*Este texto se basa en una revisión bibliográfica de las publicaciones académicas realizada por Alice Ambler, del Instituto James Hutton, como parte de nuestro proyecto de colaboración del Observatorio GROW.*

 *El Observatorio GROW ha recibido financiación del Programa Marco de Investigación e Innovación Horizonte 2020 en virtud del acuerdo de subvención nº 690199.*

**Revisión bibliográfica sobre los beneficios del mantillo orgánico**

*Alice Ambler y el Dr. Chris Warburton Brown, octubre de 2019*

El mantillo es una capa de material aplicada en la superficie del suelo en un área cultivada. Los materiales de mantillo utilizados comúnmente son paja, corteza triturada, cartón, estiércol, abono o los residuos de una cosecha anterior. El mantillo se puede aplicar sobre el suelo desnudo o alrededor de plantas arraigadas. Los mantillos orgánicos se incorporarán al suelo con el tiempo a través de la descomposición natural. El mantillo se utiliza tanto en la producción comercial de cultivos como en la jardinería doméstica, y en países y climas de todo el mundo. Quedan excluidos de esta revisión los mantillos de origen no orgánico.

Las propiedades atribuidas al mantillo incluyen la conservación de la humedad del suelo, la mejora de las propiedades del suelo, el enriquecimiento de la biología del suelo, un menor crecimiento de las malas hierbas y una menor erosión del suelo. Se estudiarán las pruebas que apoyan cada uno de estos argumentos sucesivamente y se tendrán en cuenta las limitaciones conocidas del mantillo.

Efecto sobre la humedad del suelo

*Encabezado: Estudios experimentales demuestran que el mantillo reduce la evaporación, aumenta la humedad del suelo y modera las temperaturas del suelo. Esto resulta especialmente eficaz en climas muy calurosos. Una profundidad de 3 cm de mantillo parece suficiente.* *La combinación de mantillo con labranza cero aumenta los beneficios.*

Hopkins (1954) realizó uno de los primeros estudios experimentales sobre el mantillo en parcelas pequeñas, observando la profundidad óptima del mantillo, la evaporación del suelo y el calor del suelo en Kansas, Estados Unidos. En condiciones de temperaturas inusualmente altas y de falta de lluvias, la humedad disponible en el área a la que se aplicó mantillo fue del 6 %, pero menos del 1 % en la zona de suelo desnudo. El mantillo de 0,5 pulgadas de espesor redujo la evaporación en un 41 % con respecto a la del suelo desnudo, pero 3 pulgadas redujeron la evaporación solo un 67 %. El mantillo retrasa la evaporación y mejora el suelo como hábitat para los organismos. Sin embargo, una gran cantidad de mantillo puede retrasar el inicio del crecimiento haciendo que el suelo se caliente más lentamente.

Watson y Kupkowski (1991) usaron un mantillo de astillas de madera grueso, uniforme y fresco de 18 pulgadas para medir el efecto sobre el suelo y el crecimiento de los árboles, un mantillo excepcionalmente profundo. No detectaron una reducción significativa del contenido de oxígeno bajo el mantillo. Las temperaturas del suelo eran casi idénticas bajo el mantillo y en el suelo adyacente sin mantillo, pero bajo el mantillo las temperaturas fluctuaban menos entre los días fríos y calurosos. La humedad del suelo era mayor bajo el mantillo.

Hobbs et al. (2008) estudiaron agricultura de conservación en México. Los residuos de cultivos anteriores se mantuvieron en la superficie del suelo y se aplicó una labranza mínima con la esperanza de aumentar la humedad del suelo, una condición limitante en la agricultura local. Se observó que el mantillo con labranza mínima era muy adecuado para este clima: aumentaba la humedad del suelo, la materia orgánica, los niveles de nitrógeno, el tamaño de los agregados de la superficie del suelo, la biomasa microbiana del suelo y el rendimiento.

He y sus colegas (2009) estudiaron los efectos sobre el suelo, los rendimientos y la irrigación del mantillo de larga duración en un sistema de rotación de trigo y avena con labranza cero en Mongolia Interior, China. Se utilizó una disposición aleatoria en bloques de 10x100 m para estudiar 4 prácticas de cultivo. Las mayores mejoras en el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua más sobresaliente se lograron mediante labranza cero con cubierta de paja. Los rendimientos medios de los cultivos en diez años aumentaron un 14,0 %, y la eficiencia en el uso del agua mejoró un 13,5 % en comparación con la labranza tradicional.

Kader et al. (2017) realizaron una revisión de la bibliografía reciente sobre los efectos del mantillo en el suelo. Examinaron los materiales y métodos, la aplicación, los efectos, los impactos, los aspectos económicos del mantillo y las orientaciones para las investigaciones futuras. Los estudios experimentales demuestran que diversos materiales de mantillo alteran la humedad y la temperatura del suelo. Estas alteraciones influyen en la microbiología del suelo, esencial para crear un entorno de suelo favorable para el crecimiento de las plantas. Los materiales del mantillo tienen un impacto significativo en el ahorro de agua en la agricultura.

Zhang y sus colegas (2009) estudiaron los efectos del mantillo en la temperatura del suelo, la humedad y el rendimiento del trigo en Shaanxi, China. Crearon parcelas experimentales de 5m x 5m con labranza cero y las cubrieron con paja de trigo. La temperatura del suelo era generalmente inferior bajo el mantillo en la temporada cálida, y la temperatura máxima disminuyó en gran medida. El almacenamiento de agua bajo el mantillo fue considerablemente mayor que en la parcela de control. Este efecto fue más evidente en las tierras altas. El rendimiento de la biomasa bajo el mantillo fue mayor; sin embargo, la mayor cantidad de agua del suelo propició el crecimiento vegetativo más que la formación de granos.

Efecto en la química del suelo y en las propiedades físicas

*Encabezado: Los resultados de los experimentos no son concluyentes. El mantillo puede aumentar el P y el K del suelo. Los estudios no coinciden sobre sus efectos sobre el pH o el N del suelo, probablemente debido a las diferencias existentes en los tipos de suelo y en el clima. El mantillo de entre 5 y 10 cm parece más efectivo.*

Billeaud y Zajicek (1989) probaron diferentes tipos de mantillo y diferentes profundidades de mantillo para estudiar sus efectos en el control de malas hierbas, en la salud del suelo y el crecimiento de plantas. Utilizaron corteza de pino cribada a profundidades de 0, 5, 10 y 15 cm, con y sin tejido de protección contra las malas hierbas. Los mantillos más gruesos obtuvieron mejores resultados que los materiales con una textura más fina. A medida que la profundidad del mantillo aumentaba, el pH del suelo, el contenido de nitrógeno del suelo y la clasificación visual del crecimiento de las plantas disminuían.

El estudio de Watson y Kupkowski (1991) sobre el mantillo de madera muy profundo concluyó que el pH del suelo no se vio afectado por el mantillo. Los nitratos eran inferiores en el suelo bajo el mantillo, pero los valores tanto para el suelo con mantillo como sin mantillo eran muy bajos.

Greenly y Rakow (1995) compararon el efecto de diferentes mantillos de madera y profundidades de mantillo para el suelo, las malas hierbas y el crecimiento de los árboles en terrenos altamente franco-limosos. Crearon pequeñas parcelas experimentales y las cubrieron con mantillo de astillas de pino de 7,5 cm, 15 cm y 25 cm de profundidad. La profundidad más efectiva fue de 7,5 cm. Los niveles de oxígeno del suelo, las temperaturas y los niveles de humedad estaban dentro de los rangos aceptables bajo este mantillo. Los mantillos más profundos provocaron un descenso de la temperatura y un aumento del nivel de humedad. Los parámetros del suelo (niveles de pH, nitratos y sal) no se vieron afectados.

El estudio experimental de Broschat de 2007 consideró el uso de mantillo en pequeñas parcelas de cultivo para el control de las malas hierbas, los nutrientes y la conservación del agua. El pH y el N no se vieron afectados, aunque esto puede deberse al breve periodo del experimento. Por lo general, el mantillo ejerció un escaso efecto en los nutrientes del suelo durante la temporada seca, pero el mantillo de ciprés aumentó el K del suelo y el mantillo de corteza de pino y eucalipto aumentó el Mg del suelo durante la temporada húmeda.

He et al. (2009), en el trabajo realizado en Mongolia Interior, China, observaron que la labranza de conservación a largo plazo (labranza cero y mantillo combinados) aumentó la materia orgánica del suelo en los 20 cm superiores en un 21,4 % y el N total en un 31,8 % en los 5 cm superiores. Los macroagregados y la macroporosidad también mejoraron significativamente en la capa de suelo de 0-30 cm. Estas mejoras en las propiedades del suelo tienen una importancia considerable para los suelos gravemente degradados de Mongolia Interior.

Jodaugiené y sus colegas (2010) llevaron a cabo un estudio experimental del mantillo orgánico y de la biología del suelo en Lituania. Dispusieron paja, serrín, turba y hierba de 5 cm y 10 cm sobre un suelo franco-arcilloso medio antes de la temporada de cultivo y después plantaron un cultivo de habas, y repitieron este proceso anualmente. En las parcelas que se cubrieron con mantillo de hierba, el rendimiento de las habas fue 1,8 veces superior al de la parcela de control y 26,7 veces superior al de las parcelas en las que se aplicó mantillo de serrín. En estas parcelas, los cultivos mostraron mejores niveles de N, P y K.

Efecto en la biología del suelo

*Encabezado: Los estudios demuestran que el mantillo tiene efectos positivos en la biología del suelo, especialmente cuando se combina con labranza cero. El mantillo protege la biología del suelo contra el calor y la humedad extremos y contra la erosión, y proporciona alimento.*

Brevault y sus colegas (2007) analizaron el impacto de la labranza cero con mantillo en la biología del suelo en los campos de algodón en Sudán. Se aplicaron mantillos de hierba y leguminosas para analizar las parcelas al final de la temporada de cultivo anterior. El mantillo con labranza cero mejoró las condiciones para los organismos del suelo al ofrecer protección contra la erosión provocada por el agua y el viento y las variaciones de humedad y temperatura, y al aumentar el suministro de alimentos. El mantillo ofrecía un mejor hábitat para los artrópodos en hierba con labranza cero y leguminosas con labranza cero que en las parcelas de control (+103 y 79 % respectivamente). Se encontraron más lombrices en los suelos con labranza cero.

En el estudio experimental realizado en Lituania por Jodaugiené y sus colegas (2010) se tomaron muestras de los niveles de ureasa y sacarasa del suelo y de la densidad de lombrices bajo diferentes tipos de mantillo. El mantillo de serrín y de hierba influyó positivamente en la actividad de la ureasa. La hierba aumentó significativamente la actividad de la sacarasa. Otros mantillos no revelaron una influencia significativa. El espesor del mantillo no tuvo un efecto significativo sobre la actividad de la ureasa. La mayor densidad de lombrices se produjo en las parcelas a las que se aplicó mantillo de hierba (2,1 veces superior a la parcela de control) y de paja (1,8 veces). El mantillo de turba redujo el número de lombrices. En las parcelas a las que se aplicaron capas más gruesas de mantillo se observó una menor biomasa de lombrices. El volumen de lombrices tuvo un efecto positivo en la cantidad de nutrientes vegetales presentes en el suelo (especialmente P y K).

Efecto sobre las malas hierbas

*Encabezado: El mantillo es una forma efectiva de eliminar las malas hierbas. Parece ser que es más eficaz en niveles más superficiales (hasta 8 cm). Es mejor cuando se aplica con una barrera de protección de malas hierbas.*

Billeaud y Zajicek (1989) concluyeron que el mantillo aplicado en niveles más profundos en combinación con una barrera de protección de malas hierbas proporcionaba una supresión óptima de las malas hierbas sin secuestrar el nitrógeno en el suelo ni reducir el crecimiento de las plantas. Los mantillos más gruesos obtuvieron mejores resultados que los materiales con una textura más fina. El mantillo a más de 10 cm de profundidad inhibió el crecimiento de las plantas, aunque la profundidad óptima dependía del material del mantillo.

Greenly y Rakow (1995) observaron que la densidad y la diversidad de las malas hierbas disminuían significativamente al aumentar la profundidad del mantillo. Sin embargo, para las especies arbóreas que cultivaron, el crecimiento del tallo fue mayor con el mantillo de 7,5 cm de profundidad. Los mantillos más gruesos pueden reducir el crecimiento lateral de la raíz y retrasar demasiado el calentamiento en la primavera, por lo que 7,5 cm es la profundidad óptima del mantillo.

El experimento de Broschat (2007) concluyó que había significativamente menos malas hierbas dicotiledóneas en las parcelas con mantillo que en las parcelas de control sin mantillo. Sin embargo, no se percibió ninguna diferencia en la cantidad de malas hierbas gramíneas. El tipo de mantillo no tuvo ningún efecto en la cantidad de cualquiera de los tipos de malas hierbas.

Efecto en la erosión del suelo

*Encabezado: Los dos estudios que cubren este aspecto concluyeron que el mantillo reduce significativamente la erosión del suelo en pendientes pronunciadas.*

Gholami et al. (2013) midieron el efecto del mantillo de paja sobre la erosión del suelo en las montañas de Aborz, al norte de Irán. Realizaron un análisis en laboratorio del suelo franco-arenoso de la zona en condiciones meteorológicas simuladas, utilizando parcelas de erosión de 6 m por 1 m bajo un mantillo de paja de 8 cm de profundidad. El mantillo de paja redujo significativamente la erosión por la caída de lluvia y la producción de sedimentos de la escorrentía, lo que indica que el flujo no tuvo la suficiente potencia para desprender las partículas de agregados atrapadas por el mantillo.

Miyata y sus colegas (2009) analizaron el impacto del mantillo en la reducción de la erosión del suelo en pendientes pronunciadas en la Prefectura de Mie, Japón. Consideraron una plantación de cipreses en pendiente con una media anual de precipitaciones de 2094 mm, una temperatura media de 14,4 grados centígrados y dos estaciones lluviosas. En pequeñas parcelas experimentales compararon el lecho de hojas depositado de forma natural (condiciones naturales) con 5 cm de mantillo orgánico. Se estimó que la erosión en las parcelas sin mantillo era 5,1 veces superior a la de parcelas con cobertura de mantillo.

Límites y desventajas del mantillo

*Encabezado: El mantillo excesivamente profundo (más de 8 cm) puede causar problemas. El uso excesivo de mantillo puede asfixiar las raíces superficiales.* *Los efectos del mantillo no son universales y varían en función del suelo y de las condiciones climáticas.*

Gouin (1983) estudió las mejores formas de usar el mantillo; la profundidad óptima, las mejores clases de mantillo, cuándo aplicar el mantillo y sus ventajas. El autor desaconsejó el uso excesivo de mantillo, argumentando que es suficiente con 1 a 2 pulgadas de mantillo al año. No debe aplicarse mantillo fresco hasta que el mantillo existente esté casi descompuesto. El uso excesivo de mantillo alrededor de plantas con raíces poco profundas y grandes árboles de coníferas puede asfixiar las raíces. Los mantillos no deben utilizarse como método exclusivo para el control de las malas hierbas, ya que al descomponerse enriquecen el suelo haciendo que las condiciones sean más favorables para la germinación de malas hierbas.

Erenstein (2002) revisó las investigaciones previas sobre el mantillo de residuos de cultivos en países tropicales y semitropicales, centradas en los beneficios de la conservación en el cultivo a gran escala. Ofrece numerosas referencias útiles para otros documentos. El autor concluyó que el potencial del mantillo de residuos de cultivos es específico del sitio, dependiente del entorno biofísico y socioeconómico local. Las técnicas y los resultados difieren entre los entornos agrícolas de los países desarrollados y en vías de desarrollo.

Conclusión

Esta revisión ha demostrado que existen pruebas científicas sólidas para cuatro de los beneficios atribuidos al mantillo orgánico: conservación de la humedad del suelo, biología enriquecida del suelo, menor crecimiento de malas hierbas y menor erosión del suelo. La base informativa procede de todos los continentes habitados y de los distintos tipos de suelo y zonas climáticas. La profundidad del mantillo de 3 a 8 cm parece dar los mejores resultados. Los beneficios se pueden mejorar cuando el mantillo se usa en combinación con labranza mínima o labranza cero.

El quinto beneficio alegado, el efecto del mantillo sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, no se ha establecido con claridad y parece variar en función de los tipos de suelo y del clima.

Referencias:

Billeaud, L., and Zajicek, J., 1989, Mulching for weed control, *Grounds Maintenance*, 24, 10-12, 14, 120-121

Broschat, T.K., 2007, Effects of mulch type and fertilizer placement on weed growth and soil pH and nutrient content, *HortTechnology*, 17, 174-177

Brévault, T., Bikay, S., Maldés, J.M. and Naudin, K., 2007, Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macofauna communities in a cotton cropping system, *Soil and Tillage Research*, 97, 140-149

Erenstein, O., 2002, Crop residue mulching in tropical and semi-tropical countries: an evaluation of residue availability and other technological implications, *Soil Tillage Research*, 67, 115-133

Gholami, L., Sadeghi, S.H. and Homaee, M., 2013, Straw Mulching Effect on Splash Erosion and Sediment Yield from Eroded Plots, *Soil Science Society of America Journal*, 77, 268–278.

Gouin, F.R., 1983, Over-mulching, a national plague. *Weeds, Trees, and Turf*, 22, 22-23

Greenly, K.M., and Rakow, D.A., 1995, The effect of wood mulch type and depth on weed and tree growth and certain soil parameters, *Journal of Arboriculture*, 21, 225-231

He, J., Kuhn, N. J., Zhang, X. M., Zhang, X. R., & Li, H. W. (2009). Effects of 10 years of conservation tillage on soil properties and productivity in the farming-pastoral ecotone of Inner Mongolia, China. *Soil Use and Management*, 25(2), 201–209.

Hobbs, P.R., Sayre, K. and Gupta, R., 2008, The role of conservation agriculture in sustainable agriculture, Philosophical transactions of the royal society B, 363, 543-555, DOI:10.1098/rstb.2007.2169

Hopkins, H.H., 1954, Effects of mulch upon certain factors of the grassland environment, *Range Management*, 7, 255-258

Jodaugiené, D., Pupaliené, R., Sinkevičiené, A., Marcinkevičiene, A., Žebrauskaité, K., Baltabuonyté, M. and Čepulieném, R., (2010) The influence of organic mulches on soil biological properties, *Zemdirbyste-Agriculture*, 97, 33-40

Kader, M.A., Senge, M., Mojid, M.A. and Ito, K., 2017, Recent advances in mulching materials and methods for modifying soil environment, Soil and Tillage Research, 168, 155-166

Miyata, S., Kosugi, K., Gomi, T., and T.Mizuyama, T., 2009. Effects of forest floor coverage on overland flow and soil erosion on hillslopes in Japanese cypress plantation forests, Water Resources Research, 45, DOI:10.1029/2008WR007270

Watson, G.W. and Kupkowski, G., 1991, Effects of a deep layer of mulch on the soil environment and tree root growth, Journal of Arboriculture , 17, 242-245. Chicago.

Zhang, S., Lövdahl, L., Grip, H., Tong, Y., Yand, X. and Wang, Q., 2009, Effects of mulching and catch cropping on soil temperature soil moisture and wheat yield on the

Loess Plateau of China, Soil and Tillage Research, 145, 111-117