

CAPÍTULO 4



GESTIÓN DEL SUELO

**Miguel Ellena D., Ing. Agrónomo Dr.
Abel González G., Ing. Agrónomo M.Sc.
Paola Sandoval F., Ing. Agrónomo
Felipe Marchant C., Ing. Agrícola**

La gestión del suelo se refiere a las labores o técnicas realizadas en la plantación, con el fin de controlar el desarrollo de malezas y de los hijuelos o sierpes en la base de los árboles.

El sistema radicular de los avellanos es afectado por las modificaciones de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, causadas por las técnicas de manejo especialmente durante la fase de formación del huerto.

En relación al impacto ambiental, las ventajas que pueden obtenerse con una conducción racional del suelo son obvias, en términos de gestión de los recursos hídricos y nutricionales y de mayor estabilidad hidrogeológica. Es decir, prevenir la erosión de los suelos, particularmente en aquellos de lomaje, que presentan una mayor pendiente.

En un huerto frutal es común diferenciar dos zonas: las sobre hileras y las entre hileras, independientemente si se encuentran en condición de secano o riego, factor que puede condicionar y concentrar el desarrollo de las raíces a lo largo de la hilera de plantación. Respecto a las modalidades de manejo del suelo, pueden señalarse el laboreo, cubiertas vegetales vivas, uso de herbicidas y acolchados sintéticos.

Es común pensar que el laboreo o la presencia de una cubierta vegetal permanente sobre toda la superficie del huerto son las únicas alternativas de manejo del suelo. Sin embargo, existen alternativas mixtas, que son preferibles, donde las hileras de plantación y entre hileras se manejan en forma distinta. Por ejemplo, si las entre hileras son laboreadas, en las sobre hileras puede aplicarse control químico y mecánico de las malezas o acolchado, o bien, si las entre hileras se mantienen con cubierta vegetal, las sobre hileras pueden manejarse con laboreo superficial, herbicidas o acolchados.

El mejor sistema de manejo del suelo dependerá de las características de las variedades (vigor de los cultivares, vigor de la combinación portainjerto/variedad en árboles injertados, tolerancia del portainjerto empleado a la competencia que ejerce la cubierta vegetal, otros), de las condiciones de suelo y clima de la zona, y disponibilidad o no de riego (Ellena, 2013; Ellena *et al.*, 2014).

4.1. Laboreo

En los principales países productores de avellanas y últimamente también en Chile, el mantenimiento del suelo utilizado se realiza con el laboreo mecánico, que permite una condición libre de malezas, particularmente para el momento de cosecha, que en la mayoría de los casos se realiza con máquinas cosecheras que aspiran la fruta desde el suelo. Sin embargo, los suelos en el sur de Chile, en general con pendientes, están extremadamente

expuestos y son muy afectados por la erosión, particularmente cuando ocurren lluvias fuertes, que causan importantes pérdidas de suelo y de nutrientes, afectándose en consecuencia la producción de este frutal. No obstante, en la actualidad se utiliza el laboreo en toda la superficie del suelo, principalmente en terrenos planos, de huertos en formación y especialmente en plantaciones en producción establecidas en áreas con riego escaso y menor caída pluviométrica. En sectores con suelos de lomajes (con pendientes mayores) no se recomienda el laboreo, por riesgo de que ocurra alta erosión, en particular en localidades ubicadas al sur de Temuco, con fuertes precipitaciones durante gran parte del invierno y primavera (Ellena, 2013; Ellena *et al.*, 2014; Roversi, 2007).

Para esta técnica de manejo del suelo, durante primavera y verano, se efectúan labores superficiales (10-15 cm de profundidad), para eliminar malezas y evitar su competencia por agua y nutrientes. A fines de verano - principios de otoño, antes de la reanudación de las lluvias, pueden realizarse a una profundidad mayor (15-20 cm), para incorporar eventuales compuestos orgánicos, que contribuyen a la acumulación de agua en las estratas más profundas del suelo durante el invierno.

La práctica de laboreo a lo largo de las hileras de plantación, habitualmente es acompañada por el establecimiento de una cubierta vegetal entre las hileras, en especial en huertos nuevos. Su objetivo principal es eliminar malezas y limitar las pérdidas de agua por evaporación en la zona de mayor concentración de raíces. Las labores deben repetirse periódicamente durante el transcurso de la estación vegetativa (período de crecimiento del árbol, desde brotación hasta previo la caída de hojas). Deben realizarse superficialmente para evitar daños al sistema radicular del avellano. La compactación del suelo entre las hileras, causada por el laboreo, es una de las principales limitantes de esta práctica, por ello deben elegirse las máquinas adecuadas para evitar o reducir al mínimo la formación de pie de arado y la fragmentación excesiva de las partículas del suelo. Estos fenómenos pueden ocasionar encharcamientos y condiciones de asfixia a nivel de raíz, provocando severos daños a los árboles. El empleo de equipos como fresadoras rotativas y rastras de disco, y diferenciación en la profundidad del laboreo del suelo en el transcurso de la estación, contribuye en parte a evitar el problema (Ellena *et al.*, 2013; Roversi, 2007).



Foto 1. Labores de suelo realizadas con diferentes tipos de máquinas, rastra de discos (izquierda) y fresadora rotativa (derecha).

Fuente: INIA Carillanca

El laboreo mecánico se realiza con equipos de diverso tipo (rastra de discos, rastra de clavos, fresadoras, otras), algunos de las cuales se usan a lo largo de las hileras, puesto que disponen de sensores palpadores para evitar daños en troncos. Con labores superficiales (10 cm de profundidad), estas máquinas tienen una capacidad de trabajo promedio de 1-1,5 hr/ha⁻¹ (Carli, 1998; Ellena y Rombolá, 2000; Ferrari *et al.*, 1998; Marangoni, 1998).

Con el laboreo frecuente del suelo se remueve la estrata explorada por las máquinas y equipos, quedando el terreno más o menos finamente desmenuzado o incluso hasta pulverizado, particularmente al emplear fresadoras rotativas. Este tipo de maquinaria reduce los terrones superficiales y cuando el suelo se encuentra muy seco se produce mullimiento excesivo, eliminando prácticamente todas las malezas, adicionalmente se incorporan los residuos triturados a la capa de suelo laboreado.

Por otra parte, en suelos trumaos, estos equipos pueden eventualmente destruir la estructura y, en el largo plazo, producir una capa impermeable (pie de arado) bajo el nivel del terreno alcanzado por los equipos. Además, esta capa impermeable es una resultante de fenómenos de eluviación químico-física donde pequeñas partículas sólidas formadas en la parte superficial del suelo, por la acción disgregante de pequeñas azadas, son movilizadas en profundidad por el agua de percolación. A consecuencia de ello, se depositan y se cementan en un sector de transición entre el suelo laboreado y no labrado (Ellena *et al.*, 2013).

En la parte superior del pie de arado ocurre una impermeabilización casi total del suelo, que tiene consecuencias negativas para el intercambio hídrico y gaseoso del suelo, repercutiendo en el desarrollo, productividad y vida útil del huerto.

Con el fin de retardar la formación del pie de arado es recomendable alternar diferentes tipos de maquinaria (fresadoras rotativas, rastras de clavos, rastras de discos) y cambiar el tipo de manejo o gestión del suelo. Adicionalmente, es aconsejable variar la profundidad del laboreo hasta ciertos límites permitidos por la distribución de las raíces (Baldini, 1992). El problema del pie de arado no ocurre en suelos de textura liviana y en aquellos manejados con técnicas alternativas (uso de herbicidas, cubiertas vegetales permanentes o acolchados sintéticos y naturales) sobre la hilera de plantación (Ellena *et al.*, 2013).

El laboreo finaliza con la incorporación periódica de fertilizantes y particularmente con la constitución y conservación de las reservas hídricas del suelo. Tiene por finalidad facilitar la infiltración de las aguas lluvia en el suelo y permitir una mayor capacidad de almacenaje de ellas y, eliminar malezas que ejercen competencia hídrica y nutricional con el huerto y posibles efectos alelopáticos (Baldini, 1992). Adicionalmente, las malezas o hierbas espontáneas pueden ser hospederas de insectos, particularmente plagas subterráneas, hongos y bacterias nocivas, permitiéndoles completar su ciclo biológico y propagarse de manera sucesiva.

4.1.1. Cubierta vegetal

En zonas con lluvias suficientes y una distribución regular de éstas en primavera y verano, o donde se dispone de recurso hídrico para riego, las labores normales del suelo pueden reemplazarse por cubiertas vegetales. Es decir, es factible mantener constantemente cubierto el suelo con la flora espontánea o recurrir a la siembra artificial de una cubierta herbácea.

Una cubierta pratense, manejada en forma correcta, tiene las siguientes ventajas:

- Una acción positiva sobre la fertilidad del suelo, en particular, una mejor distribución y disponibilidad de nutrientes de muy escasa movilidad en el perfil del suelo (ej. fósforo)
- Aumenta el nivel de materia orgánica del suelo, debido a la siega de la cubierta (4-5 ton ha⁻¹ de materia seca), que mineralizada puede aportar una cantidad considerable de elementos nutritivos. Siete toneladas de pasto segado por hectárea equivalen a aproximadamente 50 kg de nitrógeno, 50 kg de potasio, 10 de calcio y 5 de fósforo y magnesio, dependiendo principalmente de la cubierta vegetal, manejo y tipo de suelo
- Facilita el tránsito de maquinaria, reduciendo el daño ocasionado al suelo aunque esté mojado, disminuyendo la compactación provocada por el peso de máquinas y equipos

- Disminuye el polvo, que es un problema particularmente durante la labor de cosecha
- Permite una mayor porosidad y permeabilidad de la estrata superficial del suelo, con efectos positivos sobre la humedad de éste
- Previene la erosión y escurrimiento superficial del agua en suelos con mayor pendiente
- Mejora las condiciones microclimáticas para los árboles (menores diferencias térmicas en primavera).

No obstante, la cubierta vegetal presenta una buena integración entre árboles y ambiente, su manejo no está libre de limitantes, ya sean económicos (la cubierta debe ser segada periódicamente) o agronómicos (competencia por agua y nutrientes). La mayor densidad de raíces en las especies herbáceas utilizadas en las cubiertas vegetales vivas genera rápidamente una mayor biomasa por unidad de suelo, con el riesgo de crear condiciones de estrés para las plantas de avellano, en particular en la fase de formación y establecimiento de la cubierta. Ello determina que la fertilización y el riego requeridos por el huerto deban sobredosificarse para cubrir también las necesidades de las especies pratenses de la cubierta. Luego de establecida, la cubierta vegetal estará en condiciones de contribuir al balance nutricional del huerto, por reciclaje y mineralización de la materia orgánica proveniente del corte (Bignami *et al.*, 1999; Carli, 1998; Ellena *et al.*, 2007; Ellena, 2010; Ferrari *et al.*, 1998).

Como ya se indicó, en un huerto moderno de avellano, con frecuencia se opta por sistemas mixtos, con cubierta en la entre hilera y laboreo, control químico o acolchado, y materiales inertes en la sobre hilera. El uso de una cubierta vegetal en toda la superficie del huerto no se recomienda por diferentes motivos: desde la necesidad de reducir la competencia por agua y nutrientes, hasta aquella de limitar la proliferación de plagas como roedores bajo la cubierta, que pueden ocasionar graves daños en las raíces de los árboles, especialmente durante el receso vegetativo (Ellena *et al.*, 2013).



Foto 2. Huerto de avellano, con cubiertas vegetales entre hileras.

Fuente: INIA Carillanca

4.1.2. Cubiertas vegetales temporáneas

Las cubiertas vegetales temporáneas o abonos verdes se pueden obtener mediante especies anuales que permanecen solamente por un cierto período del año, que luego son sometidas a cortes e incorporadas superficialmente al suelo. Los mejores resultados en fruticultura se han logrado con el establecimiento de cereales, leguminosas y crucíferas en otoño (Carli, 1998; Ellena *et al.*, 2012).

Entre las principales especies utilizadas para abonos verdes en especies frutales destacan:

- **Cereales:** especies como avena, trigo, centeno y cebada son relativamente fáciles de establecer y proporcionan una elevada cantidad de biomasa. Ello, permite incrementar el nivel de materia orgánica del suelo, mejorar las propiedades físicas y químicas de éste, favorecer las poblaciones de organismos útiles para los árboles e incrementar la biodiversidad, dada la presencia de dichas especies herbáceas en proximidad a los frutales.
- **Leguminosas:** especies como lupino, arveja, haba, chícharo, vicia, trébol, entre otras, han permitido aumentar la cantidad de nitrógeno en el suelo.
- **Crucíferas:** en general, especies como raps y mostaza, presentan un crecimiento rápido y resistencia al frío, que una vez incorporadas

al suelo liberan rápidamente nitrógeno (Mullinx y Granatstein, 2011). Estas especies producen también un eficiente control de malezas, dado que durante su crecimiento presentan una elevada competencia con la flora espontánea y con ello limitan el desarrollo de la potencial flora en el suelo, lo que implica una gestión sostenible de las malezas en el huerto (Montemurro *et al.*, 2001; Montemurro y Fracchiolla, 2013).



Foto 3. Establecimiento de cubierta vegetal temporánea con cereales, en huerto joven de avellano europeo. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 4. Establecimiento de cubierta vegetal temporánea con leguminosa (lupino), en huerto joven de avellano europeo cv. Barcelona. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

Diversos autores mencionan importantes incrementos en el contenido de materia orgánica del suelo, nitrógeno, mediante la utilización de cereales y crucíferas sembradas solas o en mezcla, con alta producción de biomasa (Granatstein y Sánchez, 2009; Hoagland *et al.*, 2008). Además, se ha demostrado que los cortes tardíos de estas especies en primavera, cuando la biomasa es rica en fibra, incrementan el humus estable (Marangoni, 1998). Estudios realizados por INIA Carillanca con cubiertas vivas anuales en cerezos determinaron incrementos en los valores de materia orgánica del suelo, con adición de compost respecto a su omisión, particularmente con compost más raps/avena/centeno (Ellena *et al.*, 2012). Por otra parte, las cubiertas vegetales han evidenciado ser un efectivo componente integrado para el manejo de malezas en avellano y otras especies frutales, previniendo pérdidas de nitrógeno, escorrentía, erosión del suelo; además contribuyen a mejorar la estructura, enriquecimiento del nivel de nitrógeno (fijación por leguminosas), hábitat para insectos beneficiosos, modificaciones microclimáticas y control de malezas por competencia directa (Ngouajio y Mennam, 2005), o a través de interacciones alelopáticas (Barnes y Putman, 1986).

Adicionalmente, otros estudios determinaron que las cubiertas incorporadas sobre el suelo disminuyeron la germinación de semillas al establecimiento de los cultivos y evitaron el crecimiento de las malezas. Investigaciones efectuadas en el extranjero con brassicas han determinado su potencial para inhibir la germinación de semillas y crecimiento de malezas (Ackroyd y Ngouajio, 2011; Brennan y Smith, 2005; Norsworthy *et al.*, 2011) por su contenido en glucosinolatos, que después de hidrólisis enzimática liberan isotiocianatos (compuestos alelopáticos) que pueden suprimir a las malezas (Al- Khatib *et al.*, 1997; Boydston y Hang, 1995).



Foto 5. Establecimiento de cubierta vegetal temporánea (cereales, leguminosas y crucíferas) en huerto joven de avellano europeo, cv. Barcelona. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

4.1.3. Control químico

El control químico de malezas puede efectuarse con herbicidas en toda la superficie del suelo (entre y sobre hileras), o bien en bandas sobre la hilera de plantación, con las siguientes ventajas:

- Reducir los costos de manejo del suelo
- Mejorar la conservación de la humedad del suelo, las características físicas en el perfil de éste y el desarrollo de las raíces de los árboles
- En suelos con mayor pendiente, el uso de herbicidas en toda la superficie puede evitar la erosión en comparación al laboreo
- Facilitar la cosecha de las avellanas.



Foto 6. Gestión del suelo mediante control químico de maleza en invierno y verano. Huerto avellano europeo, cv. Barcelona, 10 años de edad. Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca



Foto 7. Equipos para el control químico de malezas, barra de aplicación con protector "tipo estrella" (izquierda) y minipulverizador con barra de aplicación lineal (derecha).

Fuente: INIA Carillanca

Las malezas perennes representan un serio problema, afectando el desarrollo de los árboles, en particular durante los primeros cuatro años de vida del cultivo. Por ello, se recomienda aplicar herbicidas de contacto en los primeros dos años y a partir de la tercera temporada glifosato, en primavera y previo al receso vegetativo de las malezas (marzo-abril), antes de iniciar el laboreo del suelo en otoño (abril-mayo). El motivo de esto es que los árboles de avellano europeo presentan susceptibilidad a glifosato durante la etapa juvenil. (Ellena *et al.*, 2013).

Los principales herbicidas utilizados en el cultivo del avellano europeo son:

- **Herbicidas de pre-emergencia.** Se utilizan preventivamente, son poco solubles en agua, permanecen un tiempo en la parte superior del suelo y tienen una gran persistencia. Los herbicidas pre-emergentes pueden ser muy eficientes al reducir la resistencia al glifosato, al prevenir malezas originadas de semillas que pueden tener resistencia parcial (Olsen y Peachey, 2013).

Los herbicidas pre-emergentes deben previamente activarse en el suelo para lograr una buena acción. Estos son activados por la lluvia, riego y labranza del suelo. Se ha demostrado que este tipo de herbicidas debe incorporarse al suelo para ser efectivo (Olsen y Peachey, 2013). Estudios realizados en huertos de avellano europeo en Estados Unidos han determinado que la aplicación de herbicidas pre-emergentes al comienzo de las lluvias de otoño-invierno y en primavera antes que ellas terminen ha sido altamente eficaz para el control de malezas (Olsen y Peachey, 2013). Entre los herbicidas de pre-emergencia que en Chile presentan registro destaca el herbicida Valor, el cual se aplica al suelo y permanece superficialmente (2 a 3 cm) formando una "barrera superficial". Las semillas al germinar atraviesan esta barrera y con ello las malezas absorben al herbicida causando la desecación de sus tejidos e inmediatamente la muerte de aquellas susceptibles. Por ello, es importante mantener intacta esta barrera para lograr una buena acción de los herbicidas. Una alteración del suelo, eventualmente, podría quebrar la barrera y con ello permitir la germinación de las semillas de las malezas. Cabe señalar que, al igual que otros herbicidas residuales, el control de pre-emergencia es mejor cuando el producto es aplicado en un suelo libre de malezas (Olsen y Peachey, 2013).

- **Herbicidas de pos-emergencia.** Se aplican sobre malezas emergidas y son más solubles en agua que los herbicidas de pre-emergencia. De estos productos destacan Paraquat, Diquat (más usado como desecante) y Glifosato. El Paraquat actúa por contacto, ejerciendo su efecto en la zona en que se aplica; se recomienda una dosis de 3 a 4 Lha⁻¹ de producto comercial al 20%, junto con un buen surfactante. Es un producto de acción rápida y fácil manejo que no deja residuos a nivel de suelo. Se puede emplear como complemento a herbicidas pre-emergentes para controlar un amplio

espectro de malezas (gramíneas y de hoja ancha) que aparezcan durante la temporada. En plantaciones jóvenes se recomienda su aplicación con pantallas protectoras de boquillas, para evitar daño en la corteza inmadura de los árboles de avellano europeo (Ellena, 2013).

El glifosato es uno de los herbicidas más usados, es sistémico y tiene un campo de acción muy amplio. Las dosis varían desde 2 a 6 litros por hectárea de producto comercial. Actúa sobre una gran cantidad de malezas difíciles de controlar con otros herbicidas. Sin embargo, en estudios realizados en el extranjero se ha observado resistencia al herbicida por parte de biotipos de ballicas anuales debido a su uso reiterado en huertos de avellano europeo (Olsen y Peachey, 2013). En Chile, lamentablemente aún no se han realizados estudios con este producto en el cultivo del avellano europeo. Sin embargo, observaciones de campo realizadas en el sur de Chile indican resistencia de algunas ballicas anuales al glifosato (Plataforma Frutícola, INIA Carillanca, 2015). Por ello, se recomienda la utilización de herbicidas que presentan diferentes sitios de acción, que pueden ser aplicados en rotación con glifosato, a objeto de evitar riesgos de resistencia incluso en otras especies de malezas (Olsen y Peachey, 2013).

Otros herbicidas utilizados en avellano como pre y pos-emergentes son de la familia de la n-fenilimidazoles cuyo ingrediente activo es Flumioxazin (nombre comercial Valor 50 WP). Este herbicida es adecuado para el control de malezas gramíneas en pre-emergencia y de hoja ancha en pre y pos-emergencia. Para aumentar el espectro de control, las aplicaciones de pos-emergencia se deben realizar en mezcla con Glifosato. Es importante evitar la deriva del producto, ya que este herbicida se caracteriza por presentar una elevada actividad por contacto con los tejidos verdes. La dosis utilizada es de 50-100 g ha⁻¹.

Entre los herbicidas de pre y pos-emergencia en avellano también cabe mencionar a oxifluorfen, que controla malezas de hoja ancha y algunas gramíneas en aplicaciones de invierno (abril-agosto). Se recomienda realizar las aplicaciones sólo hasta 15 días antes de brotación. Este herbicida se puede aplicar en plantas nuevas desde el primer año de establecido el huerto, con la precaución de no aplicarlo en dosis mayores a 2 Lha⁻¹ y no mojar los troncos poco lignificados de los árboles durante los dos primeros años. En el caso de suelos arenosos y de bajo contenido en materia orgánica (< 1,5%), no se recomienda su aplicación (según recomendación del fabricante). En los suelos volcánicos del sur de Chile, dado su elevado porcentaje de materia orgánica, no existirían inconvenientes para su empleo. En Chile no existen estudios reportados sobre uso de herbicidas para control de malezas (pre y pos-emergencia) en el cultivo de avellano europeo.

Los herbicidas granulados de pre y pos-emergencia a base de Diclobenilo (ej. Casaron G), del grupo químico benzonitrilo, son sistémicos (efecto residual)

y se usan para controlar malezas gramíneas y de hoja ancha. Pueden aplicarse en avellano durante el invierno o temprano en la primavera, para control de pre-emergencia de las malezas o en pos-emergencia, en estadios iniciales de las malezas y con temperaturas bajas, para evitar pérdidas del producto por volatilización. El producto puede aplicarse en torno a la taza del árbol con la ventaja de no ocasionar daño por deriva (producto granular), es particularmente importante en plantas nuevas de avellano europeo. Las dosis recomendadas varían entre 40-60 kg ha⁻¹, usando la dosis más alta sólo para árboles mayores de dos años y con fuerte presión de malezas. Se debe aplicar sobre la superficie del suelo, sin incorporarlo, preferentemente antes de una lluvia o riego (Según recomendación del fabricante).

- **Mezcla de herbicidas.** Se pueden emplear en forma asociada con diferentes tipos de herbicidas. Una mezcla frecuente es la de un herbicida de pre-emergencia en base a Simazina y uno de pos-emergencia como Aminotriazol, cuya aplicación se recomienda aplicar para fines de invierno. Además, dentro del grupo de los herbicidas de pos-emergencia se puede emplear la asociación de Glifosato más MCPA. Con éste último, tener la precaución de aplicarlo sin viento y con temperatura ambiental inferior a 28°C (Ellena *et al.*, 2013).

4.1.4. Acolchado

Consiste en cubrir una franja de suelo sobre la hilera de plantación con materiales de diferente naturaleza. Pese a sus efectos positivos sobre la actividad vegetativa y productiva de los árboles frutales (Ellena *et al.*, 2012; Ellena *et al.*, 2013), ha sido escasamente difundido en el cultivo del avellano europeo, debido principalmente a sus elevados costos, especialmente en huertos de gran tamaño. En huertos pequeños puede ser una alternativa interesante al uso de herbicidas sobre la hilera de plantación y para el control de sierpes en un sistema de conducción en monoeje. Sus ventajas son diversas:

- Reduce pérdidas de agua por evaporación
- Controla eficazmente las malezas
- Aumenta el contenido de materia orgánica en el suelo, al emplearse materiales de origen orgánico
- Eleva la temperatura del suelo, permitiendo mayor actividad de la microflora del suelo, un control de malezas más eficiente y mejor mineralización de la materia orgánica
- Conserva la estructura del suelo
- Favorece el crecimiento y desarrollo de los árboles, durante su etapa de formación
- Aumenta el rendimiento de fruta por árbol.

Corroborando lo señalado sobre el efecto de la temperatura del suelo, en condiciones agroclimáticas del sur de Chile, estudios realizados por INIA Carillanca, determinaron un aumento de ella (1,5-2°C), con el uso de acolchado plástico de polipropileno negro (Ellena *et al.*, 2013). Ello concuerda con lo informado en estudios realizados en el extranjero y también con aquello señalado para otras especies frutales (cerezo dulce) a nivel nacional.

INIA Carillanca realizó estudios en la temporada (2012), establecidos en un suelo trumao de la Comuna de Gorbea (Región de La Araucanía), conducentes a establecer el efecto del acolchado, con cubiertas sintéticas de polipropileno de color negro, sobre parámetros vegetativos y productivos del avellano europeo (cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni), lo cual puede apreciarse en las Figuras 1 a 4. Adicionalmente, se muestra su efecto (Figura 5) sobre el rendimiento de fruto del cv. Barcelona (7 años de edad), (temporada 2016) en un suelo trumao del Centro Regional INIA Carillanca (Comuna de Vilcún, Región de La Araucanía).

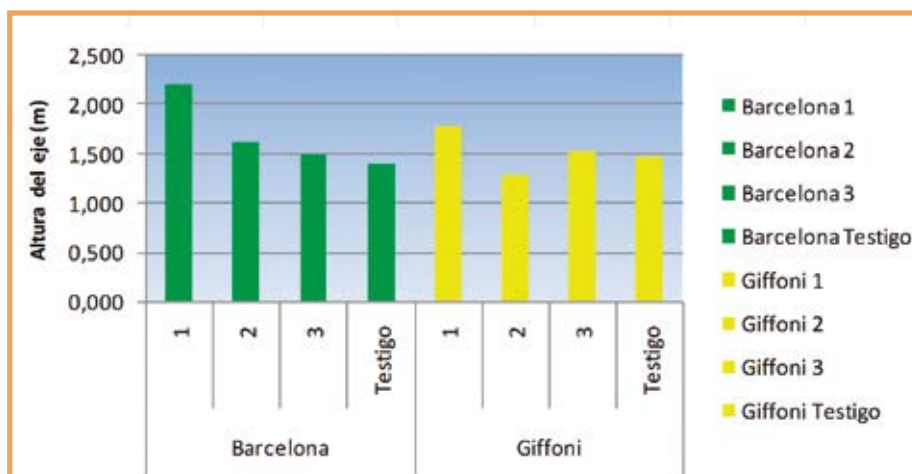


Figura 1. Efecto del acolchado con cubiertas sintéticas de polipropileno de color negro sobre parámetros vegetativos, longitud o altura del eje (m), cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni (4 años de edad). Temporada 2012, Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.

En árboles nuevos de avellano europeo, cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni, los tratamientos de cubierta sintética y los testigos (suelo desnudo), no determinaron diferencias importantes entre ellos en la altura de su eje en un suelo trumao de la comuna de Gorbea, en la Región de La Araucanía (Figura 1), requiriéndose aún un mayor horizonte de tiempo de evaluación para concluir sobre esta materia.

En relación a la longitud de los brotes laterales, las cubiertas sintéticas tampoco condujeron a diferencias importantes del parámetro respecto de la condición del testigo (suelo desnudo), en ambos cultivares de este árbol frutal, siendo válidas las consideraciones antes indicadas para el caso de la altura del eje de los árboles (Figura 2). Contrastando con esta tendencia, investigaciones realizadas en el extranjero, en cerezo, determinaron un mayor crecimiento aéreo y radicular en huertos con cubiertas sintéticas que en aquellos con suelo desnudo (testigo), (Núñez-Elisea *et al.*, 2005a,b)

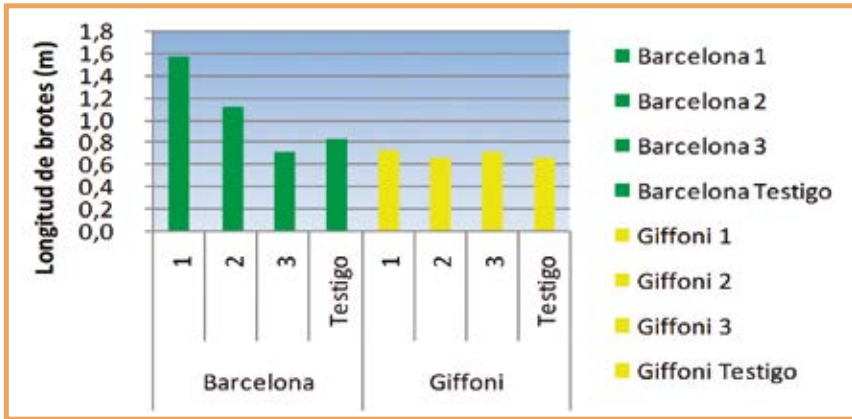


Figura 2. Efecto de las cubiertas sintéticas de polipropileno de color negro sobre la longitud de brotes laterales (m), cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni. Temporada 2012, Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.

Similar situación ocurrió con el parámetro diámetro del eje, en que las cubiertas sintéticas usadas sobre las hileras de plantación en árboles jóvenes de cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni no determinaron diferencias importantes respecto del testigo, sin cubierta (Figura 3).

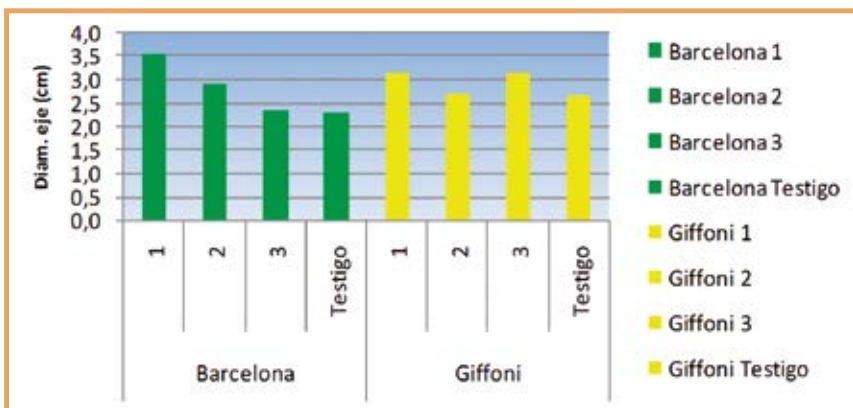


Figura 3. Efecto del acolchado de polipropileno de color negro sobre el diámetro del eje, cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni (4 años de edad). Evaluado el 2016, Comuna de Gorbea, Región de La Araucanía.

Contrariamente a lo señalado para los parámetros anteriores, en huertos nuevos de avellano europeo cv. Barcelona, se aprecia una tendencia a un mayor rendimiento de fruto (g árbol^{-1}), en condiciones de manejo con cubierta sintética respecto del alcanzado con el testigo (sin cubre suelo sobre la hilera de plantación) (Figura 4). Ello podría eventualmente ser un reflejo de una mayor temperatura acumulada bajo la cubierta, mayor disponibilidad de nutrientes y mejor control de malezas. En el caso del cv. Tonda di Giffoni, se observaría una tendencia parecida, aunque de inferior magnitud (Ellena *et al.*, 2013). Estos resultados concuerdan con aquellos obtenidos en estudios realizados en huertos jóvenes (4 años de edad) de cerezo dulce, cv. Regina/Gisela 6, en que las cubiertas sintéticas determinaron un mayor rendimiento y calidad de fruta que el testigo sin cubierta (Núñez-Elisea *et al.*, 2005a, b). Como ya se señaló, se requiere aún de un mayor horizonte de tiempo de investigación para concluir respecto del efecto de las cubiertas sintéticas sobre el rendimiento de frutos de ambos cultivares de avellano europeo, en las condiciones de suelo y clima del área de Gorbea, en la Región de La Araucanía.

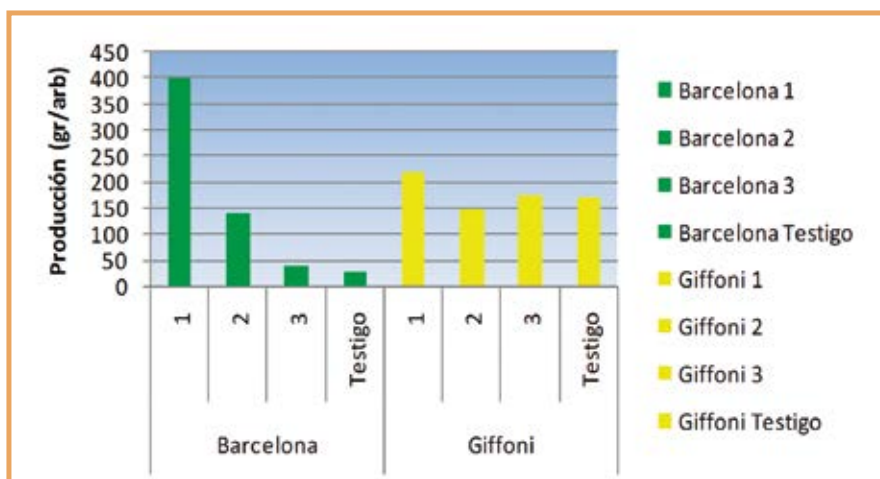


Figura 4. Efecto del acolchado de polipropileno de color negro sobre el rendimiento de fruto (g/árbol^{-1}), cvs. Barcelona y Tonda di Giffoni (4 años de edad). Temporada 2012, Gorbea, Región de La Araucanía.

En huertos adultos del cv. Barcelona, en la comuna de Vilcún, no se aprecian diferencias importantes de rendimiento de fruto (kg ha^{-1}) entre tratamientos con cubierta y el testigo sin cubierta (Figura 5), correspondiendo eso sí a una condición de suelo y clima muy diferente a la de la comuna de Gorbea.

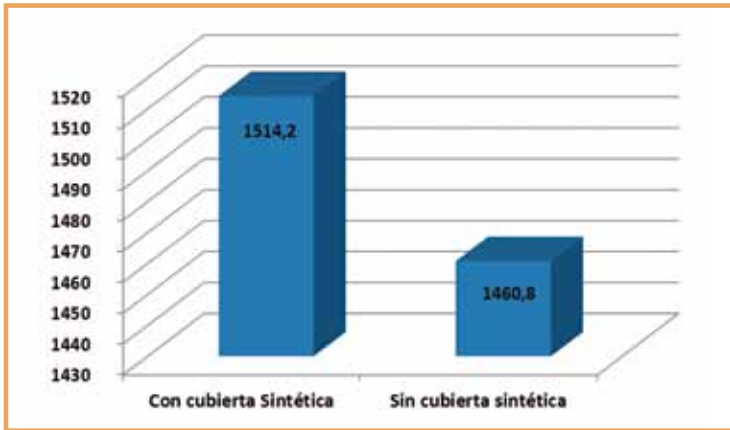


Figura 5. Efecto de cubiertas sintéticas sobre el rendimiento de frutos del avellano europeo, cv. Barcelona (7 años de edad), (temporada 2016). Centro Regional INIA Carillanca, comuna de Vilcún, Región de La Araucanía.

En el control de malezas, los mejores resultados se han obtenido utilizando polipropileno de color negro (Ellena *et al.*, 2007; Ellena *et al.*, 2012; Ellena *et al.*, 2013). Con láminas plásticas de otras tonalidades o con el empleo de cubiertas o mulch con materiales orgánicos, el efecto puede ser parcial. El material y color del acolchado también influye sobre la temperatura del suelo (es mayor con PVC). En la actualidad existen materiales plásticos foto-selectivos de color rojo oscuro que aumentan la temperatura del suelo, mejorando el control de malezas mediante un efecto físico. Sin embargo, el costo de estos materiales es elevado para utilizarse a gran escala en huertos comerciales de avellano.



Foto 9. Acolchado en avellano, con cubre piso de polipropileno de color negro, cv. Barcelona (7 años de edad). Centro Regional INIA Carillanca, Región de La Araucanía.

Fuente: INIA Carillanca

La disminución de la evapotranspiración por uso de acolchado es importante en zonas donde el cultivo es de secano, favoreciendo la conservación de la humedad en el suelo. El avellano europeo, dado que posee un sistema radicular desarrollado más bien superficialmente debería aprovechar mejor esta condición, logrando así una mayor actividad vegetativa y precocidad en la entrada en producción.

Las cubiertas de naturaleza inorgánica, como polietileno (PE) y policloruro de vinilo (PVC), tienen una vida útil variable (3 a 5 años), dependiendo del grado de sensibilidad a los rayos ultravioletas, responsables de su degradación. Existen film plásticos de diversos colores: negro, azul, rojo oscuro (no dejan pasar las radiaciones visibles y calóricas), blancos (transparentes a la luz visible) y de color aluminio, adaptados para reflejar las radiaciones luminosas y calóricas en aquellos ambientes caracterizados por una luminosidad insuficiente. mover más arriba donde se habla de las cubiertas sintéticas.

El empleo de acolchado presenta ciertos inconvenientes: elevado costo del material inorgánico y su aplicación reiterada cuando se utilizan materiales orgánicos, residuos plásticos (no fotodegradables) y dificultad de realizar intervenciones localizadas de riego y fertilización. Esto último puede obviarse con fertirrigación bajo el acolchado y uso de materiales permeables que permitan aplicar e incorporar fertilizantes granulados. Algunos materiales permeables tienen una durabilidad de 6-8 años dependiendo de su cuidado.

Los materiales orgánicos (paja de cereales, corteza de árboles, entre otros) son objeto de descomposición. Para garantizar su eficacia deben ser periódicamente reintegrados al suelo.



Foto 10. Acolchado orgánico (paja de cereales) en huerto joven de avellano europeo manejado bajo modalidad orgánica. Centro Regional INIA Carillanca.

Fuente: INIA Carillanca

El acolchado orgánico a base de paja (cereales) solo se recomienda para la fase en formación de los huertos (hasta dos años de edad), en producción bajo modalidad orgánica, ya que cuando inicia su etapa de producción dificulta la cosecha. Posteriormente, el control de malezas sobre la hilera de plantación debe realizarse en forma mecánica (Foto 11).



Foto 11. Máquina para control mecánico de malezas.

Fuente: INIA Carillanca

Este tipo de maquinaria permite realizar un control de malezas más amigable con el medio ambiente al prescindir del uso de herbicidas, que podrían contaminar el suelo y las napas freáticas. No obstante, actualmente no existen estudios en Chile y el extranjero que determinen una menor contaminación mediante el uso de equipos mecánicos que con la aplicación de herbicidas en el cultivo del avellano europeo.

Referencias Bibliográficas

- Ackroyd, J.V., and M. Ngouajio. 2011. Brassicaceae cover crops affect seed germination and seedlings establishment in cucurbit crops. Hort. Tech. 21: 525-532.
- Al-Khatib, K., Libbey, C., and R.Boydston. 1997. Weed suppression with Brassica green manure crops in green pea. Weed Sci. 45: 439-445.
- Baldini, E.1992. Arboricultura General. Ediciones Mundi-Prensa. 379 p. Madrid, España.
- Barnes, J., and A.R.Putman. 1986.Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). Weed Sci. 34: 384-390.
- Bignami, C., De Salvador, R.F., e G. Strabbioli. 1999. Aspetti agronomici e prospettive di valorizzazione della corilicoltura nel Lazio. Rivista de Frutticoltura e di Ortofloricoltura N° 11: 16-27.
- Boydston, R., and A. Hang. 1995. Rapeseed (*Brassica napus*) green manure crop suppresses weeds in potato (*Solanum tuberosum*). Weed Technology 9: 669-675.
- Brennan, E.B., and R.F. Smith. 2005. Winter cover crop growth and weed suppression on the central coast of California. Weed Technology 19 (4): 1017-1019.
- Carli, G. 1998. La gestione del suolo del frutteto. Linea guida per l´Agricoltura Biologica (Eds)Edagricole. Bologna, Italia.373 p.
- Davenport, J., and D.Granatstein. 2010. Progress report: growing nitrogen in the organic orchard. Organic Farming Research for the Northwest. Center for Sustainable Agriculture and Natural Resources.Washington State University, Wenatchee. WA, USA.
- Ellena, M.,y A. Rombolá. 2000. Cerezo dulce: orientaciones para un moderno manejo del suelo. Tierra Adentro N° 35:18-21.
- Ellena, M., Alvear, M., y C. Bustamante. 2007. Effects of the different techniques in the plantation line on vegetative behavior and chemical, physical and biological factors of the soil of cv. Barcelona (*Corylus avellana* L.) in the south Chile. Books of abstracts 7th International Congress on Hazelnut. Viterbo. Italy. p.125

Ellena, M. 2010. Polinización y manejo del avellano europeo. Boletín INIA N° 202. 88p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., y A. González. 2012. Il boom della coricoltura cilena. *Corylus & Co.* Anno III, número 1-2012. p. 21-28.

Ellena, M. 2013. Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Boletín INIA N° 274. 202 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., y G. Azócar. 2013. Gestión del suelo. p. 80-92. In Ellena, M. (ed.) Avellano europeo: establecimiento y formación de la estructura productiva. Boletín INIA N° 274. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional INIA Carillanca, Temuco, Chile.

Ellena, M., Sandoval, P., González, A., Montenegro, A., y J. Jequier. 2014. Preliminary observations on the effects of soil management techniques on hazelnut growing in the Gorbea area, in the South of Chile. Proc. VIIIth International Congress on Hazelnut. *Acta Horticulturae* 1052: 225-230.

Ferrari, R., Burgio, G., Boriani, L., Cavazzuti, C., e M. Pozzati. 1998. La Biodiversità, Linee Guida per l'Agricoltura Biologica (eds) Edagricola. Bologna, Italia. 373 p.

Granatstein, D., and E. Sanchez. 2009. Research knowledge and needs for orchard floor management in organic tree fruit systems. *Int. J. Fruit Sci.* 9: 257-281.

Hoagland, L., Carpenter-Boggs, L., Granatstein, D., Mazzola, M., Smith, J., Peryea, F., and J.P. Reganold. 2008. Orchard floor management effects on nitrogen fertility soil biological activity in a newly established organic apple orchard. *Biol. Fertil. Soils* 45: 11-18.

Marangoni, B. 1998. *L'Informatore Agrario*. p. 27-28.

Montemurro, P., Sgattioni, P., e L. Sicher. 2001. Il diserbo delle colture arboree. p. 749-765. In Catizone P., e G. Zanin G. (eds.) *Malerbologia*. Ed. Patron-Padova, Bologna, Italia.

Montemurro, P., e M. Fracchiolla. 2013. La gestione della flora infestante. p. 749-765 In M. Pisante (ed.) *Agricoltura Sostenibile*. Edagricole-Edizione Agricole de Il Sole 24 Ore s.p.a, Bologna, Italia.

Mullinx, K., and D.Granatstein. 2011. Potential nitrogen contributions from legumes in Pacific Northwest apple orchards. Intl. J. Fruit Sci. 11: 74-87.

Ngouajio, M., and H. Mennan. 2005. Weed populations and pickling cucumber (*Cucumis sativus*) yield under summer and winter cover crop systems. Crop Prot. 6: 521-526.

Norsworthy, J.K., McClelland, M., Griffith, G., Bangarwa, S.K., and J.Still. 2011. Evaluation of cereal and brassicaceae cover crops in conservation-tillage, enhanced, glyphosateresistant cotton. Weed Technol 25: 6-13.

Núñez-Elisea, R., Cahn, H., Caldeira, L.,and C. Seavert. 2005a. Polypropyleneog row covers greatly enhance growth and production of fourth-leaf sweet cherry trees. HortScience 40: 1129 (abstr.).

Núñez-Elisea, R., Cahn, H., Caldeira, L., and C.Seavert. 2005b. Synthetic fabric covers as tool to promote early yield and fruit quality in Regina sweet cherry. Compact Fruit Tree 38: 38-39.

Olsen, J., and E.Peachey. 2013. Orchard Floor Management.Oregon State University, OSU, Extension Service. p.1-4. Oregon, USA.

Roversi, A. 2007. Aspetti agronomici e varietali della coltivazione del nocciolo. Notiziario Tecnico N°75. p. 29-36.