

NIVELES CRITICOS Y EQUILIBRIOS OPTIMOS DE MACRONUTRIENTES EN LA FERTILIZACION DIFERENCIADA DE LA VID

R. Sarmiento, J. L. García, M. C. Grande, M. C. Villalón,
A. de Castro y C. Mazuelos

*Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (C.S.I.C.).
Apto. 1052. 41080 Sevilla*

RESUMEN

Se han estudiado las concentraciones de macronutrientes en vid, en 27 parcelas con abonado diferencial, a lo largo de 6 años y coincidentes con los estadios de mayor interés en el desarrollo de la planta.

Las relaciones entre concentraciones en hojas y producción dan los valores críticos siguientes: N = 2.45 %, 10 P = 2.13 %, K = 0.85 %, Ca = 2.99 % y Mg = 0.26 %.

En relación a los equilibrios óptimos, definidos por las máximas cosechas, tenemos: N - 10 P-K: N = 46 %, 10 P = 40 % y K = 14 %; Ca-K-Mg: Ca = 74 %, K = 18 % y Mg = 8 %, que coincide aproximadamente con los calculados en base a los niveles óptimos de las concentraciones.

Palabras clave: Fertilización. Niveles críticos. Equilibrios óptimos. Macronutrientes.

SUMMARY

GRAPE-VINE DIFFERENTIAL NUTRITION. CRITICAL LEVELS AND OPTIMAL EQUILIBRIA OF MACRONUTRIENTS

The influence of differential nutrition on the concentrations of macronutrients in grape-vine leaves has been studied. Leaf samples were taken from plants grown in 27 experimental plots, differentially fertilised, over 6 years and throughout the vegetative cycle.

The following critical values were obtained from the relationship between leaf concentrations and production: N = 2.45 %, 10 P = 2.13 %, K = 0.85 %, Ca = 2.99 % and Mg = 0.26 %.

The optimal equilibria, defined by the maximal harvest, were: N-10 P-K: N = 46 %, 10 P = 40 % and K = 14 %; Ca-K-Mg: Ca = 74 %, K = 18 % and Mg = 8 %, which are very close to those calculated when the optimal levels of macronutrients were used.

Key words: Fertilization. Critical levels. Optimal equilibria. Macronutrients.

INTRODUCCION

El género *Vitis* es el único de la familia Vitaceae que tiene interés comercial y, en la actualidad, está distribuido por todo el mundo aunque,

desde un punto de vista práctico, sólo se cultiva fundamentalmente entre los paralelos 30 N y 40 S.

El estado nutritivo del cultivo de la vid es poco conocido en nuestra región, en los estados fenológicos que estudiamos, aunque se han efectuado estudios de valores óptimos y equilibrios nutritivos en relación con los elementos N, P y K (Pascual y González García, 1968) por lo que es necesario un estudio de los elementos minerales para conocer el balance nutritivo de los macronutrientes a

través de su evolución a lo largo del ciclo vegetativo de la planta. La ventaja de este método es establecer el balance nutritivo correcto de un cultivo, lo cual fue preconizado por Carpena *et al.* (1968) en estudios sobre el limonero Verna.

En el presente trabajo, estudiamos las evoluciones foliares de los macronutrientes en las 27 parcelas experimentales a lo largo de los 6 años y en los distintos estados fenológicos de la planta.

MATERIAL Y METODOS

Parcelas

Se han realizado estudios en plantas de vid (*Vitis vinifera* var. Palomino fino) cultivadas en suelos calcimorfos del Neoceno en Jérez de la Frontera (Cádiz). Para ello se han seleccionado 27 parcelas experimentales de 100 cepas homogéneas cada una, las cuales se han fertilizado diferencialmente con N, P y K a distintos niveles: 40 y 80 (N_1 y N_2) kg ha^{-1} de N; 40 y 120 (P_1 y P_3) kg ha^{-1} de P_2O_5 y 40 y 160 (K_1 y K_4) kg ha^{-1} de K_2O . Una de las parcelas se mantuvo de testigo sin fertilización.

Muestra de hojas

En el tiempo de experimentación

se tomaron muestras de hojas que coincidían con los estados fenológicos de la planta: pre-floración (P-Flo), floración (Flo), fructificación (Fru), envero (Env), maduración (Mad) y vendimia (Ven). Las hojas fueron tomadas siempre en la misma posición de la rama, cercanas al racimo, para evitar las fluctuaciones químicas derivadas de su posición y edad. Estas, después de lavadas, se secaron y molieron determinándose N, P, K, Ca y Mg. Los métodos utilizados fueron los del Comité Inter-Instituts (1968) y Pinta (1973).

Las condiciones meteorológicas fueron adversas durante los años 1980, 1981, 1982 y 1983, en los cuales la pluviosidad fue escasa.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se han determinado las concentraciones de macronutrientes en hojas, por triplicado, para los 6 estados

fenológicos de la planta, a lo largo de los 6 años de experimentación y en las 27 parcelas experimentales.

En la Tabla 1 aparecen las concentraciones obtenidas de macronutrientes para cada parcela. Los valores de P están siempre multiplicados por 10.

TABLA 1

*Concentración de macronutrientes, porcentajes en materia seca.
Valores medios agrupados por parcelas.*

Parcela N - P - K	N	10 P	K	Ca	Mg
0 - 0 - 0	2.24	1.66	0.94	3.47	0.29
1 - 0 - 0	2.23	1.54	0.86	3.49	0.32
2 - 0 - 0	2.21	1.50	0.84	3.54	0.33
0 - 1 - 0	2.31	1.82	0.81	3.55	0.34
0 - 3 - 0	2.22	1.71	0.82	3.37	0.32
0 - 0 - 1	2.20	1.53	0.80	3.42	0.33
0 - 0 - 4	2.18	1.59	0.79	3.39	0.33
0 - 1 - 1	2.29	1.72	0.80	3.50	0.35
0 - 3 - 1	2.24	1.73	0.87	3.35	0.30
0 - 1 - 4	2.18	1.73	0.80	3.48	0.33
0 - 3 - 4	2.16	1.50	0.73	3.64	0.34
1 - 1 - 0	2.34	1.87	0.85	3.52	0.33
1 - 3 - 0	2.22	1.76	0.85	3.30	0.31
1 - 0 - 1	2.18	1.47	0.80	3.53	0.33
1 - 0 - 4	2.23	1.59	0.78	3.28	0.32
1 - 1 - 1	2.26	1.69	0.80	3.37	0.33
1 - 3 - 1	2.27	1.72	0.87	3.40	0.31
1 - 1 - 4	2.19	1.66	0.80	3.35	0.32
1 - 3 - 4	2.10	1.41	0.71	3.40	0.32
2 - 1 - 0	2.26	1.62	0.80	3.36	0.32
2 - 3 - 0	2.19	1.74	0.84	3.27	0.31
2 - 0 - 1	2.16	1.50	0.80	3.51	0.31
2 - 0 - 4	2.25	1.69	0.78	3.36	0.33
2 - 1 - 1	2.25	1.71	0.79	3.38	0.33
2 - 3 - 1	2.26	1.71	0.80	3.33	0.33
2 - 1 - 4	2.17	1.59	0.74	3.43	0.33
2 - 3 - 4	2.14	1.42	0.68	3.40	0.33
Media	2.22	1.63	0.80	3.42	0.32
Error estándar (5%)	0.02	0.05	0.02	0.04	0.01
Coef. variación (%)	2.25	7.36	6.25	2.63	3.12

TABLA 2

Concentración de macronutrientes, porcentajes de materia seca, valores medios agrupados por sus estados fenológicos.

Estado fenológico	N	10 P	K	Ca	Mg
P - Flo	3.15	2.87	1.20	1.81	0.26
Flo	2.73	2.13	1.00	2.67	0.29
Fru	2.33	1.62	0.89	3.54	0.33
Env	1.92	1.25	0.73	4.01	0.34
Mad	1.66	1.06	0.54	4.22	0.36
Ven	1.54	0.90	0.46	4.26	0.38

Las concentraciones de todos los elementos se mantienen relativamente estables en las distintas parcelas aunque, en el caso del N, existen 19 que rebasan los límites de confianza, 9 por exceso y 10 por defecto.

Los coeficientes de variación (C.V.) tienen un valor aceptable por la baja dispersión de los valores.

La Tabla 2 recoge la evolución de los macronutrientes durante el ciclo vegetativo de la planta. Las concentraciones de N, P y K disminuyen

durante dicho ciclo, lo cual es correcto fisiológicamente hablando ya que se consumen en el crecimiento y en la cosecha, pero quizás esta tendencia es demasiado acusada.

Igualmente, el aumento de los contenidos en Ca y Mg a lo largo del ciclo fenológico de la planta, está en consonancia con la pérdida de funcionalidad de la hoja y su envejecimiento.

En la Tabla 3 se recogen los valores medios de macronutrientes, agrupados por años. Se observa que el

TABLA 3

Concentración de macronutrientes, porcentajes en materia seca, valores medios agrupados por años.

Años	N	10 P	K	Ca	Mg
1979	2.34	1.76	0.75	3.42	0.35
1980	2.35	2.15	0.85	3.41	0.29
1981	2.24	1.51	0.76	3.09	0.31
1982	2.17	1.48	0.68	3.42	0.34
1983	2.00	1.20	0.79	3.55	0.36
1984	2.21	1.73	0.99	3.63	0.30

N, P y K tienen una evolución semejante y, como consecuencia de la pluviosidad, los niveles más altos coinciden con los años más lluviosos.

TABLA 4

Valores medios de equilibrio, agrupados por parcelas, para los grupos N-10 P-K y Ca-K-Mg.

Parcela N - P - K	N (%)	10 P (%)	K (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)
0-0-0	46	34	20	74	20	6
1-0-0	51	36	13	80	13	7
2-0-0	49	33	18	75	18	7
0-1-0	47	37	16	76	17	7
0-3-0	47	36	17	75	18	7
0-0-1	48	34	18	75	18	7
0-0-4	48	35	17	75	18	7
0-1-1	47	36	17	75	17	8
0-3-1	46	36	18	74	19	7
0-1-4	46	37	17	76	17	7
0-3-4	49	34	17	77	16	7
1-1-0	46	37	17	75	18	7
1-3-0	46	36	18	74	19	7
1-0-1	49	33	18	76	17	7
1-0-4	48	35	17	75	18	7
1-1-1	48	35	17	75	18	7
1-3-1	47	35	18	74	19	7
1-1-4	47	36	17	75	18	7
1-3-4	50	33	17	77	16	7
2-1-0	48	35	17	75	18	7
2-3-0	46	36	18	74	19	7
2-0-1	48	34	18	76	17	7
2-0-4	48	36	16	75	18	7
2-1-1	47	36	17	75	18	7
2-3-1	47	36	17	75	18	7
2-1-4	48	35	17	76	17	7
2-3-4	50	34	16	77	15	8
Media	47.6	35.2	17.1	75.4	17.5	7.0
Er. Es. (5%)	0.51	0.47	0.43	0.51	0.55	0.12
C. V. (%)	2.73	3.41	6.43	1.72	8.00	4.28

TABLA 5

Valores medios de equilibrio, agrupados por sus estados fenológicos, para los grupos N-10 P-K y Ca-K-Mg.

Estado fenológico	N (%)	10 P (%)	K (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)
P - Flo	44	40	16	55	37	8
Flo	47	36	17	68	25	7
Fru	48	34	18	74	19	7
Env	49	32	19	79	14	7
Mad	51	32	17	82	11	7
Ven	53	31	16	84	9	7
Media	48.6	34.1	17.1	73.6	19.1	7.1
Er. Es. (5%)	3.25	3.57	1.15	11.33	11.02	0.42
C. V. (%)	6.38	9.97	6.43	14.67	54.97	5.63

Los valores medios de equilibrio para los grupos N-10P-K y Ca-K-Mg se recogen en la Tabla 4. El primero de estos grupos es el que presenta mayores desviaciones a los límites de confianza. Por su parte, en el grupo Ca-K-Mg es el K el de mayor coeficiente de variación.

Con respecto a los estados fenológicos de la planta, sus valores se encuentran reflejados en la Tabla 5. Las desviaciones a la media en el grupo N-10P-K son de 3 unidades aproximadamente, pero en el caso del K es de una unidad, lo que representa el 1 % de error.

TABLA 6

Valores medios de equilibrio, agrupados por años, para los grupos N-10 P-K y Ca-K-Mg.

Años	N (%)	10 P (%)	K (%)	Ca (%)	K (%)	Mg (%)
1979	48	36	16	76	16	8
1980	44	40	16	75	19	6
1981	50	33	17	74	18	8
1982	50	34	20	77	15	8
1983	50	30	20	75	17	8
1984	45	35	20	74	20	6
Media	47.8	34.6	17.5	75.1	17.5	7.3
Er. Es. (5%)	2.83	3.46	2.10	1.15	1.99	1.05
C. V. (%)	5.65	9.54	11.43	1.46	10.86	13.70

En relación con los años, en la Tabla 6 están recogidos los valores medios de equilibrio para los grupos N-10P-K y Ca-K-Mg. El efecto de los

años es más patente en el grupo N-10P-K.

La cosecha obtenida en cada parcela a lo largo de los 6 años del expe-

TABLA 7

Producción obtenida (kg cepa⁻¹) en los diferentes años y en cada parcela.

Parcela N - P - K	1979	1980	1981	1982	1983	1984
0 - 0 - 0	4.19	3.68	1.91	1.62	1.50	2.83
1 - 0 - 0	4.54	3.96	2.03	2.49	2.19	2.51
2 - 0 - 0	5.57	4.05	2.09	2.38	1.88	2.19
0 - 1 - 0	5.19	4.06	2.20	2.02	1.94	2.82
0 - 3 - 0	5.95	4.73	2.26	1.95	1.49	2.30
0 - 0 - 1	4.76	4.65	2.41	1.81	1.55	3.30
0 - 0 - 4	6.44	4.76	2.55	2.49	1.86	3.95
0 - 1 - 1	5.24	4.65	2.64	2.73	2.13	3.44
0 - 3 - 1	6.37	5.26	3.01	2.48	2.27	3.77
0 - 1 - 4	5.00	4.89	2.53	2.48	1.93	3.22
0 - 3 - 4	5.00	4.41	2.34	2.52	2.02	3.88
1 - 1 - 0	5.87	4.24	2.30	2.24	1.80	2.74
1 - 3 - 0	5.87	4.37	2.49	2.45	1.72	3.20
1 - 0 - 1	5.55	4.24	2.36	2.80	2.20	2.59
1 - 0 - 4	6.14	4.76	2.57	2.20	2.04	4.08
1 - 1 - 1	5.89	4.60	3.36	2.68	1.85	3.51
1 - 3 - 1	6.00	4.21	2.94	2.40	2.06	3.28
1 - 1 - 4	5.54	4.75	2.37	2.53	1.61	3.24
1 - 3 - 4	5.59	4.39	2.39	2.43	2.05	4.04
2 - 1 - 0	5.81	4.65	2.74	2.77	2.14	4.05
2 - 3 - 0	6.03	4.62	2.60	2.57	1.88	3.59
2 - 0 - 1	5.25	4.38	2.11	1.78	1.31	2.81
2 - 0 - 4	5.60	4.38	2.53	2.75	2.34	3.28
2 - 1 - 1	5.42	4.29	1.97	2.42	1.98	3.52
2 - 3 - 1	5.84	4.40	2.06	2.38	1.95	3.10
2 - 1 - 4	6.16	4.61	3.22	2.38	1.91	3.47
2 - 3 - 4	5.09	3.96	2.33	2.31	2.31	4.40
Media	5.55	4.44	2.45	2.37	1.92	3.30
D. Est.	0.55	0.34	0.36	0.30	0.26	0.57

rimento, está expresada en kg cepa^{-1} . La Tabla 7 recoge los resultados de producción correspondientes a los años y parcelas.

Como se puede observar, las cosechas han ido disminuyendo a medida que la sequía era más acentuada y sólo al final del experimento, en el 1984, cuando hubo lluvias, se inició una recuperación de la producción.

Para calcular las relaciones entre el estado nutritivo de la planta y las cosechas creemos necesario una homo-

geneización de éstas para todos los años ya que las variaciones climáticas en éstos afectaron de manera importante los valores de la cosecha.

Si se expresa la cosecha como porcentaje de la media de cada año, podemos introducir una corrección que es función de la climatología. De esta forma, se puede operar con unos datos que eran muy heterogéneos (Galiano, 1971).

Basándonos en los trabajos de Soria *et al.* (1982) en el almendro,

TABLA 8

Porcentajes de las producciones con respecto a la media de cada año, agrupados por su concentración de nutrientes en hojas.

	N (%)	10 P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
	<u>1.90-2.00</u>	<u>1.00-1.25</u>	<u>0.60-0.70</u>	<u>2.900-3.075</u>	<u>0.250-0.275</u>
	(16) 101	(24) 100	(30) 101	(12) 107	(6) 108
R.	(16) 98	(24) 98	(30) 99	(12) <u>100</u>	(6) <u>100</u>
	<u>2.01-2.10</u>	<u>1.26-1.50</u>	<u>0.71-0.80</u>	<u>3.076-3.250</u>	<u>0.276-0.300</u>
	(16) 100	(29) 97	(60) 100	(25) 99	(43) 97
R.	(16) 97	(29) 95	(60) 98	(25) 92	(43) 90
	<u>2.11-2.20</u>	<u>1.51-1.75</u>	<u>0.81-0.90</u>	<u>3.251-3.425</u>	<u>0.301-0.325</u>
	(38) 101	(57) 102	(41) 102	(45) 100	(37) 100
R.	(38) 98	(57) <u>100</u>	(41) <u>100</u>	(45) 93	(37) 92
	<u>2.21-2.30</u>	<u>1.76-2.00</u>	<u>0.91-1.00</u>	<u>3.426-3.600</u>	<u>0.326-0.350</u>
	(49) 98	(31) 98	(21) 101	(50) 102	(36) 101
R.	(49) 95	(31) 96	(21) 99	(50) 95	(36) 93
	<u>2.31-2.40</u>	<u>2.01-2.25</u>	<u>1.01-1.10</u>	<u>3.601-3.775</u>	<u>0.351-0.375</u>
	(24) 99	(13) 102	(8) 89	(19) 97	(31) 99
R.	(24) 96	(13) <u>100</u>	(8) 87	(19) 91	(31) 92
	<u>2.41-2.50</u>	<u>2.26-2.50</u>	<u>1.11-1.20</u>	<u>3.776-3.950</u>	<u>0.376-0.400</u>
	(19) 103	(8) 101	(2) 76	(11) 94	(9) 106
R.	(19) <u>100</u>	(8) 99	(2) 74	(11) 88	(9) 98

los porcentajes medios de la cosecha se reajustan a 100 (R), tomándose como base la producción media de cada parcela y en cada año y relacionándose con las concentraciones de los nutrientes en hojas (Tabla 8). Las cifras entre paréntesis expresan el número de determinaciones. Los subrayados son porcentajes medios de las cosechas máximas reajustados a 100. Los dobles subrayados representan los intervalos elegidos por necesidad de los equilibrios de los nutrientes.

Estos resultados indican que la concentración óptima de N en hojas está comprendida en el intervalo 2.41-2.50, siendo la media N = 2.45, que es un valor comprendido entre los márgenes descritos por Lévy (1968).

El contenido de P con respecto a la cosecha máxima está en los inter-

valos 1.51-1.75 y 2.01-2.25, pero al compararlos con el equilibrio de nutrientes N-10P-K, adoptamos como nivel óptimo el segundo, cuyo valor medio es $10P = 2.13$, que está dentro de los límites preconizados por Lévy (1967).

El nivel de K en hojas está bien definido, correspondiendo el óptimo al intervalo 0.81-0.90 y el valor medio a $K = 0.85$, que está por encima del valor máximo encontrado por Lévy (1968) en parcelas no abonadas.

La concentración óptima de Ca en hojas se encuentra en el intervalo 2.900-3.075, con un valor medio de $Ca = 2.99$, siendo éste un valor comprendido entre los descritos por Fregoni *et al.* (1972).

El resultado para el Mg ha sido obtenido a partir de un número

TABLA 9

Porcentajes de las cosechas con respecto a la media de cada año, relacionados con el contenido de N-10 P-K expresados en porcentajes de la suma de los tres elementos.

		<u>Nitrógeno (%)</u>					
		<u>42-43</u>	<u>44-45</u>	<u>46-47</u>	<u>48-49</u>	<u>50-51</u>	<u>52-53</u>
R.		(15) 99	(30) 97	(20) 102	(38) 101	(45) 99	(14) 101
		(15) 97	(30) 95	(20) <u>100</u>	(38) 99	(45) 97	(14) 99
		<u>10 Fósforo (%)</u>					
		<u>28-30</u>	<u>31-33</u>	<u>34-36</u>	<u>37-39</u>	<u>40-43</u>	
R.		(22) 101	(31) 97	(64) 100	(28) 99	(17) 103	
		(22) 98	(31) 94	(64) 97	(28) 96	(17) <u>100</u>	
		<u>Potasio (%)</u>					
		<u>14-15</u>	<u>16-17</u>	<u>18-19</u>	<u>20-21</u>		
R.		(33) 101	(65) 101	(26) 98	(38) 97		
		(33) <u>100</u>	(65) <u>100</u>	(26) 97	(38) 96		

TABLA 10

Relación entre los porcentajes de las producciones con respecto a la media de cada año, con el contenido de Ca-K-Mg expresados en porcentajes de la suma de los tres elementos.

		<u>Calcio (%)</u>					
		<u>70-71</u>	<u>72-73</u>	<u>74-75</u>	<u>76-77</u>	<u>78-80</u>	
R.		(2) 70	(23) 99	(70) 102	(54) 99	(13) 97	
		(2) 68	(23) 97	(70) <u>100</u>	(54) 97	(13) 95	
		<u>Potasio (%)</u>					
		<u>13-14</u>	<u>15-16</u>	<u>17-18</u>	<u>19-20</u>	<u>21-22</u>	<u>23-34</u>
R.		(8) 100	(46) 99	(47) 101	(47) 101	(11) 98	(3) 76
		(8) 99	(46) 98	(47) <u>100</u>	(47) <u>100</u>	(11) 97	(3) 75
		<u>Magnesio (%)</u>					
		<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>11</u>
R.		(1) 86	(44) 97	(53) 100	(62) 102	(1) 94	(1) 120
		(1) 84	(44) 95	(53) 98	(62) <u>100</u>	(1) 92	—

pequeño de parcelas por ser el intervalo de concentración de nutriente con el porcentaje de producción más alto. A este intervalo de 0.250-0.275, le corresponde una media de Mg = 0.26, que es un valor intermedio a los descritos por Lévy (1967).

Para calcular los equilibrios nutritivos óptimos, el proceso seguido ha sido el ya descrito. Se utilizaron valores de cosecha expresados en porcentajes de la media de cada año.

Los resultados obtenidos para el equilibrio N-10P-K, se recogen en la Tabla 9. Los valores son coherentes a pesar de la gran dispersión de las cosechas obtenidas. La cosecha más alta para el equilibrio N-10P-K se podrá definir por las proporciones:

N = 46 %, 10P = 40 % y K = 14 %. Este equilibrio nutritivo calculado coincide, aproximadamente, con el equilibrio nutritivo en base a los niveles óptimos de concentraciones: N = 2.45, 10P = 2.13 y K = 0.85, que será de 45-39-16 por lo que los resultados quedan doblemente confirmados.

De igual manera, el equilibrio Ca-K-Mg que, según los resultados obtenidos recogidos en la Tabla 10, se formularía: Ca = 74 %, K = 18 % y Mg = 8 %, siendo estos valores muy similares al equilibrio en base a los niveles óptimos de estos nutrientes, Ca = 2.99, K = 0.85 y Mg = 0.26, obteniéndose una proporción de 73-20-7, quedando así confirmado.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos para los equilibrios nutritivos N-10P-K y Ca-K-Mg, al relacionarlos con las producciones, coinciden, aproximadamente, con los calculados en base a los niveles óptimos de las concentraciones a pesar de las condiciones meteorológicas adversas durante la ma-

yoría de los años estudiados. En cualquier caso, es necesario profundizar en este estudio y quizás disminuir el número de parcelas en observación, eliminando aquéllas en las que la dispersión de las cosechas fuera muy acentuada.

BIBLIOGRAFIA

- CARPENA, O., ALCARAZ, C. y LEON, A., 1968. Balance nutriente del limonero Verna. II Col. Eur. Med. Cont. Fert. Plant. Cultiv. Sevilla. 423-433.
- COMITE INTER-INSTITUTS., 1968. Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux. II Col. Eur. Med. Cont. Fert. Plant. Cultiv. Sevilla. 103-122.
- FREGONI, M., SCIENZA, A., VISAI, C., 1972. Recherches sur l'état nutritif des vignobles en Italia: Les cartes de la nutrition minérale. III Col. Eur. Med. Cont. Alim. Plant. Cultiv. Budapest. Hungría. 705-719.
- GALIANO, F., 1971. El análisis foliar como técnica de diagnóstico del estado nutricional del arroz (*Oriza sativa* L.) en Colombia: Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Granada.
- LEVY, J. F., 1967. L'application du diagnostic foliare a la détermination des besoins alimentaires des vignes. Vignes et vins, 157: 23-31.
- LEVY, J. F., 1968. Les bases physiologiques du diagnostic foliare de la vigne. II Col. Eur. Med. Cont. Fert. Plant. Cultiv. Sevilla. 243-254.
- PASCUAL, T. y GONZALEZ GARCIA, F., 1968. Nuevas aportaciones al diagnóstico foliar de los viñedos en la zona de Jerez. II Col. Eur. Med. Cont. Fert. Plant. Cultiv. Sevilla. 269-281.
- PINTA, M., 1973. Méthodes de référence pour la détermination des éléments minéraux dans les végétaux. Détermination des éléments Ca, Mg, Fe, Mn, Zn et Cu par absorption atomique. Oleaginous, 28: 87-92.
- SORIA, J. T., PALACIOS, S. J. y ESTEBAN, E., 1982. Estudio de la nutrición del almendro. Niveles críticos y equilibrados óptimos de macro y micronutrientes. An. Edafol. Agrobiol., 41: 1003-1025.

Recibido: 2-3-92.

Aceptado: 13-7-92.