

Utilización agrícola de las espumas de azucarería

En la UE se usa toda la producción como corrector-fertilizante del suelo

Los vertidos tóxicos de minerales pesados en el entorno del Parque Nacional de Doñana han elevado gravemente el grado de acidez de los suelos agrícolas afectados. Una solución para reducir esta contaminación podría buscarse en la espuma residual procedente de la fabricación de azúcar.

● **P. URBANO, M. SALVO Y R. ESPEJO.**
Universidad Politécnica de Madrid.
M. VIDAL. U. de S. de Compostela.

Las espumas de azucarería se consideran, tradicionalmente, como un residuo de la fabricación del azúcar utilizable en la mejora o corrección de los suelos ácidos. Para apreciar en su justo valor el empleo de este producto, se requiere su caracterización en la forma más precisa posible.

Durante el proceso de fabricación del azúcar, es necesario eliminar las sustancias no azucaradas que se encuentran disueltas en el jugo que se extrae de la remolacha. El proceso se denomina depuración del jugo y los agentes encargados de la depuración son la cal (en forma de lechada para flocular las materias coloidales, proceso conocido como defecación) y el anhídrido carbónico. Después del encalado y carbonatación se filtran los jugos y son las materias sólidas retenidas por los filtros las que se denominan espumas (por su alto grado de finura) de azucarería.

Según los procesos de fabricación, en unos casos estas espumas o fangos de carbonatación son arrastradas por medio de agua a grandes balsas para su posterior desecación natural o, en otros, se obtienen directamente, en los filtros prensa,



Montón de espumas en el campo para su distribución.

espumas con bajo contenido de humedad susceptibles de uso inmediato. Según el sistema empleado, en el segundo caso se dispone de producto durante la época de recolección de remolacha y en el primero, unos meses después. Las fábricas modernas suelen tener filtros prensa.

Para la obtención de la lechada de cal y del CO_2 , las fábricas utilizan rocas calizas de diferente procedencia y pureza. En hornos de cal se efectúa la cocción de estas calizas para obtener cal viva y CO_2 . Según la composición de la roca utilizada podrán aparecer diferentes elementos minerales en las espumas.

En la legislación española correspondiente a Fertilizantes y Enmiendas Minerales (BOE nº 167, 14 julio 94), las espumas de azucarería se caracterizan como "Residuo del proceso de fabricación de azúcar a partir de la remolacha cuyo con-

tenido mínimo en principios activos (% en peso) será del 20% ($\text{CaO} + \text{MgO}$) y cuyo contenido en elementos fertilizantes se expresará en CaO total debiéndose indicar, además, su humedad y granulometría".

La legislación francesa denomina espumas de defecación de las azucareras al "Residuo de la filtración de jugos azucarados después del tratamiento de éstos, denominado carbonatación, por una lechada de cal. La cal está presente en las espumas en forma de carbonato cálcico finamente dividido, su riqueza mínima será del 20% ($\text{CaO} + \text{MgO}$) y su valor neutralizante mínimo será 20".

Generalmente, todas las espumas cumplen las exigencias mínimas pero, teniendo en cuenta la procedencia variable de la roca caliza y los diferentes procedimientos seguidos en la fabricación del

azúcar, el residuo obtenido en forma de espuma presenta, a su vez, composición y valor diferentes.

Valor agrícola de las espumas

Para su posterior empleo en el campo, durante el otoño de 1995 procedimos a analizar muestras de espumas tomadas en diferentes fábricas que se encontraban en plena campaña en la zona Norte. Los resultados medios de estos análisis aparecen en la **tabla 1** y de ellos pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- El contenido de humedad de estas espumas es variable según el proceso de fabricación, llegando en algunos casos al 55,5% (espumas húmedas de Venta de Baños), mientras que en otros se queda en el 26,2% (espumas secas de Salamanca).

- La suma de carbonato e hidróxido cálcico supera en algunos casos el 90% s.m.s. y el valor medio es del orden del 89% s.m.s. Se trata, en definitiva, de un producto cuya composición mineral es, fundamentalmente, $\text{CaCO}_3 + \text{Ca(OH)}_2$. De los carbonatos, la caliza activa representa valores muy importantes.

- En todos los casos, la riqueza expresada en CaO supera el 20% con lo que se cumplen ampliamente las exigencias de la legislación.

- Es interesante destacar el contenido de las espumas en materia orgánica (las muestras analizadas dieron una media del 8,5% s.m.s.), y en nutrientes como fósforo y magnesio. Desde el punto de



Detalle del mecanismo distribuidor de la máquina.

vista de la nutrición vegetal, es significativo también el aporte de los micronutrientes hierro, cobre y cinc.

- Sin embargo, los niveles de cobre y cinc, así como los de aluminio, son suficientemente bajos como para que el uso de las espumas a las dosis que recomendamos a continuación, no representen riesgos de contaminación en el suelo.

En definitiva, el valor de las espumas para uso agrícola reside en: (a) su elevado contenido en calcio de alta actividad, que actuará como mejorador de las condiciones desfavorables que presentan los suelos ácidos y como nutriente de los cultivos; (b) su contenido en materia orgánica, que actuará favorablemente en el mantenimiento del nivel húmico del suelo; y (c) el aporte de macronutrientes (magnesio, fósforo y potasio, especialmente) y micronutrientes (hierro, cobre y cinc) esenciales.

Además, la elevada temperatura (próxima a 90° C) a la que se obtienen las es-

pumas y el tiempo de permanencia a estas temperaturas, destruyen los gérmenes vegetales y microorganismos que pudieran presentarse en los jugos y ser arrastrados por la espuma. En consecuencia, el aporte de espumas al campo no representa ningún riesgo de contaminación o infección de tipo patológico (Vandergeten, 1993).

Posibilidades de utilización y producción de espumas en España

Entre los factores que limitan el desarrollo de las plantas cultivadas en los suelos ácidos destacan la escasa disponibilidad de bases y otros nutrientes esenciales, como el fósforo y molibdeno, y la acción tóxica motivada por el exceso de aluminio y manganeso intercambiables, muy comunes en suelos con pH inferior a 5,5.

En España, los suelos con estas características, ya sea por el carácter ácido de la roca madre o por los intensos lavados en las regiones más lluviosas, vienen a representar el 40% de la superficie nacional (Roquero, 1964). De ellos, se puede considerar que unos 10 millones de hectáreas pueden presentar problemas para los cultivos de acuerdo con los criterios señalados en el párrafo anterior. A estas cifras podría sumársele la correspondiente a suelos que están en vías de descalcificación y/o acidificación como consecuencia del cultivo, de aportes de fertilizantes nitrogenados y azufrados, y por la lluvia ácida.

TABLA 1. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ESPUMAS DE AZUCARERÍA TOMADAS EN DIFERENTES FÁBRICAS EN NOVIEMBRE DE 1995.

Procedencia	Control de humedad (%)	Porcentaje sobre muestra desecada en estufa													
		Ca	Mg	Na	K	P	Fe	Cu	Zn	Si	Al	Carbonatos	Caliza activa	Ca(OH) ₂	Materia orgánica
Venta de Baños	55,50	37,10	1,40	0,10	0,30	1,30	0,70	0,20	0,05	1,30	0,60	62,9	42,8	25,7	9,70
Miranda de Ebro	52,80	36,70	1,20	0,20	0,20	0,90	0,30	0,20	0,01	1,50	0,40	55,1	34,0	30,2	8,90
La Bañeza	48,25	36,10	1,30	0,15	0,10	1,10	0,70	0,10	0,01	1,60	0,80	64,6	40,5	22,2	8,00
Toro	45,70	37,60	1,20	0,20	0,15	1,90	0,60	0,15	0,02	1,70	0,50	65,6	34,1	24,1	9,50
Toro. Espuma de filtro antes de diluir	40,20	36,65	1,10	0,10	0,12	0,85	0,20	0,15	0,00	1,10	0,45	60,6	40,6	25,7	10,05
Valladolid	34,80	38,80	1,15	0,10	0,20	2,10	0,45	0,05	0,02	1,20	0,35	63,5	40,2	27,7	7,10
Valladolid. Filtros rotativos	45,80	39,20	0,90	0,15	0,10	1,20	0,40	0,10	0,01	1,15	0,40	70,5	48,2	22,6	7,30
Salamanca	26,20	37,90	1,40	0,10	0,15	0,90	0,25	0,01	0,01	1,15	0,45	67,5	33,3	23,8	7,60
MEDIAS	43,66	37,51	1,206	0,138	0,165	1,281	0,450	0,120	0,016	1,338	0,494	63,788	39,212	25,25	8,531
DESVIACIONES TÍPICAS	9,006	1,014	0,155	0,041	0,063	0,443	0,185	0,064	0,014	0,216	0,136	4,320	4,826	2,516	1,091

Métodos de análisis:

Calcio y magnesio, por absorción atómica en muestras tratadas con HCl.
Sodio, potasio, fósforo, hierro, cobre, cinc, silicio y aluminio, por fluorescencia de rayos X.
Carbonatos, por calcímetro.
Caliza activa, por calcímetro sobre carbonatos disueltos en oxalato amónico.
Hidróxido cálcico estimado a partir de los contenidos de calcio, magnesio y carbonatos.
Materia orgánica, por Walkley-Black.

Las fábricas españolas producen entre 600.000 y 700.000 t de espumas cada año, referidas al 50% de materia seca, y de éstas la utilización agrícola es inferior al 1%. Sin embargo, en una encuesta realizada en 1986, a iniciativa del Institut International de Recherches Betteravières, se puso de manifiesto que, a nivel de la Comunidad Europea, salvo España e Italia, el resto de los países utilizan prácticamente el 100% de las espumas producidas en las fábricas azucareras.

De esto se deduce el doble interés que, tanto para las fábricas como para los agricultores, puede presentar el empleo agrícola de las espumas de azucarería como elemento corrector-fertilizante del suelo.

Resultados obtenidos con la aplicación de espumas

Desde hace algunos años, las fábricas azucareras están ofreciendo estas espumas a los agricultores, bien directamente o a través de la Asociación de Cultivadores de Remolacha. Las fábricas están subvencionando el producto y parte de los costes de transporte y de distribución con máquinas, de momento, de su propiedad. Asimismo, ensayan y controlan diferentes tipos de máquinas distribuidoras para recomendar, en cada caso, las más interesantes.

Conocemos los trabajos que sobre este tema lleva realizando la fábrica de Salamanca desde la campaña 1992/93, en parcelas de cultivadores de remolacha. Sobre una superficie potencial de unas 6.000 ha (parcelas de cultivo de remolacha con $\text{pH} < 6.5$ ó con $\text{pH} > 6.5$, pero con un contenido en calcio activo inferior a 9 meq/100 g), se tratan cada año algo menos de 1.000 ha. Las dosis medias recomendadas son del orden de 6 a 8 toneladas de espumas, con el 20% de humedad, por hectárea.

Por nuestra parte, hemos realizado ensayos durante los cuatro últimos años sobre suelos de rañas del norte de León y suelos ácidos de Galicia (Granja Gayoso de la Excm. Diputación Provincial de Lugo), para comparar los resultados obtenidos con las espumas frente a otros materiales utilizados como encalantes

(calizas y roca de yeso). En estos ensayos hemos utilizado dosis de enmiendas equivalentes a 3.000 kg CaCO_3/ha (cantidad calculada necesaria para rebajar el porcentaje de aluminio cambiante hasta el 20% considerando un factor 2 para cultivos sensibles al aluminio, según Cochrane et al., 1980, y considerada normal según la experiencia local en suelos de Galicia). De los resultados obtenidos tanto en columnas de suelo reconstruidas en laboratorio, como en parcelas de cultivo controladas en campo, podemos adelantar las siguientes conclusiones:

1º: Mayor eficiencia en calante de las espumas en la zona superficial del suelo

yeso.

2º: En los análisis de producción durante 1997 (praderas de festuca, ballico y trébol blanco en los ensayos de Lugo), también hemos obtenido superioridad de las espumas (31,6 y 22,2 t forraje verde/ha), frente a las calizas (23,9 y 17,6 t forraje verde/ha) y los testigos sin tratar (14,6 t forraje verde/ha), en el muestreo realizado en el mes de mayo.

3º: Del análisis de la composición del forraje, hemos comprobado que el tratamiento con espumas mejora el contenido final de nitrógeno, calcio, magnesio y cobre en la materia seca. Esta mejoría es notablemente más alta en el trébol que en el ballico y festuca.

Como resumen de todo lo anterior, podemos destacar que existe un elevado potencial para la utilización de las espumas de azucarería en la mejora de los suelos ácidos y de los cultivos a desarrollar en ellos. Los trabajos de investigación deben continuar para definir con la mayor precisión el valor agrícola de este producto en función de su composición y presentación (posible granulación que facilite la distribución), y para caracterizar las dosis que para cada suelo y especie a cultivar resulten más ajustadas en orden a mantener la fertilidad del suelo y mejorar los rendimientos del cultivo en cantidad y calidad. ■

BIBLIOGRAFÍA

COCHRANE, T.T., SALINAS, J.G. and SÁNCHEZ, P.A., 1980. An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminium tolerance. *Trop. Agric. (Trinidad)* 57(2), 133-140

ROQUERO, C., 1964. El medio natural como factor limitativo y condicionante de la agricultura española. *Sep. Bol. Asoc. Nal. Ing. Agr.*, nº 154.

VANDERGETEN, J.P., 1993. Nouvelles applications et perspectives pour les écumes de sucrerie en Europe. 56ème Congrès d'Hiver I.I.R.B. 337-349.

VIDAL, M., URBANO, P., LÓPEZ, A., BLÁZQUEZ, R. y ROQUERO, C., 1997. Usefulness and efficiency of the waste of the sugar foam used as liming matter. 11th World Fertilizer Congress. Gent, Belgium. (En Prensa).

VIDAL, M., URBANO, P., BLÁZQUEZ, R. y LÓPEZ, A., 1997. Efectos de los encalados con caliza, roca de yeso y espumas de azucarería sobre la fertilidad química de los suelos de las rañas del norte de León. *Rev. de Edaf. Vol.2*, 59-67. *Bol. SECS*. Madrid.



(0-20 cm), donde se ha conseguido, con la dosis citada, una elevación del pH-KCl de 1.04 unidades, frente a 0.92 para la caliza y prácticamente nulo para el yeso. Así mismo, en lo que corresponde al desplazamiento de aluminio, el máximo índice de desplazamiento se ha conseguido con espumas en un muestreo realizado durante el mes de febrero de 1997 en una parcela de ensayo de Lugo, con una relación de 1.76 meq Al por cada meq Ca aplicado en forma de espuma. En esta misma época y suelo, el desplazamiento sólo fue de 0.63 meq Al/meq Ca, para las calizas, y 0.59 meq Al/meq Ca, para el