

Prácticas de conservación y salud del suelo para sistemas de producción orgánica

Manejo de malezas sin herbicidas

Introducción

Las malezas representan uno de los principales desafíos para los agricultores orgánicos. El manejo de las malezas en los cultivos sin utilizar herbicidas implica realizar labores de labranza y cultivo mecánico, las cuales pueden dañar la vida del suelo, acelerar la oxidación de la materia orgánica del suelo (MOS) y favorecer la compactación y la erosión. Como resultado, los agricultores orgánicos suelen enfrentar una difícil disyuntiva entre el rendimiento de los cultivos y su capital más esencial: un suelo sano y vivo.

Las malezas son plantas pioneras que cubren rápidamente el terreno después de que incendios forestales, deslizamientos de tierra, talas rasas o labores de labranza dejan la superficie expuesta. Estas plantas desempeñan una función restauradora esencial tras una perturbación: reducen la erosión, recuperan y retienen nutrientes, aportan materia orgánica, alimentan a los organismos del suelo y comienzan a restablecer la biodiversidad. En la agricultura, la labranza y el cultivo mecánico estimulan la emergencia de malezas, y las repetidas pasadas necesarias para controlarlas deterioran la estructura del suelo.

Los agricultores orgánicos no simplemente sustituyen el "gran martillo" de los herbicidas por el "gran martillo" de la labranza; en su lugar, utilizan "muchos martillos pequeños" para mantener las malezas por debajo de niveles que causen daños económicos (Liebman y Gallandt, 1997). Los "martillos pequeños" del Manejo Integrado de Malezas (MIM) en la agricultura orgánica tienen como objetivos:

- Mantener el suelo ocupado por la vegetación deseada.
- Interrumpir los ciclos de vida de las malezas mediante rotaciones diversas y variando el momento de las labores de campo.
- Prevenir la propagación de las malezas.
- Eliminar las malezas sin perjudicar la vida del suelo.

- Realizar el cultivo mecánico de forma estratégica para lograr el mayor control de malezas con la menor perturbación del suelo.

Desafíos del manejo de malezas en los sistemas de agricultura orgánica

Las normas del Programa Nacional Orgánico (NOP, por sus siglas en inglés) establecen estándares muy exigentes para el manejo del suelo y de las malezas en la producción orgánica (véase el recuadro). Las malezas constituyen la principal barrera para una producción orgánica exitosa debido a que:

- Cada labor de cultivo o escarda mecánica provoca cierta pérdida de materia orgánica del suelo (MOS) y deteriora su estructura.
- Los sistemas orgánicos de labranza mínima mejoran la salud del suelo, pero con frecuencia reducen los rendimientos debido al aumento de la competencia de las malezas (Barbercheck et al., 2008; Menalled, 2019).

- Los agricultores orgánicos destinan importantes recursos de mano de obra y económicos al control de las malezas; sin embargo, las poblaciones de malezas suelen mantenerse elevadas en los campos de producción orgánica (Hooks et al., 2016).
- Los herbicidas permitidos por el Programa Nacional Orgánico (NOP) no suelen ser rentables (Baker y Dyck, 2012).
- La rotación de los campos con cultivos de cobertura o pasturas (praderas) para aumentar la materia orgánica del suelo (MOS) y suprimir las malezas puede implicar la pérdida de ingresos, al destinar temporalmente la tierra a cultivos que no generan una cosecha comercial.

El manejo conjunto de las malezas y de la salud del suelo en la agricultura orgánica requiere un alto nivel de conocimientos y debe adaptarse a las condiciones específicas de cada sitio. Además, el objetivo cambia constantemente, ya que la comunidad de malezas responde y se adapta a las tácticas de control implementadas. Incluso una buena estrategia de Manejo Integrado de Malezas (MIM) puede suprimir algunas especies mientras permite el aumento de otras. Por ello, estas estrategias deben evaluarse y ajustarse periódicamente para mantener su eficacia.



Manejo Integrado de Malezas (IWM) en agricultura orgánica – Paso 1: Rotación de cultivos y cultivos de cobertura

El manejo eficaz de las malezas en la agricultura orgánica comienza con el

diseño de una rotación estratégica de cultivos que incorpore los cuatro principios de salud del suelo promovidos por el NRCS. Las rotaciones intensivas, que mantienen el suelo cubierto y ocupado durante todo el año por las raíces vivas de la vegetación deseada, dejan menos oportunidades para el establecimiento y crecimiento de las malezas.

Las rotaciones diversificadas, que varían el momento y el tipo de las labores de campo y reducen la frecuencia e intensidad de la perturbación del suelo, pueden “mantener a las malezas desconcertadas”, evitando que sus poblaciones aumenten de manera descontrolada (Figura 1).

Figura 1. Rotaciones de Cultivos para el Control de Malezas



Una rotación simple de maíz y soya con barbecho durante el invierno degrada el suelo y permite que las malezas se multipliquen.



Una rotación diversificada de cultivos comerciales de temporada cálida y cultivos de cobertura de invierno reduce las oportunidades para el crecimiento de las malezas. Sin embargo, la labranza (T) realizada en la misma época cada primavera para la preparación de la cama de siembra puede favorecer el establecimiento de malezas anuales de rápido crecimiento durante el verano, como la galinsoga.



Las rotaciones que alternan cultivos de producción de temporada cálida y fría, terminan algunos cultivos de cobertura mediante el uso de rodillo-aplastador (RC) e incorporan un año de una leguminosa perenne sobresembrada (OS) en un cereal antes de la cosecha reducen la perturbación del suelo e interrumpen los ciclos de vida de las malezas.

TABLA 1. OBJETIVOS DE LOS CULTIVOS DE COBERTURA, CARACTERÍSTICAS DESEADAS Y ESPECIES DE CULTIVOS DE COBERTURA SUGERIDAS

Objetivo	Características del cultivo de cobertura	Selecciones sugeridas de cultivos de cobertura
Proteger el suelo contra la erosión y la compactación.	Establecimiento rápido y cierre del dosel; residuos persistentes.	Trigo sarraceno, chícharo sureño (caupí), rábano y otras crucíferas (cobertura del dosel), cereales, mijos, sorgo-sudán (residuos).
Aumentar la materia orgánica, secuestrar carbono (C).	Alta biomasa aérea y radicular; relación C:N moderada (~30:1); cultivos de temporada larga o perennes.	sorgo-sudán, mijos, girasol, cereales o gramíneas perennes, o pastura de gramíneas con leguminosas.
Alimentar la vida del suelo y mejorar la biodiversidad del suelo.	Diversidad de cultivos de cobertura, incluyendo especies con relaciones C:N altas y bajas, y hospederos de hongos micorrízicos.	Combinar gramíneas, leguminosas y crucíferas u otras herbáceas de hoja ancha
Mejorar la estructura de la capa superficial del suelo.	Sistemas extensos de raíces fibrosas.	Cereales, raigrás, mijos, otros pastos, trigo sarraceno.
Aliviar capas endurecidas del subsuelo.	Sistema radicular profundo y vigoroso.	Rábano, canola, alfalfa, trébol rojo, meliloto (trébol de olor), sorgo-sudán, mijo perla, centeno.
Maximizar el nitrógeno disponible para las plantas (PAN) para el siguiente cultivo.	Fijación simbiótica de N (leguminosas), captura de N con baja relación C:N (crucíferas).	Tréboles, veza, chícharos, soya, etc. (rábano y otras crucíferas antes de cultivos no crucíferos).
Maximizar la fijación total de N y liberar lentamente PAN.	Mezcla de una leguminosa y un cultivo demandante de N; 50 % de biomasa de leguminosa al momento de la madurez.	Cereales u otras gramíneas + leguminosas en temporada. Agregar crucíferas u otras especies (opcional).
Retener el exceso de PAN y proteger la calidad del agua.	Cultivos con alta demanda de N y raíces profundas.	sorgo-sudán, mijo perla, centeno, otros cereales, rábano y otras crucíferas.
Recuperar y movilizar nutrientes del subsuelo.	Cultivos con alta demanda de N y raíces profundas.	Trigo sarraceno, sorgo-sudán, mijo perla, centeno, otros cereales, rábano y otras crucíferas.
Suprimir las malezas.	Establecimiento rápido y cierre del dosel; residuos persistentes.	Trigo sarraceno, chícharo sureño, crucíferas (cobertura del dosel), cereales, otros pastos (residuos).
Interrumpir los ciclos de vida de las plagas de los cultivos.	No relacionados con los cultivos de producción; supresores o no hospederos de patógenos; variar el momento de las operaciones.	Varía según el cultivo de producción. La pastura perenne (2 años) reducen malezas anuales. Los pastos y el cáñamo de la India reducen nematodos plaga.
Alimentar y albergar enemigos naturales de las plagas de insectos.	Flores con polen y néctar accesibles, cobertura del suelo.	Trigo sarraceno, facelia, girasol, la mayoría de las leguminosas, algunos pastos (néctar y polen); cobertura vegetal baja o residuos superficiales (hábitat).

Mezcla de semillas de una leguminosa a su tasa completa de siembra con un cultivo de alta demanda de N a una tasa de siembra reducida, con el objetivo de obtener un cultivo de cobertura que tenga aproximadamente un 50 % de biomasa de leguminosa al momento de la madurez. Las tasas exactas pueden depender de la localidad, el clima, el tipo de suelo y la especie de cultivo de cobertura.



Desarrollo de una Mezcla de Cultivos de Cobertura

Las mezclas de dos o más especies diferentes pueden cumplir más funciones y pueden mejorar la salud del suelo y suprimir las malezas de manera más eficaz que un cultivo de cobertura de una sola especie (Cardina et al., 2006; Hooks et al., 2015; Schonbeck et al., 1993). Muchos agricultores siembran mezclas de gramíneas-leguminosas o de gramíneas-leguminosas-crucíferas, y algunos han desarrollado “cócteles” altamente diversos de ocho a 15 especies pertenecientes a cinco o más familias de plantas. Las mezclas de gramíneas y leguminosas proporcionan una relación C:N equilibrada con una liberación lenta de nitrógeno disponible para las plantas. En cambio, un cultivo compuesto únicamente por gramíneas puede inmovilizar el nitrógeno, mientras que uno compuesto únicamente por leguminosas puede liberar nitrógeno demasiado rápido y estimular el crecimiento de malezas (Baas et al., 2015; Drinkwater, 2011; Grossman, 2012; Teasdale, 2012). Se ha informado que un cóctel de 10 especies eliminó la necesidad de fertilizante en maíz (Archuleta, 2012), pero los resultados de este tipo de mezclas han sido inconsistentes (McSpadden-Gardner et al., 2014; Drinkwater y Walter, 2015). Los cultivos de cobertura con múltiples especies también presentan algunos desafíos prácticos, entre ellos:

- La logística de sembrar semillas con diferentes tamaños, formas y profundidades óptimas de siembra.
- El aumento del costo de las semillas por acre.
- El ajuste de las tasas de siembra para evitar que los componentes de crecimiento más rápido dominen y supriman a los demás.
- El manejo y terminación de un cultivo de cobertura donde las fechas de madurez pueden ser diferentes.
- Uno o más componentes pueden albergar plagas o enfermedades que afecten al siguiente cultivo de producción.

Debido a la complejidad de las interacciones entre especies y los factores ambientales, no existe una fórmula única para determinar la mezcla “correcta”.

Para desarrollar una mezcla adecuada para su finca:

TABLA 2. ESPECIES DE CULTIVOS DE COBERTURA SUGERIDAS PARA DIFERENTES NICHOS DENTRO DE LA ROTACIÓN DE CULTIVOS

Momento del cultivo de cobertura en relación con el cultivo comercial	Selecciones sugeridas de cultivos de cobertura
Cultivo de cobertura de invierno sembrado en otoño para un cultivo comercial de finales de primavera.	Cereales, leguminosas de invierno y crucíferas resistentes adaptadas a su zona.
Cultivo de cobertura de invierno para localidades del norte con temporadas de crecimiento cortas.	Especies tolerantes a la sombra sembradas entre hileras dentro de un cultivo comercial establecido: trébol rojo o blanco, veza vellosa, raigrás, cereales.
Cultivo de cobertura de principios de primavera para un cultivo comercial de mediados o finales de verano.	Avena de primavera, cebada, haba, vezas, chícharos forrajeros, trébol carmesí o trébol de Berseem, mostazas, entre otros.
Cultivo de cobertura de principios de verano para un cultivo comercial de otoño.	Pasto sudán, híbridos de sorgo-sudán, trigo sarraceno, girasol, mijos, soya, chícharo sureño (caupí), cáñamo de la India, leguminosas tropicales.
Cultivo de cobertura de mediados o finales de verano después de la cosecha de un cultivo comercial de principios de verano.	Gramíneas de clima fresco, leguminosas y crucíferas que mueran durante el invierno en su zona.
Cultivos de cobertura de principios de otoño para un cultivo comercial de principios de primavera.	Gramíneas de clima fresco, leguminosas y crucíferas que mueran durante el invierno en su zona.
Nichos de corta duración durante la temporada libre de heladas.	Trigo sarraceno, mijo japonés, chícharo sureño (caupí).
Cultivos de temporada larga para clima cálido.	Pasto sudán, híbrido de sorgo-sudán o mijo perla con chícharo (caupí), cáñamo de la India o leguminosas tropicales. Cortar y permitir que vuelvan a crecer.

- Identifique sus objetivos, las oportunidades dentro de la rotación de cultivos y las consideraciones de suelo y clima descritas anteriormente.
- Seleccione dos o más especies componentes que puedan satisfacer sus necesidades.
- Establezca las tasas de siembra de los componentes: Comience dividiendo las tasas de siembra recomendadas para cultivos individuales entre el número de especies en la mezcla.
 - Utilice menores proporciones de trigo sarraceno, crucíferas y cereales, y mayores proporciones de leguminosas.
 - Aumente la tasa de siembra si la siembra se realiza tarde o si la

presión de malezas es significativa.

- Observe los resultados y ajuste la mezcla en la siguiente temporada según sea necesario.

Descansos con pasturas perennes

Muchas operaciones orgánicas de cultivos extensivos, sistemas integrados de producción agrícola-ganadera y unas pocas granjas orgánicas de hortalizas incluyen un período con pasturas perennes dentro de sus rotaciones.

Rotar campos con cultivos intensivos hacia pasturas perennes durante dos o más años restaura la materia orgánica del suelo (SOM), mejora la estructura y calidad del suelo, aumenta la biodiversidad y recupera la fertilidad. Además, puede reducir la presión de malezas anuales al agotar el



banco de semillas de malezas presente en el suelo (Moncada y Sheaffer, 2010; Sheaffer et al., 2007). Una mezcla de gramíneas perennes, leguminosas y plantas herbáceas proporciona mayores beneficios que una mezcla compuesta únicamente por gramíneas o que una siembra pura de alfalfa o trébol (que puede perder cantidades considerables de N mediante lixiviación y desnitrificación cuando se rompe la pastura para reanudar la producción de cultivos anuales). La pastura puede ser cortada para heno o utilizada para pastoreo, y un manejo avanzado del pastoreo rotacional puede mejorar aún más los beneficios de salud del suelo durante el período de descanso con pasturas.

Mejora de los Beneficios de los Cultivos de Cobertura Mediante Enmiendas Orgánicas

El compost, el estiércol y otras enmiendas orgánicas del suelo pueden trabajar de manera complementaria y sinérgica con los cultivos de cobertura para mejorar la materia orgánica activa y estable del suelo (SOM), la actividad y diversidad microbiana, el ciclo de nutrientes, la estructura del suelo y otros aspectos relacionados con la salud del suelo (Cavigelli et al., 2013; Delate et al., 2015; Hooks et al., 2015; Tavantzis et al., 2012). Además, los cultivos de cobertura reducen la cantidad de compost y estiércol necesaria para mantener la materia orgánica del suelo y la fertilidad en un sistema de producción orgánica. Esto disminuye los riesgos de acumulación excesiva de fósforo (P) en el suelo u otros desequilibrios de nutrientes asociados con altas aplicaciones de enmiendas orgánicas (Cavigelli et al., 2013). La dependencia excesiva de fertilizantes orgánicos con una baja relación carbono:nitrógeno (C:N), como la cama de aves, puede “quemar” la materia orgánica del suelo y favorecer la lixiviación de nitrógeno (N) (Li et al., 2009; Wander et al., 2016).



Un rodillo-accionador (foto superior) puede utilizarse para terminar los cultivos de cobertura mientras deja residuos en la superficie que proporcionan una cobertura tipo acolchado (foto inferior). Fotos: crédito de Zahangir Kabir.

TABLA 3. CULTIVOS DE COBERTURA PARA DESAFÍOS ESPECÍFICOS

Desafío	Cultivos de cobertura sugeridos
Clima y condiciones del suelo cálidos y secos.	Mijo perla, sorgo-sudán, cáñamo de la India, chícharo sureño (caupí).
Suelos frescos y húmedos.	Mijo japonés, avena, trébol alsike.
Baja fertilidad (tolera y mejora estas condiciones).	cáñamo de la India, mijos, chícharo sureño, trigo sarraceno, leguminosas (N).
Bajo pH del suelo (suelo ácido).	Avena, centeno, trigo sarraceno, mijo perla, cáñamo de la India, veza vellosa, chícharo sureño.
Salinidad o pH alto del suelo (suelo alcalino).	Cebada, canola, cártamo.
Para cultivos de secano (bajo uso de agua).	Mijo, chícharo de invierno, lenteja, gandul, chícharo sureño, carretón, mostaza.
Para leguminosas con problemas de malezas (por ejemplo, soya).	Centeno u otras gramíneas anuales de alta biomasa con alta relación C:N.
Para cultivos con alta demanda de N (por ejemplo, maíz de grano).	Pastura de alfalfa o trébol, mezcla de cultivos de cobertura de invierno rica en leguminosas.



mientras que los suelos manejados con cultivos de cobertura y aportes orgánicos con una relación C:N moderada desarrollan una materia orgánica del suelo (MOS) activa y estable y presentan un excelente ciclo de nutrientes (Jackson y Bowles, 2013; Bowles et al., 2015).

Siembra y Manejo del Cultivo de Cobertura

Los cultivos de cobertura no son tan exigentes como la mayoría de los cultivos de producción. Sin embargo, las buenas técnicas de siembra y las condiciones favorables del suelo son fundamentales para obtener resultados óptimos. Algunos consejos incluyen:

- Corregir problemas graves de capas endurecidas del suelo, pH extremo o niveles críticamente bajos de nutrientes antes de la siembra.
- Seguir las recomendaciones regionales para las mejores fechas, tasas, profundidades y métodos de siembra.
- Sembrar con sembradora de surcos o al voleo (aumentando la tasa aproximadamente 1,5 veces) e incorporar la semilla a la profundidad deseada.
- Aplicar estiércol u otras fuentes orgánicas de nutrientes basándose en análisis de suelo para maximizar la producción de biomasa.

- Regar los cultivos de cobertura recién sembrados si las condiciones son secas.

Los productores orgánicos pueden terminar los cultivos de cobertura mediante prácticas de labranza de menor intensidad, como labranza superficial, labranza en franjas, arado de rejas tipo "sweep" (cuchilla de corte subsuperficial) o pala rotativa, las cuales dejan el suelo en mejores condiciones que el arado con vertedera, el arado de discos o la labranza rotativa intensiva.

En las regiones del norte, las temporadas de crecimiento cortas pueden limitar severamente las opciones para integrar un cultivo de cobertura eficaz con suficiente biomasa dentro de los sistemas de producción de cultivos comerciales. Muchos agricultores orgánicos en estas regiones utilizan métodos de sobresiembra o interseembra para establecer el cultivo de cobertura oportunamente sin añadir otra pasada de labranza.

Estos métodos incluyen: sembrar cultivos de cobertura entre las hileras de maíz, soya o hortalizas ya establecidos (Caldwell et al., 2016); distribuir la semilla al voleo justo antes de la última labor de cultivo para el control de malezas. "Siembra sobre escarcha" (frost-seeding) de tréboles y/o gramíneas en cereales durante el final del invierno.

La terminación de los cultivos de cobertura para la siembra de cultivos de producción puede representar un desafío especial para los agricultores orgánicos, ya que incorporar un cultivo de cobertura mediante labranza puede comprometer algunos de los beneficios de salud del suelo que el propio cultivo de cobertura proporciona y puede estimular la emergencia de malezas. La terminación de cultivos de cobertura sin labranza y la siembra de cultivos de producción pueden funcionar en sistemas orgánicos donde las poblaciones de malezas son bajas, pero pueden no ser viables cuando la presión de malezas es alta o cuando predominan especies perennes invasoras.

TABLA 4. RECURSOS REGIONALES Y NACIONALES SOBRE CULTIVOS DE COBERTURA

Región	Recursos
Oeste	Carta de cultivos de cobertura del USDA para las Grandes Llanuras del Norte. Carta de cultivos de cobertura del USDA: cultivos de cobertura comunes para California. Cultivo de cobertura (340) en sistemas orgánicos, Región Oeste.
Centro Norte	Midwest Cover Crop Council (Consejo de Cultivos de Cobertura del Medio Oeste) Guía de manejo de riesgos para productores orgánicos, capítulos 13 y 14.
Noreste	Consejo de Cultivos de Cobertura del Noreste. Suplemento especial sobre leguminosas como cultivos de cobertura, The Natural Farmer.
Sur	Consejo de Cultivos de Cobertura del Sur. Cultivos de cobertura para productores de hortalizas, por Pam Dawling.
Nacional	Managing Cover Crops Profitably, 3. ^a edición, SARE. Cover Cropping in Organic Farming Systems, eOrganic. Sala temática de cultivos de cobertura de SARE. Cultivos de cobertura y salud del suelo del NRCS, incluidos manuales de plantas de cultivos de cobertura. El NRCS proporciona asistencia técnica y financiera para el uso de cultivos de cobertura a productores orgánicos y otros productores mediante EQIP, CSP y RCPP.



Referencias

- Archuleta, R. 2012. Cultivos de cobertura para la salud del suelo. Presentación en la Conferencia Virginia Farm to Table 2012. <https://www.youtube.com/watch?v=9uMPuF5oCPA>
- Baas, D. G., G. P. Robertson, S. R. Miller, N. y N. Millar. 2015. Efectos de los cultivos de cobertura sobre las emisiones de óxido nitroso, la disponibilidad de nitrógeno y la acumulación de carbono en sistemas manejados de forma orgánica versus convencional. Informe final del proyecto ORG 2011-04952. Resúmenes CRIS.*
- Barbercheck, M. E., J. Kay, D. Mortensen, C. White, M. Hunter, J. Hinds y J. LaChance. 2014. Uso de mezclas de cultivos de cobertura para alcanzar múltiples objetivos en la finca. <https://eorganic.org/node/11961>
- Bowles, T. M., A. D. Hollander, K. Steenwerth y L. E. Jackson. 2015. Ciclo del nitrógeno estrechamente vinculado entre plantas y suelo: comparación de granjas orgánicas en un paisaje agrícola. Artículo de investigación revisado por pares de PLOS ONE. <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0131888>. Numerosos otros artículos disponibles en http://ucanr.edu/sites/Jackson_Lab/
- Caldwell, B., C. Pelzer y M. Ryan. 2016. Investigación sobre la intersemeadura de cultivos de cobertura en Nueva York. What's Cropping Up, vol. 26, núm. 2. <http://blogs.cornell.edu/whatscroppingup/2016/03/15/cover-crop-interseeding-research-in-new-york/>
- Cardina, J., J. Felix, D. Doohan, D. Stinner y M. Batte. 2011. Estrategias de transición que controlan las malezas perennes y mejoran el suelo. Informe final del proyecto OREI 2006-02014. Resúmenes CRIS.
- Cavigelli, M. A., J. R. Teasdale y J. T. Spargo. 2013. El aumento de la diversidad en la rotación de cultivos mejora el desempeño agronómico, económico y ambiental de los sistemas orgánicos de producción de granos en el Proyecto de Sistemas Agrícolas de Beltsville del USDA-ARS. Crop Management 12(1), Simposio de Investigación sobre Sistemas Agrícolas Orgánicos del USDA. <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cm/tocs/12/1>
- Clark, K. 2016. Sistemas orgánicos de manejo de malezas para Missouri. Propuesta e informe de avance del proyecto OREI 2014-05341. Resúmenes CRIS.
- Delate, K., C. Cambardella y C. Chase. 2015. Efectos de los cultivos de cobertura, las enmiendas del suelo y la reducción de la labranza sobre el secuestro de carbono y la salud del suelo en un sistema hortícola de largo plazo. Informe final del proyecto ORG 2010-03956. Resúmenes CRIS.
- Drinkwater, L. E. 2011. Una visión integral: manejo de cultivos de cobertura leguminosos en sistemas orgánicos. The Natural Farmer, verano de 2011, suplemento especial sobre leguminosas como cultivos de cobertura.
- Drinkwater, L. E. y M. T. Walter. 2015. Optimización de la selección y manejo de cultivos de cobertura para mejorar los servicios agronómicos y ambientales en sistemas orgánicos de producción agrícola. Propuesta e informe de avance del proyecto ORG 2012-02980. Resúmenes CRIS.
- Grossman, J. 2012. Aumento de la fertilidad y salud del suelo mediante cultivos de cobertura. Conferencia de Productos Orgánicos y Ganadería de Carolina 2012: transmisiones seleccionadas en vivo. <https://eorganic.org/node/7469>
- Heilig, J. y E. Hill. 2014. Esfuerzos de mejoramiento genético y selección de cultivos de cobertura para mejorar los sistemas orgánicos de producción de frijol seco en Michigan. <https://eorganic.org/node/10563>.
- Hooks, C. R., K. H. Wang, G. Brust y S. Mathew. 2015. Uso de cultivos de cobertura de invierno para mejorar la industria de hortalizas orgánicas en la región del Atlántico Medio. Informe final del proyecto OREI 2010-01954. Resúmenes CRIS.
- Hu, S., S. Hu, W. Shi, A. Meijer y G. Reddy. 2015. Evaluación del potencial de los cultivos de cobertura de invierno para el secuestro de carbono en suelos degradados en transición hacia la producción orgánica. Propuesta de proyecto e informe final del proyecto ORG 2010-04008. Resúmenes CRIS.
- Jackson, L. y T. Bowles. 2013. Innovación de investigadores y agricultores para aumentar el ciclo del nitrógeno en granjas orgánicas (seminario web). <https://eorganic.org/node/8677>



Jenkins, D. y J. Ory. 2016. Agenda Nacional de Investigación Orgánica 2016: resultados y recomendaciones de la Encuesta Nacional de Agricultores Orgánicos de 2015 y sesiones de consulta. Organic Farming Research Foundation (www.ofrf.org), 128 pp.

Kabir, Z. y R. T. Koide. 2002. Efecto de los cultivos de cobertura micorrízicos de otoño e invierno sobre las propiedades del suelo, la absorción de nutrientes y el rendimiento del maíz dulce en Pensilvania. *Plant and Soil* 238: 205–215.

Li, C., W. Salas y J. Muramoto. 2009. Modelos basados en procesos para optimizar el manejo del nitrógeno en sistemas agrícolas de California: aplicación del modelo DNDC para el manejo de nutrientes en la producción orgánica de brócoli. *Actas de la Conferencia de Suelos y Plantas de California 2009*, pp. 92-98. Febrero de 2009. <http://ucanr.edu/sites/calasa/files/319.pdf>

McSpadden-Gardener, B. B., S. A. Miller, M. Kleinhenz, K. Everts, S. Meyer, G. Norton, C. Parmeter y C. Smart. 2014. Mejora de la productividad y control de enfermedades transmitidas por el suelo en la producción intensiva de hortalizas orgánicas mediante abonos verdes de especies mixtas. Informe final del proyecto OREI 2009-01402. Resúmenes CRIS.

Moncada, K. y C. Sheaffer. 2010. Guía de manejo de riesgos para productores orgánicos. Universidad de Minnesota. 300 pp. Capítulo 13: Cultivos de cobertura de invierno. <http://organicriskmanagement.umn.edu/>

Schonbeck, M., S. Herbert, R. DeGregorio, F. Mangan, K. Guillard, E. Sideman, J. Herbst y R. Jaye. 1993. Sistemas de cultivos de cobertura para brásicas en el noreste de Estados Unidos: 1. Rendimiento de cultivos de cobertura y hortalizas, nutrientes y condiciones del suelo. *Journal of Sustainable Agriculture* 3: 105-132.

Sheaffer, C. C., P. Nickel, D. L. Wyse y D. L. Allan. 2007. Opciones integradas de manejo de malezas y suelo para sistemas de producción orgánica en Minnesota. Informe final del proyecto ORG 2002-03806. Resúmenes CRIS.

Sooby, J., J. Landeck y M. Lipson. 2007. Agenda Nacional de Investigación Orgánica 2007: resultados del Congreso Científico sobre Investigación Agrícola Orgánica (SCOAR). Organic Farming Research Foundation, Santa Cruz, California. 74 pp.

Spargo, J. 2012. Manejo de la fertilidad del suelo en sistemas orgánicos de producción de granos. Conferencia de Productos Orgánicos y Ganadería de Carolina 2012: transmisiones seleccionadas en vivo. <https://eorganic.org/node/7469>

Tavantzis, S. M., R. P. Larkin, A. V. Alyokhin, M. S. Erich y J. M. Jemison. 2012. Un enfoque de sistemas para optimizar la producción orgánica de cultivos: mejora de la funcionalidad del suelo y la salud de las plantas para suprimir enfermedades y plagas vegetales. Informe final del proyecto ORG 2007-01405. Resúmenes CRIS.

Teasdale, J. 2012. Optimización de los beneficios de la veza velloso en la producción orgánica. Seminario web. <https://eorganic.org/node/7611>

Wander, M., N. Andrews y J. McQueen. 2016. Fertilidad del suelo orgánico. <https://eorganic.org/node/1471>

* Para consultar los resúmenes de propuestas de proyectos y los informes finales de investigaciones orgánicas financiadas por el USDA, introduzca el número de propuesta en el campo "Grant No" y haga clic en "Search" en la página de búsqueda asistida de CRIS: <http://cris.nifa.usda.gov/cgi-bin/starfinder/0?path=crisassist.txt&id=anon&pass=&OK=OK>

Este recurso fue creado por la Fundación para la Investigación de la Agricultura Orgánica como parte de un Acuerdo de Cooperación con el USDA-NRCS.

Última actualización: febrero de 2025.

Contacto: communications@ofrf.org

