

La mejora de suelos en Siembra Directa y su correcta fertilización

El máximo rendimiento o eficiencia de los fertilizantes se consigue en los suelos fértiles. Suelos con unas propiedades y una actividad biológica óptimas. Capaces de producir cosechas, filtrar, depurar y retener materia orgánica, nutrientes y agua. Los parámetros responsables de la “calidad de los suelos” son numerosos y están relacionados unos con otros. Abarcan aspectos tanto físicos, como biológicos y químicos. El carbono orgánico (C), el nitrógeno total, la actividad biológica y la estabilidad de los agregados son algunos de los factores que con mayor intensidad influyen en su fertilidad.

Pedro González Fernández ⁽¹⁾

Debemos tener en cuentas que la agricultura constituye una agresión al suelo. Cuando el hombre rotura un terreno, crea una nueva situación artificial que rompe el equilibrio existente entre el suelo y su entorno natural. El laboreo acelera los procesos que destruyen la materia orgánica. Parte de esa materia orgánica se pierde en forma de gas CO₂. Otra parte se libera en forma de nutrientes que o bien son absorbidos por los cultivos o se pierden por lixiviación, escorrentía y erosión. La roturación de praderas o tierras vírgenes conlleva pues un aporte extraordinario de nutrientes que benefician las primeras cosechas. En años sucesivos, los agricultores ven cómo sus producciones menguan y cómo cada vez dependen más de los aportes de fertilizantes foráneos para obtener cosechas aceptables.

Un suelo agrícola se degrada cuando reduce su capacidad productiva. La FAO8 estima que un 21 % de la superficie agrícola mundial ha sufrido una degradación tan intensa que ha afectado gravemente a su fertilidad. Principalmente a causa de la erosión y a la pérdida de nutrientes y materia orgánica.

Efecto de las labores en el suelo

Las labores de volteo y la reiteración de pases con aperos dejan el suelo sin protección contra el impacto de las gotas de lluvia y favorecen la oxidación del carbono orgánico del suelo. Como consecuencia, los agregados son más inestables y se favorece la formación de costras superficiales y la pérdida de suelo por erosión. El laboreo tradicional (LC) es la causa de otros varios efectos

negativos; entre ellos, destacan la pérdida de fertilidad, la disminución de la biodiversidad, el mayor gasto de energía y la contaminación de las aguas.

No todas las labores producen la misma alteración del suelo, ni sus efectos sobre los restos de las cosechas son los mismos. En el cuadro 1 se dan los porcentajes de restos que permanecen sobre el suelo protegiéndolo después de un pase con distintos aperos. Se puede observar que el trabajo de algunos utensilios permiten labrar las parcelas sin provocar una excesiva incorporación de restos. Entre las diversas opciones, la siembra directa (SD) es la técnica que deja el suelo más protegido.

La adopción de sistemas de manejo de suelos propios de la agricultura de conservación y sobre todo, la práctica de la siembra directa produce en el suelo numerosos cambios. Algunos son muy rápidos. La ausencia o disminución de las labores favorece la acumulación de la materia orgánica al disminuir las tasas de su mineralización y la erosión.

Los cambios en las propiedades biológicas o físicas de los suelos en SD tienen lugar con mayor prontitud e intensidad que los cambios en las propiedades químicas. Las mayores y más intensas modificaciones suceden en los primeros centímetros. La estratificación de la materia orgánica y de los nutrientes se origina con rapidez ².

A los cuatro años de SD Rhoton ³ encontró apreciables mejoras en la fertilidad y resistencia a la erosión. Para este autor estas mejoras están controladas por las cantidades

Arado de vertedera	2-4 %	Binadora de rejas planas	85-90 %
Grada de discos	30-60 %	Barra binadora	80-85 %
Arado cincel (Chisel)	50-75 %	Siembra Directa	90-95 %

Cuadro 1. Porcentajes de residuos en superficie tras una labor sobre un rastrojo dada con diferentes aperos, según Stott¹.



Los fertilizantes rinden mucho más en suelos fértiles.

de residuos de las cosechas y el contenido en arcilla del suelo. Sin embargo, otros autores han encontrado que la cantidad de residuos no es tan decisiva en los sistemas de SD aunque sí lo sea en el LC ⁴.

En ciertas situaciones, el agricultor conservacionista puede verse forzado a labrar sus parcelas en SD, bien para luchar contra una plaga, una enfermedad, una determinada especie de mala hierba u otros motivos. En este caso cabe preguntarse si todas las mejoras acumuladas a lo largo de los años en SD se pueden perder por una simple labranza. VandenBygaart y Kay ⁵ han estudiado los efectos de alzar un campo con 22 años de historia en SD que presentaba diferentes texturas y drenajes. La primera consecuencia observada a los 18 meses fue la reducción de la estratificación y la homogeneización del C orgánico en la capa arable. En las parcelas francoarenosas, con bajo contenido en MO, el C orgánico presente en las masas de suelo equivalentes disminuyó en 3 toneladas de C/ha. Una cantidad que representa los 2/3 del total acumulado. En cambio, en las parcelas más arcillosas y con mayor contenido en MO esta disminución no fue significativa. Un resultado similar se ha señalado en el Oeste de Norte América al alzar un suelo en SD durante 20 años en una rotación trigo-barbecho realizada para luchar contra el bromo (*Bromus tectorum* L.). Los primeros efectos observados fue una reducción del bromo del 97% en la primera cosecha y del 41% en la tercera tras el alzado y un incremento de las producciones del 30% y del 9% en dichas cosechas. Cinco años después del pase de vertedera no se detectó diferencias significativas en el C y el nitrógeno (N) orgánico presente en los primeros 30 cm de suelo, aunque sí disminuyó en los 75 cm más superficiales donde además se incrementó el pH.

Los efectos de un apero que no voltea el suelo y que deja la mayoría de los en superficie son menores. Dos pases de un “paraplow” sobre un suelo en SD aparentemente no afectó ni al porcentaje de suelo cubierto ni al C orgánico del suelo ⁶.

Se puede afirmar que el ocasional uso de la vertedera

en suelos con laboreo reducido o en SD no destruye todas las mejoras de calidad conseguidas a lo largo de los años. El uso de aperos poco agresivos deteriora aún menos el suelo.

La Fertilización y la Materia Orgánica

Se ha hablado mucho del efecto esterilizante de los fertilizantes de origen industrial y su negativo efecto sobre los suelos a los que mineraliza.

La experiencia recogida en numerosos ensayos de larga duración no avala esta suposición. Se ha constatado una tendencia general a incrementos del C orgánico de los suelos abonados en comparación con los suelos cultivados sin abono. Lo cual es razonable si se piensa que un suelo con mayor fertilidad produce mayor cantidad de residuos que revierten al suelo. La proporción C/N en un suelo es relativamente constante, una limitación del aporte de N puede reducir la tasa de humificación de los residuos con una alta proporción C/N.

El empleo continuo de fertilizantes nitrogenados amoniacales en suelos pobres en bases puede acidificar el horizonte superficial del suelo y con ello disminuir las tasas de mineralización de la materia orgánica.

La Rotación de cultivos y los suelos

El sucesivo cultivo de distintas cosechas en un mismo suelo es siempre recomendable por su eficacia para luchar contra las plagas, enfermedades y malas hierbas. Su repercusión sobre la calidad del suelo es positiva.

La diversificación de cultivos y la introducción de una leguminosa mejora a largo plazo la productividad de los suelos y su disponibilidad en N. Lo que reduce las dosis óptimas de fertilizantes nitrogenados (Nissen y Wander, 2003)⁹.

Las leguminosas aportan menos residuos que los cereales y además poco lignificados. Su persistencia en el suelo es menor pero pueden aumentar la producción de la cosecha siguiente.

En las zonas semiáridas, donde se practica el barbecho blanco que exige un suelo labrado y desnudo, la destrucción de la materia orgánica es superior a otras alternativas, puesto que el suelo no recibe un aporte de residuos y presenta mayor temperatura y aireación, agregados más alterados y mayores tasas de erosión.

La fertilización en la agricultura de conservación

La presencia de abundantes residuos vegetales y una intensa actividad microbiana en la superficie junto con la ausencia de volteo son características propias de la agricultura de conservación que puede influir en la eficiencia de los fertilizantes.

Los abonos nitrogenados son potencialmente los más propensos a perder efectividad en la agricultura de conservación cuando se aplican superficialmente. Para aminorar el riesgo de volatilización de los fertilizantes amoniacales o con urea se pueden elegir algunos tipos de abono más apropiados; como son los nitratos y utilizar estrategias distintas: tales como retrasar la aplicación del abonado de fondo o sembrar el mayor tiempo posible.

Los sistemas de agricultura de conservación pueden requerir unas dosis adicionales de abonado nitrogenado en sus primeros años de andadura; mientras se aumenta la materia orgánica y se alcanza un nuevo equilibrio. Es especialmente importante mitigar la menor temperatura y la competencia microbiana por nitratos, muy intensa en los primeros años de cambio. Se recomienda en estos ca-



En la operación de siembra se puede incorporar el fertilizante.

sos incrementar las dosis usuales en sembradura con unas 40-50 unidades de nitrógeno, que servirán como acicate para el desarrollo de los cultivos en sus primeros estadios al asegurar un vigoroso enraizamiento.

El fósforo (P), al igual que el potasio (K), se desplaza muy poco en el suelo. Por tanto, los citados nutrientes son los más afectados por la ausencia de volteo y mezcla del horizonte labrado. El aporte superficial de fertilizantes y la acumulación de restos vegetales enriquecen los primeros centímetros del perfil, provocando una intensa estratificación del fósforo y del potasio que contrasta con la uniformidad del horizonte labrado convencionalmente. Esta estratificación podría dar lugar a un deficiente suministro de P y K en suelos muy fríos o secos. No obstante se ha observado en varias ocasiones una mayor absorción de estos nutrientes, en especial en los primeros estadios de desarrollo de los cultivos.

En los climas templados y en los suelos con un nivel adecuado de P y K no parece tener una influencia decisiva el tipo de laboreo sobre la producción final. En los casos que se detecte alguna disminución en las producciones, podría pensarse en incrementar las dosis o localizar los fertilizantes. En especial si se trata de cultivos en líneas.

Las dosis de fertilizantes aplicadas en la agricultura de conservación, salvo las excepciones antes mencionadas, deben ser en principio las mismas empleadas para el laboreo tradicional. Con el tiempo, se ajustarán a los nuevos niveles de fertilidad. Los agricultores tienen que elegir en cada situación las técnicas de fertilización y los abonos más adecuados, sencillos y de menor costo monetario y ambiental. ●

1. IFAPA. Centro de Córdoba. Junta de Andalucía

Bibliografía

1. **Stott, D.E.**, A tool for soil conservation education, J. Soil Water Conserv., 46, 332, 1991.
2. **McCarty, G.W., N.N. Lyssenko y J.L. Starr.** Short-term Changes in Soil Carbon and Nitrogen Pools during Tillage Management Transition. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 1564-1571, 1998.
3. **Rhoton, F.E.** Influence of time on soil Response to No-Till Practices. Soil Sci. Soc. Am. J. 64:700-709, 2000.
4. **Hooker, B.A., Morris, T.F., Peters, R y Cardon Z.G.** Long-term Effects of Tillage and Corn Stalk Return on Soil Carbon Dynamics. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:188-196, 2005.
5. **VandenBygaart, A.J. y B.D. Kay.** Persistence of Soil Organic Carbon after Plowing a Long-term No-till

Field in Southern Notario, Canada. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1394-1402, 2004.

6. **Franzluebbers, A.J., H.H. Schomberg, D.M. Endale, R.R. Sharpe y M. Jenkins.** 2002. Impact of Deep Ripping of previous No-tillage Cropland on surface soil properties. Annual Southern Conservation Tillage Conference for sustainable Agriculture. <http://www.ag.auburn.edu>.

7. **Nissen T. M. y M. M. Wander.** Management and Soil-Quality Effects on Fertilizer-Use Efficiency and Leaching, Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1524-1532, 2003.

8. **FAO.** Land resource potential and constraints at regional and country levels. World Soil Res. Report. 90, 2000.

9. **Nissan T. M. y M. M. Wander.** Management and Soil-Quality Effects on Fertilizer-Use Efficiency and Leaching, Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 1524-1532, 2003.