

NIVELES CRITICOS Y EQUILIBRIOS OPTIMOS DE MICRONUTRIENTES 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 determinan las concentraciones de micronutrientes (B, Fe, Mn, Zn y Cu) en hojas de vid, en 27 parcelas con abonado diferencial durante 6 años y en los distintos estados fenológicos de la planta.

Los valores críticos de las relaciones entre la concentración de micronutrientes en hojas y la cosecha, vienen definidos por: Fe = 273 mg kg⁻¹, Mn = 100 mg kg⁻¹ y Zn = 83 mg kg⁻¹.

Igualmente, los equilibrios óptimos definidos por las producciones máximas se formulan: Fe = 60 %, Mn = 25 % y Zn = 15 %, que son índices similares a los calculados a partir de las concentraciones óptimas.

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

SUMMARY

GRAPE-VINE DIFFERENTIAL NUTRITION, CRITICAL LEVELS AND OPTIMUM EQUILIBRIA OF MICRONUTRIENTS

Concentrations of micronutrients (B, Fe, Mn, Zn y Cu) in grape-vine leaves were studied. Leaves were taken from plants cultured in 27 experimental plots with differential fertilisation, over 6 years in the different phenologic stages of the plant.

The critical values of the relationships between micronutrient concentrations in leaves and harvest are defined by: Fe = 273 mg kg⁻¹, Mn = 100 mg kg⁻¹ and Zn = 83 mg kg⁻¹.

Likewise optimum equilibria as defined by the maximal productions are as follows: Fe = 60 %, Mn = 25 % and Zn = 15 %, which are similar values to those calculated from optimum concentrations.

Key words: Fertilization. Critical levels. Optimum equilibria. Micronutrients.

INTRODUCCION

Durante seis años, nuestro Instituto dedicó una especial atención al cultivo de la vid, siendo este género el único de la familia Vitaceae que

tiene un interés comercial importante.

Los contenidos de micronutrientes encontrados en órganos de la vid y sus evoluciones foliares, dan unas aproximaciones interesantes al conocimiento del estado nutritivo de la planta, siendo evidente que éste no puede configurarse atendiendo a cada micronutriente por separado, por lo que las relaciones entre los diversos bioelementos cambian, a menudo, las deducciones obtenidas al considerar sus concentraciones por separado.

Se conocen pocos trabajos relacionados con este campo. Sárosi (1965) hace un estudio del control de la nutrición de la vid como consecuencia del análisis de la hoja con especial incidencia en el Fe. Asimismo,

Lachica y González (1976) realiza un estudio de macro y micronutrientes en hojas de vides chilenas deduciendo unas proporciones múltiples óptimas para cepas de vinos blancos y tintos en la floración y vendimia.

Nuestros conocimientos actuales del estado nutritivo de la vid en la región jerezana, no pueden admitir cifras absolutas como criterio único de normalidad, por lo tanto es necesario conocer la influencia que cada micronutriente ejerce sobre los demás.

Este estudio pretende exponer las relaciones de los micronutrientes en hojas, en las 27 parcelas, con abonado diferencial y a lo largo de 6 años en los distintos estados fenológicos de la planta.

MATERIALES Y METODOS

En las parcelas constituyentes de estudio se han realizado determinaciones de los micronutrientes B, Fe, Mn, Zn y Cu en plantas de vid (*Vitis vinifera* L., variedad Palomino fino) cultivadas en suelos calcimorfos del Neoceno de Jerez de la Frontera (Cádiz). Se han seleccionado 27 parcelas de 100 cepas homogéneas cada una a las que se les ha añadido un abonado diferencial 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.

Las muestras de hojas se tomaron coincidiendo con el estado fenológi-

co de la planta: pre-floración (P-Flo), floración (Flo), fructificación (Fru), envero (Env), maduración (Mad) y vendimia (Ven). Como la composición química de las hojas varía según su posición y edad, es esencial tomar siempre las muestras de hojas en la misma posición de la rama, cercanas al racimo, para evitar alteraciones.

Las determinaciones de los micronutrientes se llevaron a cabo por los métodos de Pinta (1973) y el B se determinó por el método de Barbier y Chabannes (1953).

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

RESULTADOS Y DISCUSION

Pijoan (1977) expresa la relación del Fe con sus principales antagonistas, P y K. El exceso de alguno de ellos repercutirá sobre la absorción, transporte y utilización del Fe, afectando a otros micronutrientes y, como consecuencia, desestabilizando los sistemas enzimáticos y repercutiendo, así, en el metabolismo de la planta.

El índice del Fe (IFe), recogido en la Tabla 1, está calculado sobre los valores medios de las concentraciones de P, K y Fe agrupados por el estado fenológico de la planta. La disminución es continua y pronunciada no alcanzándose, en ningún caso, el valor teórico de equilibrio (IFe = 1).

Las concentraciones de micronutrientes en las hojas de vid se determinaron en base al planteamiento experimental, teniendo en cuenta el número de parcelas (27), los estados fenológicos de la planta (6) y los años de experimentación (6).

Los valores medios de los resul-

tados de cada parcela están representados en la Tabla 2.

Los contenidos de B, Zn y Cu son bastantes homogéneos, mientras que los resultados obtenidos para Fe y Mn presentan una distribución irregular para las distintas parcelas, siendo las desviaciones de la media muy acusadas. Los altos coeficientes de variación implican diferencias entre las parcelas que afectan a la cosecha.

La Tabla 3 recoge la evolución de los micronutrientes durante los distintos estados fenológicos. Los valores son medias de los resultados de cada estado a lo largo del estudio realizado.

La Tabla 4 expresa la evolución de los micronutrientes en los 6 años estudiados. Los resultados no reflejan una tendencia definida. Quizás Fe, Mn, Zn y Cu tengan una cierta relación con la pluviometría ya que se observa un cambio de tendencia en el último año.

Numerosos investigadores acep-

TABLA 1

Valores medios de las concentraciones en hojas de P, K en % y Fe en mg kg⁻¹ agrupados en sus estados fenológicos. Índice del Fe (I Fe).

| Estados fenológicos | 10 P | K | Fe | I Fe |
|---------------------|------|------|-----|------|
| P - Flo | 2.87 | 1.20 | 219 | 0.93 |
| Flo | 2.13 | 1.00 | 203 | 0.77 |
| Fru | 1.62 | 0.89 | 191 | 0.65 |
| Env | 1.25 | 0.73 | 204 | 0.48 |
| Mad | 1.06 | 0.54 | 267 | 0.30 |
| Ven | 0.90 | 0.46 | 217 | 0.31 |

tan la terminología de equilibrios fisiológicos que, en la actualidad, convertida en técnica de diagnóstico de nutrición por análisis foliar, man-

tiene su vigencia. El equilibrio entre los nutrientes ha demostrado ser la técnica de diagnóstico más adecuada para definir el estado nutritivo de

TABLA 2

Concentración de micronutrientes (mg kg⁻¹). Valores medios agrupados por parcelas.

| Parcela N - P - K | B | Fe | Mn | Zn | Cu |
|----------------------|------|-------|-------|------|------|
| 0-0-0 | 33 | 282 | 83 | 47 | 34 |
| 1-0-0 | 39 | 248 | 100 | 50 | 32 |
| 2-0-0 | 41 | 252 | 102 | 48 | 36 |
| 0-1-0 | 41 | 208 | 96 | 48 | 36 |
| 0-3-0 | 39 | 195 | 74 | 46 | 38 |
| 0-0-1 | 40 | 247 | 91 | 47 | 31 |
| 0-0-4 | 40 | 202 | 87 | 47 | 31 |
| 0-1-1 | 41 | 200 | 91 | 50 | 36 |
| 0-3-1 | 38 | 233 | 73 | 48 | 32 |
| 0-1-4 | 40 | 222 | 101 | 49 | 34 |
| 0-3-4 | 39 | 217 | 69 | 46 | 38 |
| 1-1-0 | 39 | 208 | 97 | 44 | 36 |
| 1-3-0 | 39 | 195 | 74 | 40 | 34 |
| 1-0-1 | 39 | 254 | 86 | 45 | 40 |
| 1-0-4 | 42 | 198 | 85 | 43 | 35 |
| 1-1-1 | 39 | 208 | 99 | 48 | 38 |
| 1-3-1 | 39 | 203 | 83 | 50 | 28 |
| 1-1-4 | 41 | 194 | 111 | 51 | 33 |
| 1-3-4 | 39 | 216 | 60 | 43 | 39 |
| 2-1-0 | 39 | 228 | 99 | 46 | 38 |
| 2-3-0 | 40 | 181 | 75 | 42 | 33 |
| 2-0-1 | 37 | 218 | 86 | 46 | 36 |
| 2-0-4 | 42 | 191 | 83 | 41 | 33 |
| 2-1-1 | 39 | 195 | 92 | 48 | 34 |
| 2-3-1 | 40 | 209 | 82 | 51 | 32 |
| 2-1-4 | 39 | 206 | 111 | 48 | 35 |
| 2-3-4 | 39 | 244 | 61 | 50 | 45 |
| Media | 39 | 217 | 87 | 47 | 35 |
| Error estándar (5 %) | 0.79 | 9.50 | 5.14 | 1.19 | 1.19 |
| Coef. variación (%) | 5.13 | 11.06 | 14.94 | 6.38 | 8.57 |

TABLA 3

Concentración de micronutrientes (mg kg⁻¹). Valores agrupados por sus estados fenológicos.

| Estado fenológico | B | Fe | Mn | Zn | Cu |
|-------------------|----|-----|-----|----|----|
| P - Flo | 37 | 219 | 71 | 42 | 16 |
| Flo | 41 | 203 | 77 | 43 | 15 |
| Fru | 42 | 191 | 87 | 45 | 14 |
| Env | 37 | 204 | 98 | 54 | 58 |
| Mad | 40 | 267 | 101 | 55 | 61 |
| Ven | 40 | 217 | 89 | 41 | 47 |

las plantas. Este equilibrio nutritivo óptimo debe reflejarse en una producción cercana a la que el cultivo podría tener potencialmente.

Una forma rápida de definir una deficiencia, antes de que aparezcan síntomas visibles, es el equilibrio que hay entre los micronutrientes Fe-Mn-Zn, los cuales aparecen en la Tabla 5, agrupados por parcelas. Los valores que se observan en todos los elementos tienen una distribución bastante homogénea, con coeficientes de variación dentro de unos límites aceptables.

Con respecto a los estados fenológicos de la planta, los valores obtenidos no presentan una tendencia definida, aunque el Fe tiende a disminuir para recuperarse en los últimos estadíos, al contrario que el Mn y Zn (Tabla 6).

Cuando se agrupan los datos en relación con los años (Tabla 7), éstos no presentan una inclinación determinada y sus coeficientes de variación superan los eventuales errores experimentales.

La producción obtenida en cada parcela a lo largo de los seis años, se

TABLA 4

Concentración de micronutrientes (mg kg⁻¹). Valores medios agrupados por años.

| Año | B | Fe | Mn | Zn | Cu |
|------|----|-----|-----|----|----|
| 1979 | 49 | 109 | 119 | 42 | 46 |
| 1980 | 37 | 103 | 112 | 43 | 63 |
| 1981 | 36 | 281 | 74 | 31 | 31 |
| 1982 | 40 | 221 | 71 | 36 | 29 |
| 1983 | 42 | 297 | 71 | 40 | 30 |
| 1984 | 32 | 289 | 76 | 87 | 13 |

expresan en la Tabla 8 en kg cepa^{-1} .

Se observa que dichas producciones han disminuido progresivamente

a medida que la sequía se prolongaba a lo largo de los años y sólo al final del experimento, en el año 1984,

TABLA 5

Valores medios del equilibrio Fe - Mn - Zn agrupados por parcelas.

| Parcelas N - P - K | Fe (%) | Mn (%) | Zn (%) |
|------------------------|--------|--------|--------|
| 0 - 0 - 0 | 69 | 20 | 11 |
| 1 - 0 - 0 | 62 | 25 | 13 |
| 2 - 0 - 0 | 63 | 25 | 12 |
| 0 - 1 - 0 | 59 | 27 | 14 |
| 0 - 3 - 0 | 62 | 23 | 15 |
| 0 - 0 - 1 | 64 | 24 | 12 |
| 0 - 0 - 4 | 60 | 26 | 14 |
| 0 - 1 - 1 | 58 | 27 | 15 |
| 0 - 3 - 1 | 66 | 21 | 13 |
| 0 - 1 - 4 | 60 | 27 | 13 |
| 0 - 3 - 4 | 65 | 21 | 14 |
| 1 - 1 - 0 | 59 | 28 | 13 |
| 1 - 3 - 0 | 63 | 24 | 13 |
| 1 - 0 - 1 | 66 | 22 | 12 |
| 1 - 0 - 4 | 61 | 26 | 13 |
| 1 - 1 - 1 | 59 | 28 | 13 |
| 1 - 3 - 1 | 60 | 25 | 15 |
| 1 - 1 - 4 | 55 | 31 | 14 |
| 1 - 3 - 4 | 68 | 19 | 13 |
| 2 - 1 - 0 | 61 | 27 | 12 |
| 2 - 3 - 0 | 61 | 25 | 14 |
| 2 - 0 - 1 | 62 | 25 | 13 |
| 2 - 0 - 4 | 61 | 26 | 13 |
| 2 - 1 - 1 | 58 | 28 | 14 |
| 2 - 3 - 1 | 61 | 24 | 15 |
| 2 - 1 - 4 | 57 | 30 | 13 |
| 2 - 3 - 4 | 69 | 17 | 14 |
| Media | 61.8 | 24.8 | 13.3 |
| Error Estándar (5 %) | 1.4 | 1.3 | 0.4 |
| Coef. Var. (C. V.) (%) | 5.6 | 13.3 | 7.5 |

TABLA 6

Valores medios del equilibrio Fe - Mn - Zn agrupados por estados fenológicos.

| Estados fenológicos | Fe (%) | Mn (%) | Zn (%) |
|------------------------|--------|--------|--------|
| Pre - Flo | 66 | 21 | 13 |
| Flo | 63 | 24 | 13 |
| Fru | 59 | 27 | 14 |
| Env | 57 | 28 | 15 |
| Mad | 63 | 24 | 13 |
| Ven | 62 | 26 | 12 |
| Media | 61.6 | 25.0 | 13.3 |
| Error Estándar (5 %) | 3.36 | 2.62 | 1.05 |
| Coef. Var. (C. V.) (%) | 5.19 | 10.00 | 7.52 |

cuando las lluvias se normalizaron, se inició una recuperación de la producción.

Para calcular las relaciones entre el estado nutritivo de la planta y la producción es necesaria una homogeneidad de las cosechas, ya que las fluctuaciones del clima entre los distintos años afectaron de forma importante las producciones obtenidas.

Para evitar esto, expresamos estas producciones como porcentajes de la media de cada año y, así, introducimos una corrección que es función de la climatología, operando, en este caso, con unos valores que son más homogéneos (Galiano, 1971).

Según trabajos anteriores en el almendro (Soria *et al.*, 1982), las concentraciones óptimas de micro-

TABLA 7

Valores medios del equilibrio Fe - Mn - Zn agrupados por años.

| Años | Fe (%) | Mn (%) | Zn (%) |
|------------------------|--------|--------|--------|
| 1979 | 40 | 44 | 16 |
| 1980 | 40 | 43 | 17 |
| 1981 | 73 | 19 | 8 |
| 1982 | 67 | 22 | 11 |
| 1983 | 73 | 17 | 10 |
| 1984 | 64 | 17 | 19 |
| Media | 59.5 | 27.0 | 13.5 |
| Error Estándar (5 %) | 16.3 | 13.5 | 4.6 |
| Coef. Var. (C. V.) (%) | 26.0 | 47.8 | 32.6 |

nutrientes en hojas, expresados en porcentajes medios de cosecha, son reajustados a 100 (R), tomando como base la producción media

de todas las parcelas en cada uno de los años, siendo, en consecuencia, estos datos más homogéneos (Tabla 9). Las cifras entre paréntesis expre-

TABLA 8

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 |

san el número de determinaciones de los elementos en estudio. Los subrayados representan los porcentajes de las producciones máximas con respecto a las medias de cada año. Los dobles subrayados son los intervalos elegidos por necesidad de los equilibrios de los nutrientes.

La concentración óptima de Fe se encuentra en el intervalo 246-300 mg kg⁻¹, siendo la media Fe = 273 mg kg⁻¹, muy por encima de la encontrada por Sárosi (1972) en la octava hoja de la rama en la estación otoñal.

Para el Mn, el intervalo es 37-55 mg kg⁻¹, pero un estudio detallado de la distribución de los datos y del equilibrio entre los nutrientes Fe-Mn-Zn nos obliga a adoptar como nivel óptimo el que representa el 99 % de la cosecha máxima que, además, es

el intervalo en el que se encuadran mayor número de parcelas y cumpliéndose, en este caso, la condición fisiológica de Fe > Mn > Zn. Este intervalo está en 92-109 mg kg⁻¹, con un valor medio de Mn = 100 mg kg⁻¹, que está dentro de los límites preconizados por Sárosi (1972).

El nivel de Zn está obtenido a partir de dos intervalos de concentraciones, que abarcan desde 70-83 mg kg⁻¹ hasta 84-97 mg kg⁻¹, porque ambos tienen el mismo número de porcentajes de producciones máximas, siendo su valor medio Zn = 83 mg kg⁻¹ que, aunque está por encima del encontrado por Sárosi (1972), cumple la condición fisiológica de Fe > Mn > Zn.

Para calcular los equilibrios nutritivos óptimos se utilizó el mismo procedimiento ya descrito, o sea, co-

TABLA 9

Porcentajes de las producciones con respecto a la media de cada año, relacionados con la concentración de Fe, Mn y Zn en hojas.

| | | <u>Hierro mg kg⁻¹</u> | | | | | |
|----|--|-------------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|
| | | <u>80-135</u> | <u>136-190</u> | <u>191-245</u> | <u>246-300</u> | <u>301-355</u> | <u>356-410</u> |
| R. | | (53) 100 | (3) 96 | (33) 100 | (45) 103 | (22) 96 | (6) 84 |
| | | (53) 97 | (3) 93 | (33) 97 | (45) <u>100</u> | (22) 93 | (6) 81 |
| | | <u>Manganeso mg kg⁻¹</u> | | | | | |
| | | <u>37-55</u> | <u>56-73</u> | <u>74-91</u> | <u>92-109</u> | <u>110-127</u> | <u>128-145</u> |
| R. | | (19) 104 | (29) 99 | (48) 96 | (29) 103 | (25) 100 | (12) 99 |
| | | (19) <u>100</u> | (29) 95 | (48) 92 | (29) <u>99</u> | (25) 96 | (12) 95 |
| | | <u>Zinc mg kg⁻¹</u> | | | | | |
| | | <u>27-41</u> | <u>42-55</u> | <u>56-69</u> | <u>70-83</u> | <u>84-97</u> | <u>98-111</u> |
| R. | | (74) 99 | (57) 101 | (5) 102 | (9) 103 | (10) 103 | (7) 85 |
| | | (74) 96 | (57) 98 | (5) 99 | (9) <u>100</u> | (10) <u>100</u> | (7) 82 |

TABLA 10

Porcentajes de las cosechas con respecto a la media de cada año, relacionados con el contenido de Fe - Mn - Zn, expresados en porcentajes de la suma de los tres elementos.

| | | <u>Hierro (%)</u> | | | | | |
|----|--|----------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|
| | | <u>35-45</u> | <u>46-55</u> | <u>56-65</u> | <u>66-75</u> | <u>76-80</u> | |
| | | (51) 100 | (3) 93 | (28) 102 | (60) 99 | (19) 99 | |
| R. | | (51) 98 | (3) 91 | (28) <u>100</u> | (60) 97 | (19) 97 | |
| | | <u>Manganeso (%)</u> | | | | | |
| | | <u>13-18</u> | <u>19-24</u> | <u>25-30</u> | <u>31-36</u> | <u>37-42</u> | <u>43-48</u> |
| | | (40) 96 | (51) 100 | (9) 109 | (3) 93 | (15) 99 | (30) 101 |
| R. | | (40) 88 | (51) 92 | (9) <u>100</u> | (3) 85 | (15) 91 | (30) 93 |
| | | <u>Zinc (%)</u> | | | | | |
| | | <u>6-8</u> | <u>9-11</u> | <u>12-14</u> | <u>15-17</u> | <u>18-20</u> | <u>21-23</u> |
| | | (18) 96 | (56) 100 | (22) 102 | (30) 104 | (26) 97 | (9) 99 |
| R. | | (18) 92 | (56) 96 | (22) 98 | (30) <u>100</u> | (26) 93 | (9) 95 |

sechas expresadas en porcentajes de la media de cada año.

Si se observan los micronutrientes, correspondientes al equilibrio Fe-Mn-Zn, vemos que la dispersión de los datos de las cosechas obtenidas es muy alta, por lo que es necesario adoptar intervalos, los cuales se recogen en la Tabla 10. En dicha tabla vemos que las producciones más abundantes, para este equilibrio de Fe-Mn-Zn, viene definida por las proporciones: Fe = 60 %, Mn = 25 % y Zn = 15 %, la cual

cumple la condición fisiológica ya citada.

Si comparamos este equilibrio óptimo con el calculado a partir de los niveles de concentración de los elementos, que eran: Fe = 273 mg kg⁻¹, Mn = 100 mg kg⁻¹ y Zn = 83 mg kg⁻¹, tendremos, en este caso, una proporción de 60-22-18, la cual es bastante aproximada a la obtenida anteriormente a partir de las producciones, por lo que los resultados quedan doblemente confirmados.

CONCLUSIONES

El equilibrio nutritivo óptimo del Fe-Mn-Zn (60-25-15), basado en los porcentajes de las producciones con respecto a la media de cada año,

queda bien definido, cumpliéndose, además, la condición fisiológica de Fe > Mn > Zn. Este equilibrio coincide, aproximadamente, con el calcu-

lado en base a los niveles de concentración (60-22-18), quedando así confirmado. El trabajo efectuado debería prolongarse haciendose un estudio más detallado, en el cual las condiciones meteorológicas pudieran

ser más homogéneas o introduciendo un factor de corrección en ellas y eliminando aquellas parcelas en las que la dispersión de las cosechas fueran muy pronunciadas.

BIBLIOGRAFIA

- BARBIER, G. et CHABANNES, J., 1953. Contribution a l'étude du bore dans le sol et les plantes. *An. Agron.*, 1: 1-17.
- 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.
- LACHICA, M. y GONZALEZ, C., 1976. La vid en Chile. Determinación del equilibrio nutritivo óptimo. *An. Edafol. Agrobiol.*, 35: 917-946.
- PLJOAN, P., 1977. Estudios sobre la fisiología de la nutrición en árboles frutales. Manzano. C. I. N. V. E. Caldas de Malavella. Gerona.
- 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.
- SAROSI, M., 1965. Etudes effectuées en Hongrie en relation avec le contrôle de la nutrition de la vigne par l'analyse des feuilles. *Vignes et Vins*, 140: 22-30.
- SAROSI, M., 1972. Teneur en éléments mineurs dans la 8^e feuille des pousses de la vigne. III Col. Eur. Med. Cont. Alim. Plant. Cultiv. Budapest. *Hungría*, 785-793.
- 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.*