

Un manejo controvertido

El abono verde en los cultivos herbáceos de secano

►..... Texto y fotos: Carlos Lacasta, Nicolás Maire y Ramón Meco

Entre 1950 y 1990 se incrementó 10 veces el uso de fertilizantes químicos nitrogenados, dando lugar a un aumento sin precedentes de la productividad en los cereales, pero también alterando las condiciones básicas del ciclo natural del nitrógeno

y contaminando los ecosistemas terrestres y acuáticos con grave riesgo para la salud humana. Las leguminosas contribuyen a la fijación del nitrógeno de forma biológica, pero es controvertido su beneficio o no en el caso de enterrarlas como abono verde para cultivos herbáceos en secano

El nitrógeno, después del agua, es el principal factor limitante para el desarrollo de las plantas. Dentro de la fijación de nitrógeno global, la fijación biológica aporta la mayor parte del nitrógeno fijado en los ecosistemas terrestres. A partir de la demostración, a finales del siglo pasado, de que las leguminosas intervienen en la fijación de nitrógeno (ver fotografía de los nódulos de *Rhizobium*), se generalizó su uso en rotación con cereales. Estimaciones recientes indican que contribuyen en la actualidad con más de la mitad del nitrógeno fijado por sistemas biológicos, con un aporte anual superior al de los fertilizantes químicos⁽¹⁾.

En teoría, se obtiene mayor beneficio para la tierra cuando el cultivo de leguminosas se hace para

aportarlo como abono verde, enterrándolo al final de la estación de crecimiento. Aproximadamente la mitad del nitrógeno total se encuentra en la parte aérea de la planta, de forma que si ésta se retira como heno, por pastoreo, o por cosecha de la semilla, se reduce la cantidad de nitrógeno que va a parar a ese suelo como vemos en la página siguiente. Si queremos aumentar la fertilidad de una tierra, el estado de madurez en que se encuentra la leguminosa en el momento de enterrarla es otro factor importante. Si se entierra demasiado verde, los procesos de mineralización primarán sobre los de humificación.

La práctica de abonado en verde está particularmente extendida en las regiones tropicales y subtropicales, zonas donde la posibilidad de crecer plantas en cualquier época del año facilita la introducción de abonos verdes en el intervalo que existe entre los cultivos más importantes, arroz, caña de azúcar y otros. En regiones con estaciones de crecimiento cortas esta práctica tiene una eficacia dudosa, ya que el tiempo que media desde el enterrado de la leguminosa hasta la siembra del cultivo principal es un factor crítico. Para lograr una adecuada descomposición de la leguminosa ha de transcurrir un periodo de tiempo suficiente pero no excesivo, evitando así pérdidas por drenaje. En cultivos herbáceos de secano en zonas mediterráneas, entre el enterrado del cultivo (primavera) y su utilización por el cultivo siguiente transcurre casi un año, y con el periodo de lluvias en medio, lo que hace que esta práctica pueda ser cuestionada por ser causante de contaminación por nitratos.

Esto no ocurre en los cultivos de regadío ni en los arbóreos, donde se puede manejar la humedad del



Nódulos de *Rhizobium* que aportan al suelo alrededor de 60 kg/ha de nitrógeno



Parcelas de ensayo en la finca La Higuera (Toledo)

suelo y el ritmo de descomposición, con lo cual en la misma campaña podemos utilizar el cultivo como abono verde.

Estudios en la finca La Higuera (Toledo)

En 1992 se inició en la Finca Experimental del CSIC "La Higuera" en Santa Olalla, un proyecto subvencionado por la Comunidad de Castilla-La Mancha para estudiar la mejora de la fertilidad de los suelos a través de la rotación de cultivos. Dentro del proyecto, uno de los objetivos fue valorar los beneficios que podía aportar el enterrado de un cultivo de leguminosas frente a no hacerlo y aprovechar la parte aérea después de su henoificación como alimento para ganado. En 2001 se expusieron los primeros resultados (2) donde se apreciaba que el enterrado de la leguminosa como abono verde suponía un despilfarro tanto económico como energético. Pero veamos los posibles beneficios que puede aportar a la tierra de cultivo el enterrado de una cosecha de leguminosa.

En el estudio se tomaron muestras de tierra con una sonda hasta una profundidad de 20cm al final de cada estación climatológica. Las muestras se tomaron en los primeros días de los meses de diciembre, febrero, junio y octubre para medir el nitrógeno mineral en forma de nitratos; la actividad microbiológica a través del desprendimiento de CO₂ –con el cual se medía la tasa de mineralización de la materia orgánica–; la biomasa microbiana –medida a través de la cantidad de ATP (3) presente en el suelo–; la materia orgánica; las actividades enzimáticas asociadas al ciclo del nitrógeno y fósforo, y por último, se midieron los macroelementos.

El diseño experimental fue de bloques al azar con tres repeticiones. Los resultados se sometieron a un análisis de la varianza, y las diferencias entre tratamientos fueron separadas por medio del test de Tukey a un nivel de probabilidad de P>0,05. Cuando no se señalan las diferencias



La biomasa media producida por un cultivo de veza en 10 años de experimentación ha sido de 2.357 kg por ha/año de materia seca. Nitrógeno, 2,33 %; fósforo, 0,19 %; potasio, 0,95 %; calcio, 1,75 %; magnesio, 0,22 %. Como abono verde supone una fórmula de fertilización por hectárea de: 55-5-22-41-5 kilos de cada uno de los elementos

es que no las hubo. Las rotaciones estudiadas han sido: veza/enterrada-cebada y veza/heno-cebada.

Resultados

La evolución del nitrógeno en el suelo durante la vegetación de la veza (ver Fig. 1), sigue el ciclo del cultivo. Cuando la planta está presente (invierno y primavera), los niveles de nitratos en el suelo son bajos, bien porque el nitrógeno dejado por el cultivo precedente (cebada) es bajo y el nitrógeno fijado por los *Rhizobium* es utilizado por la leguminosa. Una vez terminado el ciclo del cultivo se inicia el proceso de liberación de nitrógeno acumulado tanto en los nódulos como en la biomasa vegetal del cultivo –llegando a un máximo en otoño–, el cual será aprovechado por el cultivo siguiente si no hay lluvias que lo laven. La cantidad de nitrógeno en forma de nitratos fijados por hectárea para el siguiente cultivo está entre 60 y 70kg.

Aunque la leguminosa se incorpore a la tierra en el mes de mayo, tanto la liberación del nitrógeno contenido en los nódulos, como la mineralización de la materia verde enterrada y la nitrificación de la materia orgánica, tienen lugar cuando se dan las condiciones adecuadas de humedad y temperatura, que suele ser en verano-otoño.

Sólo en el verano del 2000 se presentaron diferencias significativas a favor del enterrado del cultivo (ver Fig. 1), ya que ese año se dieron en el momento del enterrado las condiciones de humedad para que se iniciara la mineralización. El nitrógeno presente en la biomasa de la veza actúa como estimulante de los pro-

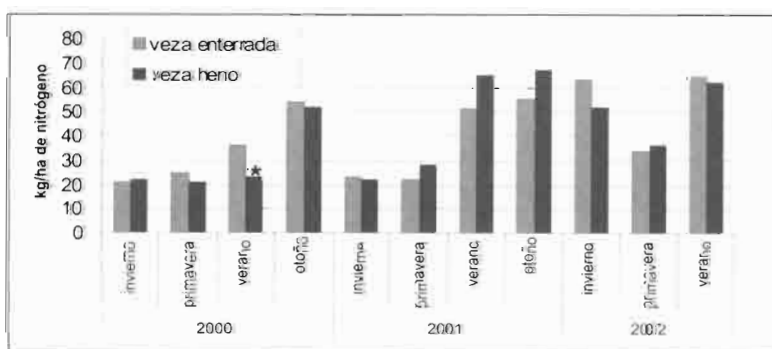


Fig. 1.- Evolución del nitrógeno mineral en forma de nitratos en los primeros 20cm de cultivo de veza sometido a diferentes manejos. El asterisco (*) indica el tratamiento que presentó diferencias significativas en esa fecha

Rotaciones	Materia orgánica %	Nitrógeno total %	pH (ppm)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Calcio (ppm)	Magnesio (ppm)
Cebada Veza enterrada	1,12	0,86	7,32	150a	142	4775	310
Cebada Veza segada	1,15	0,83	6,83	110b	119	3618	307

Tabla 1.- Principales parámetros químicos del suelo sometido a dos rotaciones después de nueve años. La ausencia de letras, indica que no hay diferencias entre tratamientos

cesos de descomposición de la materia orgánica fresca. Al final del otoño esta diferencia desaparece, presentándose el suelo, para el cultivo del cereal, con el mismo nivel de nitrógeno en los dos tratamientos.

El enterrado de la veza no comporta un aumento de nitrógeno en el suelo (ver Fig. 1) a pesar de incorporar algún año más de 100kg de nitrógeno presente en la parte aérea de la veza enterrada. Esto se puede asociar con que una parte queda inmovilizado en los organismos encargados de su descomposición, y otra parece sufrir un proceso de desnitrificación, como indica Lampkin:

"cualquier factor que incremente el consumo de oxígeno en el suelo, como la respiración microbiana por una incorporación de restos de cultivos, aumentará las posibilidades de desnitrificación" (4).

También se observa una falta de relación entre la biomasa de la veza, y el nitrógeno mineral del suelo (ver Fig. 1), aunque cabría esperar que a mayor biomasa de veza, mayor cantidad de raíces y por tanto de nódulos de *Rhizobium*.

Cuando se analiza químicamente la tierra después de nueve años sometida a estas rotaciones (ver Tabla 1), se observa un aumento no significativo estadísticamente de potasio y calcio atribuible a la aportación que se hace con el enterrado de veza: 22 y 41kg/ha, de cada uno de los elementos, como se comenta al pie de la fotografía de la página anterior. Sin embargo, es el fósforo el que, con una aportación casi simbólica de 5kg/ha cada dos años por el enterrado del cultivo de veza, muestra diferencias significativas, aumentando en las parcelas en las que se ha utilizado abono verde. Parece ser que el pequeño aumento observado en la actividad biológica (ver las figuras 2 y 4) es la causa de este aumento de fósforo asimilable, ya que bajo ciertas condiciones entre los microorganismos de la rizosfera hay especies que solubilizan el fósforo de compuestos de muy baja solubilidad (5).

Las actividades bioquímicas del suelo no muestran diferencias estadísticamente significativas por influencia del enterrado en verde con respecto a la recogida de la veza para henificar. En el seguimiento de la

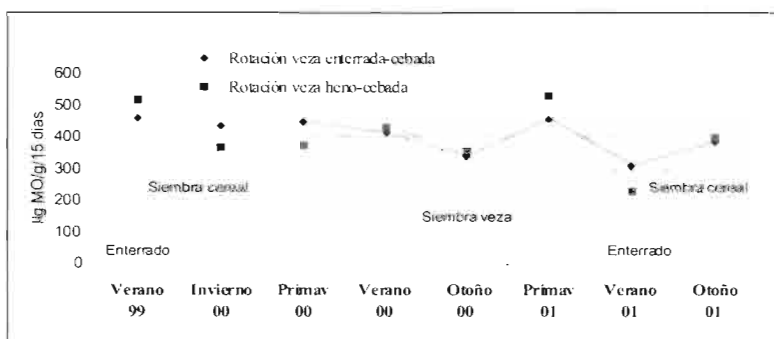


Fig. 2.- Evolución de la mineralización de la materia orgánica en dos rotaciones. No hay diferencias significativas para ninguna estación meteorológica estudiada

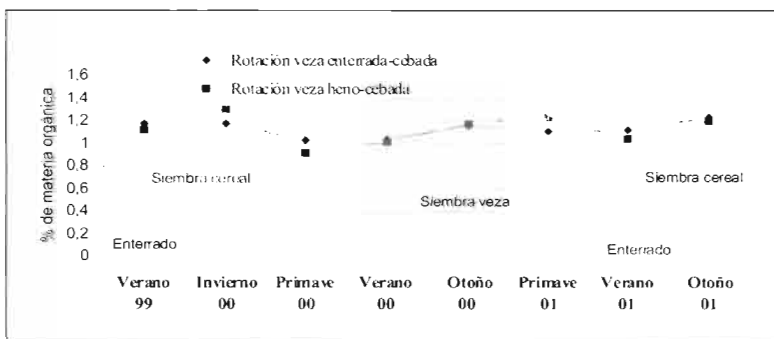


Fig. 3.- Evolución de la materia orgánica del suelo en dos rotaciones. No hay diferencias significativas para ninguna estación meteorológica estudiada

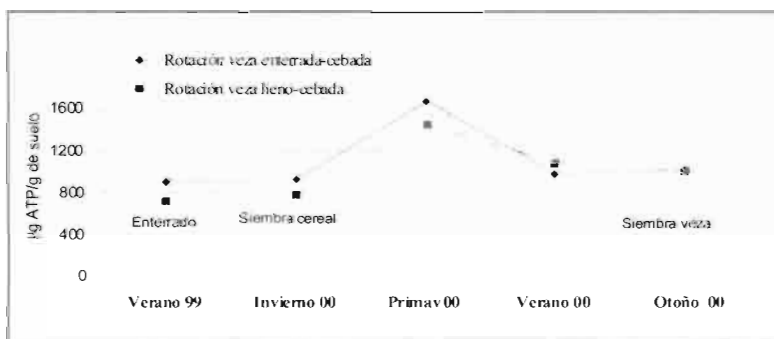


Fig. 4.- Evolución de la biomasa microbiana (ATP) en dos rotaciones. No hay diferencias significativas para ninguna estación meteorológica estudiada

materia orgánica y su mineralización (ver figuras 2 y 3) se aprecia un ligero aumento de la mineralización después del enterrado de la veza, que es acompañado por una disminución de la materia orgánica. Esto pudo deberse al efecto estimulante del nitrógeno incorporado al sistema con el enterrado de la parte aérea de la leguminosa, lo que favorece el incremento de la biomasa microbiana (ver Fig. 4) y en consecuencia de los procesos de mineralización de la materia orgánica.

El estudio de las actividades enzimáticas realizado en el otoño de 2001 y en las parcelas donde se enterró o se recogió la veza, y antes de la siembra del cereal, no muestran diferencias estadísticamente significativas.

El todo es más que la suma de las partes

Si se considera el criterio de que el todo es más que la suma de sus partes, se podría interpretar que los parámetros químicos y bioquímicos analizados en este trabajo no explican lo que ocurre en el sistema. Los agricultores uti-



Parcelas experimentales donde se ensaya el enterrado de veza como abono verde

lizan prácticas difícilmente explicables con el conocimiento actual, pero funcionan. A la vista de los resultados de producción (ver figuras 5 y 6), después de 10 años de dedicar al suelo una cosecha de cada dos para mejorarlo, las producciones de veza y cebada, no muestran diferencias por enterrar o no el cultivo de veza, y cuando existen diferencias significativas, como ocurre con el cultivo de cebada en el año 2002, lo son en contra de esta práctica, por lo que deducimos que el abonado en verde de leguminosas en los sistemas de secano español de cultivos herbáceos no ejerce una mejora en los suelos –y lo hemos probado 10 años– ni consigue un aumento de la productividad. ■

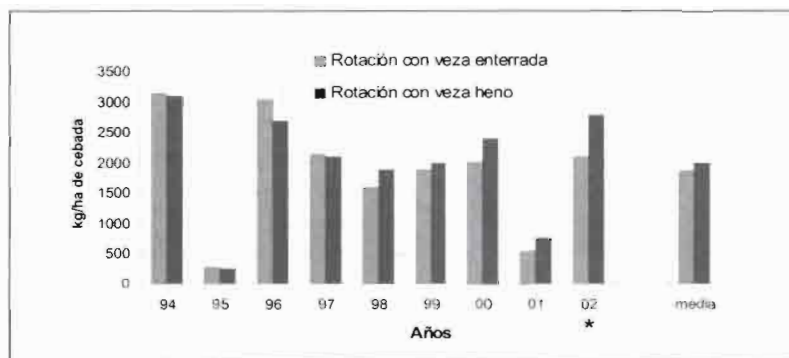


Fig. 5.- Efecto sobre la cebada cuando se rota con veza que se entierra frente a una rotación con veza que se recoge para henificar. El * indica el año que hubo diferencias significativas

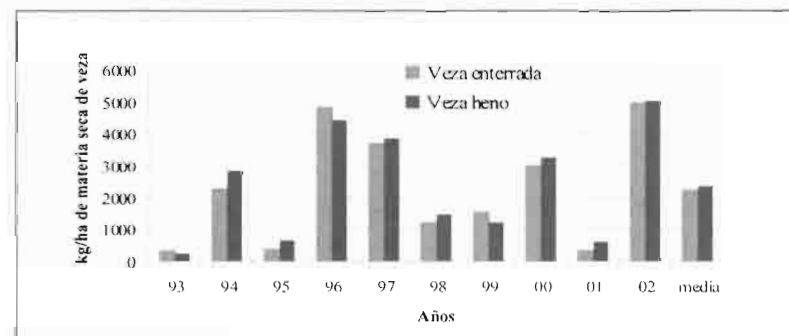


Fig. 6.- Producción de materia seca de veza en los dos tratamientos. No hay diferencias significativas entre tratamientos

Notas

- (1) RODRÍGUEZ, C., SEVILLANO, F., SOBIRAMANIAN, P. (1985) *La fijación de nitrógeno atmosférico*. Temas monográficos CSIC-Diputación de Salamanca, 71 pp.
- (2) LACASTA, C., MECO, R. (2001). La cerealicultura ecológica es más rentable. estudio energético y económico. *La Fertilidad de la Tierra* nº 3, pp-23-28.
- (3) El ATP (adenosina-trifosfato) es un nucleótido responsable de transportar la energía necesaria para la vida y está presente en toda clase de células.
- (4) LAMPKIN, N. (1998), *Agricultura Ecológica*. Ediciones Mundi-Prensa. 725 pp. FERNÁNDEZ-PASCUAL, M., DE MARÍA, N., DE FELIPE, M. R. (2002). *Fijación biológica de nitrógeno. Factores limitantes*. Fernando Valladares (editor) Ciencia y Medio Ambiente. CSIC, España. 195-202.

Sobre los autores

Carlos Lacasta es investigador en la Finca Experimental "La Higuera", Centro de Ciencias Medioambientales del CSIC, 45530 Santa Olalla, Toledo. Nicolás Maire trabaja en Ecocambio, C/ Reloj, 1, 13300 Valdepeñas, Ciudad Real. Ramón Meco es investigador del Servicio de Investigación y Tecnología Agraria, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de Castilla La Mancha. C/ Pintor Matías Moreno, 4, 45071 Toledo.