

## FERTILIZACIÓN ORGÁNICA

# Abonos verdes: cultivos para una agricultura sostenible

José Manuel Ferro Palma

Escuela Superior Agraria del Instituto Politécnico de Beja (Portugal).

[jfpalma@ipbeja.pt](mailto:jfpalma@ipbeja.pt)

Fernando Llera Cid

Centro de Investigación Agraria La Orden-Valdesequera. Badajoz. (España).

[fernando.llera@juntaextremadura.net](mailto:fernando.llera@juntaextremadura.net)

Los abonos verdes se utilizan para añadir nutrientes y materia orgánica al suelo. También sirven para mejorar la estabilidad y estructura del suelo, controlando el lavado de nutrientes, en especial el N, su erosión, las malas hierbas y algunas plagas.

La incorporación de abonos verdes en el suelo es una técnica de cultivo muy remota, introducida en la Península Ibérica durante el período de la dominación romana. Desde la antigüedad se utilizan como abonos verdes sobre todo las leguminosas, como las habas y el altramuz, pero también algunas gramíneas, como el centeno y la avena. En una época en que los fertilizantes químicos aún no existían, los abonos verdes sustituían los estiércoles cuando estos eran escasos o difíciles de obtener.

Con la progresiva utilización de abonos químicos nitrogenados durante el transcurso del siglo XX, el empleo de abonos verdes en el diseño de rotaciones disminuyó. El incremento en el uso del N mineral fertilizante permitió mantener en el suelo

niveles adecuados de N y así aprovechar el mayor potencial productivo de las nuevas variedades provenientes de los programas de mejora de plantas desarrollados sobre todo en el CYMMIT (International Maize and Wheat Improvement Center) y en el IRRI (International Rice Research Institute).

En la actualidad, los abonos verdes solo tienen un papel importante en el diseño de rotaciones en los sistemas de producción ecológica. Sin embargo, son varios los beneficios potenciales de los abonos verdes: aumento de los contenidos en materia orgánica y nitrógeno de los suelos; mejora de la estructura y actividad biológica de los suelos; reducción del lavado de nutrientes y de la erosión del suelo; mejor control de la vegetación adventicia;

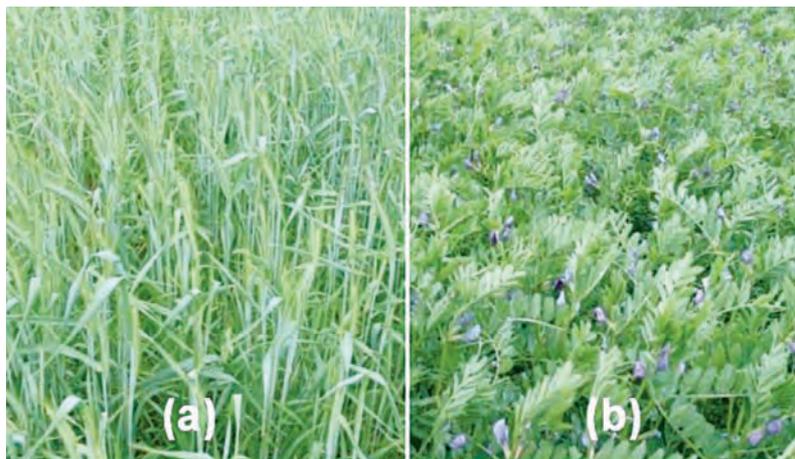


FOTO 1. Tres especies cultivadas como abonos verdes: triticale (a), veza común (b) y trébol (c)

ahorro de gastos debido a una menor utilización de fertilizantes; mayor facilidad para realizar las labores y reducidas necesidades de protección de las plantas, entre otras. Así, la inclusión de abonos verdes en las rotaciones puede contribuir a una agricultura más sostenible, en especial en los sistemas de cultivos herbáceos extensivos.

### TÉCNICA DE CULTIVO

La magnitud del efecto de la fertilización con abonos verdes depende de las interacciones que se establecen en cada

campaña entre tipo de abono verde, técnicas de cultivo, suelo y clima. Además, suscita un cierto número de problemas de orden técnico y práctico. Para el cultivo de abonos verdes son factores clave la naturaleza de la planta elegida como abono verde, la época de corte y el proceso de enterramiento del abono verde.

### ► Elección de la especie de abono verde

La mayor parte de las especies cultivadas como abono verde son leguminosas, gramíneas o

## QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN LOS ABONOS VERDES

Se llaman abonos verdes a las plantas de crecimiento rápido y vegetación abundante que se cortan y entierran en verde en la misma tierra donde han sido sembradas. Los abonos verdes son cultivados con el objetivo general de mejorar la fertilidad y productividad del suelo. En concreto, su cultivo pretende incrementar la cantidad de nutrientes, en especial el nitrógeno, disponibles para el cultivo siguiente y enriquecer el suelo en materia orgánica.

El concepto de "abono verde" puede además incluir los cultivos de cubierta y los cultivos recuperadores.

Los cultivos de cubierta son utilizados para mantener el suelo cubierto entre dos cultivos principales y protegerlo de la erosión hídrica durante el invierno.

Los cultivos recuperadores son sembrados después de la cosecha del cultivo principal para recuperar los nutrientes, el nitrógeno principalmente, dejados en el suelo por un cultivo anterior y así evitar su pérdida por lavado y la contaminación de los acuíferos subterráneos.



crucíferas, **(Foto 1)**. Las leguminosas son las más empleadas, sobre todo debido a su capacidad de fijación simbiótica del nitrógeno. En la agricultura mediterránea suelen emplearse habas, melilotos, vezas, altramuces, alfalfa, mielgas y carretones, guisantes, trébol blanco, trébol violeta, trébol subterráneo, seradella, etc.

## CARACTERÍSTICAS DE UNA PLANTA PARA SER ABONO VERDE

- Ser un cultivo rústico, de pocas exigencias agrícolas y de pequeños costes de cultivo.
- Elevada producción de biomasa y relativamente lignificada ya que la cantidad y estabilidad del humus formado dependerá de estas dos características.
- Gran velocidad de crecimiento, que permitirá, en cada caso, sembrarla como cultivo intercalar entre dos cosechas principales.
- Potente sistema radicular, susceptible de explorar las capas más profundas del suelo y realizar una mejora física importante.
- Poseer, si se trata de una leguminosa, elevada capacidad nitrofixadora para enriquecer el suelo en nitrógeno.
- Además, no es conveniente que las plantas utilizadas como abonos verdes estén emparentadas con el cultivo siguiente para evitar el desarrollo de plagas y enfermedades.

Las gramíneas apenas consiguen capturar los nutrientes residuales dejados en el suelo por los cultivos anteriores. Sin embargo, como producen una importante cantidad de bio-

masa y se descomponen más lentamente, contribuyen a la formación de humus estable en el suelo. El uso de gramíneas, como el centeno, triticale, cebada y avena es menos fre-

cuenta en la región mediterránea, pero está muy recomendado en Norteamérica

Las crucíferas tienen un desarrollo muy rápido, proporcionando un buen abono verde cuando se dispone de poco tiempo entre cultivos. Además, son capaces de utilizar las reservas minerales del suelo mejor que la mayor parte de las plantas gracias a la longitud de su sistema radicular, aportando a las capas superficiales del suelo importantes cantidades de nutrientes después de su enterramiento, evitando su pérdida por lavado. Especies crucíferas, como la colza, mostaza blanca y nabina se utilizan en determinadas condiciones medioambientales.

### Mezcla de especies

Los abonos verdes pueden estar formados por una mezcla de dos o más especies. Una

Próximos cursos online



- agricultura ecológica (200 horas)
- introducción a la agricultura ecológica (100h)
- bases de la ganadería ecológica (100h)
- control biológico (100h)
- huertos escolares y educativos (100h)
- dinamización de huertos urbanos (100h)
- cómo crear una pequeña empresa de artesanía alimentaria ecológica (100h)
- distribución y venta de productos ecológicos (100h)
- creación y gestión de tiendas de productos ecológicos (100h)
- cocina ecológica energética (100h)
- conservas naturales de frutas y verduras (100h)
- comunicación del sector ecológico (100h)

Para más información: [www.cultivabio.org](http://www.cultivabio.org) [info@cultivabio.org](mailto:info@cultivabio.org)

Con la garantía de:



mezcla de gramíneas con leguminosas incorpora las ventajas de cada una de las especies sembradas, permitiendo equilibrar la relación C/N del suelo, optimizar la utilización de la luz, mejorar el revestimiento del suelo y el control de las malas hierbas, aumentar la producción de biomasa y de nitrógeno y alcanzar una mejor respuesta frente a condiciones ambientales y bióticas adversas. Dos de los mayores problemas de las mezclas están relacionados con la dificultad en la siembra y en la elección de la fecha óptima para hacer el corte y el enterrado del abono.

#### Factores condicionantes

La elección de la especie de abono verde depende en primer lugar de las condiciones medioambientales y de la rotación de cultivos practicada.

Además, hay que conocer cuál es el probable efecto del abono verde sobre la fertilidad del suelo y cual es su ritmo de descomposición y mineralización. Cada especie presenta una determinada capacidad de producción de biomasa y acumulación de nitrógeno.

Por otro lado, las condiciones ambientales de cada campaña y localización y las técnicas de cultivo pueden cambiar los resultados obtenidos por una determinada especie.

Los abonos verdes de rápido crecimiento, como la mostaza o la colza, conservan el nitrógeno, pero se descompondrán muy rápidamente al incorporarse al suelo, y por lo tanto tendrán poco efecto sobre el humus.

Los abonos verdes que más contribuyen a la formación del humus pueden no llegar a liberar tanto nitrógeno. Además, si el abono verde tiene una relación C/N demasiado alta, el nitrógeno será bloqueado mientras se produce la descomposición. Los residuos vegetales ricos en nitrógeno (principalmente los de leguminosas) se descomponen

## // DESDE LA ANTIGÜEDAD SE UTILIZAN COMO ABONOS VERDES SOBRE TODO LAS LEGUMINOSAS, COMO LAS HABAS Y EL ALTRAMUZ, PERO TAMBIÉN ALGUNAS GRAMÍNEAS, COMO EL CENTENO Y LA AVENA. ACTUALMENTE TAMBIÉN SE EMPLEAN CRUCÍFERAS //

más rápidamente que los pobres en nitrógeno, como son los provenientes de gramíneas.

#### ► Elección de la fecha de corte y enterramiento

En la región mediterránea la siembra de los abonos verdes se hace en otoño, para aprovechar al máximo la estación de crecimiento de las plantas, y el enterrado en primavera, cuando los suelos tienen todavía alguna humedad, lo que facilita el laboreo que incorpora el abono al suelo.

La elección de la fecha de corte del abono verde influye en el rendimiento en biomasa, en la cantidad de nutrientes acumulada e incorporada al suelo y en la

facilidad con que los residuos del abono verde se descomponen después de enterrados.

Según la tradición, el enterrado de abonos verdes se realiza cuando las plantas están en floración. La máxima acumulación de nitrógeno suele ocurrir en floración. Sin embargo, en esta fase la cantidad de biomasa producida aún no ha alcanzado su máximo. Por otro lado, la descomposición del material vegetal enterrado en floración es más rápida.

El retraso en el corte y enterrado de los abonos verdes permite incrementar la producción de biomasa, las ganancias de materia orgánica en el suelo y, en el caso de las leguminosas, la cantidad de nitrógeno fijado y aña-

dido al suelo, favoreciendo el rendimiento de los cultivos siguientes. Así, es posible plantear el interés de realizar el corte y enterrado en una fase más avanzada del desarrollo de las plantas, entre el final de la floración y el inicio de fructificación.

Además, es también muy importante elegir la fecha de corte y enterrado en base a alcanzar la mejor sincronización posible entre el ritmo de liberación del nitrógeno a partir de los residuos del abono verde y la evolución de la demanda del cultivo siguiente. Debido a los cambios producidos en la morfología y composición bioquímica de los abonos verdes durante el transcurso de su desarrollo, la fecha elegida para segar y enterrar los abonos verdes influye en el ritmo de descomposición de los residuos y la velocidad con que los nutrientes, en especial el nitrógeno, son liberados en el suelo.

#### ► Elección del proceso de enterramiento

Los abonos verdes pueden ser enterrados enteros, después de troceados o dejarlos como acol-



FOTO 2. Corte y enterrado de un abono verde de mostaza con grada de discos

chado hasta el otoño siguiente e incorporarlos al suelo inmediatamente antes de la siembra del cultivo siguiente y se pueden cultivar también en sistemas de no laboreo. Para suprimir un abono verde que se va a quedar como acolchado se puede segar o aplicar un herbicida total. Después, si es necesario, se puede destrozarse el material vegetal.

Los trabajos aconsejados para el corte y enterrado de los abonos verdes son en general los siguientes:

- Cortar con una segadora y triturar la biomasa si la cantidad de vegetación a enterrar es muy grande.
- Secado sobre el terreno durante 2 o 3 días.
- Enterramiento con grada de discos, escarificador, arado de vertedera o fresadora, de acuerdo con las condiciones del suelo (textura, humedad, etc.) y la cantidad de biomasa a incorporar al suelo.

La labor de enterrado de los abonos verdes determina la profundidad de enterramiento y la dispersión de los residuos en el suelo, influyendo en la subsiguiente descomposición del material vegetal y afectando la sincronización entre la mineralización de los nutrientes y la demanda del cultivo sembrado a continuación.

Una vez enterrados, los abonos se descomponen demasiado rápido y las pérdidas de nitrógeno por lavado pueden aumentar.

Cuando los abonos verdes se quedan como acolchado sin enterrar la descomposición inicial será más gradual, pudiendo ocurrir pérdidas de nitrógeno por volatilización del amoníaco e inmovilización. La mayor superficie de contacto y mayor dispersión en el suelo de trozos de material vegetal más pequeños facilitan el ataque microbiano e incrementan la velocidad de descomposición y mineralización de los abonos verdes.



**FOTO 3.** Después de segar la gran cantidad de biomasa producida por un abono verde de veza, el suelo se queda completamente cubierto y protegido

## // EL FACTOR CLAVE ES QUE EL NITRÓGENO PROVENIENTE DE LA MINERALIZACIÓN DEL ABONO VERDE SE QUEDE RETENIDO EN EL SISTEMA SUELO-CULTIVO Y QUE LAS PÉRDIDAS POR LAVADO, DESNITRIFICACIÓN Y VOLATILIZACIÓN SEAN MÍNIMAS //

### Maquinaria empleada

La elección del proceso de corte y enterrado de los abonos verdes influye en la dimensión de los trozos de material vegetal y el grado y profundidad de su enterramiento.

Cuando se cortan los abonos con un destrozador y se entierran con una grada rotativa o una fresadora, el tamaño de los trozos de las plantas se queda más pequeño que cuando se corta con una segadora y se entierra con arado de vertedera o con escarificador.

Si el enterrado se realiza con arado de vertedera los abonos se quedan completamente incorporados al suelo, concentrados en una cama bastante uniforme localizada a una profundidad de 20-30 cm.

Utilizando una grada rotativa los abonos se mezclan completamente con la tierra, quedándose dispersos en ella y bien enterrados. Con un escarificador o con una grada de discos el enterramiento es incompleto y más superficial, (**Foto 2**).

Según la tradición, los abonos verdes se incorporaban al suelo mediante un pase con arado de vertedera. Sin embargo, puede ser que no sea el proceso más adecuado. La descomposición de la cama de material vegetal que se acumula en el fondo del surco, en malas condiciones de aireación es más difícil y lenta, debido a una débil actividad de los microorganismos que descomponen la materia orgánica. Existe también el riesgo de que los residuos incorporados se descompongan de forma anaeróbica y así se produzcan importantes pérdidas por desnitrificación.

### BENEFICIOS DEL ABONADO EN VERDE

Los principales beneficios del abonado en verde están sobre todo relacionados con su efecto positivo sobre la conservación y fertilidad de los suelos, reflejado en el incremento del rendimiento y calidad de los cultivos realizados a continuación. En regiones de clima tem-

plado y suelos con un apreciable contenido de arcilla los abonos verdes de leguminosas acumulan una significativa cantidad de biomasa y nitrógeno, consiguiendo satisfacer totalmente o en gran medida las necesidades en nitrógeno de los cultivos siguientes, en especial cereales (**Foto 3**). Sin embargo, la magnitud de los beneficios es muy variable, dependiendo de una multitud de factores relacionados con las condiciones edáficas y climáticas de cada región, con la elección del tipo de abono verde y con las técnicas empleadas en su cultivo.

Los beneficios de la inclusión de abonos verdes en el diseño de rotaciones son difíciles de cuantificar financieramente, puesto que cubren un largo rango de aspectos y, muchos de ellos, a largo plazo. Por eso, el coste que representa desarrollar un cultivo en que el agricultor sólo realiza gastos, sin obtener ninguna compensación monetaria inmediata, hace que no sea siempre posible garantizar que se alcanzará a corto plazo un incremento en el rendimiento de los cultivos siguientes que sea suficiente para compensar el coste que supuso el cultivo del abono verde.

En los sistemas agrícolas en los que se prohíbe o limita el aporte de abonos minerales nitroge-

*Cultivo de colza*

nados, la aplicación de fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno es indispensable para mantener un adecuado equilibrio orgánico-mineral en los suelos cultivados y así alcanzar rendimientos aceptables. Sin embargo, los beneficios de los abonos verdes no deben contemplarse únicamente en términos de aportación de nutrientes para el cultivo siguiente. El abonado en verde puede también incrementar, a largo plazo, el contenido de los suelos en materia orgánica y biomasa microbiana, controlar las malas hierbas y algunas plagas, reducir los costes de producción, controlar la erosión edáfica y ofrecer hábitat y recursos a los microorganismos del suelo.

Debido a sus efectos benéficos sobre la fertilidad de los suelos, el abonado en verde, como ya hemos dicho, puede aumentar el rendimiento de los cultivos siguientes. La magnitud del incremento es muy variable, dependiendo del tipo de abono verde y técnicas utilizadas en su cultivo, de la fertilidad de los suelos, de las condiciones climáticas y del cultivo. En los suelos más pobres el incremento de producción suele ser mayor y algunos cultivos, como los cereales, suelen obtener más beneficio del abonado en verde.

### PROBLEMAS QUE PUEDEN SURGIR. LIBERALIZACIÓN DEL NITRÓGENO

La utilización de abonos verdes de leguminosas representa una fuente renovable de nitrógeno fijado biológicamente, permitiendo reducir las necesidades de fertilizantes nitrogenados minerales de los cultivos siguientes. Sin embargo, el factor clave en un sistema de cultivo integrando de abonos verdes es la sincronización entre el proceso de mineralización del nitrógeno y la demanda del cultivo principal siguiente, de forma que el nitrógeno proveniente de la mineralización del abono verde se quede retenido en el sistema suelo-cultivo y que las pérdidas por lavado, desnitrificación y volatilización sean mínimas.

Desde un punto de vista práctico la liberación del nitrógeno a partir del abono verde debe ser suficientemente rápida para satisfacer las necesidades del cultivo, pero no demasiado ya que

si no se pueden producir pérdidas por lavado y desnitrificación durante las fases iniciales de desarrollo de los cultivos sembrados a continuación. Sin embargo, este es un objetivo que no es fácil de alcanzar.

En el clima mediterráneo la precipitación es muy irregular. Por medio de su efecto sobre el status del agua en el suelo, se controla la liberación del nitrógeno mineral y el lavado del nitrato. El ritmo de liberación del nitrógeno está también controlado por la composición de los residuos vegetales. Además, algunas operaciones de cultivo, como por ejemplo el proceso de enterramiento de los abonos verdes y la opción entre destrozarlo o no el material vegetal antes de enterrarlo y la fecha en que se realizan son también opciones importantes para controlar la liberación del nitrógeno. Cuando se entierra una gran cantidad de material vegetal rico en nitrógeno puede ocurrir, durante el otoño e invierno, la

pérdida por lixiviación de parte significativa del nitrógeno incorporado al suelo, provocando la contaminación de los acuíferos subterráneos.

Los posibles beneficios pueden ser enmascarados por los problemas que surgen cuando los abonos verdes son mal utilizados. Si se incorporan grandes cantidades de material vegetal con relación C/N elevada se pueden producir reducciones en la cosecha de los cultivos siguientes debido a la inmovilización del nitrógeno. Además, cuando se entierra una gran cantidad de material vegetal fresco con una relación C/N baja, el súbito incremento en la actividad biológica del suelo puede provocar la disminución del contenido de materia orgánica en el suelo. Así, el incremento esperado de los niveles de materia orgánica en el suelo en los sistemas de cultivo que incluyen abonos verdes o cultivos de cubierta en las rotaciones no suele ocurrir universalmente.

### BIBLIOGRAFÍA

Para la realización de este trabajo se ha utilizado una amplia bibliografía que se pone a disposición del lector interesado en el correo electrónico de los autores: jfpalma@ipbeja.pt y fernando.llera@juntaextremadura.net

**// NO ES CONVENIENTE QUE LAS PLANTAS UTILIZADAS COMO ABONOS VERDES ESTÉN EMPARENTADAS CON EL CULTIVO SIGUIENTE PARA EVITAR EL DESARROLLO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES //**