

# V18 - EFECTO DEL RIEGO ACIDIFICADO EN EL pH DEL SUELO, ABSORCIÓN DE NUTRIENTES Y CRECIMIENTO DE LA VID.

**Lampreave, Miriam; Nadal, Montserrat; Mateos Sumpsta.**

Facultat d'Enologia, URV; Dept. Bioquímica i Biotecnologia; C/ Marcel·lí Domingo, nº1, 43007 Tarragona, España. E-mail: miriam.lampreave@urv.cat

## RESUMEN:

Un elevado número de suelos con gran tradición vitícola se caracterizan por tener importantes contenidos de carbonatos de calcio y pH entre 7.5 y 8.5 que provocan un bloqueo de la absorción de hierro, causando clorosis en la planta por inhibición de la síntesis de clorofila. Los mecanismos tradicionales de lucha contra la clorosis férrica en la vid han sido la utilización de pies resistentes y la adición de materia orgánica y quelatos de hierro. En algunos cultivos, sobretodo en invernadero, se ha observado un aumento del crecimiento de las plantas al regarlas con agua acidificada con CO<sub>2</sub>. En el presente estudio se planteó la adición de agentes acidificantes en el agua de riego estableciendo 2 experimentos: en el primero se utilizaron diferentes soluciones ácidas preparadas a partir de ácido sulfúrico y CO<sub>2</sub> para regar macetas con un suelo moderadamente calizo y sin planta. En un segundo ensayo, cepas de Tempranillo *Vitis vinifera* injertadas en R110, se plantaron en macetas con 3 suelos de diferente contenido en calcio y se regaron con una solución acidificada de 400 ppm CO<sub>2</sub>, que es la que aportó los mejores resultados en el primer estudio: niveles más elevados de nutrientes gracias a la disminución temporal del pH del suelo. En el segundo experimento se constató un aumento del crecimiento de la planta así como del contenido de la clorofila en hojas en plantas de suelo calizo, lo que apoya la tesis que el riego de la vid con agua acidificada, mejora el control de la clorosis férrica y se apunta como un posible mecanismo de lucha contra la clorosis férrica.

**Palabras clave:** riego acidificado, clorosis férrica, Vid

## 1. Introducción

Numerosos suelos de gran tradición vitícola se caracterizan por elevados contenidos de carbonatos de calcio y un pH entre 7.5 y 8.5. Las condiciones que se crean en estos suelos, disminución de la concentración de protones y el aumento de la concentración del anión bicarbonato provocan un bloqueo del hierro, que deja de ser asequible por la planta y en consecuencia, causa problemas de clorosis por inhibición de la síntesis de clorofila. Brancadoro *et. al.* (1996) han constatado un papel determinante del bicarbonato como causante de la clorosis y la respuesta adaptativa de los genotipos *Vitis* resistentes que incrementan la absorción de Fe por extrusión de protones al área radicular.

En algunos cultivos, sobre todo en invernadero, se observa un aumento del crecimiento de las plantas al regarlas con agua acidificada con CO<sub>2</sub>. La irrigación de la viña con agua acidificada se apunta como un posible mecanismo de lucha contra la clorosis. Según diferentes autores, se sugieren dos posibles mecanismos de actuación: a) la absorción de CO<sub>2</sub> por las raíces, posterior fijación de la molécula a nivel de raíz, y movilización al resto de la planta en forma de ácidos orgánicos o azúcares incorporándose a diferentes rutas metabólicas de la planta (Berquist, 1964; Arteca *et. al.* 1979); b) el descenso transitorio del pH del suelo que facilitaría un aumento de la disponibilidad y absorción de nutrientes por la planta y un incremento de los rendimientos (Ibrahim,1992; De Andria *et. al.* 199; Arienzo *et. al.* 1995).

En el presente estudio se plantea la adición de agentes acidificantes en el agua de riego como un método eficaz para mejorar la absorción de micronutrientes, entre ellos el hierro.

## 2. Material y métodos

En un primer ensayo se dispusieron contenedores sin planta al aire libre, en un sustrato procedente de un suelo calizo con un pH 8.24 y textura franco-arcillosa. Se implantó la variable riego con agua acidificada y se comparó con el control sin acidificar. Las soluciones se realizaron con dióxido de carbono y ácido sulfúrico en diferentes dosis. Los contenedores se regaron tres veces por semana y el diseño experimental comprendía seis tratamientos con 3 réplicas por tratamiento: Riego control a pH=7.8, Riego con Ácido sulfúrico a pH=5.5, Riego con Ácido sulfúrico a pH=6, Riego con CO<sub>2</sub> 200 ppm a pH=7, Riego con CO<sub>2</sub> 400 ppm a pH=6.5, Riego con CO<sub>2</sub> 800 ppm a pH=6.

En un segundo ensayo, en macetas con plantas de cv Tempranillo, injertadas en R-110 y situadas al aire libre, se definieron dos variables: tipo de suelo y acidificación del agua de riego. Se utilizaron tres tipos de suelo: un suelo de llicorella (pizarra) pedregoso, no calizo y constituido por materiales de esquistos, y con una elevada capacidad de drenaje (LL); un segundo suelo moderadamente calizo con 10.4% de caliza activa (10.4Ca) y un tercer suelo de elevada caliza con un 12.8% de contenido (12.8Ca). Los suelos calizos se caracterizan por tener una textura más rica en elementos finos y menor drenaje. La acidificación del agua de riego se realizó con 400ppm de CO<sub>2</sub> que fue la dosis que dió el mejor resultado en el primer ensayo realizado (Lampreave, 2002). Los contenedores con los 3 tipos de suelo y por triplicado se regaron con el agua acidificada y los resultados se compararon con un control de riego con agua sin acidificar constituyendo un total de 6 tratamientos. El riego se realizó 3 veces por semana y las dosis se establecieron en un 35% de la evapotranspiración potencial calculada según el método de Penman-FAO modificado. El estudio se llevó a cabo durante tres años.

La medida de la concentración de CO<sub>2</sub> en el agua de riego se realizó mediante un electrodo Orion (ORION Research inc., MODELO. 95-02) y la del pH del suelo con un pHmetro. Para la determinación del Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn y Zn del suelo se realizó la extracción con acetato amónico. En el caso de las hojas, se digirió el material vegetal con ácido nítrico al 65% y agua oxigenada al 35%. Los elementos minerales Ca, Mg, K, Fe, Cu, Mn y Zn del suelo y de las hojas se analizaron por absorción atómica. Para la determinación del P del suelo se utilizó el método del fosfato-vanadato-molibdato. El carbonato de calcio se determinó con el calcímetro de Bernard. El análisis de la clorofila de las hojas se realizó según el método de Davies (1976). El crecimiento y vigor de la planta se evaluaron al final del ciclo vegetativo midiendo la longitud de los sarmientos, el peso de las raíces, de las hojas, de la madera de poda y el peso total de la masa vegetal.

El estudio estadístico de los resultados obtenidos se realizó mediante el análisis de la varianza y test de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).

## 3. Resultados

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la determinación de los elementos minerales el suelo. La adición de CO<sub>2</sub> tiene un efecto positivo en la solubilidad del calcio cuando se aplican las dosis de 800ppm (pH6). Las dosis de 400ppm (pH6.5) y de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH6)

comportan una disminución del contenido en magnesio. El fósforo alcanza sus valores más elevados en el tratamiento de 400ppm de CO<sub>2</sub> y en los dos tratamientos con sulfúrico. La disponibilidad del hierro aumenta en los tratamientos de 400ppm de CO<sub>2</sub> (pH6.5) y de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH6); el zinc, al regar con 400ppm (pH6.5) y de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH5.5). La solubilidad del manganeso se ve favorecida en los tratamientos con sulfúrico

Parámetro	Control pH=7.8	CO <sub>2</sub> 200 ppm pH=7	CO <sub>2</sub> 400 ppm pH=6.5	CO <sub>2</sub> 800 ppm pH=6	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH= 6	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH= 5.5
<b>Ca (meq/100 g soil)</b>	88.70 a	110.52 ab	108.83 ab	283.34 b	75.13 a	64,46 a
<b>Mg (meq/100 g soil)</b>	4.57 b	3.53 b	1.37 a	4.83 b	2.12 a	2,53 ab
<b>P (ppm)</b>	4.35 a	7.38 ab	9.92 b	6.56 a	8.88 b	10.33 b
<b>Fe (ppm)</b>	1.21 a	1.51 a	4.13 b	2.05 a	4.33 b	1,40 a
<b>Mn (ppm)</b>	2.16 a	2.31 a	2.30 a	1.77 a	5.67 b	4,41 b
<b>Zn (ppm)</b>	3.01 a	2.96 a	3.95 b	2.23 a	2.92 a	4,36 b

Tabla 1. Determinación de los nutrientes del suelo comparando tratamientos con diferentes concentraciones de CO<sub>2</sub> y de sulfúrico. Resultados correspondientes a la media y a la desviación estándar (Análisis de la varianza y test de Fisher p≤0.05): letras diferentes muestran diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos

En la figura 1 se muestra la evolución del pH del suelo obtenida después del riego con agua acidificada con 400 ppm de CO<sub>2</sub> y con agua sin acidificar en los tres suelos utilizados en el ensayo con planta. En los tres suelos se observa una mayor disminución del pH al regar con CO<sub>2</sub>: 0.7 puntos en el suelo no calizo y entre 0.3 y 0.4 en los suelos calizos.

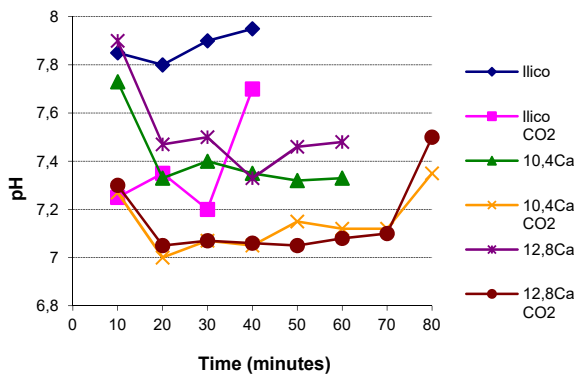


Figura 1. Evolución del pH del suelo. Tipo de suelo: no calizo (LL), de moderada (10,4 Ca) y de elevada caliza (12,8 Ca)

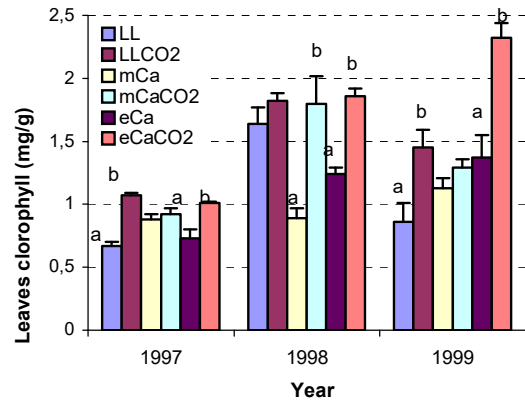


Figura 2. Evolución del contenido de clorofila en hojas. Suelos no calizos (LL), con 10.4% caliza activa (mCa) y 12.8% (eCa) y riego sin acidificar (LL,mCa,eCa) y con adición de CO<sub>2</sub> (LLCO<sub>2</sub>,mCaCO<sub>2</sub>,eCaCO<sub>2</sub>). Letras diferentes muestran diferencias significativas entre la acidificación del riego y el control.

En la figura 2 se muestra la evolución del contenido de clorofila en las hojas en los 3 tipos de suelo. El aumento significativo del contenido de Fe del suelo al regar con 400ppm de CO<sub>2</sub> (Tabla 1) se tradujo en unos contenidos en hoja de 193µg de Fe/g frente 95µg de Fe/g de peso seco del control (resultados no mostrados).Igualmente, en los tres tipos de suelo y en los tratamientos con agua acidificada, se produce un incremento de la concentración de clorofila en hoja, siendo este aumento más acusado en suelos calizos (Figura 2).

## 4. Conclusiones

Las valores más elevados de nutrientes en el suelo, en las condiciones calizas más extremas, se obtuvieron con las concentraciones de 400ppm (pH6.5), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH6) y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (pH5.5). Los incrementos de clorofila y Fe que se midieron en las hojas fueron similares a los incrementos de hierro del suelo en los tratamientos con agua acidificada.

Podemos concluir que el riego acidificado con dióxido de carbono y ácido sulfúrico en suelos calizos, favorece la absorción de nutrientes resultando un incremento del crecimiento de las plantas y mejor metabolismo primario, así como un mayor rendimiento y una mejor calidad de la fruta. Globalmente, el tratamiento con 400 ppm CO<sub>2</sub> es el que ha dado los mejores resultados. Es importante resaltar que el CO<sub>2</sub> es inocuo con el medio ambiente mientras que sulfúrico es un producto agresivo.

## 5. Bibliografía

1. Arienzo, M., Basile, G., D'Andria, R., Magliulo, V., Zena, A.; 1995: Irrigazione con acqua carbonicata e disponibilità di elementi nutritivi. Prova su coltura di fragola. *Agrochimica* Vol. XXXIX-N.1, 61-72
2. Arteca, R.N., Poovaiah, B.W., Smith, O.E.; 1979: Change in carbon fixation, tuberization, and growth induced by CO<sub>2</sub>. applications to the root zone of potato plants. *Science* 205, 1279-1280.
3. Brancadoro, L., Vanoli, M., Zocchi, G.; 1996: Adaptive responses to high concentration of HCO<sub>3</sub> in Cabernet Sauvignon. *Acta Hort.* **427**, 75-81.
4. Bergquist, N.O.; 1964: Absorption of carbon dioxide by plant roots. *Botaniska notiser* 117, 249-261.
5. D'Andria, R., Magliulo, V., Maggio, A., Basile, G., Arienzo, M.; 1993: Soil and plant nutrient modifications in response to irrigation with CO<sub>2</sub> enriched water on tomato. *Act. Hort.* 335, 557-562.
6. Davies, D.H; 1976. Carotenoids. In: *Chemistry and Biochemistry of Algal Pigments*. Goodwin, T.W.Ed., Academic Press, New York, U.S.A. **Vol.2**, 38-165
7. Ibrahim, AA.; 1992: Response of plant to irrigation with CO<sub>2</sub>-enriched water. *Acta Horticulturae* 323, 205-214.
8. Lampreave, M. 2002: Fisiologia de l'absorció en l'ecosistema vitícola sòl-planta-atmosfera i repercussions en la qualitat del raïm. Thesse doctoral. Dept. bioquímica i biotecnologia, URV, Taragona.

## 6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por AGF97-1180, ALI98-0534 y la empresa Carbueros Metálicos SA, y por el Proyecto Nacional "Contribución del portainjertos a los balances de agua y carbono: componentes estructurales y dinámicos y relación con la producción y la calidad de uva y vino".AGL2011-30408-C04-02, 2011-2014.