

Aspectos económicos y medioambientales de la fertilización mineral

Angel Fombellida Villafruela.

Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid.

Estamos en un período de aumento de precios. La campaña anterior subió notablemente el precio de venta de los cereales. También lo hicieron los fertilizantes. Pero en la actual, los carburantes y fertilizantes no se han quedado a la zaga y han mantenido un aumento continuado del precio. Además, hay que tener en cuenta el aspecto medioambiental ya introducido en la última reforma de la PAC a través de la condicionalidad. En este artículo se analiza, a través de ejemplos prácticos, cómo fertilizar de forma rentable y eficiente en un cereal de secano.

El concepto de sostenibilidad cada vez va cobrando más fuerza en la gestión de las explotaciones agrarias, afectando de lleno a la actividad del agricultor, pues impone restricciones en el aprovechamiento de los recursos y respeto por el medio ambiente. La actividad agraria ya no se mide exclusivamente con criterio productivista, sino que se valora su eficiencia a través de cómo se aprovechan los recursos y los efectos que las prácticas agrícolas tienen sobre el entorno. Cada vez se presta más atención a esto último, aunque sin perder de vista la rentabilidad, y mucho menos en un mercado agrícola muy competitivo, con márgenes muy reducidos, que obligan a optimizar los factores de producción. La dificultad está en cómo optimizar, o lo que es lo mismo, cómo utilizar lo que se necesita de la forma más económica y eficiente. La fertilización mineral es una práctica agrícola que sirve muy bien de ejemplo del equilibrio que debe haber entre los intereses del agricultor, los del consumidor y los de la sociedad en su conjunto, es decir, entre rentabilidad, calidad y aprovechamiento de recursos. Ya hay bastantes normativas legales sobre esto, valgan como ejemplo la Directiva 91/676 del Unión Europea y el Real Decreto 26/1996, que establecen normas para el uso de fertilizantes minerales y orgánicos. Igualmente, los Reglamentos de producción integrada también indican claramente cuáles son las cantidades máximas de nitrógeno que deben añadirse al suelo, destacando que debe elaborarse un plan de abonado mediante la realización de un balance, o lo que es lo mismo, hay que justificar el abonado que se va a realizar.





Una zona con producción media de 2.500 kg/ha, tenía unos costes de producción de alrededor de 390 €/ha. Tras el aumento del precio de fertilizantes y carburantes, el coste puede ser de unos 540 €/ha.

La última reforma de la PAC, entre otras cosas, ha venido marcada por la condicionalidad. El agricultor cada vez está más condicionado por normativas que fijan recomendaciones, o incluso prohibiciones, para el uso de productos o para el desarrollo de algunas prácticas, y en muchos casos muestra su disconformidad, más que por la dificultad que pueda entrañar su cumplimiento, porque duda de la justificación de tales medidas y porque rara vez se le dice lo que debe hacer. Quizás, en el fondo, lo que subyace es una falta de información. Mejor sería una política de compromisos que de condiciones.

Un aumento inimaginable en los costes de producción

Estamos en un período de aumento de precios. La campaña anterior subió notablemente el precio de venta de los cereales. También lo hicieron los fertilizantes. Pero en la actual, los carburantes y fertilizantes no se han quedado a la zaga y han mantenido un aumento continuado del precio, llegando a alcanzar precios inimaginables. El gasóleo agrícola en la campaña 2003/04 costaba alrededor de 0,22 €/l y en la actualidad está a 0,99 €/l, lo que significa que casi se ha multiplicado por cinco.

Pero los fertilizantes minerales tienen más trascendencia que el gasóleo sobre el incremento de costes de producción. Como ejemplo, una zona con producción media de 2.500 kg/ha, tenía unos costes de producción de alrededor de 390 €/ha, con los fertilizantes a un precio entre 0,21 y 0,24 €/kg, vendiéndose el grano a 0,12 €/kg. Tras el aumento del precio de fertilizantes y carburantes, el coste puede ser de

Cuadro I.

Distribución de los costes de producción de cebada en seco en Palencia.

	COSTES (%)	
	Antes del incremento de precios	En la actualidad
Labores	38	29
Materias Primas (Fertilizantes)	45 (32)	52 (43)
Otros gastos	16	19

Fuente: Elaboración propia. Datos orientativos.

Cuadro II.

Evolución del precio de algunos fertilizantes minerales (€/kg).

	1998	2000	2002	2004	2006	2008
Sulfato amónico	0,11	0,11	0,12	0,13	0,15	0,27
Nitrato (26%)	0,13	0,14	0,16	0,17	0,21	0,34
Urea (46%)	0,17	0,18	0,19	0,21	0,27	0,46
18-46-0	0,23	0,23	0,22	0,23	0,26	0,83
8-15-15	0,14	0,16	0,16	0,16	0,19	0,46
8-24-8	0,16	0,17	0,17	0,17	0,30	0,49

Fuente: Ministerio de Agricultura y Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla-León.

unos 540 €/ha, y los fertilizantes han pasado de suponer la tercera parte a casi a mitad de los costes totales (**cuadro I**). Su precio, según datos del MAPA, ha aumentado entre 2,5 y 3 veces en los últimos diez años (**cuadro II**).

Los agricultores ya han salido a la calle a manifestar su preocupación, pues ven muy comprometida la viabilidad de las explotaciones. Con estos costes, en el caso de que el precio de venta de la cebada fuera de 0,18 €/kg, hay que producir unos 2.000 kg/ha para igualar costes, contando con la ayuda de la PAC; sin ella, se necesitarían alrededor de 2.800 kg/ha. Si el precio de venta fuera de 0,15 €/kg, estas producciones serían, respectivamente, de 2.500 y 3.300 kg/ha, es decir, económicamente sería inviable el cultivo de cebada en estas condiciones, lo que justifica la preocupación de los agricultores.

Tradicionalmente en la fertilización ha primado exclusivamente el carácter económico. Recientemente, a través de condicionantes legales, se impone la valoración medioambiental. Ya no es válido decir que el mejor programa de fertilización es el que proporciona mayor cosecha, sino además debe ocasionar menos polución. En lo que sigue vamos a tratar de analizar el aspecto económico y medioambiental de la fertilización mineral, mediante un sencillo análisis, centrándonos en el caso de los cereales, concretamente de la cebada en la meseta norte, que es la especie que más se siembra, más de un millón de hectáreas. Como es de esperar, en una superficie tan amplia, el medio de cultivo es muy diverso, y las prácticas de cultivo, aunque con una base común, se han ido adaptando a las condiciones del lugar. Nos vamos a circunscribir a una zona netamente cerealista de secano, como es el sur de la provincia de Palencia, que por su situación y características ambientales puede ser representativa del resto.

Reducción de costes a través de la fertilización

Siempre se habla de ello, pero quizás ahora más que nunca parece oportuno buscar la forma de gastar menos y, naturalmente, donde más posibilidades hay de lograrlo es en la partida mayor, que como vimos es la de los fertilizantes. Si a través del precio no es posible, cabe preguntarse si puede hacerse reduciendo el consumo, y creo que por este lado sí hay margen para reducir. Ahora bien, si damos por válida esta

Cuadro III.

Balance de nutrientes para una cosecha de cebada de 2.500 kg/ha.

	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ (kg/ha)	K ₂ O (kg/ha)
Extracciones	69	27	66
Lluvia + fijación no simbiótica	6	0	0
Mineralización materia orgánica	10	2	2
Mineralización de residuos	4	1	11
Compensación pérdidas	1,25	1,2	0
Necesidades	63	29	53

afirmación, sería lo mismo que decir que se abona por encima de las necesidades, y aquí llegamos a la esencia del asunto. ¿Cuáles son las necesidades? Dependen, entre otras cosas, de la cosecha. Como ésta no se puede conocer de antemano, se puede decir que no se puede hacer una dosificación de fertilizantes ajustada a las necesidades, y como consecuencia la decisión comúnmente utilizada es abonar con una dosis que cubra un amplio intervalo de producción. Es decir, se utilizan cantidades pensadas para expectativas de cosecha por encima de las del año medio, que cuando no se alcanzan suponen un incremento del coste, y el exceso, en el caso del nitrógeno, puede perderse con perjuicios medioambientales que no conviene olvidar. Esta estrategia es la que hay que cuestionar, pues tiene difícil justificación económica y medioambiental. La estrategia contraria, la de abonar por debajo de las necesidades para evitar pérdidas, es evidente que resulta antieconómica, por limitar la producción.

Un ejemplo práctico en una zona netamente cerealista

Decíamos más arriba que hay margen para reducir, y aunque seguidamente haremos una valoración, primero nos fijaremos en un ejemplo que puede ilustrar esta afirmación. La campaña pasada, la cosecha cerealista en Castilla y León puede decirse que fue excelente, de las mejores que se conocen. En concreto, en la mitad sur de la provincia de Palencia, una zona netamente cerealista, la producción media de cebada en secano fue de 4.400 kg/ha. Quiere esto decir que los factores de producción, cada uno en su cuantía, fueron suficientes como para permitir esa cosecha. Bien es cierto que el que más limita la producción, que es la disponibilidad de agua, fue muy favorable. Pero no nos olvidemos de los demás, sobre todo de la fertilización, que fue suficiente, como para al menos, lograr una producción como la señalada anteriormente. Y no es que se abonara más que otras campañas. El abonado fue el mismo. Lo que prueba que se abona por encima de las necesidades medias. Esto en principio no tiene por que ser rechazable, pues el agricultor, sin dejar de ser realista, hace su trabajo lo mejor posible para conseguir buenos resultados, luego las condiciones ambientales de cada año son las encargadas de lo demás. Pero ahora está penalizado ser muy optimista y pensar siempre en una cosecha muy buena, que difícilmente se alcanza. Cuando los fertilizantes no tenían tanto peso en el resultado económico final y no había restricciones al uso de productos químicos esta decisión no tenía mayores consecuencias. Cuando las condiciones han cambiado ya no es viable. Ahora, más que nunca, hay que ser realista.

¿Cuál de las dos estrategias indicada anteriormente tiene menos coste? Vamos a intentar dar una respuesta, aunque solo sea orientativa, pues como ya dijimos, los datos que vamos a manejar tratan de representar el mayor número de situaciones posibles a partir de una de las muchas existentes, que entendemos que sirve como referente. Vamos a comenzar comparando el abonado medio del agricultor con las necesidades de nutrientes.

El abonado tipo en esta zona

Partimos de lo que llamamos abonado tipo que bien puede ser de 350 kg/ha del complejo 15-15-15 antes de sembrar y en cobertera 250 kg/ha de nitrato amónico cálcico (26%). Con cualquier otro se puede desarrollar el mismo ejemplo. Las aportaciones son de 120 kg N/ha, 54 kg/ha de fósforo y lo mismo de potasa. ¿Cuánto necesita el cultivo? Pues es evidente que lo que extrae del suelo y queda contenido en cada una de sus partes, de lo que la bibliografía nos proporciona suficiente información, diciendo que por cada tonelada de grano la cebada extrae por término medio 28 kg de N, 11 kg de P₂O₅ y 26 kg de K₂O. Según esto, para la producción del año medio, de 2.500 kg/ha, las extracciones serán de 69 kg N/ha, 27 kg P₂O₅/ha y 66 kg K₂O/ha. Téngase en cuenta que no es lo mismo lo que la planta extrae que lo que debemos añadir al suelo con el fertilizante, o necesidades de fertilización, que es lo que queremos conocer. Si así procediéramos estaríamos cometiendo una

Cuadro IV.

Producción media (kg/ha) de cereales en Castilla-León y Palencia. Período 1985-2006.

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Palencia	2.566	1.388	2.646	3.152	1.634	2.951	2.165	694	3.409	2.830	1.586
Castilla y León	2.699	1.581	2.714	3.165	1.959	2.452	2.002	1.041	3.936	2.758	1.845
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Palencia	2.853	2.568	3.207	2.494	3.717	1.481	1.849	2.562	3.254	2.107	3.111
Castilla y León	3.238	2.573	3.212	3.072	3.848	1.770	2.400	2.799	3.305	1.752	2.515

Fuente: Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla-León.



Abonado para satisfacer las necesidades del año medio, con el precio actual, los fertilizantes suponen alrededor de la tercera parte de los costes, y se necesitaría una cosecha de entre 1.500 y 1.900 kg/ha para igualar costes, con un precio de venta de la cebada entre 0,15 y 0,18 €/kg.

imprecisión, al considerar solamente una de las partes, dejando de lado la fertilidad del suelo, el cultivo precedente, enmiendas, etc. En la actualidad esto no es admisible, la gestión sostenible nos obliga a manejar con mayor precisión la fertilización, para ajustar, en la medida de lo posible, las necesidades con las aportaciones. El procedimiento recomendado consiste en la realización de un balance, en el que las extracciones del cultivo se compensan con lo que proporciona el suelo y el fertilizante, además de tener en cuenta posibles pérdidas. En el **cuadro III** aparecen los balances para cada uno de los tres macroelementos en un hipotético caso en el que se entierra el rastrojo, en un suelo básico, pobre en materia orgánica, con poco fósforo y normal de potasio, representativo de la zona indicada.

Como sospechábamos, el abonado tipo que anteriormente indicamos, está por encima de las necesidades. Aporta alrededor del doble de nitrógeno y fósforo. El exceso de este último quedará en el suelo, en este caso con riesgo de retrogradación, pero el exceso de nitrógeno corre el riesgo de llegar a cursos de agua o perderse en la atmósfera. En ambos casos se produce un sobre coste económico, y en el caso del nitrógeno se añade un coste medioambiental.

Justificación económica

Lo anterior sería suficiente para demostrar que se abona en exceso. No obstante, el sobre coste económico puede estar justificado por el incremento de cosecha. Es evidente que para evitar pérdidas hay que reducir el abonado, pero también puede pensarse que si así se actúa, es decir, si se dosifica para el año medio, se limita la producción, y cuando la campaña, como la pasada, sea muy favorable, no se podrán alcanzar cosechas tan buenas. Vamos a tratar de valorar ese exceso y averiguar si está justificada la estrategia de abonar en exceso para cubrir las necesidades para un amplio margen de producción. Nos centramos sobre todo en el nitrógeno, por ser el elemento más susceptible de originar pérdidas y el más caro. Tratando de contemplar más posibilidades, calculamos las necesidades de abonado para tres expectativas de cosecha, las que corresponden a lo que podríamos llamar año medio, año bueno y año malo. ¿Qué valor damos a cada uno de ellos? Naturalmente que depende de muchas circunstancias, y variable con el tiempo, pero podríamos admitir como años normales los de producción entre 2.000 y 3.000 kg/ha, años buenos los que superan 3.000 kg/ha y años malos los que la cosecha es inferior a 2.000 kg/ha. Con este criterio vamos a averiguar cuál es la distribución de años, echando mano de la serie de producción de cereales en Castilla y León y Palencia durante el período 1985-2006 (**cuadro IV**). Observamos que la producción media, tanto en Castilla y León como en Palencia, ronda los 2.500 kg/ha. De los veintidós años de la serie, seis (27%) tuvieron una cosecha por debajo de 2.000 kg/ha, con un valor medio de 1.500 kg/ha; en otros seis la cosecha superó los 3.000 kg/ha, con un valor medio de 3.350 kg/ha; el resto de años, es decir, diez (45%) la cosecha estuvo entre 2.000 y 3.000 kg/ha, con un valor medio de 2.500 kg/ha. En resumen, y simplificando, la mitad de los años se logra la producción media, la otra mitad son buenos o malos a partes iguales.

Comparando las necesidades para cada una de las posibilidades de producción y las aportaciones que se realizan con el abonado tipo (**cuadro V**), no solamente vuelve a evidenciarse el exceso, sino que cuando los años son malos la diferencia es muy grande. Tan solo la cuarta parte de los años, los llamados buenos, el abonado está algo más ajustado, quedándose pobre de potasa. Por término medio, teniendo en cuenta la frecuencia de distribución de producciones, el exceso de abonado es de 58 kg N/ha y 25 kg P₂O₅/ha (**cuadro VI**).

Volvemos a lo de antes, ¿tiene justificación económica un abonado tan por encima de las necesidades, o sería mejor uno ajustado a expectativas de cosecha menores, como por ejemplo las del año medio? La respuesta es sencilla. Estaría justificado siempre y cuando el incremento de coste de fertilización sea menor que el derivado del ingreso



Daymsa



Gama

Ácidos Húmicos

Camino de Enmedio, nº 120 • 50013 ZARAGOZA (España)
Tel. 976 46 15 16 - Fax 976 41 59 86 • e-mail: mail@daymsa.com
www.daymsa.com

Naturvital® • Naturvigor® • Naturcomplet®

Cuadro V.

Necesidades de nutrientes para tres expectativas de cosecha y diferencia entre éstas y las aportaciones de un abonado de 350 kg/ha de 15-15-15 + 250 kg/ha de NA (26%).

Producción(kg/ha)	Necesidades (kg/ha)			Aportaciones - Necesidades		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.500	28	16	27	92	38	27
2.500	63	29	53	57	25	0
3.350	92	41	75	28	13	- 21

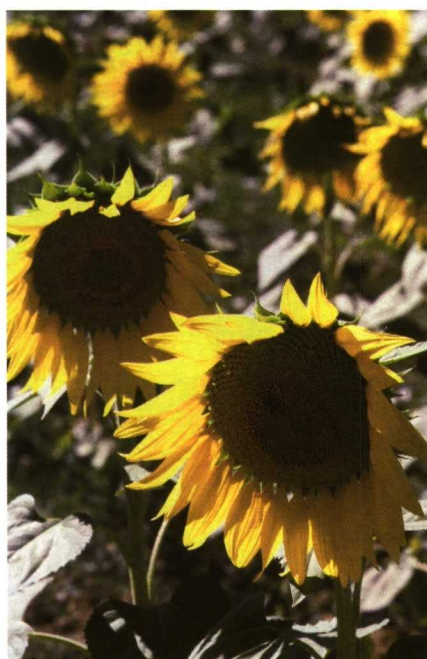
Cuadro VI.

Diferencias ponderadas entre cada una de las expectativas de cosecha y las correspondientes al año medio.

Producción (kg/ha)	Frecuencia %	Aportaciones - Necesidades		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.500	27	25	9	6
2.500	45	26	12	0
3.350	27	7	3	- 6
Año medio		58	24	0

por incremento de producción. En caso contrario, no. Recordemos que el abonado tipo es 120-54-54 kg/ha NPK, y el correspondiente a las necesidades del año medio 63-29-53 kg/ha NPK. Con ambos abonados, cuando el año sea malo (27%), la producción será de 1.500 kg/ha. Igualmente, cuando el año sea normal (45%), la producción será de 2.500 kg/ha. Hasta aquí (72% de los años), la producción será igual con ambos abonados, pues en ningún caso se limita la producción. Solamente cuando el año sea bueno (27%), habrá diferencias de producción con ambos abonados, pues con el llamado tipo se puede alcanzar la producción media de años buenos, 3.350 kg/ha, mientras que con el otro abonado la producción estará limitada a 2.500 kg/ha. La diferencia es de 850 kg/ha, que ocurrirá el 27% de los años, lo que se convierte en una diferencia de 230 kg/ha y año. Este es el incremento medio de cosecha que se lograría abonando con 350 kg/ha del complejo 15-15-15 más 250 kg/ha de NA 26%. En estos momentos la cebada tiene un precio de unos 0,18 €/kg, por lo que el incremento de cosecha se convierte en un aumento de ingresos de 41,5 €/ha. Pero para lograr ese aumento ha habido que aumentar el abonado en 150 kg/ha del abono complejo y 100 kg/ha de NA 26%, que a precio de mercado valen 108,2 €/ha. Se aprecia claramente que no interesa económicamente abonar con dosis tan elevadas. Abonando para satisfacer las necesidades del año medio, con el precio actual, los fertilizantes suponen alrededor de la tercera parte de los costes, y se necesitaría una cosecha de entre 1.500 y 1.900 kg/ha para igualar costes, con un precio de venta de la cebada entre 0,15 y 0,18 €/kg.

Se pueden hacer muchas críticas a este ejemplo. Una de ellas referente a los fertilizantes elegidos y a la cantidad. Pero si hubiera sido con otros fertilizantes y otras cantidades el resultado no hubiera sido muy diferente. Lo mismo puede decirse de los valores de cosecha utilizados.



La fertilización tipo de esta zona puede tener justificación esta estrategia cuando el cultivo siguiente no se abona o se abona poco, como por ejemplo en la sucesión cebada/girasol.

En cualquier caso, y a pesar de que la afirmación que sigue tiene un valor relativo por lo que se acaba de decir, parece evidente que el abonado no es equilibrado. Se abona con exceso de nitrógeno, quizás también de fósforo, y probablemente por debajo de las necesidades de potasio. Parece como si hubiera mucho interés por el nitrógeno y poca preocupación por los demás elementos, sobre todo el K, y no digamos elementos secundarios, como el Mg. Al nitrógeno se le concede más relevancia de la que tiene, como si con su exceso se tratara de compensar otras carencias, tanto de nutrientes como de otros factores de producción, cuando eso no es posible, pues un principio básico de la agronomía advierte que la producción depende del factor que se encuentra en menor cantidad, que aplicado al caso de la fertilización es lo mismo que decir que de poco sirve, por ejemplo, que haya mucho nitrógeno si escasea cualquiera de los demás elementos.

No obstante, puede tener justificación esta estrategia cuando el cultivo siguiente no se abona o se abona poco, como por ejemplo en la sucesión cebada/girasol, que este último no recibe abonado, y que para una producción media de 800-1.500 kg/ha tiene unas necesidades que se pueden compensar abonando en exceso la cebada en una cantidad similar a la anterior.

Valoración energética del abonado

No queremos dejar pasar la ocasión de hacer otra valoración, por estar de actualidad. Ahora que tanto se habla del papel que la agricultura puede jugar como suministradora de energía, no estaría de más hacer una valoración energética de la fertilización. No parece que la agricultura pueda contribuir significativamente a la producción de energía, pues bastante es con que cumpla con la misión ineludible y prioritaria de producir alimentos para una población en aumento. Su contribución más puede venir a través de la mejora en la eficiencia en el uso de los recursos y materias primas que utiliza. En el ejemplo que acabamos de exponer, si la valoración se hace desde el punto de vista energético, con el abonado tipo el consumo energético es de unos 20.000 MJ/ha, los fertilizantes suponen el 60% del total; cuando se reduce la dosis de fertilizante, ajustándola a las necesidades del año medio, el consumo es de unos 15.000 MJ/ha, suponiendo los fertilizantes el 50%. Este ahorro tan notable se debe a la reducción del consumo del nitrógeno, que con diferencia es el elemento energéticamente más caro de producir. El grano de cebada se utiliza para la producción de etanol, que tiene un contenido energético de 27 MJ/kg. El ahorro de 5.000 MJ/ha, equivale a 190 kg/ha de etanol, y dado que el rendimiento de la cebada en etanol es de 267 kg/t de grano, al reducir el abonado es lo mismo que si hubiéramos dedicado 700 kg de grano a producir etanol. Cantidad más que considerable, pues si estamos hablando de rendimiento medio de 2.500 kg/ha, es como si el 30% de la cosecha se dedicara a la producción de biocombustible.

Conclusiones

Todo lo anterior espero que sirva para reflexionar sobre la dosis de fertilizantes que se utiliza. Aunque con riesgo de errar por generalizar, puede decirse que son muchos los casos en los que el abonado no está equilibrado y que se abona con exceso de nitrógeno sin reparar en los demás elementos. No se trata de ajustar milimétricamente la dosis a las necesidades porque sería un empeño inútil, pero dado que como parece hay un desfase tan grande entre ambas, sí que hay que procurar corregirlo. Un mejor ajuste conlleva ahorro económico y energético, además de una mejor utilización de los recursos. ■