

Tecnología de labranza cero – ventajas y desventajas en la producción de hortalizas orgánicas

Автор(и): доц. д-р Цветанка Динчева, ИЗК "Марица" в Пловдив; доц. д-р Емил Димитров, ИПАЗР "Никола Пушкарров", София

Дата: 06.04.2025 *Брой:* 4/2025



Resumen

La producción de hortalizas ecológicas se basa en los principales requisitos de la producción ecológica y se ajusta a las características y exigencias específicas de los cultivos hortícolas. Algunos de los elementos clave para una producción exitosa en la explotación son: la salud del suelo, el uso de cultivos de cobertura y el control de malas hierbas. La aplicación de la tecnología de siembra directa en el cultivo sin labranza del suelo, mediante siembra/plantación directa, aporta beneficios favorables para el suelo (reduce la compactación, la

erosión, conserva la humedad) y mejora la productividad de las tierras agrícolas. La correcta elección de los cultivos según su periodo vegetativo permite un uso intensivo del área mediante el cultivo de dos, tres, a veces incluso cuatro cosechas en un periodo vegetativo.

La tecnología de siembra directa es una de las prácticas relacionadas con la labranza de conservación, cuyo objetivo es reducir la erosión del suelo manteniendo la superficie del suelo cubierta con residuos de cultivos. Otras prácticas que logran un efecto similar son la labranza en franjas, la labranza en caballones y el acolchado, cada una caracterizada por un método de aplicación, particularidades, ventajas y desventajas específicas.



Verónica de hiedra (Veronica hederifolia). Una maleza de principios de primavera, registrada en el bancal de siembra directa a principios de abril de 2024, después de que se detuvieron las operaciones de labranza.

Para mejorar la calidad del suelo en la producción ecológica de hortalizas, se recomienda la labranza de conservación, pero su aplicación puede verse obstaculizada por dificultades en el control de malas hierbas y la compactación del suelo. En algunos estudios, los resultados han mostrado que el efecto de este tipo de agricultura está estrechamente relacionado con las condiciones edáficas y climáticas, las prácticas de manejo del campo, el nivel y tipo de malas hierbas, el cultivo precedente, la estructura del suelo, etc. Para una

evaluación integral del efecto de la tecnología de siembra directa, las observaciones no pueden limitarse a unos pocos años y se requiere un periodo de tiempo significativamente más largo.



Armuelle (Atriplex hortensis) y Cadillo (Xanthium strumarium L.). Malezas de principios de primavera, registradas en el bancal de siembra directa a principios de abril de 2024, después de que se detuvieron las operaciones de labranza.

En la agricultura ecológica, se aplica un gran número de operaciones de labranza del suelo, principalmente para el control de malas hierbas, pero también incluyen la preparación del suelo antes de la siembra/plantación, la incorporación de cultivos intermedios, la aplicación de fertilizantes orgánicos y el mantenimiento de una estructura de suelo suelta. No obstante, los agricultores muestran un interés creciente en la tecnología de siembra directa para reducir los siguientes problemas: compactación del suelo debido a la labranza mecanizada repetida; formación de una costra en el suelo que puede impedir una humectación adecuada de la semilla, aumentando las pérdidas por riego hasta en un 35%; impacto negativo en los organismos biológicos del suelo. Según la FAO, la agricultura de conservación se basa en tres principios principales: mínima alteración del suelo, cobertura permanente del suelo y rotación de cultivos diversificada.



Lechuga silvestre (Lactuca serriola) y Pata de gallina (Digitaria sanguinalis). Malezas de principios de primavera, registradas en el bancal de siembra directa a principios de abril de 2024, después de que se detuvieron las operaciones de labranza.

La labranza de conservación se caracteriza por varios problemas principales. Para mayor claridad, se hace una comparación con la labranza convencional, donde las partes de trabajo de la maquinaria agrícola alcanzan una profundidad de unos 20 cm. Las diferencias en la profundidad labrada y el grado de fragmentación del suelo, debido a las diferentes herramientas, tienen efectos distintos en la estructura del suelo. Esto tiene un efecto positivo en la redistribución homogénea de la materia orgánica en la capa cultivada del suelo y en el control de malas hierbas mediante la incorporación más profunda de las semillas de las malezas, dependiendo de la maquinaria agrícola utilizada. La interrupción de la labranza del suelo evita la formación de una costra en el suelo y protege contra la erosión al dejar residuos de cultivos (materia orgánica) en la superficie. Se han medido agregados más estables en la capa superior del suelo bajo labranza de conservación en comparación con el arado. Además, varios estudios han demostrado que la ausencia de labranza aumenta el carbono orgánico del suelo, así como la abundancia, diversidad de especies y actividad de los microorganismos en esta capa del suelo. La falta de labranza también conduce a un aumento de la biomasa y diversidad de lombrices de tierra, preservando su hábitat y promoviendo la infiltración de agua y el desarrollo del sistema radicular. El aumento de la abundancia de lombrices de tierra mejora la macroporosidad formada biológicamente en las capas más profundas del suelo.

Surgen preguntas sobre el impacto de la tecnología de siembra directa en la fertilidad del suelo y la productividad de los cultivos. Existe una tendencia al aumento de la materia orgánica en los primeros 10 cm del suelo debido a la acumulación y descomposición de los residuos de cultivos en la superficie, pero disminuye bruscamente en las capas inferiores del suelo. Se observa una disminución de la porosidad total en las capas del suelo que no están fragmentadas mecánicamente, especialmente en suelos con baja actividad de contracción-expansión (suelos arenosos). Por el contrario, en suelos arcillosos con mal drenaje, la labranza de conservación tiende a exacerbar los problemas. Una solución puede encontrarse reemplazando la porosidad "mecánica" por la porosidad "biológica" resultante de la actividad excavadora de las lombrices de tierra. Por otro lado, la compactación del suelo y la reducción de la materia orgánica en las capas más profundas del suelo pueden limitar la actividad de los microorganismos del suelo. En este sentido, surgen dos cuestiones para las que se deben buscar soluciones a largo plazo. La primera se refiere a la abundancia de lombrices de tierra, la efectividad de su actividad para mantener y mejorar la macroporosidad en el suelo bajo tecnología de siembra directa, y si esta actividad es suficiente para el funcionamiento óptimo del sistema suelo-planta. La segunda cuestión se relaciona con la reducida actividad microbiana en las capas más profundas del suelo y cuáles serán las consecuencias para el manejo sostenible de los nutrientes.

En la agricultura ecológica, las cualidades adaptativas y productivas de los cultivos dependen de los procesos biológicos del suelo para la absorción de nutrientes. La fertilidad del suelo en la agricultura ecológica tiende a ser mayor que en la agricultura convencional, debido a un mayor contenido de materia orgánica, una micro y macrofauna del suelo más rica, y la actividad y diversidad de las lombrices de tierra. Así, las técnicas de labranza de conservación que alteran la fertilidad del suelo podrían afectar fuertemente el contenido de nutrientes, las propiedades hídricas, la abundancia de malas hierbas y todo el sistema de producción de cultivos: cantidad y estabilidad del rendimiento, especies y abundancia de malezas. La infestación de malezas es un problema significativo en la producción de hortalizas. La prohibición del uso de herbicidas y el cese de la labranza durante la temporada permiten que las malezas alcancen niveles críticos, se conviertan en competidores fuertes para las plantas cultivadas y comprometan el cultivo. Por otro lado, alcanzan su pleno desarrollo, producen semillas y se multiplican en gran medida, lo que dificultará severamente la vegetación de los cultivos hortícolas en el año siguiente. Por lo tanto, el control de malezas es un problema importante para el cultivo ecológico de hortalizas y debe estar bien adaptado bajo la tecnología de siembra directa en este tipo de agricultura, especialmente considerando que los residuos de cultivos dejados en la superficie del suelo limitan la práctica del deshierbe mecánico. Los principales desafíos para adoptar la tecnología de siembra directa son preservar la fertilidad del suelo e implementar un control efectivo de malezas.

El cultivo ecológico de cultivos en combinación con la tecnología de siembra directa se caracteriza por una mayor biomasa microbiana y una mejor mineralización del C y N totales en la capa superior del suelo (unos 15 cm). Estos hallazgos enfatizan que el aumento de la biomasa microbiana y sus actividades en esta capa del suelo compensan su reducción en las capas más profundas debido a la falta de materia orgánica fresca y una mayor compactación de las partículas del suelo. El microclima del suelo en la superficie (temperatura y humedad) juega un papel crucial en la mineralización del nitrógeno y el carbono, y bajo labranza de conservación estas condiciones del suelo pueden ralentizar el proceso.



Correhuela menor (Polygonum convolvulus L.) y Palomilla (Fumaria officinalis). Malezas de principios de primavera, registradas en el bancal de siembra directa a principios de abril de 2024, después de que se detuvieron las operaciones de labranza.

El control de malezas puede lograrse diseñando una rotación de cultivos apropiada, alternando épocas de siembra, utilizando cultivos bianuales y explotando la competitividad de las variedades, en combinación con prácticas de labranza de conservación en la producción ecológica de hortalizas. El cultivo de leguminosas – guisante y judía común – se combina adecuadamente con cultivos tardíos, que al mismo tiempo suprimen el desarrollo de malezas de principios y finales de primavera, reducen su densidad, y cuando aparecen plantas individuales de malezas más fuertes, se realiza una limpieza mecánica del cultivo. Después de la cosecha en madurez comercial, la masa de tallos y hojas puede cortarse y dejarse en la superficie del suelo como un acolchado vivo.



Correhuela (Convolvulus arvensis) y Hierba mora (Solanum nigrum). Malezas de principios de primavera, registradas en el bancal de siembra directa a principios de abril de 2024, después de que se detuvieron las operaciones de labranza.

El control de malezas puede llevarse a cabo segando las malezas a una altura de 1–2 cm sobre la superficie del suelo después de la emergencia de las plantas hortícolas en siembra directa, o antes del trasplante. Esta actividad limita su crecimiento y no compiten con las plantas cultivadas por la luz. Dejada en la superficie del suelo, la vegetación de malezas segada se seca y sirve como acolchado que retiene la humedad del suelo. Limitar el crecimiento y desarrollo de las malezas mediante el segado no les permite alcanzar las etapas de floración y formación de semillas, restringiendo así su propagación en el año siguiente. El control de malezas anuales se logra fácilmente segando a un intervalo de tiempo determinado, pero combatir las gramíneas perennes es mucho más difícil, la más peligrosa de las cuales es el sorgo de Alepo. Limitar la propagación de esta especie de maleza solo puede lograrse mediante la eliminación mecánica en una etapa temprana de su desarrollo.



Los dos bancales – siembra directa (a la izquierda) y con labranza (a la derecha) – un año después, a finales de marzo de 2025, donde se puede observar la reducida densidad de malezas en el bancal sin labranza.

Bajo labranza de conservación, se observa compactación del suelo y mayor estabilidad de los agregados del suelo. Durante los primeros 2 años de transición del arado a la labranza reducida o muy reducida, se ha observado un aumento de zonas compactadas en el perfil del suelo; sin embargo, después de 5–6 años, la actividad de las lombrices de tierra y el agrietamiento del suelo han ayudado a las raíces a atravesar estas zonas compactas. Por lo tanto, se necesita más investigación a largo plazo para sacar conclusiones sobre la compactación del suelo bajo labranza de conservación y el efecto en el sistema suelo-planta.

Otro problema significativo en la producción ecológica de hortalizas es el perfilado de la superficie del suelo, que se realiza según las características biológicas de los cultivos y dificulta la aplicación de la tecnología de siembra directa para algunas especies hortícolas. Esto concierne a aquellas que requieren la formación de bancales altos: ajo, cebolla, tomate, pimiento, zanahoria, lechuga, col repollo. Para otros cultivos, se forman caballones (patatas), lo que también complica su cultivo. La siembra directa es aplicable cuando se cultivan en superficie plana, pero esto afectará su productividad. La tecnología de siembra directa se implementa más fácilmente para cultivos con tallos rastreros de la familia Cucurbitaceae y cultivados en superficie plana: sandías, melones y calabazas.

Se pueden extraer las siguientes conclusiones generales sobre las ventajas y desventajas de la tecnología de siembra directa en el cultivo ecológico de hortalizas:

1.