

Los procesos de transformación y evolución de la materia orgánica aportada al suelo se estimulan por muchos factores entre los que cabe destacar, en el contexto que se analiza, los siguientes:

- Alta accesibilidad de los microorganismos a los residuos. La materia orgánica incorporada debe ser acondicionada físicamente para aumentar la superficie de contacto y favorecer la actuación de los microorganismos. Para ello los materiales deben ser picados, triturados y/o desfibrados mediante la realización de tratamientos mecánicos. El tipo e intensidad del tratamiento físico dependerá de la estructura, forma y tamaño del residuo.
- Aireación suficiente para permitir que el metabolismo edáfico se realice en condiciones aerobias, requisito indispensable para las reacciones de oxidación que caracterizan la mineralización y la humificación.
- pH cercano a la neutralidad y suficiente disponibilidad de calcio, para favorecer la actividad microbiana y determinar la naturaleza de los compuestos húmicos formados.
- Temperatura en el rango de 15 a 30°C, que promueva una aceptable velocidad en los procesos de transformación y evolución de la materia orgánica.
- Humedad del suelo cercana a 2/3 de la capacidad de campo, evitando la sequía pero también las condiciones de anegamiento.
- Presencia de azúcares solubles en el residuo y suficiente disponibilidad de nitrógeno en el suelo.

En las condiciones edafoclimáticas mediterráneas, el factor más restrictivo es la baja disponibilidad de agua en el período estival que limita fuertemente la evolución de los residuos que se incorporan al suelo en esta época del año.

La velocidad de las transformaciones de los residuos orgánicos depende de la naturaleza y composición de los mismos: rápida en residuos vegetales verdes, jóvenes y ricos en nitrógeno, azúcares solubles y sales minerales, y lenta en residuos viejos, secos, ricos en celulosa y lignina y pobres en azúcares solubles y en nitrógeno. En cualquiera de los casos, no obstante, el proceso requiere disponer de tiempo suficiente antes de la siembra o plantación del siguiente cultivo. De lo contrario se puede presentar un efecto depresivo en el cultivo posterior como resultado de la baja disponibilidad de nitrógeno (hambre de nitrógeno) debida a su inmovilización por los microorganismos y de la reducción del crecimiento radicular debida al efecto inhibitor de la microflora de descomposición. Los anteriores

inconvenientes pueden ser obviados incorporando nitrógeno orgánico o mineral al residuo, siempre y cuando se disponga de tiempo suficiente entre cultivos.

Cuando los factores restrictivos son muy evidentes (período intercultivo demasiado corto, baja disponibilidad de agua, incidencia de patógenos y/o parásitos de riesgo, riesgo evidente de fitotoxicidad, alta dificultad para el condicionamiento físico del material, etc.) la mejor alternativa consiste en retirar del campo los residuos y someterlos a un proceso de compostaje, después de aplicar los tratamientos de acondicionamiento previo. El compost de calidad así obtenido podrá ser incorporado al suelo posteriormente.

3. CONCEPTO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y CARACTERÍSTICAS GENERALES

En el contexto de la producción vegetal el concepto estricto de residuo agrícola se aplica, bajo denominación de residuos de cosecha, a la fracción o fracciones de un cultivo que no constituyen la cosecha propiamente dicha y a aquella parte de la cosecha que no cumple con los requisitos de calidad mínima para ser comercializada como tal. De forma similar, los restos de poda de los cultivos leñosos deben ser considerados asimismo residuos agrícolas estrictos.

Estos materiales presentan un contenido hídrico muy variable (según el desarrollo ontogénico del cultivo en la época de recolección), elevado contenido en materia orgánica, fracción mineral variable en concentración total y equilibrio (según el órgano o fracción de que se trate) y relación C/N generalmente alta, aunque con notables diferencias según la naturaleza y composición del residuo. La biodegradabilidad de estos materiales es función del contenido relativo en biomoléculas fácilmente degradables (azúcares solubles y de bajo peso molecular, hemicelulosa y celulosa) y en componentes de lenta degradación (ceras, ligninas y otros polifenoles).

Los residuos de cosecha pueden presentar un mal estado fitosanitario como resultado de la incidencia de plagas y enfermedades en el cultivo de procedencia (insectos, ácaros, nematodos, hongos, bacterias, virus, etc.), que deben ser tenidos en cuenta en el momento de considerar su posible tratamiento y gestión ulterior. Asimismo debe señalarse que los residuos de cosecha pueden presentar

contenidos variables de las materias activas utilizadas en los tratamientos fitosanitarios del cultivo. Estos residuos pueden llegar a ser altamente problemáticos, especialmente en los cultivos sometidos a tratamientos intensivos, cuando han aplicado materias activas de lenta degradación y alta permanencia en las condiciones edafoclimáticas existentes.

En un contexto más amplio pueden considerarse también como residuos agrícolas los subproductos de origen vegetal generados por las industrias de transformación agrícolas y algunos residuos agrícolas específicos, como por ejemplo el compost del cultivo del champiñón una vez utilizado). Por extrapolación en el contexto anterior también podrían ser considerados en este apartado los materiales de desecho en los cultivos protegidos (sustratos ya utilizados, plásticos de cubierta y acolchados, tuberías de riego, etc), aunque por sus peculiares características no van a ser tratados.

4. PROCEDENCIA Y POTENCIALIDAD DE LOS RESIDUOS DE COSECHA EN EL ÁMBITO ESPAÑOL

La producción agrícola en el estado español en 1999 (FAO, 2000) indica que el 44.51% de la superficie agrícola se destina a cereales, el 21.65% a oleaginosos, el 12.2% a fruta dulce y viñedo, el 8.11 a cultivos forrajeros y el 4.74% a frutos secos. Estos 5 grupos de cultivos totalizan el 91.21% de la tierra cultivada (tabla 1). La preeminencia de los cereales es una característica común tanto a nivel mundial como de la Unión Europea. La segunda posición a nivel español y mundial está ocupada por los oleaginosos, mientras que en la Unión Europea este lugar contempla los cultivos forrajeros.

En cuanto a los cereales (tablas 2 y 3) la cebada ocupa el 46.92%, siguiéndole en importancia el trigo (36.59%), y con superficies parecidas la avena (6.19%) y el maíz (6.00%). Estos 4 cultivos totalizan el 95.7% de la superficie destinada a cereales. En la Unión Europea y a nivel mundial el primer lugar es ocupado por el trigo.

La mayor parte de la superficie destinada a oleaginosos corresponde a olivares (68.32%), ocupando la segunda posición el girasol (26.39%). Estos dos cultivos cubren el 94.71% de la superficie de oleaginosos. El olivo es asimismo el cultivo preeminente en la Unión Europea mientras que a escala mundial se encuentra la

soja.

La vid es el principal cultivo (64.08%) de la superficie ocupada por fruta dulce y viñedo, ocupando el segundo lugar, aunque a notable distancia, los cítricos (15.61%). Ambos cultivos totalizan el 79.69% de la superficie. En este grupo de cultivos el viñedo también ocupa la primera posición a escala europea y mundial.

Las praderas polifitas (26.52%) y las gramíneas forrajeras (26.52%) ocupan idéntica superficie en los cultivos forrajeros, quedando en tercer lugar la alfalfa (19.67%). Los tres cultivos anteriores cubren el 72.71% del total forrajero. Las praderas polifitas también son el principal cultivo de este grupo a escala mundial y europea.

El almendro (94.26%) ocupa una gran parte de la superficie destinada a frutos secos, siendo también el principal cultivo de este grupo en la Unión Europea, pero no a escala mundial.

A partir de los datos existentes sobre superficie de cultivo y producción de los principales cultivos en España, y teniendo en cuenta la cantidad de residuos que presumiblemente pueden generar, se puede hacer una estima global de la cantidad de residuo de cosecha generado y del rendimiento en humus de los mismos (tablas 4 y 5).

Las estimas realizadas para los cereales (tabla 4) indican que, si se incorporan todos los residuos de cosecha al suelo (raíces+rastrojos+paja o equivalente) la materia seca total disponible sería entre 5.5 y 11 Tm/ha. El valor húmico de esta materia seca oscilaría entre 550 y 1100 Kg de humus/ha, según cultivos. El maíz presenta los valores mayores, mientras que la cebada da el menor rendimiento en humus. Los aportes producidos por las raíces y rastrojos representan entre el 37% (maíz) y el 47% (trigo) del total generado. Puesto que en la mayor parte de la superficie cerealística solo se incorporan al suelo las raíces y rastrojos, se pierde más de la mitad del potencial húmico del total de residuo de cosecha producido.

Los residuos de poda producidos por los principales cultivos leñosos (tabla 5) generan entre 1.3 y 3 Tm de Materia seca por hectárea, con un valor húmico potencial de 333 a 750 Kg/ha. Los valores máximos se presentan en el manzano mientras que el almendro da el menor rendimiento.

Las pérdidas de humus por mineralización en los suelos españoles varían entre 200 y 2000 Kg por hectárea y año, con valores medios cercanos o inferiores a 700. Las cifras menores corresponden a suelos con bajo contenido en materia orgánica y débil velocidad de mineralización (zonas áridas, suelos calizos, cultivo en secano, zonas frías, laboreo reducido, etc) y las más altas a suelos profundos, con alto contenido en materia orgánica y elevada mineralización (zonas cálidas, húmedas, regadío, laboreo frecuente, etc.). Puesto que la mayor parte de la superficie de cultivos en España es en suelo calizo en secano o con limitación hídrica, si se incorporara al suelo el total residuo, el humus generado cubriría en muchos casos las pérdidas por mineralización y en determinadas rotaciones o cultivos sería excedentario.

5. CARACTERÍSTICAS Y USOS DE LOS PRINCIPALES RESIDUOS AGRÍCOLAS EN EL ESTADO ESPAÑOL

5.1. Residuos de cereales

El principal residuo de los cultivos cerealísticos es la paja y los rastrojos, que presentan baja humedad, alto contenido en celulosa y alrededor de un 10% de lignina. La relación C/N es muy elevada, entre 80 y 100.

La mayor parte de la paja producida se destina a la ganadería, donde se utiliza para la alimentación o como lecho. Antes de establecerse las medidas contra incendios en los ámbitos rurales, la quema de la paja junto con los rastrojos en el campo era un procedimiento bastante frecuente en el campo español. Aunque con poca frecuencia, lamentablemente, la paja, tras su acondicionamiento físico, es incorporada al suelo con los rastrojos.