

Carencia de Mg en remolacha.



# Abonado Magnésico y Azufrado en el CULTIVO de la REMOLACHA

Por: J.L. Villarías, E. Garzón y A. Ontañón\*

## EL MAGNESIO EN LA PRODUCCIÓN REMOLACHERA

El cultivo de la remolacha azucarera constituye un pilar básico en la agricultura de regadío de Castilla y León, por lo que su rentabilidad atañe directamente a los remolacheros de la zona. Una buena fertilización, equilibrada y racional, redonda no solo en una buena cosecha, sino en la reducción de sus costes de producción. Los elementos secundarios (Ca, Mg, S) tienen un papel muy importante en la nutrición de la remolacha azucarera, lo que se ha puesto de manifiesto (Villarías et al., 1999, 2000; Brumer y col., 1975; Garzón y col. 1997; Goodman, 1963; Hills y col. 1982; McGinnis, 1971; Rosso y col. 1974; Viets y col. 1989) especialmente en la cuenca del Duero, en donde los contenidos de materia orgánica de las tierras de labor son muy escasos.

Los diferentes investigadores consultados en su bibliografía no se ponen de acuerdo en cuantificar los niveles de abonado magnésico que necesita el cultivo de la remolacha azucarera; no obstante en cuanto a la forma más conveniente de aplicación parece ser que depende de la acidez del terreno. Es interesante conocer que el abonado magnésico, aplicado con los abonos tradicionales de fondo, a dosis comprendidas entre 30 y 40 unidades, añadido al abonado tradicional de elementos fundamentales, es rentable para



Carencia de S en remolacha.

el cultivo de la remolacha azucarera de Castilla y León, lo que se desprende de los ensayos realizados en el Valle del Duero.

La realización de estos ensayos fue posible gracias a la subvención obtenida de varios Organismos Oficiales de la Región de Castilla y León.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos de campo se realizaron simultáneamente en tres localidades, Aranda de Duero (Burgos), Pina de Esgueva (Valladolid) y Venta de Baños (Palencia). La caracterización general de suelos de las parcelas establecidas para estos ensayos prueban la gran uniformidad de los mismos (Tabla nº1).

El diseño experimental consistió en el establecimiento de unos bloques al azar, con tres repeticiones por dosis y forma de abono magnésico empleados. Cada una de las parcelas elementales se estableció con 50 m<sup>2</sup> de superficie, de los cuales se muestrearon sistemáticamente 10 m<sup>2</sup>. El factor dosis de abono se subdividió en siete niveles, además del testigo: 10, 15, 20, 25, 30,

Tabla nº 1

Localidad	Textura	pH	M.O. (%)	C/N	P (ppm)	K (meq/100gr)	Mg (meq/100gr)	Ca (meq/100gr)
Aranda de D.	arc.-lim.	7,2	1,2	21	5,7	0,6	0,04	9,2
Pina de E.	fran.-arc.	7,6	1,6	24	6,4	0,7	0,07	Exc.
Venta de B.	fran.-arc.	7,4	1,1	23	6,6	0,5	0,06	10,5

(\*) Instituto de Investigación de Recursos Naturales (IRENA) de la Universidad de León.



# MAGNESIO

- Positiva respuesta en la producción
- Superioridad del  $SO_4Mg$  sobre el  $OMg$



Carencias de Magnesio en remolacha.



35 y 40 U de Mg/ha. Por el contrario, con el factor forma de magnesio aplicada se fijaron dos niveles  $OMg$  y  $SO_4Mg$ .

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El tratamiento estadístico de los resultados consistió en un modelo lineal general multivariante entre los 24 casos resultantes por cada una de las tres localidades en las que se llevaron a cabo estos ensayos de campo. Las variables respuestas analizadas fueron producción total de raíz, peso de azúcar obtenida por hectárea y riqueza sacárica, estimada esta última mediante el porcentaje de polarización.

En una primera interpretación de los resultados obtenidos del análisis multivariante de la varianza (MANOVA) se deduce que tanto los contrastes multivariados como los efectos singulares inducidos por los dos factores intersujetos establecidos (dosis y forma de abono magnésico) resultan significativos, al nivel de  $p < 0,01$ , para

las tres variables consideradas: peso de azúcar obtenida, producción de raíz y riqueza sacárica o grado de polarización.

En la Tabla nº2 y nº3 se reflejan las diferencias mínimas significativas obtenidas entre los valores medios observados de las tres variables, en el conjunto de las tres zonas de estudio.

Estos resultados, junto a las dos gráficas que se adjunta y correspondientes a los valores medios de la producción total de azúcar y del peso de raíz obtenidos, prueban y corroboran la superioridad de la forma de  $SO_4Mg$  sobre la de  $OMg$  en el

abonado magnésico. En relación con el segundo factor intersujeto analizado, es decir, la dosis de Mg aplicado en estos ensayos, se demuestra que tanto las mínimas diferencias significativas como los valores medios de azúcar y peso de raíz y que se representan en las gráficas nº 1 y 2, se demuestra el aumento progresivo de aquellas dos variables con el consiguiente incremento de la dosis de Mg aplicada al cultivo.

Se puede concluir, como resultado de estas experiencias de abonado magnésico, que la incorporación de este elemento en el abonado de fondo resulta en general altamente positiva en relación con la producción de azúcar y el tonelaje de raíces obtenidas. De igual modo, se pone en evidencia un incremento de ambas producciones con el aumento de la dosis de Mg incorporado, así como la superioridad de la forma  $SO_4Mg$  aplicada como abono.

## EL AZUFRE EN LA PRODUCCIÓN REMOLACHERA

La fuente fundamental del azufre en los suelos de la Cuenca del Duero ha sido tradicionalmente la adición de estiércoles.

En la actualidad, ante la escasez de estiércol, interesa evaluar también las necesidades de azufre en este cultivo. Aunque algunos técnicos opinan que la adición de sulfatos en los abonados de fondo o el uso de productos azufrados en los tratamientos fitosanitarios son fuentes suficientes de abono de este elemento, se ha observado que un suelo bien dotado en azufre pue-

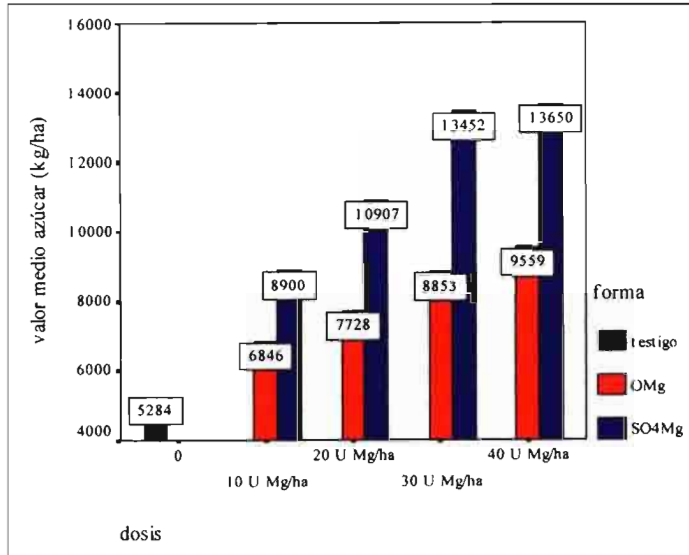
Tabla nº 2

dosis de abono Mg	polarización (%)	producción raíces (kg/ha)	azúcar (kg/ha)
Testigo	13,6a	38.889,1a	5.283,5a
10 U Mg/ha	15,4a	50.925,9b	7.873,3b
20 U Mg/ha	15,9a	58.070,6c	9.317,6c
30 U Mg/ha	16,7a	65.389,8d	11.152,6d
40 U Mg/ha	16,9a	67.842,6de	11.604,7de

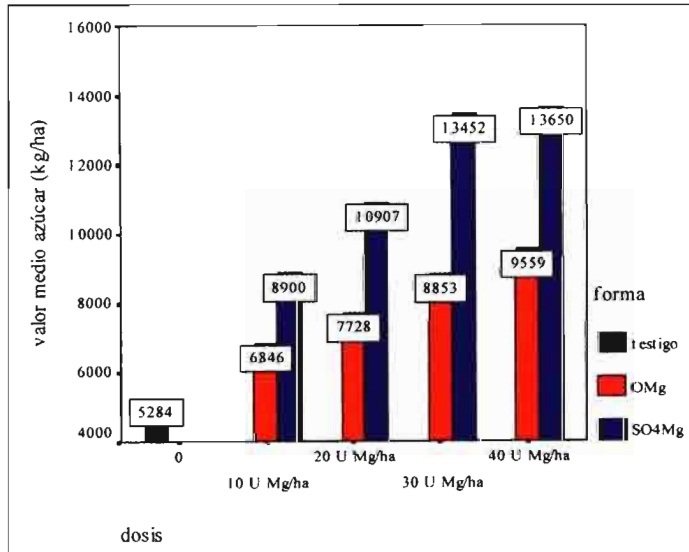
Tabla nº 3

forma de abono Mg	polarización (%)	producción raíces (kg/ha)	azúcar (kg/ha)
$OMg$	19,5a	53.132,4a	8.246,6a
$SO_4Mg$	17,1a	67.981,9b	11.727,5b

Gráfica 1



Gráfica 2



Carencia de Azufre en remolacha.



## AZUFRE

- Superioridad del Sulfato amónico
- Dosis óptimas de 15 a 20 U de S/ha

de influir favorablemente en los resultados de las cosechas en Castilla y León.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Los ensayos de campo se realizaron simultáneamente en tres localidades de la comunidad autónoma de Castilla y León: Arévalo (Ávila), Medina del Campo y Valdestillas (Valladolid). La variedad de remolacha empleada fue la Adonis de Strube-Dikman. El abonado de fondo aplicado en las tres situaciones consistió en la incorporación de 180 U de N, 150 U de  $P_2O_5$  y 150 U de  $K_2O$ . Los suelos de las parcelas donde se llevaron a cabo estas experiencias presentan las características que se exhiben en la Tabla nº4.

El diseño de experimentos establecido consistió en unos bloques completos al azar, con tres repeticiones por dosis y for-

ma de azufre empleados. Cada una de las parcelas elementales se estableció con 50 m<sup>2</sup> de superficie útil, de los cuales se muestrearon sistemáticamente 10 m<sup>2</sup>. Se establecieron cinco niveles para el primer factor intersujeto considerado; es decir dosis de S aplicado: testigo (9 casos), 5 (18 casos), 10 (18 casos), 15 (18 casos), y 20 (18 casos), U de S/ha. El segundo factor establecido fue la forma en que se aplicó el abonado de S, fijándose en este caso dos niveles:  $SO_4(NH_4)_2$  (36 casos), y  $S+NO_3NH_4$  (36 casos). Como consecuencia, el modelo final comprendió 27 parcelas por localidad de experimentación y un total de 81 parcelas de ensayo.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El tratamiento estadístico de los resul-

tados consistió en un modelo lineal general multivariante con los 81 casos resultantes entre las tres localidades. Las variables respuesta analizadas fueron producción total de raíz, peso de azúcar obtenida por hectárea y riqueza sacárica, estimada esta última mediante el porcentaje de polarización.

En una primera interpretación de los resultados obtenidos del análisis multivariante de la varianza (MANOVA) se deduce que tanto los contrastes multivariados como los efectos singulares inducidos por los dos factores intersujetos establecidos (dosis y forma de abono azufrado) resultan significativos, al nivel de  $p < 0,01$ , para las tres variables consideradas: peso de azúcar obtenida, producción de raíz y riqueza sacárica o grado de polarización.

En la Tabla nº5 y nº6 se reflejan las dife-



rencias mínimas significativas obtenidas entre los valores medios observados de las tres variables, en el conjunto de las tres zonas de estudio.

Además de lo anterior, mediante las dos gráficas que se adjuntan y correspondientes a los valores medios de la producción total de azúcar y del peso de raíz obtenidos se corrobora la superioridad de la forma  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$  frente al abono compuesto  $\text{S}+\text{NO}_3\text{NH}_4$ . En relación con el segundo factor intersujeto analizado, es decir, la dosis de S aplicado en estos ensayos, las mínimas diferencias significativas obtenidas, así como los valores medios de azúcar y peso de raíz y que se representan en las gráficas nº 3 y 4, prueban el aumento progresivo de las tres variables con el consiguiente incremento de la dosis de S aplicada al cultivo, obteniéndose finalmente los máximos de producción y polarización con las dosis de 15 y 20 U de S/ha dependiendo de la forma de S utilizada en el abono.

Por todo ello, se puede concluir como resultado de estas experiencias que la respuesta de la remolacha al abonado de S resulta altamente positiva en relación con la producción de azúcar, el rendimiento de la producción de raíces y el grado de polarización. De igual modo, se pone en evidencia el incremento de los rendimientos con el aumento de la dosis de S incorporado bajo forma de  $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ .

Tabla nº 4

Localidad	Textura	pH	M.O. (%)	C/N	P (ppm)	K (meq/100gr)	Ca (meq/100gr)	S (ppm)
Arévalo	aren.-lim.	6,4	0,8	23	5,8	0,3	3,7	Tr.
Medina dei C.	fran.-aren.	7,3	1,2	28	6,3	0,4	6,8	Tr.
Valdeestillas	fran.-aren.	6,8	0,9	24	6,9	0,4	4,4	Tr.

Tabla nº 5

dosis de abono Mg	azúcar (kg/ha)	producción raíces (kg/ha)	polarización (%)
Testigo	6.637, 2a	48.029,2a	13,8a
5 U S/ha	7.440, 7b	50.088,9ab	14,8b
10 U S/ha	9.345, 3c	59.490,2c	15,7c
15 U S/ha	12.291,3d	72.318,8d	17,0d
20 U S/ha	11.332,7e	68.490,9e	16,5e

Tabla nº 6

forma de abono Mg	azúcar (kg/ha)	producción raíces (kg/ha)	polarización (%)
$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	10.479,9a	63.955,0a	16,2a
$\text{S}+\text{NO}_3\text{NH}_4$	9.725,1b	61.239,4b	15,8b

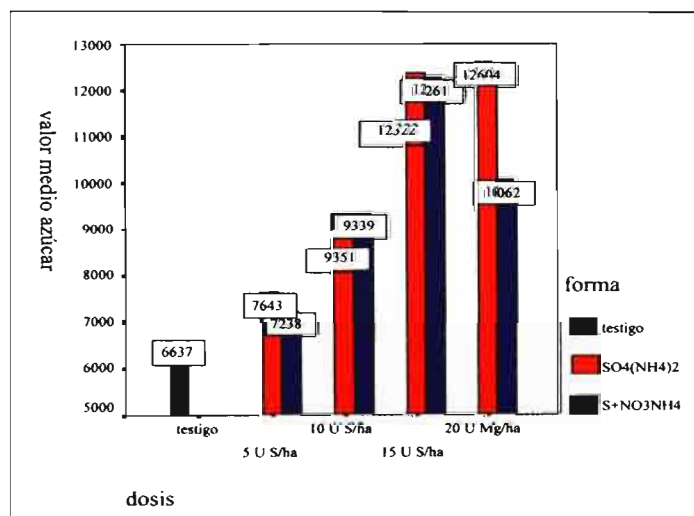
## BIBLIOGRAFÍA

- BRUMER, V. y AURA, E., (1975): "L'effet de l'azote résiduel et de l'azote des engrais sur la production de betteraves à sucre en Finlande". Journ. Agr. Soc. 1974 Traducción y resumen. Boletín del IBAB, Vol. X, nº 6.
- GARZÓN E., VILLARIAS J.L., (1997): "Evolución de los macronutrientes en el cultivo del lúpulo". Agricultura. Nº 780 pp 573-576

- GOODMAN, P.J., (1963): "Some effects of different soils on composition and growth of sugar beet". Jour. Fd. Agric. 14..
- HILLS, F.J y ULRICH, A., (s.f.): "Nitrogen Nutrition in Advances in Sugar Beet Production: Principles and Practices".
- MCGINNIS., (1971): "Beet sugar Technology". 2ª Edición del Beet Sugar Develop. Foundation. Fort Collins, Colorado, E.U.A.
- ROSSO, F. et al., (1974): "Manual del Bieticoltura". Soc. Eridania Z.N.

- VIETS Jr, F.G y ROBERTSON, L.S. "Secondary Nutrients and Micronutrients in Advances in Sugar Beet Production: Principles and Practices".
- VILLARIAS J.L., (1999): "Compendio práctico del cultivo de la remolacha azucarera". Ed. Agrotécnicas S.L.
- VILLARIAS J.L., (2000): "La remolacha azucarera: nuevas técnicas culturales compatibles con el medio ambiente". Junta de Castilla y León.

Gráfica 3



Gráfica 4

