí que sólo se presentarían diferencias significativas a un nivel de 0,1 en la primera temporada de crecimiento, ya que en este período se aplicó un nivel mayor de boro en la solución (0,05 ppm) que en el segundo crecimiento donde se aportó un nivel de 0,001 ppm de boro.

La concentración de boro en láminas fue superior a la determinada en pecíolos, posiblemente debido a la escasa translocación de este elemento dentro de la planta, lo que estaría de acuerdo con lo observado por Woodham (22) en la variedad Sultanina.

La concentración de boro en pecíolos del primer crecimiento varió entre 18,1 y 28,1 ppm, siendo superior al segundo crecimiento, ya que la cantidad de boro aportado fue mayor. Esta concentración sería deficiente según lo señalado por Cook *et al* (4). Sin embargo, no se observaron síntomas visuales de deficiencia en este período.

En el segundo crecimiento la concentración de boro en pecíolos varió entre 19,1 y 24,0 ppm, lo que según Cook *et al* (4), también estaría en el rango de deficiencia. Sin embargo, en láminas la concentración varió entre 20,7 y 29,9 ppm y según Scott y Schrader (17)

CUADRO 5 - Valores cuantitativos de la relación Ca/B en plantas de vid.

TRATAMIENTOS	CALCIO MEQ/LT	CLORURO DE CALCIO			SULFATO DE CALCIO		
		P ₁	L ₂	P ₂	P ₁	L ₂	P ₂
1	4	409	348	254	406	361	266
2	6	471	399	322	423	471	370
3	8	626	657	375	625	538	378
4	10	574	658	577	581	549	367
5	12	801	923	476	569	579	392

P₁ : pecíolos 1^{era} temporada de crecimiento.
P₂ : pecíolos 2^{da} temporada de crecimiento.
L₂ : láminas 2^{da} temporada de crecimiento

se considera como rango deficiente valores entre 20 y 25 ppm de boro en láminas. A pesar de ello, todas las plantas presentaron síntomas visuales de deficiencia de boro en este período.

Los síntomas de deficiencia se desarrollaron en ambas fuentes de calcio, acentuándose al aumentar el nivel de calcio en la solución nutritiva.

La relación calcio-boro aumentó al incrementar el nivel de calcio en la solución nutritiva (Cuadro 5). Este aumento fue más pronunciado para la fuente cloruro de calcio, que además de aumentar el calcio en el tejido, produjo una disminución en la concentración de boro.

Los valores determinados para la relación Ca/B estarían dentro del rango normal presentado por Brennan y Seive (3). Sin embargo, en el presente ensayo las plantas mostraron síntomas visibles de deficiencia de boro, confirmados por la concentración foliar de este elemento (Cuadro 4), corroborando las objeciones hechas por Schaller (18), en el sentido que la relación Ca/B no sería un buen índice de las necesidades de boro en las plantas, a pesar que los cuocientes indicaron una condición normal. En todo caso, el aumento del valor de esta relación estaría indicando que la deficiencia de boro se agravó al incrementar el nivel de calcio en la solución nutritiva y esto fue más notorio para los tratamientos de cloruro de calcio, ya que en ellos el aumento de esta relación fue mayor.

De las medidas de crecimiento analizadas, sólo el peso seco de sarmiento, para la fuente cloruro de calcio, presentó diferencias significativas al 0,01 entre los tratamientos (Cuadro 6).

La alta significación obtenida junto al

coeficiente de variación, que está dentro de lo aceptable, permite señalar que el peso de sarmientos es una buena medida de crecimiento, confirmando las observaciones de Alexander y Woodham (1) y Dilley *et al* (5), también en vides de la variedad Sultanina.

El peso seco de sarmientos, se redujo al aumentar el nivel de calcio sobre 8 meq/lt en la solución nutritiva, lo que está indicando que una aplicación de altos niveles de calcio (10 y 12 meq/lt) cuando el nivel de boro es bajo en el medio nutritivo, afecta el crecimiento de la vid en mayor forma que aportes medios de calcio (4-6-8 meq/lt) al mismo nivel de boro. Los tratamientos de sulfato de calcio no mostraron diferencias en crecimiento, probablemente debido a que esta fuente tiende a acu-

CUADRO 6 - Efecto de cinco niveles de calcio aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio sobre el peso seco de sarmientos. Expresado en gramos.

TRATAMIENTOS	CALCIO MEQ/LT	CLORURO DE	SULFATO DE
		CALCIO G	CALCIO G
1	4	13,37a	13,67
2	6	12,72a	15,06
3	8	14,94a	15,83
4	10	8,63b	15,74
5	12	7,30b	14,68
		**	NS
C V =		19,40	15,75

** : Significativo al 0,01.

NS : No significativo.

Los promedios con igual letra son estadísticamente iguales al nivel de 0,05.

mular una menor cantidad de calcio en el tejido vegetal, el que está interactuando en menor forma con el boro. Resultados similares han sido obtenidos por otros investigadores en diferentes especies (10) (3) (9).

De la presente investigación se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- La concentración foliar de calcio aumenta a medida que se incrementan los niveles de este elemento en la solución nutritiva.
- Aportes crecientes de cloruro de calcio en el medio nutritivo, tienden a acumular una mayor concentración de calcio, en el tejido, que aportes del mismo elemento en forma de sulfato.
- La lámina parece ser un mejor indicador del contenido de calcio en el tejido que el pecíolo.

— La concentración foliar de magnesio disminuye a medida que se aumenta el nivel de calcio en la solución nutritiva.

— Niveles crecientes de cloruro de calcio en la solución, producen una tendencia a la disminución en la concentración foliar de boro, tendencia que no se observa con sulfato de calcio.

— El crecimiento de las plantas se afecta en los tratamientos de cloruro de calcio con niveles superiores a 8 meq/lt de calcio en la solución, indicando así que aportes elevados de calcio (10 y 12 meq/lt) a un nivel bajo de boro, afectan en mayor grado el desarrollo vegetativo de la vid, que aportes menores de calcio (4-6-8 meq/lt) al mismo nivel de boro. En contraste, los tratamientos de sulfato de calcio no afectan el crecimiento.

RESUMEN

El ensayo se realizó en plantas de vid de la variedad Sultanina, durante dos períodos de crecimiento en invernadero, en macetas con arena de cuarzo y regadas con solución nutritiva, variando las concentraciones de calcio y boro.

Los tratamientos diferenciales de calcio, aportados en forma de cloruro y sulfato de calcio, correspondieron a las siguientes concentraciones: 4-6-8-10-12 meq/lt.

El boro se aplicó a todas las plantas durante el primer crecimiento en una concentración de 0,05 ppm y en el segundo, en una concentración de 0,001 ppm.

Al final de cada período de crecimiento se colectaron pecíolos para el análisis de tejidos. En el segundo período además se muestrearon láminas.

El calcio y magnesio se analizaron por espectrofotometría de absorción atómica y el boro por colorimetría por Carmín.

Al final del ensayo se midió largo de sarmientos e internudos y peso seco de raíces y sarmientos.

Las conclusiones más importantes fueron:

- Aportes crecientes de calcio en la solución nutritiva aumentaron la concentración foliar de calcio, disminuyendo el contenido de magnesio.
- Las plantas presentaron una mayor acumulación de calcio en el tejido con aportes de cloruro de calcio que con sulfato de calcio.
- La lámina pareció ser un mejor indicador de la concentración de calcio en la planta que el pecíolo.
- La concentración foliar de boro presentó una tendencia a disminuir a medida que se incrementó el nivel de cloruro de calcio en la solución.
- Altos niveles de calcio en la solución nutritiva en forma de cloruro de calcio (10 y 12 meq), disminuyeron el crecimiento en mayor grado que aportes medios de calcio (4-6-8 meq) cuando el nivel de boro fue bajo.

SUMMARY

The experiment was conducted with grape vines of the variety Sultanina, which were grown in pots with quartz sand during two periods under green-house condition, with varying concentrations of calcium and boron.

The different levels of calcium applied as Chloride and Sulphate, Were: 4-6-8-10-12 meq/lt.

Boron was applied to all plants during the first growth period at a concentration of 0,05 ppm and in the second, at a concentration of 0,001 ppm.

At the end of growth period, petioles samples were taken. Besides, during the second period, blade samples were collected to determine Ca, Mg and B.

At the end of the experiment the length of shoots and internodes, and the dry weight of roots and shoots were measured.

Main conclusion were:

- Increasing supplies of calcium in the nutritive solution increased the foliar concentration of calcium and decreased that of magnesium.
- Greater accumulation of calcium in the tissues was observed when this element was applied as Chloride, than when applied as Sulphate.
- Blades seem to be a better indicators of calcium concentration in the plant than petioles.
- The foliar concentration of boron showed a tendency to diminish as the levels of calcium Chloride in the solution were increased.
- High levels of calcium in the nutritive solution, in the form of calcium Chloride (10 and 12 meq/lit), reduced the growth when compared with moderate levels of calcium (4-6-8 meq/lit), when the concentration of boron was low.

LITERATURA CITADA

1. ALEXANDER, D. M. and WOODHAM, R. C. Relative tolerance of rooted cuttings of four vinifera varieties to sodium Chloride. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 8: 461-465. 1968.
2. BERRY, W. L. and JOHNSON, C. M. Determination of calcium and magnesium in plant material and culture solutions, using atomic absorption spectroscopy. *Applied Spectroscopy* 20(4): 209-211. 1966.
3. BRENNAN, E. G. and SEIVE, J. W. Effect of calcium and boron nutrition of the tomato on the relation between these elements in the tissues. *Soil Sci.* 66: 65-75. 1948.
4. COOK, J. A. *et al.* Boron deficiency in vineyards. *Calif. Agric.* 15(3): 3-4. 1961.
5. DILLEY, D. R. *et al.* Growth and nutrient absorption of apple, cherry, peach and grape plants as influenced by various levels of Chloride and Sulphate. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 72: 64-73. 1958.
6. DRAKE, M. SIELLING, D. H. and SCARSETH, G. D. Calcium-boron ratio as an important factor in controlling the boron starvation of plants. *Jour. Amer. Soc. Agtron.* 33: 454-462. 1941.
7. ECK, P. and CAMPBELL, F. J. Effect of high calcium application on boron tolerance of carnation, *Dianthus caryophyllus*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 81: 510-517. 1962.
8. GILBERT, F. A. and ROBLINS, W. R. Calcium-boron nutrition of the Strawberry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 55: 276. 1950.
9. HERNÁNDEZ-MEDINA, E. and LUGO-LÓPEZ, M. A. Effects of the calcium boron relationship on growth and production of the pineapple plant. *J. Agric. Univ. P. R.* 42: 207-223. 1958.
10. ——— and SHIVE, J. W. Calcium-boron relationship in the nutrition of corn and the distribution of these elements in the plant. *J. Agric. Univ. P. R.* 30(4): 251-291. 1946.
11. HETCHER, J. T. and WILCOX, L. V. Colorimetric determination of boron using carmine. *Anal. Chem.* 22(4): 567-569. 1950.
12. HOAGLAND, D. R. and ARNON, D. J. The water culture method for growing plants without soil. *Calif. Agric. Exp. Sta. Circ.* 347. 1950. 32 p.
13. JAKOBSEN, S. T. and STEENBJERJ, F. The concentrations of various plant nutrients in oats as influenced by potassium and magnesium nutrition. *In* Bould, C. ed. *Plant Analysis and Fertilizer Problems.* New York, Humphrey. 1964. v. 4. pp 174-189.
14. KENDER, W. H. and ANASTASIA, F. Nutrient deficiency symptoms of the lowbush blue-berry. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 85: 275-280. 1964.
15. MC ILRATH, W. J. and DE BRUYN, J. A. Calcium-boron relationship in siberian Millet. *Soil Sci.* 81: 301. 1956.
16. ORAM, P. A. Recent developments in the agricultural uses of boron. *Agric. and Vit. Chem.* 1961: 1-6. July-August 1961.
17. SCOTT, L. E. and SCHRADER, A. L. Effect of alternating conditions of boron nutrition upon growth and boron content of grapevines in sand culture. *Plant Physiol.* 22: 526-537. 1947.
18. SCHALLER, F. W. Boron content and requirements of West Virginia soils. *Soil Sci.* 66: 335. 1948.
19. SINGH, K. Responses of bell pippers (*Capsicum annum* L.) to excision of initial flowers and fruits and fertilization with nitrogen and calcium. *Diss. Abstr.* 23: 785. 1962.
20. SMITH, P. F. Mineral analysis of plant tissues. *Annual Review of Plant Physiology.* 13: 81-108. 1962.
21. THOMAS, W., MACK, W. B. and FAGAN, F. V. Foliar diagnosis: Boron in relation to the mayor elements in apple trees. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47: 97-106. 1946.
22. WOODHAM, R. C. Tre Chloride status of the irrigated Sultana vines and its relation to vine health. *Aust. Jour. Agric. Res.* 7: 414-427. 1956.