*Il presente testo si basa su una rassegna della letteratura accademica prodotta da Alice Ambler del James Hutton Institute come parte del nostro progetto di collaborazione chiamato GROW Observatory.*

*Il GROW Observatory è stato finanziato dal programma di ricerca e innovazione Orizzonte 2020 dell’Unione europea nell’ambito dell’accordo di sovvenzione n. 690199.*

**Rassegna della letteratura sui vantaggi del pacciame organico**

*Alice Ambler e dr. Chris Warburton Brown, ottobre 2019*

Il pacciame è uno strato di materiale applicato sulla superficie del terreno di un’area coltivata. I materiali da pacciamatura comunemente utilizzati sono paglia, trucioli di corteccia, cartone, letame decomposto, compost o residui di colture precedenti. Il pacciame può essere applicato sul terreno nudo o intorno a piante ben radicate. Nel corso del tempo, i pacciami organici vengono inglobati dal terreno attraverso la decomposizione naturale. La pacciamatura viene utilizzata sia nella produzione di colture a fini commerciali che nel giardinaggio domestico, in paesi e climi di tutto il mondo. I pacciami di origine non organica sono esclusi da questa rassegna.

Gli argomenti in favore della pacciamatura includono la conservazione dell’umidità del terreno, il miglioramento delle sue proprietà, l’arricchimento degli organismi viventi in esso contenuti, la riduzione della diffusione delle erbe infestanti e la diminuzione dell’erosione del terreno. Le prove per ciascuno di questi argomenti verranno analizzate in successione, e verrà prestata particolare attenzione ai limiti noti della pacciamatura.

Effetti sull’umidità del terreno

*Titolo: Gli studi sperimentali dimostrano come il pacciame riduca l’evaporazione, aumenti l’umidità del terreno e ne mitighi le temperature. Ciò è particolarmente vero in caso di climi molto caldi. Una profondità di pacciamatura di 3 cm sembra essere sufficiente. I vantaggi aumentano quando la pacciamatura è utilizzata in coltivazioni a lavorazione zero.*

Hopkins (1954) ha condotto uno dei primi studi sperimentali sulla pacciamatura in piccoli appezzamenti, esaminando la profondità di pacciame ottimale, l’evaporazione e il calore del terreno nello stato del Kansas, negli Stati Uniti. A temperature insolitamente elevate e con scarsità di precipitazioni, l’umidità disponibile nell’area pacciamata era del 6%, nonostante nell’area del terreno nudo fosse inferiore all’1%. Uno spessore di pacciame di circa 1,30 cm ha ridotto l’evaporazione del 41% rispetto al terreno nudo, ma uno spessore di 7,6 cm ha ridotto l’evaporazione solo del 67%. Il pacciame ritarda l’evaporazione e migliora la qualità del terreno come habitat per gli organismi. Tuttavia, un pacciame profondo può ritardare l’inizio della crescita, poiché rallenta il riscaldamento del terreno.

Watson e Kupkowski (1991) hanno utilizzato pacciame eccezionalmente profondo, circa 45 cm, composto da trucioli di legno grezzo, omogeneo e fresco per valutarne gli effetti sul terreno e sulla crescita degli alberi. Al di sotto del pacciame non è stata rilevata alcuna significativa riduzione nel contenuto di ossigeno. Le temperature del terreno erano pressoché identiche sotto allo strato di pacciame e nell’adiacente terreno non sottoposto a tale trattamento, ma nel primo caso l’escursione termica tra i giorni freddi e quelli caldi era minore. Al di sotto del pacciame il terreno ha presentato una maggiore umidità.

Hobbs et al. (2008) hanno esaminato l’agricoltura conservativa in Messico. Sulla superficie del terreno sono stati conservati residui derivanti dalle precedenti colture ed è stata introdotta la lavorazione minima nella speranza di far aumentare l’umidità del terreno, una condizione che limita l’agricoltura locale. Dallo studio è emerso che il pacciame con lavorazione minima era particolarmente adatto per questo tipo di clima: aumentava l’umidità del terreno, la materia organica in esso contenuta, i livelli di azoto, le dimensioni aggregate del terreno superficiale, la biomassa microbica del terreno e le rese.

He e colleghi (2009) hanno analizzato gli effetti su terreno, rese e irrigazione della pacciamatura in un sistema a lavorazione zero per frumento e avena nella Mongolia interna, in Cina. Una disposizione casuale di blocchi di 10x100 m è stata utilizzata per studiare 4 pratiche di coltivazione. Il più significativo miglioramento delle rese e la massima efficienza nell’uso dell’acqua sono stati ottenuti attraverso la lavorazione zero con copertura a paglia. Rispetto alla lavorazione tradizionale, in dieci anni si è osservato un aumento medio del 14,0% nelle rese delle colture e del 13,5% nell’efficienza dell’uso di acqua.

Kader et al. (2017) hanno esaminato la recente letteratura prodotta in relazione agli effetti della pacciamatura sul terreno, analizzando i materiali e i metodi di pacciamatura, le applicazioni, gli effetti, le conseguenze, gli aspetti economici e la direzione delle ricerche future in relazione a tale pratica. Gli studi sperimentali dimostrano che numerosi materiali da pacciamatura alterano l’umidità e la temperatura del terreno. Queste alterazioni influenzano la microbiologia del terreno, fondamentale per la creazione di un ambiente favorevole alla crescita delle piante. I materiali da pacciamatura influiscono notevolmente sul risparmio idrico in agricoltura.

Zhang e colleghi (2009) hanno studiato gli effetti del pacciame su temperatura e umidità del terreno e sulle rese di frumento a Shaanxi, in Cina. Hanno realizzato appezzamenti sperimentali di 5 m x 5 m e li hanno coperti con paglia di frumento. Nella stagione calda, al di sotto del pacciame la temperatura del terreno era generalmente inferiore e la temperatura massima è risultata di gran lunga inferiore. L’immagazzinamento di acqua da parte del terreno al di sotto del pacciame è risultata notevolmente superiore rispetto al terreno di controllo. Ciò era più evidente nelle zone montane. Sotto allo strato di pacciame si è evidenziato un aumento delle rese di biomassa; tuttavia l’aumento di acqua nel terreno ha fornito più vantaggi alla crescita vegetativa rispetto alla formazione di granaglie.

Effetti sulle proprietà chimiche e fisiche del terreno

*Titolo: I risultati degli esperimenti non portano a conclusioni certe. La tecnica della pacciamatura può far aumentare i livelli di P e K nel terreno. Gli studi non sono concordi sui suoi effetti in relazione al pH o ai livelli di N, probabilmente a causa delle differenze nel tipo terreno e nel clima. Lo spessore che il pacciame deve avere per risultare più efficace sembra essere compreso tra 5 e 10 cm.*

Billeaud e Zajicek (1989) hanno testato diversi tipi e diverse profondità di pacciame per studiarne gli effetti sul controllo delle erbe infestanti, sulla qualità del terreno e sulla crescita delle piante. Hanno utilizzato cortecce di pino selezionate a 0, 5, 10 e 15 cm di profondità, con e senza teli di protezione dalle erbe infestanti. Il pacciame grossolano ha ottenuto prestazioni migliori rispetto a materiali di consistenza più fine. All’aumento della profondità del pacciame, si è riscontrata una diminuzione del pH, del contenuto di azoto del terreno e della crescita delle piante a una valutazione visiva.

Lo studio condotto da Watson e Kupkowski (1991) su strati di pacciame ad alto spessore composti da trucioli di legno non ha evidenziato alterazioni nel pH del terreno. Sotto lo strato di pacciame la quantità di nitrati è risultata inferiore, ma i valori erano comunque bassi sia in terreni pacciamati che in terreni non sottoposti a tale pratica.

Greenly e Rakow (1995) hanno confrontato l’effetto prodotto da diversi pacciami di legno, e da diverse profondità di pacciame, su terreno, erbe infestanti e crescita di alberi su terreni pesanti franco limosi. Dopo aver realizzato piccoli appezzamenti sperimentali, li hanno pacciamati con trucioli di pino a una profondità di 7,5 cm, 15 cm e 25 cm. La profondità di 7,5 cm è risultata essere ottimale. Sotto tale profondità di pacciame, i livelli di ossigeno, la temperatura e i livelli di umidità del terreno rientravano tutti in intervalli accettabili. A profondità maggiori, il pacciame ha causato una diminuzione della temperatura e un aumento del livello di umidità. I parametri del terreno (pH e livelli di nitrato e sali) non hanno subito alterazioni.

Lo studio sperimentale di Broschat del 2007 ha esaminato l’utilizzo di pacciame su piccoli appezzamenti di coltivazione, per finalità di controllo delle erbe infestanti e conservazione di sostanze nutrienti e acqua. Il pH e i livelli di N non hanno evidenziato alterazioni, anche se ciò potrebbe derivare dalla brevità del periodo di sperimentazione. Il pacciame in genere produceva effetti limitati sulle sostanze nutritive del terreno; al contrario, il pacciame da cipresso ha aumentato i livelli di K nel terreno, mentre quello da corteccia di pino ed eucalipto ha fatto crescere i livelli di Mg nella stagione umida.

Dallo studio di He et al. (2009), attivi nella Mongolia interna, in Cina, è emerso che la lavorazione conservativa a lungo termine (abbinata a pacciamatura e lavorazione zero) ha incrementato del 21,4% la materia organica del terreno nei 20 cm superiori e del 31,8% i livelli totali di N nei 5 cm superiori. Si è evidenziato anche un significativo miglioramento di macroaggregati e macroporosità nello strato di terreno di 0-30 cm. Tali miglioramenti, che interessano le proprietà del terreno, sono di notevole importanza per i terreni gravemente deteriorati dell’interno della Mongolia.

Jodaugiené e colleghi (2010) hanno condotto uno studio sperimentale sul pacciame organico e sugli organismi viventi presenti nei terreni della Lituania. Dopo aver lasciato paglia, segatura, torba ed erba in strati di 5 cm e 10 cm su un terreno mediamente argilloso prima della stagione vegetativa, hanno piantato una coltivazione di fagioli, ripetendo questa operazione ogni anno. Negli appezzamenti pacciamati con erba la resa di fagioli era 1,8 volte superiore rispetto agli appezzamenti di controllo e 26,7 volte superiore rispetto agli appezzamenti con pacciame di segatura. In questi appezzamenti le colture presentavano livelli maggiori di N, P e K.

Effetti sugli organismi viventi del terreno

*Titolo: Gli studi dimostrano che il pacciame produce effetti positivi sugli organismi viventi del terreno, in particolare in coltivazioni a lavorazione zero. Il pacciame protegge gli organismi viventi dal caldo eccessivo, dall’umidità e dall’erosione, fornendo inoltre nutrimento.*

Brevault e colleghi (2007) hanno preso in esame l’impatto che la lavorazione zero, unita alla pacciamatura, produce sugli organismi viventi del terreno nei campi di cotone del Sudan. Il pacciame da erba e leguminose è stato applicato agli appezzamenti di prova al termine della stagione vegetativa precedente. La pacciamatura abbinata a coltivazioni a lavorazione zero ha migliorato le condizioni degli organismi viventi del terreno, proteggendoli dall’erosione dell’acqua e del vento e dalle oscillazioni di umidità e temperatura, e incrementando l’apporto di sostanze nutrienti. Il pacciame offre agli artropodi un habitat migliore negli appezzamenti di erba e leguminose a lavorazione zero rispetto agli appezzamenti di controllo (rispettivamente +103 e 79%) Nei terreni a lavorazione zero è stata riscontrata una maggiore presenza di lombrichi.

Lo studio sperimentale condotto in Lituania da Jodaugiené e colleghi (2010) ha analizzato i livelli di ureasi e saccarosio e la densità di popolazione dei lombrichi in diverse tipologie di pacciame. La pacciamatura di segatura ed erba ha influito positivamente sull’attività dell’ureasi. L’erba ha fatto aumentare significativamente l’attività del saccarosio. Altri tipi di pacciame non hanno influito in modo significativo. Lo spessore del pacciame non ha prodotto alcun effetto significativo sull’attività dell’ureasi. La più alta densità di lombrichi si è riscontrata negli appezzamenti pacciamati con erba (quantità 2,1 volte superiore rispetto agli appezzamenti di controllo) e con paglia (1,8 volte). Il pacciame di torba ha provocato una diminuzione della popolazione di lombrichi. Negli appezzamenti pacciamati con strati più spessi è stata riscontrata una minore biomassa di lombrichi. Il numero di lombrichi ha prodotto un effetto positivo sulla quantità delle sostanze fitonutritive nel terreno (in particolare nei livelli di P e K).

Effetti sulle erbe infestanti

*Titolo: Il pacciame rappresenta un metodo efficace per eliminare le erbe infestanti. Le minori profondità (fino a 8 cm) sembrano avere la maggiore efficacia. La condizione migliore si verifica quando il pacciame è abbinato a una barriera contro le erbe infestanti.*

Billeaud e Zajicek (1989) hanno rilevato che il pacciame con profondità minori, abbinato a una barriera contro le erbe infestanti, consente una soppressione ottimale delle erbe infestanti, senza che si verifichi il fenomeno di “immobilizzazione” dell’azoto del terreno e senza che diminuisca la crescita delle piante. Il pacciame grossolano ha ottenuto prestazioni migliori rispetto a materiali di consistenza più fine. Il pacciame con oltre 10 cm di profondità ha impedito la crescita delle piante, sebbene la profondità ottimale dipendesse dal materiale della pacciamatura.

Greenly e Rakow (1995) hanno concluso che la densità e la diversità delle erbe infestanti erano diminuite sensibilmente con l’aumento della profondità del pacciame. Tuttavia, per le specie arboree coltivate la crescita del fusto è stata maggiore con una profondità di pacciamatura di 7,5 cm. Strati di pacciame più spessi possono ridurre la crescita delle radici laterali e rallentare troppo il riscaldamento in primavera, di conseguenza 7,5 cm viene considerata la profondità ottimale.

L’esperimento di Broschat (2007) è giunto alla conclusione che la presenza di erbe infestanti dioiche è notevolmente inferiore negli appezzamenti pacciamati rispetto agli appezzamenti di controllo non pacciamati. La quantità di graminacee però non è cambiata. Il tipo di pacciame non ha prodotto effetti sul numero delle varie tipologie di erbe infestanti.

Effetti sull’erosione del terreno

*Titolo: Entrambi gli studi relativi a quest’area hanno concluso come la pacciamatura abbia significativamente ridotto l’erosione del terreno lungo forti pendenze.*

Gholami et al. (2013) hanno misurato gli effetti della pacciamatura di paglia sull’erosione del terreno nella zona del massiccio di Alborz, nell’Iran settentrionale. Hanno proceduto eseguendo un’analisi di laboratorio sul terreno sabbioso-limoso dell’area in condizioni meteorologiche simulate, servendosi di appezzamenti della misura di 6 m x 1 m, pacciamati con paglia a una profondità di 8 cm. Il pacciame di paglia ha notevolmente ridotto l’erosione da impatto e la resa dei sedimenti da dilavamento, a dimostrazione del fatto che il flusso non poteva avere abbastanza forza da rimuovere le particelle aggregate intrappolate nel pacciame.

Miyata e colleghi (2009) hanno preso in esame l’impatto del pacciame sulla riduzione dell’erosione del terreno in pendenze ripide come quelle presenti nella prefettura di Mie, in Giappone. Hanno monitorato una piantagione di cipressi sul pendio di una collina, caratterizzata da precipitazioni medie annue pari a 2094 mm, una temperatura media di 14,4 °C e due stagioni piovose. Su piccoli appezzamenti sperimentali hanno confrontato una lettiera fogliare depositata naturalmente (in condizioni naturali) con 5 cm di pacciame organico. Secondo le stime fatte, l’erosione negli appezzamenti senza pacciame era 5,1 volte superiore a quella dei terreni con copertura di pacciame.

Limiti e controindicazioni del pacciame

*Titolo: Uno strato di pacciame eccessivamente profondo (oltre 8 cm) può causare problemi. Un uso eccessivo di pacciame può soffocare le radici superficiali. Gli effetti della pacciamatura non sono universali e variano a seconda del terreno e delle condizioni climatiche.*

Gouin (1983) ha esplorato i migliori utilizzi che si possono fare del pacciame, la profondità ottimale, le migliori tipologie, le tempistiche e i vantaggi. L’autore ha sconsigliato l’eccessivo ricorso al pacciame, sostenendo che la profondità annua ottimale è quella che oscilla all’incirca tra 2,50 cm e 5 cm. Il pacciame fresco non deve essere applicato fino a quando quello esistente non si sarà pressoché decomposto. L’eccessivo ricorso al pacciame intorno alle piante con radici superficiali e ai grandi alberi di conifere può soffocare le radici. Non si deve utilizzare la pacciamatura come unico metodo di controllo delle erbe infestanti, poiché il pacciame si decompone e arricchisce il terreno, creando condizioni più favorevoli per la formazione di tali tipologie di erbe.

Erenstein (2002) ha passato in rassegna le precedenti ricerche sulla pacciamatura dei residui di colture in paesi tropicali e semi tropicali, concentrandosi sui vantaggi della conservazione nelle colture su larga scala. Il suo contributo fornisce diversi riferimenti utili per altri documenti. La conclusione dell’autore è stata che il potenziale della pacciamatura dei residui colturali è specifico di un sito e dipende dall’ambiente biofisico e socio-economico del luogo. Le tecniche e i risultati dividono le applicazioni agricole tra paesi sviluppati e paesi in via di sviluppo.

Conclusione

Questa rassegna ha evidenziato l’esistenza di buone prove scientifiche per quattro dei vantaggi dichiarati derivanti dalla pacciamatura organica: conservazione dell’umidità del terreno, miglioramento della qualità degli esseri viventi in esso presenti, riduzione della crescita delle erbe infestanti e diminuzione dell’erosione del terreno. La base di conoscenze comprovate proviene da tutti i continenti abitati e da una grande varietà di tipi di terreni e zone climatiche. La profondità di pacciame che sembra offrire i risultati ottimali va da 3 a 8 cm. I vantaggi possono essere maggiori quando il pacciame viene utilizzato in combinazione con la coltivazione a lavorazione minima o a lavorazione zero.

Il quinto vantaggio dichiarato, l’effetto del pacciame sulle proprietà fisiche e chimiche del terreno, non è stato chiaramente provato e sembra variare a seconda dei tipi di terreno e del clima.

Bibliografia

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

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