



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

AGRICULTURA ORGÁNICA

Principios y prácticas de producción

EDITORA: M. CECILIA CÉSPEDES L.



ISSN 0717-4829

Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación Quilamapu
Chillán, Chile, 2005.

BOLETÍN INIA - Nº 131



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INIA



GOBIERNO DE CHILE
FUNDACIÓN PARA LA
INNOVACIÓN AGRARIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

AGRICULTURA ORGÁNICA

Principios y Prácticas de Producción

Editora

M. CECILIA CÉSPEDES L.

Centro Regional de Investigación Quilamapu

Chillán, Chile, 2005.

ISSN 0717- 4829

BOLETÍN INIA - Nº 131

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRÓLOGO	5
CAPÍTULO 1 <i>La agricultura orgánica como un sistema integral</i>	7
CAPÍTULO 2 <i>Manejo de la fertilidad del suelo en producción orgánica</i>	23
CAPÍTULO 3 <i>Manejo orgánico de malezas</i>	65
CAPÍTULO 4 <i>Manejo orgánico de enfermedades</i>	91
CAPÍTULO 5 <i>Manejo de plagas en sistemas orgánicos</i>	117

PRÓLOGO

Uno de los temas que ha experimentado mayor desarrollo regional en el último tiempo ha sido el de la agricultura orgánica. Atendiendo a la demanda de información planteada por los productores, el agricultor Alejandro Jiménez Orrego e INIA Quilamapu desarrollaron el proyecto “Sistema de producción orgánica para el valle de riego de la zona centro sur de Chile: estudio de manejo integral de un predio orgánico comercial”, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA. Este proyecto se ejecutó entre los años 2002 y 2005 en el predio “Agrícola Los Guindos” ubicado en las afueras de Chillán.

La idea central del proyecto fue integrar los rubros de un predio orgánico, cuyo manejo central estaba orientado a la producción agrícola con fines comerciales, para lograr su autosustentabilidad. El interés por desarrollar y validar métodos de manejo en producción orgánica desde una perspectiva integral, se basó en la necesidad de evaluar la gestión orgánica predial. Por ello, dentro de la iniciativa se consideró la participación de diversas disciplinas de la agronomía, destacándose: el manejo sustentable del suelo, de plagas, de enfermedades y malezas; producción de compost; establecimiento y uso de cubiertas vegetales y abonos verdes, y su asociación con los principales rubros de interés económico; manejo orgánico de frutales y hortalizas; y economía agraria.

Los resultados obtenidos permitieron definir el manejo sanitario y de la fertilidad del suelo en sistemas de producción orgánica, bajo las condiciones agroclimáticas del predio en estudio. Gran parte de estos resultados han sido incorporados en este boletín, constituyéndose en un importante medio de difusión de esta alternativa productiva.

Hernán Acuña Pommiez
Director Regional INIA Quilamapu

Capítulo 1

LA AGRICULTURA ORGÁNICA COMO UN SISTEMA INTEGRAL

Autor

*M. Cecilia Céspedes L.
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Agricultura Orgánica y Manejo
Sustentable del Suelo
INIA Quilamapu*

Consultores Técnicos

*Hernán Paillán
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Horticultura
Universidad de Talca*

*Carlos Pino T.
Ingeniero Agrónomo
Agroecología
Universidad Católica del Maule*

LA AGRICULTURA ORGÁNICA COMO UN SISTEMA INTEGRAL

M. Cecilia Céspedes L.

Los agricultores establecidos en medio ambientes degradados con bajos rendimientos y los consumidores que perciben la amenaza de los efectos de las prácticas utilizadas en la agricultura convencional, tanto a la salud humana como de animales, se han venido cuestionando los impactos ambientales, económicos y sociales asociados a las prácticas de la agricultura convencional. Producto de ello, en la actualidad existe una búsqueda de tecnologías limpias de producción y amigables con el medio ambiente, que permitan generar productos libres de contaminantes, para así lograr una agricultura más sustentable.

La agricultura orgánica y su aplicación de métodos en armonía con el medio ambiente, con uso de pocos insumos externos, ha despertado, en nuestro país y en el extranjero, el interés de grupos de consumidores, agricultores, técnicos, investigadores y de las instituciones de gobierno.

En América Latina, como en otras partes del mundo, la agricultura orgánica es entendida en su forma más amplia, que no sólo incluye la restricción de insumos de síntesis química, sino también que persigue la conservación del medio ambiente, en su totalidad.

Aunque en Europa, en 1924, Rudolf Steiner, impulsor de la agricultura biodinámica, generó iniciativas dirigidas a una alimentación y producción de cultivos más sana, no fue hasta fines de los años 60 que ocurrió el fuerte desarrollo de la agricultura orgánica moderna, cuando agricultores y consumidores empezaron a preocuparse por las consecuencias que podría tener la actividad agrícola para las personas y los recursos naturales, debido a la gran cantidad de productos químicos utilizados, tanto en agricultura como en producción animal convencional.

Si los motivos iniciales de las comunidades rurales para cultivar orgánicamente fueron la falta de acceso a fertilizantes o plaguicidas, además del conocimiento tradicional y las prácticas ancestrales traspasadas de generación en generación, hoy los principales motivos para practicar la agricultura orgánica a mayor escala dicen relación con la preocupación por la salud humana, la protección del medio ambiente y los mayores beneficios económicos que ésta proporciona. En la actualidad, los agricultores orgánicos construyen nuevas tecnologías, utilizando el conocimiento tradicional y el resultado de la investigación moderna. Nueva información emerge constantemente de la investigación científica, la que descubre asombrosos secretos de la naturaleza que explican cómo y por qué los métodos impulsados por la agricultura orgánica funcionan y permiten un mayor avance, gracias a la posibilidad de prevenir y/o solucionar problemas, utilizando procesos que se dan en la naturaleza.

1.1. Aspectos generales de Agricultura Orgánica

El término agricultura orgánica describe sistemas alternativos de producción agrícola, y es considerado sinónimo de agricultura biológica, ecológica, o alternativa, aunque los cuatro términos enfatizan aspectos diferentes. El término “agricultura orgánica”, para algunos, está relacionado con la utilización de estiércol animal y otros insumos naturales, lo que implícitamente deja fuera la utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos o químicos. Para otros, este nombre dice relación con sus principios, ya que es un sistema que sigue la lógica de un organismo, en el cual todos los elementos (suelo, plantas, animales, insectos, agricultor, etc.) están unidos íntimamente, y cada uno de ellos tiene un efecto sobre los demás elementos. El término “agricultura biológica” se basa en el aprovechamiento de los mecanismos de productividad y resistencia de los seres vivos en contraposición con los recursos químicos. Por su parte, “agricultura ecológica” integra la producción agropecuaria al ecosistema, cuya contaminación y destrucción se quiere evitar. Finalmente, “agricultura alternativa” propone opciones a los sistemas convencionales; sin embargo, no describe el contenido de esta alternativa. Es posible encontrarse con el término agroecología, el cual ha sido utilizado a menudo como sinónimo de agricultura orgánica. No obstante, no describe un sistema de producción, sino que incorpora ideas sobre un enfoque de la agricultura más ligado al medio ambiente y más sensible socialmente, centrada no sólo en la

producción sino también en la sostenibilidad ecológica del sistema de producción.

De acuerdo a la definición propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius del programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, la agricultura orgánica es “un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo”. Esto se consigue aplicando, en forma armónica, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema.

Por su parte, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) define como agricultura orgánica o ecológica a «todos los sistemas agrícolas que promueven la producción sana y segura de alimentos y fibras textiles desde el punto de vista ambiental, social y económico”. Estos sistemas parten de la fertilidad del suelo como base para una buena producción. Así, respetando las exigencias y capacidades naturales de las plantas, los animales y el paisaje, busca optimizar la calidad de la agricultura y el medio ambiente en todos sus aspectos.

IFOAM señala que la agricultura orgánica reduce considerablemente las necesidades de aportes externos, al no utilizar abonos químicos, plaguicidas u otros productos de síntesis. En su lugar, permite que sean las poderosas leyes de la naturaleza las que incrementen tanto los rendimientos como la resistencia de los cultivos.

La norma Chilena “Producción orgánica – Requisitos”, define la agricultura orgánica como “sistema integral de producción agropecuaria basado en prácticas de manejo ecológico, cuyo objetivo principal es alcanzar una productividad sostenida en base a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales”.

Como se aprecia, la ausencia de uso de productos sintéticos no es el único requisito de la agricultura orgánica. De hecho, aun cuando no se apliquen productos químicos, los sistemas tradicionales que han sido negligentes, que no han protegido el suelo y que han sobreexplotado las praderas o contaminado napas freáticas con excesivo uso de purines provenientes de la producción

animal, no califican como producción orgánica. Así también, sistemas de baja productividad no pueden ser orgánicos, ya que bajo estas condiciones los agricultores incrementan la presión sobre los ecosistemas naturales, degradándolos cada vez más. Por último, desde la perspectiva de la sostenibilidad de los recursos, la agricultura orgánica, mediante el manejo cuidadoso de los componentes del sistema, además de mantener y/o elevar el nivel productivo, conserva el medio ambiente, sin ocasionar cambios importantes en las relaciones del ecosistema natural. Es decir, logra un desarrollo sustentable, al equilibrar permanentemente la producción obtenida con los insumos utilizados. Para lograrlo, es necesario reemplazar los insumos externos por recursos que se obtienen dentro del mismo predio o de sus alrededores, estimulando la rotación de cultivos que incluyan leguminosas y abonos verdes, el reciclaje de rastrojos y abonos animales, el control biológico de plagas y enfermedades, con el fin de incrementar la calidad del suelo y la diversidad de los organismos.

La norma chilena de producción orgánica¹ destaca los siguientes elementos en los cuales debe sustentarse la agricultura orgánica:

- a) Realizar prácticas silvoagropecuarias que no deterioren los recursos productivos y que restablezcan los equilibrios naturales.
- b) Favorecer la fertilidad del suelo, desde un punto de vista químico, físico y biológico.
- c) Conservar o aumentar la materia orgánica del suelo, reciclando los restos de cosecha, poda, estiércol y guano de animales, entre otras prácticas, a través de distintos sistemas de incorporación al suelo.
- d) Potenciar la biodiversidad espacial y temporal de los predios con prácticas tales como cultivos asociados, rotación de cultivos y sistemas silvopastorales.
- e) Eliminar el uso de productos de origen químico sintético que dañen el medio ambiente o afecten la salud humana.
- f) Propender a un balance armonioso entre la producción de cultivos y la producción animal.
- g) Proveer las condiciones adecuadas que permitan a los animales mantener una buena conformación física y expresar los aspectos básicos de su comportamiento innato.

¹ INN. 2004.

Todo lo anterior incide de manera preventiva en la aparición de plagas y enfermedades, al tiempo que se incrementa la fertilidad natural de los suelos. Esto reduce las necesidades de uso de insumos externos, permitiendo recuperar el equilibrio natural de los ecosistemas agrícolas.

De acuerdo a lo anterior, la agricultura orgánica no constituye un sistema rígido que se aplique a las condiciones de cualquier lugar. Más bien se trata de una pauta ambiciosa que pretende desarrollar formas de producción agropecuarias altamente eficientes que aprovechen las potencialidades naturales y culturales del lugar, sin destruir el suelo, el agua, el aire ni los organismos que viven en y alrededor del sitio. Como resultado de ello, es posible diferenciar considerablemente algunos sistemas de producción orgánica de otros, puesto que las prácticas utilizadas en cada uno deben adaptarse a las necesidades ambientales y económicas específicas del sitio, donde se combinan técnicas agrícolas conservacionistas tradicionales con tecnologías modernas.

Con el fin de proteger al consumidor, asegurándole que el producto que está adquiriendo efectivamente ha sido producido mediante métodos orgánicos, es que se han desarrollado sistemas de certificación. Para ello se han elaborado reglamentos que establecen normas generales de producción, restringen y/o prohíben la mayor parte de los insumos sintéticos, tanto para fertilizar como para controlar plagas y enfermedades, además de incluir un adecuado manejo del suelo, con vistas a mantener y mejorar su fertilidad y estructura que es la base de la producción.

Internacionalmente existen varias reglamentaciones para la producción y procesamiento de productos orgánicos. Así, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica (IFOAM) desarrolló, en 1996, una norma que ha servido de referencia para muchas otras. La Unión Europea tiene el Reglamento N° 2092/91 que regula la producción y procesamiento de productos orgánicos para los países miembros. Chile, en 1999, elaboró la Norma NCh 2439/99, tomando como referencia las normas establecidas por IFOAM, el Codex Alimentarius, la norma Federal de Estados Unidos y el reglamento Europeo. Esta norma fue revisada y actualizada en su totalidad en el año 2004, incluyendo temas como la producción fúngica orgánica y la producción de vinos orgánicos. Ella es parte del reglamento del proyecto de ley de Producción

Orgánica que, actualmente², se encuentra en el segundo trámite constitucional en el Congreso Nacional, específicamente en la Comisión de Hacienda. Este proyecto de ley entrega las atribuciones al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) para establecer el Sistema Nacional de Certificación para los productos orgánicos, fiscalizar su cumplimiento y sancionar las infracciones³.

La certificación es principalmente un medio de trazabilidad para obtener reconocimiento y, por lo tanto, facilitar el comercio, aumentando las oportunidades de exportación con los consecuentes beneficios para el productor y consumidor.

El proceso para conseguir una autorización para etiquetar un producto obtenido mediante manejo orgánico, se llama certificación orgánica. Para lograrla, el agricultor debe ponerse en contacto con una empresa certificadora, y deberá entregar toda la información que solicite sobre los cultivos o productos a ser certificados, incluyendo un historial del campo, tamaño de parcelas, mapas, manejo de la fertilidad, plagas, enfermedades y malezas, sistemas de control de datos, almacenaje y transporte. La agencia certificadora asignará un inspector para realizar las inspecciones necesarias de recolección de la información y asegurar un sistema de seguimiento del producto, correspondiéndole, luego, emitir un informe a la empresa certificadora. El comité de certificación de la empresa certificadora es quien define si la certificación es aprobada o no. Si es así, el productor puede comenzar a vender su producto como orgánico certificado⁴.

1.2. Situación de la agricultura orgánica en Chile y en el mundo

La superficie mundial dedicada a la producción orgánica en febrero del 2005 alcanzaba los 26,3 millones de hectáreas (Cuadro 1.1.), donde Oceanía lideraba con 11,3 millones (42,9%), seguida por Europa con 6,3 millones (23,8%), y América Latina con 6,2 millones (23,5%). La superficie mundial con agricultura orgánica, entre los años 2000 y 2005, se incrementó notablemente en un 147%, incremento que lideró África, seguido por Asia y Latinoamérica (Cuadro 1.1.).

² Noviembre de 2005.

³ Antecedentes proporcionados por Gonzalo Narea, encargado de Agricultura Orgánica. SAG.

⁴ Antecedentes proporcionados por Luis Meléndez, Director Ejecutivo BCS-Chile.

Cuadro 1.1. Comparación de la superficie mundial con agricultura orgánica 2000-2005.

REGIÓN	AÑO 2000 (ha)	AÑO 2003 (ha)	AÑO 2005 (ha)*	AUMENTO (ha)*	VARIACIÓN %*
Oceanía	5.309.497	10.567.903	11.300.000	5.990.503	112,8
Latinoamérica	647.613	5.430.957	6.200.000	5.552.387	857,4
Europa	3.503.730	5.149.162	6.300.000	2.796.270	79,8
Asia	44.430	590.810	700.000	655.570	1.475,5
Norteamérica	1.117.843	1.523.754	1.400.000	282.157	25,2
África	21.891	235.825	400.000	378.109	1.727,2
Total	10.645.004	23.498.411	26.300.000	15.654.996	147,1

Fuente: Equillor, 2004.

* Willer y Yussefi, 2005.

En la actualidad, el MERCOSUR es el segundo bloque comercial con mayor superficie orgánica después de la Unión Europea. Dentro de él, Argentina es el país con mayor superficie dedicada a la producción orgánica con 3.192.000 ha, ocupando el segundo lugar en el mundo. Este hecho fue posible gracias a la certificación que los productores argentinos hicieron de gran parte de la Patagonia para la producción de carne.

Las ventas totales de alimentos y bebidas orgánicas en el mundo se incrementaron un 82%, entre los años 1999 y 2003, lo que hace suponer que el valor total de la producción orgánica para el año 2010 alcanzará los cien mil millones de dólares.

Actualmente, el 70% de la producción orgánica chilena se destina a la exportación, debido a que grandes empresas exportadoras se han sumado, detectando en este sistema de producción un buen negocio. De esta forma, cada año se está exportando una cifra cercana a los ocho millones de dólares de estos productos, con una oferta que abarca prácticamente todos los rubros. Así, Chile exporta más de 30 productos orgánicos, entre los cuales las frutas representan el 39,7%. Las hortalizas frescas representan el 37,6%, teniendo al espárrago como la principal especie exportada. También destacan los vinos, aceite de oliva, aceites esenciales, carne ovina y productos apícolas. Entre 1999 y el 2004, las exportaciones de productos orgánicos chilenos se

incrementaron en 2,5 veces, esperándose que se mantenga este aumento, toda vez que una gran superficie está aún en transición, es decir se encuentran bajo manejo orgánico, pero aún no completan los 36 meses para tener la tal categoría.

El principal destino de los productos orgánicos chilenos es Estados Unidos (56,8%), seguido por la Unión Europea (34,7%) y Japón (7,7%). Los productos con cierto grado de procesamiento representan el 22,7% de las exportaciones, destacando entre ellos las hierbas medicinales y la miel, aunque el vino y el aceite de oliva orgánicos tienen grandes perspectivas.

La tendencia internacional de incremento en la superficie cultivada también se observa en nuestro país, tanto en la superficie total como en la superficie individual por rubro (Cuadro 1.2.).

Cuadro 1.2. Evolución de la superficie con producción orgánica en Chile medida en hectáreas.

RUBRO	PERÍODO			
	1997/98 ¹	1999/00 ¹	2002/03 ¹	2003/04 ²
Frutales	566,4	682,6	2.311	2.444,5
Uva vinífera	44	437,4	1.914	1.971
Cultivos anuales	132,2	139,5	1.169	1.070,3
Hierbas medicinales, rosa mosqueta y especias	123	120,5	358	273,6
Otros	-	-	55	100,1
SUBTOTAL	865,6	1.380,0	5.806	5.860
Praderas	245	370	2.016	3.494,1
Recolección Silvestre	1.567,7	1.550,0	17.968	
Suelos				1255,6
TOTAL	2.678,3	3.300,0	25.790	10.610,2

Fuente: ¹ Eguillor (2004); ² Tortosa (2004).

La diferencia entre la información de Eguillor (temporada 2002/03) y Tortosa (temporada 2003/04), que muestra una superficie menor la temporada 2003/04, en el Cuadro 1.2., se debe a que este último no consideró la superficie de recolección silvestre. La categoría "Suelos" representa la superficie que no está bajo cultivo, pero que tiene la calidad de orgánica y corresponde a suelos en descanso. Este concepto es importante como indicador de la potencialidad de que dispone el país para incrementar la producción certificada en el corto plazo.

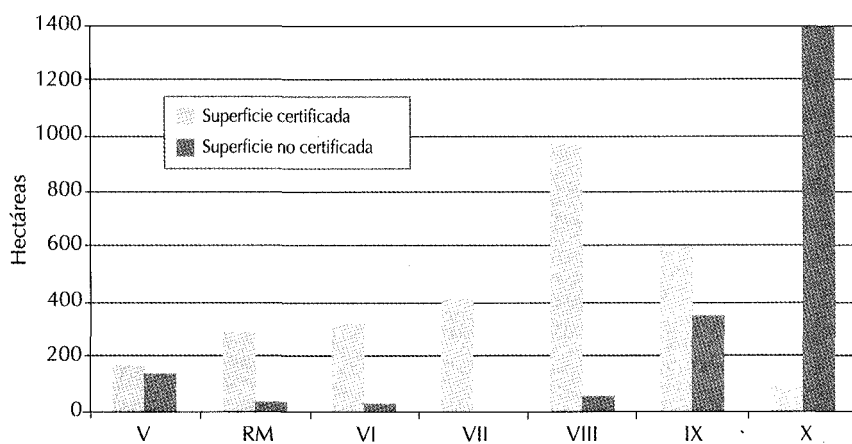
La superficie orgánica certificada en Chile en la temporada 2003/04, sin considerar la ganadería de Magallanes que no mantuvo la certificación orgánica el año 2003, correspondió al 80,9% de las 10.610 hectáreas orgánicas, es decir 8.584 hectáreas fueron certificadas, siendo los frutales (27,2%), las praderas (24%) y las viñas (22,3%), los principales rubros certificados.

El cultivo que tiene la mayor cantidad de hectáreas certificadas orgánicas es la uva vinífera. Esta tendencia tiene varias explicaciones que van desde aquellas viñas que quieren producir en forma más sustentable, hasta aquellas que han incorporado este manejo para aumentar el posicionamiento entre los demandantes de su marca, pasando por otras viñas que buscan posicionar una imagen de sus productos como orgánicos en nichos de mercados específicos que pagan un sobreprecio.

En segundo lugar destaca la superficie destinada a especies de ciclo anual, tales como cebolla, zapallo, radicchio, avena y trigo, entre otros, la que totaliza 692 hectáreas. Es interesante la introducción de nuevos cultivos orgánicos, como es el caso del arroz, del cual ya existen 70 hectáreas certificadas, y cuyo producto prontamente estará a la venta en el mercado nacional. Asimismo, la quínoa orgánica es un producto con mucho potencial, sobre todo para los mercados de exportación, por ser muy valorada especialmente por los consumidores europeos.

En lo relativo a los frutales, destaca la fuerte participación del palto, seguido de manzano, olivo y berries. Poco a poco se han ido introduciendo nuevas especies, como castaño, tuna y almendro. Respecto a la producción apícola, en el país existen 18.844 núcleos apícolas orgánicos, de los cuales 6.767 corresponden a núcleos en transición y 12.077 certificados como orgánicos para exportación.

En la Figura 1.1. se presenta la distribución de la superficie orgánica por regiones en la temporada 2003-04. Esta información debe manejarse con cautela por lo limitado del estudio, tanto geográficamente (V a X regiones) como en número de productores encuestados (184). Lo anterior resulta especialmente significativo en el caso de la Región Metropolitana, donde se realizaron sólo seis encuestas. Además, se debe considerar la información proporcionada por las empresas certificadoras, las cuales indicaron que en las regiones II, III y XI no existe agricultura orgánica certificada.



Fuente: Tortosa, 2004.

Figura 1.1. Superficie orgánica por región. Temporada 2003/04 (4.883 ha).

Claramente, la VIII Región del Bío Bío es la que posee una mayor superficie orgánica certificada (969,1 ha), con una interesante superficie dedicada a la producción de berries (frambuesas, moras, arándanos, etc.) de gran atractivo para la exportación.

Por tratarse de una actividad con grandes proyecciones de crecimiento y, al mismo tiempo, ser una línea de productos nuevos, sanos y amigables con el medio ambiente, la producción orgánica nacional ha recibido el apoyo de instituciones como ODEPA, ProChile, SAG, INDAP, FIA e INIA, entre otros, cada uno dentro de los ámbitos de acción que les son propios. Sin embargo, sorprende la informal y deficitaria información disponible, ya que en la actua-

lidad no existe ningún organismo oficial que se dedique específicamente a la supervisión y control de la agricultura orgánica y su evolución. Esta falta de información es un rasgo más del escaso desarrollo que este sector tiene en el país, y de la limitada intervención de los organismos oficiales en el mismo.

Además, queda pendiente el desarrollo del mercado interno de productos orgánicos que podría ser una alternativa atractiva para agricultores con pequeñas superficies que quieran convertirse, así como, también, un incentivo para aquellos que ya llevan un paso adelante en la producción orgánica.

LITERATURA CONSULTADA

AAOCH - PROCHILE. 2003. El mercado de productos orgánicos en la unión europea, oportunidades y desafíos para Chile. Programa trianual de apoyo a las exportaciones agropecuarias orgánicas. Consultado en http://www.diariopyme.cl/documentacion/mercadororganico_UE.pdf en julio del 2005. 110p

AAOCH, 2004. Agricultura orgánica en Chile: un sector que crece. En: Chile orgánico N°1 Febrero, 2004. Publicación de la Agrupación de Agricultura Orgánica de Chile. A.G.

Agenda orgánica. 2004. ¿Qué es la agricultura orgánica? Consultado en julio del 2005 en <http://www.agendaorganica.cl/>

Altieri, M. 1995. Agricultura orgánica. En: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Altieri, M. (ed) CLADES. Santiago, Chile, 1995.

Benzing, A. 2001. Agricultura orgánica fundamentos para la región andina. 682 p. Editorial: Neckar-Verlag, Postfach 1820,78008, Villingen-Schwenningen, Alemania, 2001.

DiarioPyme. 2004, Cuentas alegres de feria BioFach 2004: Boom exportador para alimentos orgánicos. Consultado en julio del 2005 en <http://www.diariopyme.cl/newtenberg/1595/article-58492.html>.

Eguillor, R. 2004. Análisis de la situación de la agricultura orgánica, en <http://www.odepa.gob.cl/noticiasweb/servlet/noticiasweb>.

FAO. 2004. Organic Agriculture: What is it? An ecologically and socially friendly food system. Consultado en julio del 2005 en ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/OA_01_y4587e.pdf

FAO/OMS. 1999. Directrices para la Producción Elaboración, Etiquetado y Comercialización de Alimentos producidos orgánicamente. Normas Alimentarias Comisión del Codex Alimentarius y el programa conjunto FAO/OMS. 78p.

Goewie, E. 2002. ¿Qué significa sustentabilidad en la agricultura? En: Seminario de Sustentabilidad en la Agricultura. Universidad de Talca. Talca. 2002.

Gudynas, E. 2003. Producción orgánica en América Latina. Crecimiento sostenido con énfasis exportador. En Observatorio del desarrollo. CLAES. Centro latinoamericano de desarrollo social. Consultado en <http://www.agropecuaria.org/observatorio/GudynasOrganicoALatina2003.pdf> en julio, 2005 7p.

Hecht, S. 1995. La evolución del pensamiento agroecológico. En: Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Altieri, M. (ed) CLADES. Santiago, Chile, 1995.

Hoeberichts, A. 2001. La Agricultura Orgánica: ¿Respuesta Milenaria a la Problemática de una Nueva Era? Consultado en: <http://www.rlc.fao.org/opinion/anterior/2001/hoeber.htm>, julio, 2005.

IFOAM. 1996. Normas básicas para la Agricultura y el Procesamiento de Alimentos Ecológicos, Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Ecológica. Consultado en <http://www.agendaorganica.cl/> en julio del 2005.

INN. 2004. Producción orgánica – Requisitos. Norma chilena oficial NCh 2439.Of 2004. Instituto Nacional de Normalización. INN-Chile.

Riddle, J. y Ford, J. 1995. Manual del Inspector orgánico. Asociación de Inspectores Independientes (IOIA). Winona, Minesota, USA.

Rubio, E. y Figuerero, B. 2000. Agricultura sostenible: Principios y prácticas. En: Martínez, C. y Ramírez, L. (eds.) Lombricultura y Agricultura sustentable. 2000.

Tortosa, R. 2004. Agricultura orgánica en Chile. Informes sectoriales, Oportunidades de inversión y cooperación empresarial. Oficina económica y comercial de la embajada de España en Chile. Consultado en http://www.isex.es/staticfiles/agricultura%20organica%20en%20chile_6229_.pdf

Willer, H. and Yussefi, M. (eds.) 2005. The World of Organic Agriculture - Statistics and Emerging Trends 2005, IFOAM, FIBL, SOEL, BioFach, 7th edición revisada, febrero 2005, consultada en julio 2005. en http://www.soel.de/oekolandbau/weltweit_grafiken.html.

Capítulo 2

MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Autores

M. Cecilia Céspedes L.
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Agricultura Orgánica y Manejo
Sustentable del Suelo
INIA Quilamapu

Carlos Ovalle M.
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Agroforestería
INIA Quilamapu

Juan Hirzel C.
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Fertilidad de Suelos
INIA Quilamapu

Consultores Técnicos

Agustín Infante L.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.
Agroecología y Desarrollo Rural
Centro de Educación y Tecnología (CET)
Universidad ARCIS

Erick Zagal V.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Fertilidad de Suelos
Universidad de Concepción

MANEJO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA

Cecilia Céspedes L., Carlos Ovalle M. y Juan Hirzel C.

La creciente demanda y conciencia de la sociedad por la conservación del medio ambiente, la calidad de vida y la sanidad de la producción, ha despertado el interés por el cumplimiento de normas de gestión ambiental que garanticen el manejo sustentable del recurso suelo.

La fertilidad del suelo es la capacidad de éste de sustentar la vida vegetal, la que a su vez depende de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, de la capacidad de retención de agua, de la existencia de un espacio físico para el crecimiento de raíces y movimiento de gases, y de la ausencia de procesos de destrucción. Por este motivo, al decidir cuál será el manejo agronómico a realizar, es necesario considerar que sobre la fertilidad del suelo intervienen en forma interdependiente factores químicos, físicos y biológicos.

El manejo de la fertilidad del suelo es un aspecto fundamental a considerar en un sistema de producción orgánica. A diferencia de la producción convencional, éste no intenta suplir los requerimientos de nutrientes del cultivo con fertilizantes solubles, sino que pretende construir fertilidad y mantenerla en el largo plazo, porque la aplicación de fertilizantes altamente solubles reduce la actividad de los microorganismos del suelo. Por lo tanto, es necesario buscar otras alternativas que, además de reponer los nutrientes utilizados por los cultivos, permitan incrementar las características físicas y la actividad biológica en el suelo. La base del manejo de la fertilidad del suelo en sistemas orgánicos consiste en incorporar importantes cantidades de materia orgánica, mediante la aplicación de materiales de origen animal o vegetal, que en lo posible deben ser residuos del sistema productivo y que permiten mejorar las características del suelo, al mismo tiempo que suprimir problemas sanitarios y reciclar los residuos del predio.

Es posible incrementar la materia orgánica del suelo mediante varias prácticas, tales como incorporación de rastrojos de algunos cultivos, establecimiento de rotaciones de cultivo que consideren leguminosas, abonos verdes, cubiertas vegetales, fabricación y aplicación de compost, entre otros.

2.1. Prácticas más usadas para aportar fertilidad en un sistema orgánico

2.1.1. Residuos de cosecha, poda o rastrojos.

Los restos del cultivo que quedan en el campo, después de la cosecha o la poda de los frutales, pueden ser triturados e incorporados al suelo mediante un rastraje. De esta forma, son descompuestos por los microorganismos del suelo, con los consecuentes efectos positivos para la estructura del mismo, aumento de la actividad microbiológica y disponibilidad de nutrientes. Con excesiva cantidad de rastrojo se pueden enfrentar problemas en la preparación de suelo, siembra y establecimiento del cultivo siguiente. Cuando dichos residuos tienen altos contenidos de carbono (C), respecto del contenido nitrógeno (N), también puede promover el fenómeno llamado inmovilización neta de N o “hambre de N”, causado por la disminución de este elemento en el suelo, al ser utilizado por los microorganismos en la descomposición de los residuos ricos en C. Además, la aplicación de algunos rastrojos podría tener efecto alelopático sobre ciertas malezas o en el nuevo cultivo, es decir afectar negativamente malezas o cultivos debido a la acción de los exudados radiculares. Asimismo, en algunos casos, cuando la humedad es alta, el ataque de babosas puede llegar a ser intenso. En estos casos se recomienda utilizar los rastrojos en la elaboración de compost como mulch, para el control de malezas.

2.1.2. Compost

Se denomina compost al abono orgánico resultante de la fermentación aeróbica (en presencia de oxígeno) de una mezcla de materias primas orgánicas, bajo condiciones específicas de humedad y temperatura, cuyo producto es inocuo y libre de efectos fitotóxicos y no se reconoce su origen¹. Este produc-

¹ (ININ, 2004b).

to está constituido principalmente por materia orgánica estabilizada. Asimismo, está libre de patógenos y semillas de plantas, y puede ser aplicado al suelo mejorando sus características físicas, químicas y biológicas.

Los residuos orgánicos, tanto de origen animal como vegetal, pueden ser utilizados en la fabricación de compost. Estos residuos aportan gran variedad de nutrientes, cuyas proporciones pueden variar principalmente en función del tipo de residuo, estado de utilización (fresco, semimaduro, maduro) y origen. La elección de los residuos a utilizar en fabricación de compost dependerá de factores tanto nutricionales (relación C:N) como operacionales (disponibilidad estacional y/o cercanía de obtención del residuo). En los anexos 1, 2 y 3 de este capítulo, se caracterizan diferentes materias primas susceptibles de ser compostadas.

El proceso de compostaje comienza con la recolección de residuos vegetales y animales, su apilado, y mezcla con pequeñas cantidades de suelo que contienen hongos y bacterias las que, al encontrar un medio favorable, comienzan el proceso de descomposición. Existen varias formas para elaborar compost. La más común es formar pilas de unos 2 metros de ancho y un largo variable dependiendo de la cantidad de material disponible. Al centro de la pila es recomendable ubicar maderos, cada dos metros, los que se retirarán al final de la elaboración de la pila, actuando como chimeneas que permiten la ventilación. Se colocan capas sucesivas de residuos vegetales tanto secos como frescos, estiércol y suelo fértil o compost, en proporciones de 30:5:1, relación volumen:volumen (v:v). Las capas se humedecen a medida que se van agregando. Se debe ir repitiendo varias veces la instalación de estas, hasta completar una altura de poco más de un metro y medio. En caso de contar con una máquina revoladora de compost, es posible apilar todas las materias primas que se utilizaran sin necesidad de ubicarlas en capas y luego mezclarlas con la máquina repetidas veces. La función que cumple el suelo fértil o el compost es inocular los microorganismos que se encargarán de descomponer los residuos vegetales y animales.

Es importante otorgar un ambiente favorable para el desarrollo de los microorganismos que, a través de la sucesión de actividades enzimáticas, degradan los materiales orgánicos originales y sintetizan sustancias húmicas o ácidos húmicos, que son sustancias complejas de alto peso molecular, que

constituyen una porción interesante de la materia orgánica del suelo, por su posible efecto como bioestimulante para los cultivos.

Los factores a considerar para lograr un proceso eficiente son: el tamaño de las partículas de la materias primas, la humedad, pH, relación carbono:nitrógeno (C:N) y aireación de la mezcla.

Es recomendable que los trozos vegetales sean pequeños, de forma de facilitar su descomposición, lo que reduce la duración del proceso. Sin embargo, estos trozos vegetales no deben ser tan pequeños como para que puedan compactarse. La humedad óptima está entre 45 y 60% (húmedo, pero no en exceso). El pH neutro facilita la acción de los microorganismos que descomponen la materia orgánica. La relación C:N de la mezcla de materias primas, idealmente debería estar entre 30 y 35, ya que cuando hay menos carbono, es decir con una relación C: N más baja, el nitrógeno se pierde como amoníaco causando malos olores (esto se debe a que los microorganismos descomponedores no disponen de suficiente cantidad de carbono para utilizar todo el nitrógeno disponible). Por otra parte, si la relación es más alta, es decir el carbono está disponible en mayores cantidades, se requiere de mayor tiempo para completar el proceso, haciéndolo ineficiente.

La acción descomponedora de los microorganismos se inicia a temperatura ambiente, la que aumenta en la medida que se incrementa dicha actividad, y luego disminuye cuando el oxígeno se hace limitante. Con nuevos volteos se incorpora oxígeno a la pila, elevándose la temperatura nuevamente, debido al incremento de la actividad microbiana. El alza térmica produce la muerte y destrucción de organismos mesófilos (que viven bajo 45°C), en su mayoría patógenos, y gran cantidad de semillas de malezas.

El compostaje permite la descomposición de residuos ricos en lignina, hemicelulosa y celulosa, logrando un mejor aprovechamiento de los nutrientes por los microorganismos y las plantas.

La pila de compost (Foto 2.1.) debe mantenerse húmeda y aireada para favorecer la descomposición aeróbica, hasta obtener una mezcla homogénea con olor a tierra húmeda. Cuando la temperatura del centro de la pila vuelve a valores cercanos a la temperatura ambiente (sin elevarse a pesar de realizar

nuevos volteos), y no es posible distinguir las materias primas originales, se puede asumir que el compost está terminado. La norma chilena de producción de compost (INN, 2004b) recomienda efectuar algunos análisis para determinar si el compost está maduro (Cuadro 2.1.). Estos análisis, junto a otras exigencias, son condiciones obligatorias para empresas productoras y comercializadoras de compost.

Cuadro 2.1. Requisitos del compost.

CLASE	pH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA dS/m	MATERIA ORGÁNICA %	RELACIÓN C:N	RELACIÓN AMONIO: NITRATO	NITRÓGENO TOTAL %
A	5 - 8,5	≤ 3	≥ 20	≤ 25	≤ 3	≥ 0,5
B	5 - 8,5	≤ 8	≥ 20	≤ 30	≤ 3	≥ 0,5

Fuente: INN. 2004b.

Cuando un compost maduro es aplicado, se genera un crecimiento de las poblaciones de microorganismos del suelo, como producto del aporte de sustratos carbonados solubles, los cuales normalmente constituyen un factor limitante. El crecimiento de la biomasa del suelo genera un consumo de carbono y nitrógeno soluble, pero en distintas proporciones, aproximadamente 24 a 25 kg de C por cada kg de N. Como resultado de la respiración de los microorganismos, 2/3 partes del C se pierden como dióxido de carbono en la atmósfera, así la biomasa microbiana del suelo tiene una relación C:N cercana a 8. El nitrógeno soluble (nitratos, amonio y ureidos) necesario, preferentemente debe provenir del compost u otros aportes permitidos o, en su defecto, de las reservas del suelo.

Cuando se aplica un compost con bajo contenido de N o éste no está fácilmente disponible, se puede estar en presencia de "hambre de N", al igual que con la aplicación de residuos de cosecha con altos contenidos de C, debido a que la disponibilidad de N soluble puede ser insuficiente. Posteriormente, la liberación del N contenido como reserva en el compost, permite satisfacer la demanda de N de la biomasa del suelo y superarla, con lo cual se consigue un aporte neto de N disponible en el cultivo. Por tal motivo, en muchas ocasiones es recomendado realizar un aporte suplementario de fuentes de N de rápida disponibilidad, como, por ejemplo, harinas de sangre o cortes de abonos verdes o leguminosa en estado tierno (altamente proteicos).

Además, la disponibilidad de nutrientes generada con la aplicación de compost, depende directamente del tipo de compost aplicado. Resultados obtenidos por INIA Quilamapu, en un ensayo establecido en cerezo con manejo orgánico, donde se aplicaron dos tipos de compost (Compost 1 elaborado con cama animal, aserrín de pino, mezcla de ballica-trébol y cascarilla de rosa mosqueta, en proporciones iguales, y Compost 2 elaborado con cama animal y aserrín de pino, en proporciones iguales, ambos v:v) y se compararon con un control sin aplicación. La dosis utilizada fue de 25 kg por planta (base húmeda) equivalente a 16,65 ton/ha. El análisis de los compost utilizados se presenta en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Calidad de compost aplicado en ensayo de cerezo.

COMPOST	pH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA dS/m	MATERIA ORGÁNICA %	RELACIÓN C:N	RELACIÓN AMONIO: NITRATO	NITRÓGENO TOTAL %
C1	8,16	3,43	62,37	13,87	0,11	2,45
C2	8,30	2,92	56,42	17,18	0,14	1,83

La disponibilidad de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en el suelo durante los cinco meses siguientes a la aplicación de los tratamientos (agosto 2004) fue evaluada y se presenta en las Figuras 2.1.; 2.2. y 2.3., respectivamente.

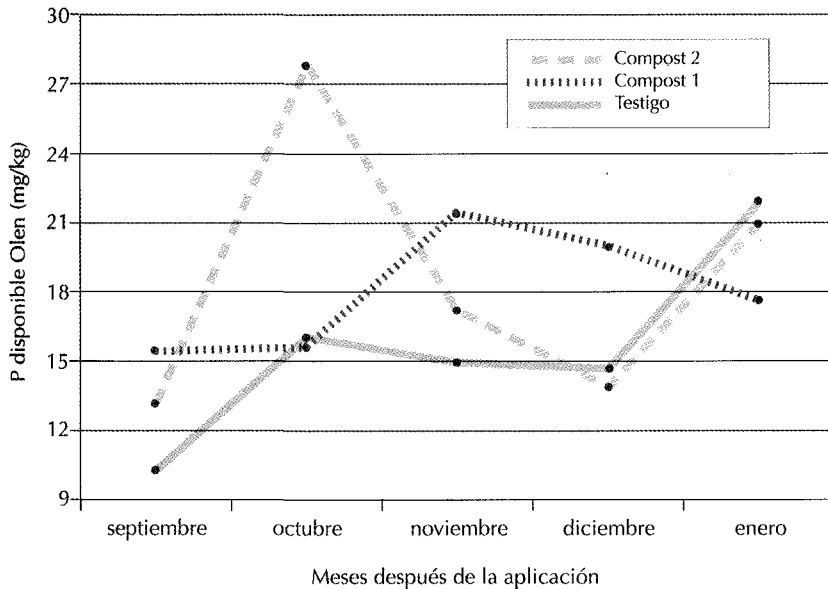


Figura 2.1. Disponibilidad de nitrógeno (amonio + nitrato) en el suelo, como producto de la aplicación de dos compost diferentes.

El análisis químico de los compost evaluados hacía suponer que el Compost 1 generaría un mayor aporte de N disponible al cultivo (a juzgar por su porcentaje de N total y su relación C:N); no obstante, se debe considerar que la composición de materiales que originaron este compost es más diversa que el Compost 2, lo cual le puede conferir un comportamiento menos predecible.

Como se puede observar, la disponibilidad de N en el tiempo presentó un comportamiento variable para cada compost evaluado. La mayor o menor utilidad de cada compost específico dependerá del ciclo de crecimiento del cultivo en cuestión y de la sincronización entre el aporte de N del compost y las necesidades del cultivo para este nutriente.

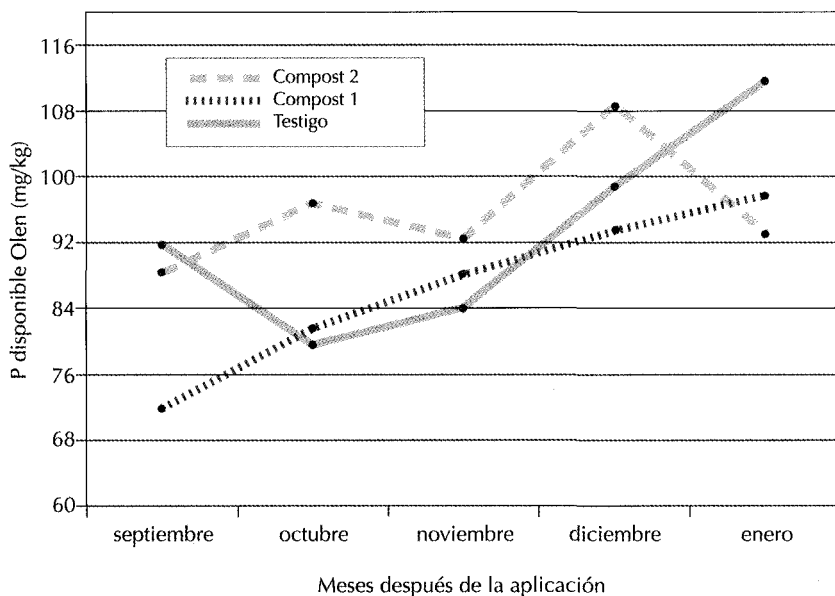


Figura 2.2. Disponibilidad de fósforo en el suelo, como producto de la aplicación de dos compost diferentes.

La disponibilidad de P en el suelo, obtenida con los diferentes compost evaluados, fue variable en el tiempo. En general, en todos los tratamientos se presentó una tendencia al aumento, lo cual responde a la mineralización de la fracción de P orgánico contenida en cada compost. A su vez, los niveles de P Olsen disponible obtenidos son altos, lo cual permite esperar una condición de nutrición fosforada muy adecuada en los cultivos cuando se realizan aplicaciones de compost como los señalados en este experimento.

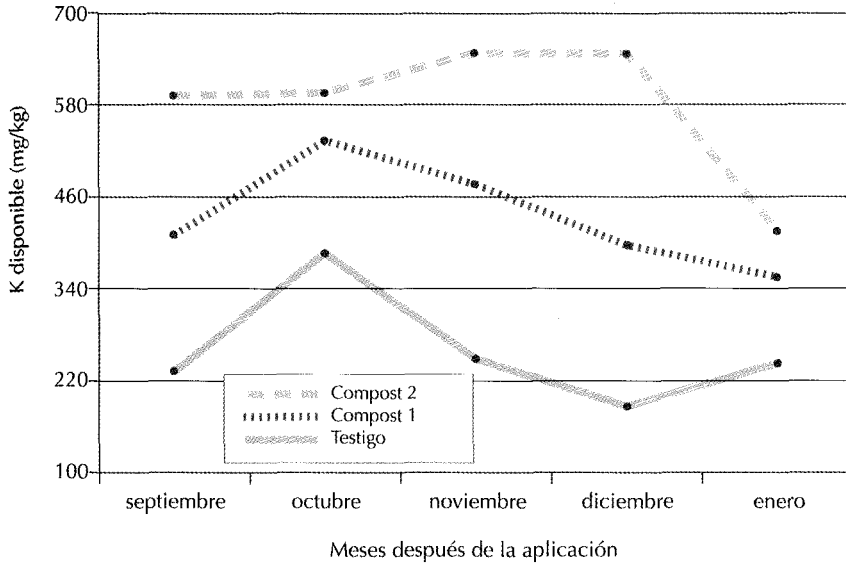


Figura 2.3. Disponibilidad de potasio en el suelo, como producto de la aplicación de dos compost diferentes.

La disponibilidad de K desde los dos compost evaluados fue superior a la presentada por el testigo y, en general, no manifestó grandes variaciones respecto al contenido de K obtenido un mes después de la aplicación, en agosto 2004. Cuando se agrega materia orgánica compostada al suelo, el potasio se hace inmediatamente disponible, puesto que no forma complejos orgánicos dentro de ésta. A su vez, el nivel de K disponible en el suelo, como producto de los dos compost evaluados, es suficiente para satisfacer las necesidades de la mayoría de los cultivos que actualmente se manejan orgánicamente.

Es de gran importancia considerar el momento de aplicación de un compost u otra fuente nutricional a un cultivo, ya que su posterior entrega de nutrientes debe estar sincronizada con los periodos de mayor actividad radicular del cultivo y, de esta forma, obtener una mayor recuperación de los nutrientes aplicados a través de alguna de estas fuentes. A modo de ejemplo, en la Figura 2.4. se presenta la curva de crecimiento de raíces de una planta de cerezo (*Prunus avium*) variedad Bing sobre patrón Cab 6 y su relación con la disponibilidad de N en los suelos donde se aplicaron los dos compost en estudio.

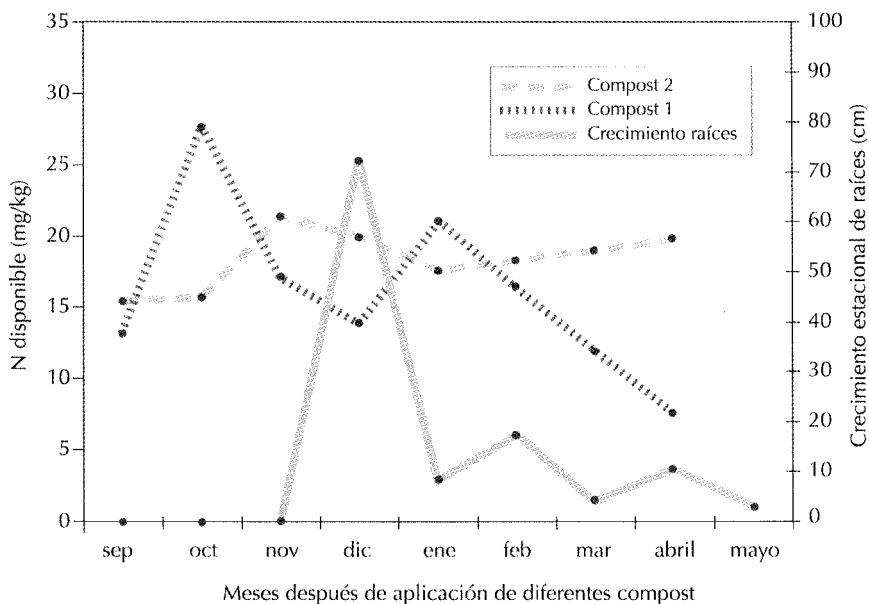


Figura 2.4. Curva de crecimiento de raíces de cerezo (*Prunus avium*) variedad Bing sobre patrón Cab 6 y disponibilidad de nitrógeno con la aplicación de los compost C1 y C2.

De acuerdo a este patrón de crecimiento de raíces en cerezo y al contenido de N en el suelo después de la aplicación de compost, es perfectamente recomendable la aplicación de compost de calidad similar a C1 o C2, puesto que con ambos se logra alzas de nitrógeno previo al período de mayor crecimiento de raíces. Aunque con C2 dicha disponibilidad es más controlada, ambos generan una buena sincronización entre la capacidad extractiva del cultivo y el aporte de N derivado de la aplicación de compost.

La aplicación de compost también permite suprimir enfermedades, tema que tocará en el Capítulo 4.

2.1.3. Cubiertas vegetales

El empleo de cubiertas vegetales de leguminosas y otras especies, son herramientas que permiten satisfacer el manejo sustentable del recurso suelo. La técnica consiste en establecer un cultivo de plantas forrajeras, en la mayoría

de los casos, en toda la superficie o, lo que es más frecuente, entre hileras de árboles. Dicha cubierta debe establecerse y mantenerse activa, especialmente durante el otoño e invierno, época en que el suelo recibe gran parte de las precipitaciones.

Entre las ventajas de utilizar cubiertas vegetales están:

- a) Protección del suelo contra la erosión, particularmente en huertos establecidos sobre suelos de lomajes de alta pendiente.
- b) Aumento del contenido de materia orgánica del suelo, y del nivel de macronutrientes, en particular del nitrógeno, cuando se trabaja con especies de leguminosas fijadoras.
- c) Mantenimiento y/o mejoramiento de las características físicas del suelo, en especial de la estructura, porosidad, capacidad de infiltración del agua, mitigando la compactación del suelo.
- d) Disminución de la población de malezas de difícil control.
- e) Control de algunas especies de nemátodos que dañan los huertos frutales.

Para elegir una cubierta vegetal se debe tener en cuenta las condiciones de suelo y clima, y sembrar especies adecuadas a cada situación, contemplando la aptitud productiva del suelo, sus deficiencias y necesidades, así como aspectos propios de la explotación del huerto frutal.

Una cubierta vegetal debe cumplir los siguientes requisitos:

- 1) Las plantas no deben ser exigentes en sus requerimientos de suelo y nutrientes, porque generalmente se trata de mejorar suelos deficientes.
- 2) Deben ser capaces de producir grandes cantidades de raíces y tallos.
- 3) Las cubiertas deben crecer bien en los períodos más fríos del año, presentando un buen crecimiento invernal y otoñal.
- 4) No debe competir por mano de obra, tiempo y espacio con los cultivos comerciales.
- 5) Para su establecimiento, las cubiertas deben tener semillas baratas y fáciles de conseguir, cubrir con rapidez el suelo y evitar que la luz llegue a las malezas.

Las plantas generalmente recomendadas como cubierta vegetal, pertenecen fundamentalmente, a las familias de las leguminosas, crucíferas y gramíneas. Las cubiertas de leguminosas tienen la gran ventaja adicional de aportar nitrógeno por fijación biológica. No obstante, su establecimiento es más lento al tener que competir con las malezas. Una vez segadas, sus restos vegetales son poco persistentes, por lo que el suelo puede quedar desprotegido.

La elección de especies y cultivares para cubiertas entre hileras va a depender también del problema que se pretenda resolver en el huerto. Un aspecto fundamental es si la entre hilera es regada gravitacionalmente, o el huerto en cuestión posee un sistema de riego por goteo u otro que riegue directamente la planta o la hilera de plantación, dejando la entre hilera sin aporte hídrico. Para el primer caso, especies gramíneas y leguminosas perennes de riego, serán las más apropiadas. Para el segundo caso, se deberá recurrir a especies anuales o de autosiembra, como las que se utilizan en praderas de secano.

Para suelos de ladera, generalmente de alta pendiente, de perfil poco profundo, de baja retención de humedad y de fertilidad natural baja, el establecimiento de una cubierta vegetal que contenga leguminosas anuales de autoresiembra, y gramíneas anuales de crecimiento rápido (*Lolium rigidum* cv Wimmnera) es fundamental para cubrir rápidamente el suelo, prevenir la erosión hídrica, aportar N y otros elementos, sin que ésta compita por agua con el huerto. En este sentido, la elección de las especies que conforman la cubierta vegetal es vital, de manera que el ciclo de crecimiento no interfiera directamente con el crecimiento de los frutales. Del mismo modo, es importante que la cubierta se regenere en los años siguientes a partir de semillas que se producen in situ.

a) Especies para establecer cubiertas vegetales en condiciones de entre hilera regada

El trébol blanco (*Trifolium repens*) solo o el trébol blanco en asociación con festuca (*Festuca arundinacea*), aparecen como las especies más promisorias (Cuadro 2.3.) en el caso de huertos de frambuesa regados gravitacionalmente en suelos trumaos del valle de riego de la VIII Región. En general, las especies leguminosas anuales, como trébol balansa y trébol subterráneo, persistieron mal en esta condición de riego, al igual que la lotera (Cuadro 2.3.).

Cuadro 2.3. Producción de fitomasa (kg MS/ha/año) de diferentes cubiertas vegetales en huerto de frambuesa orgánico. Suelo trumao de riego, provincia de Ñuble.

MEZCLA FORRAJERA	2003	2004
Trébol balansa + Trébol subterráneo Denmark y Antas	4.540	338
Lotera	820	1.025
Trébol blanco	1.958	8.672
Festuca	1.301	6.048
Festuca con trébol blanco	3.622	9.420

b) Especies para establecer cubiertas vegetales en condiciones de secano

Dentro de las leguminosas forrajeras anuales, capaces de realizar aportes de nitrógeno por fijación, existe una amplia gama de especies y variedades, que podrían cumplir con este objetivo. Para zonas de precipitaciones limitadas (inferiores a 500mm), hualputra (*Medicago polymorpha*) es una de las especies prioritarias, junto con tréboles subterráneos (*Trifolium subterraneum*) precoces e intermedios como Nungarin y Seaton Park. Para zonas de 500 a 650 mm anuales, tréboles subterráneos de fenología intermedia como Clare, Campeda y Marrar, deben ser utilizados, mientras que en zonas sobre 700 mm anuales, una mezcla de tréboles de ciclo largo como Antas, Denmark y Mount Barber y el trébol balansa, cv Paradana, son los más apropiados.

INIA Quilmapu ha realizado estudios en cubiertas vegetales, susceptibles de crecer y persistir en huertos orgánicos de frambuesa, arándano y cerezo, por lo que los resultados que se presentan, se basan en la respuesta de dichas especies. Por ejemplo, en huertos de cerezo y arándano, con entre hilera de secano, las cubiertas vegetales de una mezcla de trébol balansa con tréboles subterráneos, son las que realizan los mayores aportes en biomasa, Cuadro 2.4., al igual que la festuca sola o en mezcla con tréboles subterráneos. La caída que se observó en la producción de las leguminosas en el segundo año, se debió a una invasión de un sector del ensayo con trébol blanco nativo.

Cuadro 2.4. Producción de fitomasa (kg MS/ha/año) de diferentes cubiertas vegetales en huerto de cerezo y arándano orgánico. Suelo trumao entre hilera de secano.

MEZCLA DE ESPECIES	2003	2004
Cerezo		
Trébol balansa +T. subterráneo Denmark y Antas	3.119	1.800
T. subterráneo Seaton Park y Gosse + hualputra	2.436	991
Festuca	702	2.274
Festuca +Trébol balansa +T. subterráneo Denmark y Antas	3.060	3.709
Arándano		
Trébol balansa +T. subterráneo Denmark y Antas	3.257	480
T. subterráneo Seaton Park y Gosse + hualputra	2.450	257
Festuca	411	4.168
Festuca +Trébol balansa +T. subterráneo Denmark y Antas	3.665	4.613

c) Aporte de las leguminosas a la nutrición nitrogenada

El N del aire no puede ser directamente utilizado por las plantas; sin embargo, es posible incrementar su disponibilidad mediante la simbiosis entre leguminosas y bacterias fijadoras de N. Con ello, no sólo se beneficia el cultivo de leguminosas, sino también los cultivos posteriores en la rotación. El uso de leguminosas fijadoras de N como cubiertas vegetales, abonos verdes, en cultivos asociados o rotaciones de cultivos, contribuye a incrementar la disponibilidad de N en el sistema productivo y, con ello, los rendimientos y calidad de la producción.

En estudios realizados en producción de frambuesa orgánica, donde el uso de fertilizantes minerales y sintéticos no son permitidos, las cubiertas vegetales de leguminosas forrajeras cobran gran importancia. Esto, porque permiten satisfacer, de manera significativa, las necesidades de N de la planta en algunos períodos del año, y adicionalmente, el reciclaje de otros elementos como calcio (Ca) y P, de alto contenido en la biomasa de estas plantas, resolviendo en parte los problemas de fertilización que enfrenta la producción orgánica. Las especies de leguminosas difieren en su capacidad para fijar N, y en el

contenido de éste en la biomasa a nivel de tallos y raíces; es decir, en la capacidad de aportar N al huerto frutal. La fijación de N para algunas de las leguminosas anuales evaluadas (tréboles subterráneos, trébol balansa y hualputra), es equivalente a valores de entre 14 y 17 kg de N por tonelada de MS producida, lo cual representa entre 70 y 90 kg de N/ ha/ año (Cuadro 2.5.). En el caso de trébol blanco, en estudios realizados en suelos volcánicos se evidencian aportes entre 232 y 368 kg/ha del N total acumulado en la biomasa del trébol. Otros antecedentes sobre aportes de N por fijación biológica por otros tipos de praderas y leguminosas se indican en el Cuadro 2.6.

Cuadro 2.5. Fijación de nitrógeno y porcentaje de nitrógeno de la planta derivado de la atmósfera (%Ndfa) en cinco leguminosas anuales en suelos graníticos.

ESPECIES	Ndfa %	N FIJADO	
	PROMEDIO	(kg N/ton MS)	(kg N/ha)
<i>M. polymorpha</i> cv. Cauquenes-INIA	84	14,4	50
<i>T. michelianum</i> cv. Paradana	96	17,0	96
<i>T. subterraneum</i> cv. Clare	83	15,1	66
<i>T. subterraneum</i> cv. Seaton Park	76,6	13,7	35
<i>T. subterraneum</i> cv. Gosse	88	16,3	46

Fuente Ovalle *et al.*, 2005.

Cuadro 2.6. Estimaciones de la proporción de nitrógeno proveniente de la fijación biológica, y monto de nitrógeno fijado en la biomasa aérea, en distintas especies forrajeras.

ESPECIE	FIJACIÓN DE N (%N DERIVADO DE LA FIJACIÓN)	CANTIDAD N FIJADO (KG/HA/AÑO)	UBICACIÓN	FUENTE
Trébol blanco	84 - 93	232 - 368	Chile	Campillo <i>et al.</i> , 2003
T. subterráneo	90 - 94	69 - 204	Chile	Campillo <i>et al.</i> , 2001
	84 - 88	34 - 66	Chile	Ovalle <i>et al.</i> , 2005
	50 - 100	20 - 188	Australia	Peoples <i>et al.</i> , 2001
Trébol balansa	92 - 96	96	Chile	Ovalle <i>et al.</i> , 2005
Medicagos anuales	40 - 90	48 - 220	Australia	Peoples <i>et al.</i> , 2001
Trébol encarnado	84-86	58 - 69	Australia	Peoples <i>et al.</i> , 2001
Alfalfa	89 -94	669 - 770	Chile	Campillo <i>et al.</i> , 2001
Trébol rosado	95 - 98	291 - 423	Chile	Campillo <i>et al.</i> , 2001
Vicia	56 - 92	45 - 160	Grecia	Peoples <i>et al.</i> , 2001

La transferencia de N desde la leguminosa ocurre principalmente a través de la descomposición de los residuos de la leguminosa. En frambuesa se ha estudiado los aportes de nitrógeno desde cubiertas vegetales de leguminosas, mediante el uso de isótopos estables de N (^{15}N). Tal como se observa en la Figura 2.5., del total de N contenido en las hojas de la planta de frambuesa, entre un 10 y un 35% correspondería al aporte de la cubierta de trébol blanco en el segundo año de la pradera. Estas cifras variaron a lo largo del año y los mayores valores se obtuvieron en hojas correspondientes a cañas, en que se producían los frutos de la segunda flor (enero). La fracción de N encontrada en tallos y frutos fue inferior a la encontrada en hojas. La cubierta de trébol blanco solo, realizó un mayor aporte de N a la frambuesa que la cubierta de trébol con festuca, (Figura 2.5.).

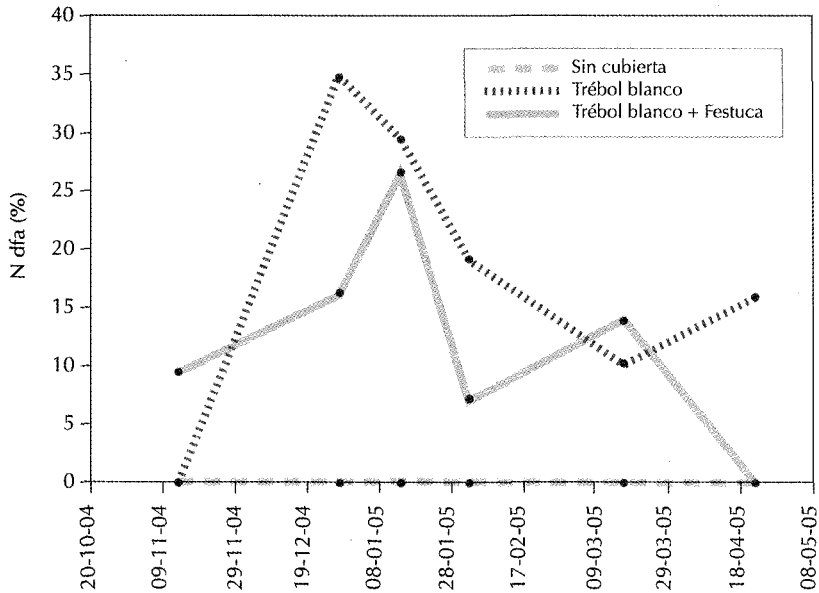


Figura 2.5. Transferencia de nitrógeno desde la cubierta vegetal entre hilera, a la planta de frambuesa. Los valores porcentuales representan la fracción de nitrógeno de la planta de frambuesa, proveniente de la leguminosa sembrada en la entre hilera (Ndfa), a lo largo de la estación de crecimiento.

Los resultados expuestos constituyen un ejemplo de la importancia del establecimiento de cubiertas vegetales que consideren leguminosas, ya que es importante su aporte en la nutrición de las plantas.

El efecto de las cubiertas vivas (abonos verdes) como muertas (mulch) sobre el control de malezas, se presentan en el capítulo "Manejo orgánico de malezas" de este boletín.

2.1.4. Abonos verdes

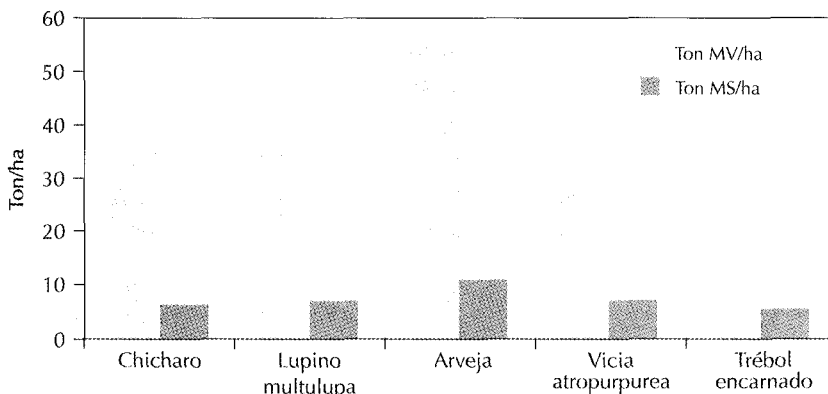
Para el manejo de la fertilidad del suelo en sistemas orgánicos, es importante incluir el cultivo de plantas como productoras de biomasa para ser incorporadas como abono verde en toda la superficie o entre hileras de huertos de

árboles frutales. Estas plantas habitualmente son leguminosas o mezclas de leguminosas y gramíneas (Foto 2.2.).

Los abonos verdes tienen un gran número de ventajas:

- 1) Aportan nutrientes a los organismos del suelo mediante los exudados de las raíces, estimulando la actividad microbológica.
- 2) Aportan importantes cantidades de N cuando el abono verde es una leguminosa o una mezcla que contemple leguminosas, debido a la fijación simbiótica.
- 3) Movilizan nutrientes de estratas profundas hacia la superficie del suelo, cuando las especies que conforman el abono verde son de arraigamiento profundo.
- 4) Mejoran la estructura del suelo, gracias al aporte de materia orgánica.
- 5) Evitan la erosión del suelo causada por agua o viento, debido a la protección que ejerce la cobertura vegetal.
- 6) Controlan malezas cuando se encuentran en altas densidades, ya que compiten por agua, luz espacio y nutrientes, evitando su crecimiento.
- 7) Evitan la lixiviación de los nutrientes disponibles, utilizándolos en los sectores o épocas en que el cultivo no está presente o extractivo.

En la Figura 2.6. se presentan resultados obtenidos en INIA Quilamapu, donde se evaluaron los rendimientos en materia verde y materia seca de diferentes abonos verdes establecidos en la entre hilera de un huerto orgánico de cerezo de 2 años de edad.



Fuente: Soto, P. 2005.

Figura 2.6. Producción de fitomasa (ton/ha/año) de diferentes alternativas de leguminosas de grano y forrajeras, cultivadas en la entre hilera de un huerto de cerezo de 2 años de edad.

Destaca por una alta producción de biomasa la arveja cv Milano, especie que produjo sobre 10 ton MS/ha en la temporada.

2.1.5. Rotación de cultivos

La rotación de cultivos es la sucesión recurrente y regular de diferentes cultivos en el mismo terreno a lo largo del tiempo. Esta práctica ha sido ampliamente utilizada en sistemas de conservación de suelos. Así, se ha demostrado que aumenta la disponibilidad de los nutrientes, mejora la estructura del suelo y su actividad biológica, y reduce la incidencia de plagas, enfermedades y malezas. Sin embargo, el éxito de la rotación de cultivos depende de la selección y secuencia de los cultivos que van a rotarse. Por lo tanto, para diseñar la rotación, se debe considerar los siguientes criterios técnicos:

- ❖ Elegir cultivos en forma equilibrada, los que aportan nutrientes y extractivos.
- ❖ Incluir leguminosas por su aporte de nitrógeno.
- ❖ Incluir abonos verdes.
- ❖ Incluir cultivos con diferentes sistemas radiculares.
- ❖ Separar en espacio y tiempo los cultivos que presentan susceptibilidad a similares enfermedades, plagas o malezas.

Es importante que los cultivos considerados en la rotación tengan exigencias nutricionales diferentes, pero con similares requerimientos de pH; que mantengan el suelo cubierto; que incrementen el contenido de materia orgánica y la estructura del suelo; que reduzcan la presencia de plagas, enfermedades y malezas; y, de preferencia, que tengan un mercado atractivo. Sin embargo, es preferible en algunos casos establecer un cultivo recuperador, como es el caso de un abono verde, aunque no se obtenga cosecha, ya que a pesar de no ser económicamente rentable, aumenta la producción del cultivo siguiente.

2.1.6. Suplementos nutricionales

Como se mencionó anteriormente, en sistemas de producción orgánica no se intenta suplir los requerimientos de nutrientes del cultivo con fertilizantes solubles, sino que se debe construir fertilidad y mantenerla en el largo plazo. Sin embargo, ante deficiencias nutricionales es posible utilizar como suplemento algunos fertilizantes de origen orgánico y mineral. En el Cuadro 2.7. se presentan algunas opciones, sin considerar la gran cantidad de formulaciones comerciales que se encuentran en el comercio.

Cuadro 2.7. Fertilizantes orgánicos y minerales.

FERTILIZANTE	NUTRIENTES QUE APORTA (%)	UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
Cenizas de madera ¹	N: 3,7 P ₂ O ₅ : 5,0 K ₂ O: 3,1	Útil para agregarlo en la elaboración de compost	Fuente de potasio y calcio muy soluble.
Estiércol ⁴	N: 1,5 – 2,5 P ₂ O ₅ : 2,0 – 2,5 K ₂ O: 1,6 – 2,0	Materia prima para la elaboración de compost	Fuente de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Baja relación C/N. Bajo contenido de metales pesados.
Guano de aves ³	N: 3 – 4 P ₂ O ₅ : 2,5 – 3,5 K ₂ O: 2,0 – 3,0 CaO: 1,0 – 1,4 MgO: 0,7 – 0,8 S: 0,7 – 0,8	Materia prima para elaborar compost	Fuente de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Baja relación C/N. Bajo contenido de metales pesados.
Harina de algas marinas ¹	N: 2,8 P ₂ O ₅ : 0,2 K ₂ O: 2,5	Contiene muchos compuestos orgánicos que estimulan la vida en el suelo y el crecimiento de las plantas. También se puede usar como activador de compost.	Excelente suplemento para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Contiene trazas de otros elementos.

Continuación Cuadro 2.7.

FERTILIZANTE	NUTRIENTES QUE APORTA (%)	UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
Harina de huesos ²	N: 3,5 P ₂ O ₅ : 20,0	Fuente de fosfatos para los cultivos con alto requerimiento de este nutriente.	Estimula el crecimiento de raíces.
Harina de pescado ²	N: 15,0	En cultivos que se requiere suplir demanda de N en determinados periodos de su crecimiento.	Alto nivel de N total, fácilmente disponible al cultivo.
Harina de pezuñas y cuernos	N: 13,0	En cultivos que necesitan lenta disponibilidad de N por periodos prolongados.	Liberación lenta de N.
Harina de sangre ¹	N: 3,5 P ₂ O ₅ : 8,0	Crecimiento de hojas y raíces.	El N es liberado rápidamente, provocando un crecimiento vigoroso. El P es liberado lentamente, induciendo el crecimiento de raíces fuertes.
Humus de lombriz ¹	N: 2,0 P ₂ O ₅ : 4,0 K ₂ O: 1,0	Fertilizante completo. También es un excelente activador de compost.	Incrementa la estructura y la biomasa microbiana del suelo. Contiene trazas de otros elementos

Continuación Cuadro 2.7.

FERTILIZANTE	NUTRIENTES QUE APORTA (%)	UTILIZACIÓN	OBSERVACIONES
Peptonas de pescado ²	N: 11,4 P ₂ O ₅ : 0,8 K ₂ O: 1,2	En cultivos que se requiere suplir N en determinados períodos de su crecimiento. Activador de compost.	Aumenta el nivel de N disponible del suelo y compost. Favorece el desarrollo de microorganismos benéficos.
Roca fosfórica ¹	P ₂ O ₅ : 26,0	Para solucionar problemas de deficiencia de fósforo en el largo plazo y estimular crecimiento de raíces.	Muy lenta liberación al suelo.
Roca potásica ¹	K ₂ O: 10,0	Para tratar deficiencias de potasio en el largo plazo.	Muy lenta liberación al suelo.

Fuentes:

¹Readman, 1991.

²Resultados Análisis laboratorio INIA Quilamapu.

³Gascho, 2001.

⁴Eghball, 2000 y Hartz et al., 2000.

2.1.7. Fertilizantes orgánicos foliares

Son preparados líquidos que se aplican en el follaje, con el fin de cubrir los requerimientos nutricionales de los cultivos. Generalmente su efecto es cosmético; es decir, mejoran el color del follaje y de los frutos y, en algunos casos, la calidad en post cosecha. Los hay comerciales y otros como el té compost, el té de ortiga y supermagro, que pueden ser fácilmente elaborados por el agricultor.

2.1.8. Humus de Lombriz o vermicompost

Se denomina humus de lombriz a los desechos de la digestión de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), quien transforma los residuos orgánicos en un abono orgánico de excelente calidad. Éste puede ser usado como acondicionador del suelo, pues permite una rápida asimilación de nutrientes por parte de las plantas; mejora la estructura del suelo; aumenta la aireación; disminuye la compactación; incrementa la actividad microbiana y previene el desarrollo de organismos patógenos.

En el proceso de vermicompost, las materias primas sufren cambios físicos y bioquímicos. Los procesos físicos incluyen la aireación, mezclado y la molienda del sustrato. El proceso bioquímico es realizado por la descomposición microbiana del sustrato en el intestino de las lombrices. El producto de este proceso, comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico, y un elevado contenido de ácidos húmicos totales. Asimismo, posee sustancias biológicamente activas -como reguladores de crecimiento vegetal- y un alto contenido de elementos nutritivos fácilmente asimilables por las plantas, como N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, etc.

El manejo de un plantel de lombricultura debe ser realizado por personal capacitado, ya que al trabajar con organismos vivos es necesario conocer su biología, para prestarles, permanentemente, el cuidado que requieren. Para alimentar las lombrices se puede utilizar gran variedad de residuos agropecuarios. Sin embargo, en algunos casos es necesaria su fermentación previa, evitando así daño a las lombrices por alza de las temperaturas. Otro

factor a considerar es la necesidad de suplir el alimento constantemente, lo que implica la producción de otros rubros agropecuarios que permitan tener la disponibilidad de residuos en forma permanente. La calidad del vermicompost varía notablemente de acuerdo al tipo de residuo agropecuario que ha sido utilizado en la alimentación de las lombrices, a las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el proceso, y al tiempo de almacenamiento del producto.

La incorporación del humus de lombriz en los suelos aumenta el nivel de macro y micronutrientes. Además, debido a su capacidad tampón, permite la mantención del pH en valores cercanos al neutro, condición esencial para que la mayoría de los nutrientes del suelo se encuentren fácilmente disponibles para las plantas.

2.1.9. Estiércol y Purines

Los estiércoles son fecas y orinas con o sin productos de cama animal, que resultan como desechos del proceso de digestión de los alimentos que consumen. Los purines, en tanto, son mezclas de orina, fecas y agua utilizada en el lavado de corrales, y representa un abono líquido, rico en N y K, que se encuentra en forma fácilmente asimilable por las plantas, constituyéndose en abonos de acción rápida.

Es importante señalar que aplicaciones excesivas de estiércol y purines pueden provocar contaminación de aguas superficiales con nitratos y fosfatos, como también de aguas subsuperficiales con nitratos. Es posible reducir las pérdidas por lixiviación y volatilización de N en estos materiales y evitar problemas de contaminación de las aguas, utilizándolos en compostaje, al mezclarlos con residuos vegetales tales como rastrojos, paja, malezas, aserrín, y lograr un mayor aporte de materia orgánica, al ser aplicado al suelo.

La Norma Chilena “Producción orgánica – Requisitos” señala que es posible incorporar al suelo materiales orgánicos, procedentes de unidades productivas que apliquen normas de agricultura orgánica, como también se pueden emplear productos de origen vegetal o animal procedentes de fuentes convencionales, siempre y cuando se hayan compostado previamente bajo con-

diciones orgánicas o se haya verificado la ausencia de contaminantes. Para mayor información, en los Anexos 1 y 2 se presenta la composición nutricional de diferentes estiércoles y purines, y en el Anexo 4 se presentan los insumos permitidos para fertilizar y/o acondicionar el suelo según la misma norma.

2.1.10. Exclusión de compuestos tóxicos en el suelo

En el manejo del suelo para producción orgánica, es fundamental la exclusión de los productos de origen químico sintético (herbicidas, fungicidas, insecticidas) ya que todos ellos disminuyen la actividad biológica en el suelo y sus efectos asociados. Los productos más tóxicos son los fungicidas y herbicidas. Algunos insecticidas pueden no tener un efecto directo, sin embargo, los procesos de degradación de esos compuestos pueden alterar la composición de las poblaciones en el suelo, modificando, en forma indirecta, la eficiencia de los mecanismos de solubilización y/o aprovechamiento de nutrientes.

Por su parte, los fertilizantes altamente solubles reducen la actividad de los microorganismos del suelo, ya que como es posible su absorción directa, ésta produce un ahorro significativo de energía en comparación con procesos de fijación de N o solubilización de P; así, el N soluble inhibe la fijación de N y el P soluble la eficiencia de las micorrizas (asociaciones entre hongos y raíces de plantas). La aplicación de un nutriente particular y no de una mezcla balanceada de ellos, provoca desórdenes en los cultivos, es decir una nutrición des-balanceada. Así, por ejemplo, la abundancia de N produce excesivo vigor, lo que induce plantas más susceptibles al daño por plagas y/o enfermedades; la abundancia de K puede provocar deficiencia de Mg; o bien la deficiencia de un elemento esencial como es el caso de molibdeno (Mo) que se requiere sólo en trazas, provoca plantas deformes y atrofiadas.

LITERATURA CONSULTADA

Aballay, E., Insunza, V. 2002. Evaluación de plantas con propiedades nematocidas en el control de *Xiphinema index* en vid de mesa cv Thomson seedless en la zona central de Chile. Agricultura Técnica 62:357-365.

Brechelt, A. 2004. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y medio ambiente (FAMA). Edita: Red de acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina (RAP-AL). Santiago. Chile.

Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I. y Montenegro, A. 2003. Estimación de la Fijación Biológica de Nitrógeno en Leguminosas Forrajeras Mediante la Metodología del 15N. Agricultura Técnica 63 (2):169-179.

Danso, S., Palmason, F. and Hardarson, G. 1993. Is Nitrogen Trasferred between fields crops. Soil Biol. Biochem. 25(8) :1135 – 1137.

Ellena, M. 1999. Manejo de cubiertas vegetales. Revista Tierra Adentro, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 29: 26-29.

Eghball, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. Soil Sci. Soc. Am. J. 64(6):2024-2030.

Gascho, G.J., R.K. Hubbard, T.B. Breneman, A.W. Johnson, D.R. Sumner, and G.H. Harris. 2001. Effects of broiler litter in an irrigated, double-cropped, conservation-tilled rotation. Agron. J. 93(6):1315-1320.

Hartz, T.K., J.P. Mitchell, and C. Giannini. 2000. Nitrogen and carbon mineralization dynamics of manures and compost. HotScience 35(2):209-212.

Ingels C., 1995. Cover cropping in vineyards: a grower profiles series. American vineyards 4, 298-675.

INN, 2004a. Norma Chilena oficial NCh 2439. Of 2004. Producción orgánica – Requisitos. Instituto Nacional de Normalización. Santiago. Chile.

INN, 2004b. Norma Chilena oficial NCh 2880. Of 2004. Compost – Clasificación y requisitos. Instituto Nacional de Normalización. Santiago. Chile.

Infante, A. y San Martín, K. 2001. Manual de Agricultura sustentable para el secano. CET. INDAP-FIA. Diario el Sur S.A. División Imprenta. Agosto. 2001.

Miller P.R., Graves W.L., Williams W.A., 1989. Cover crops for California Agriculture. University of California. Division of Agriculture & Natural Resources (24 pp).

Montecinos, C. 1997. Manejo de la fertilidad del suelo. En: Desarrollo Rural Humano y Agroecológico. CET. CLADES. 2º Curso de autoformación a distancia. Modulo II. Impreso por Sergio Enrich González.

Moreno, A.; Valdés, M. y López; T. 2005. Desarrollo de tomates en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica. 65(1):26-34.

Ovalle, C.; Urquiaga, S.; Del Pozo, A.; Zagal, E. y Arredondo, S. 2005. Nitrogen fixation in six forage legumes in Mediterranean Central Chile. *Acta Agriculturae Scandinavica* (submitted).

Readman, J. 1991. Soil care and management. The organic handbook 4. Henry Doubleday Research Association / Search Press. National Centre for Organic Gardening, Ryton-on-Dunsmore. Coventry CV8 3LG.

Rowell. D. 1994. Soil Science. Methods and Applications. Longman Singapore Publishers (Ote) Ltd. Essex, CM20 2JE, England.

SAG. 2002. Agricultura orgánica. Situación actual, desafíos y técnicas de producción. Gobierno de Chile. Servicio Agrícola y Ganadero. Departamento de Protección de Recursos Naturales Renovables. Impresos L. Flores V.

Sicher, L., 1993. La gestione del suolo in frutti-viticultura attraverso la pratica dell'inerbimento. Bollettino ISMA 2, 36-49.

Soto O., P. 2004. Leguminosas como abono verde en frutales. Informe Técnico 2004. Departamento de Producción Animal. INIA. Centro Regional de Investigación Quilamapu.

Sullivan, P. 2003. Overview of cover crops and green manures. Technical Publication, ATTRA. (15 pp).

Valdivieso, C. 1997. Sucesión y rotación de cultivos. En: Desarrollo Rural Humano y Agroecológico. CET. CLADES. 2º Curso de autoformación a distancia. Módulo II. Impreso por Sergio Enrich González.



Foto 2.2. Mezcla de avena vicia como abono verde.



Foto 2.1. Pila de compost.

Anexo 1. Composición de macronutrientes de diferentes estiércoles y purines.

PRODUCTO	pH	MS	CONCENTRACIÓN NUTRICIONAL (% BASE PESO SECO)							S	Na
			N	P	K	Ca	Mg				
			Estiércol								
Vacuno	5,9-9,2	10,4-39,3	0,94-1,67	0,42-1,08	0,56-1,89	2,9	0,01-0,33	0,36-1,8	0,7		
Caballo		16,4-26	1,98-2,31	1,15-1,29	1,3-2,41						
Oveja	7,82	36	2,82-3,81	0,41-1,63	1,25-2,62	5,54	0,9	0,46			
Cabra			2,38	0,57	2,5						
Llama		38	3,93	1,32	1,34						
Vicuña		35	3,62	2	1,31						
Alpaca		37	3,6	1,12	1,29						
Cerdo	7,1-8,9	13,6-38,4	1,77-3,73	2,11-4,52	0,57-2,89	0,08-0,26	0,45				
Gallina			2,72-2,92	1,43-2,23	1,62-2,26						
Cama Broiler	7,6	46-78	4,93	1,37	1,94	1,7	0,5	0,42	0,23		
Cama Pavo		60	4,82	1,31	1,77	1,91	0,41	0,6	0,24		
Conejo	7,47		1,91	1,38	1,3	4,73	1,26	0,26			
Aves marinas			1,8	18	1,65	2,82	0,02				
Salmón de Lago	7		0,86-1,02	1,22-1,9	0,054-0,066	3,16-4,62	0,38-0,42	0,23-0,25			
Salmón de Mar	7		0,38-0,44	0,73-0,89	0,57-0,69	2,43-2,81	1,53-1,77	10,6-13,1			
			Purín								
Vacuno (espeso)	7,87-8,7	12-13,7	3,17-3,97	0,44-1,1	1,56-2,2	1,08-2,7	0,4-1,03	0,04-0,52	0,09-0,76		
Lechería	7,97-8,7	1,1-8,9	5,46-9,5	0,71-0,98	3,18-7,73	2,29-2,47	0,9-1,2	0,45-1,0			
Cerdo	7,47	2	4,8-6,34	0,28-2,32	0,34	0,36	0,06	0,11	0,15		

MS= Materia Seca

Anexo 2. Composición de micronutrientes de diferentes estiércoles y purines

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN NUTRICIONAL (% BASE PESO SECO)									
	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Al	Cd	Cr	Ni	
	Estiércol									
Vacuno			41-274	10,5-27,9			0,1-0,24	0,79-2,05	0,2-3,1	
Caballo			99-238	26-56			0,1-0,53	0,77-21,4	1,7-9,1	
Oveja	3400	306	120	27			1	16	15	
Cerdo			206-716	160-780			0,19-0,53	0,67-3,42	3,0-24,3	
Gallina										
Cama Broiler	1010	461,5	208-473	45,7-173	48,1		0,2-1,16	3,57-79,8	2,2-12,3	
Cama Pavo	1050	411,8	406	54	60,1					
Conejo	240	258	417	42			1	32	16	
Aves marinas	1,2	10,4	509	1,5	7,6					
Salmón de Lago	27948	446	393	45		31789	1,04	18,8	12,3	
Salmón de Mar	10885	101	188	89		10506	0,55	14,8	7,6	
	Purín									
Vacuno (espeso)	1676-10057	388-649	110-285	21,7-59,7						
Lechería	3805-8280	790-1272	91-291	47-151			0,13-0,33	2,3-5,64	3,6-5,4	
Cerdo	710	50	190-635	46,5-178			0,17-0,3	2,82-4,1	3,2-10,4	

Anexo 3. Composición nutricional de residuos, subproductos y rastrojos de origen vegetal.

RESIDUOS	N (%)	C (%)	C/N (%)
Hojas			
Alamo	1,33	41,33	31,07
Alcachofa	2,93	27,92	9,54
Aromo	3,55	51,56	14,51
Avena verde (corte)	2,74	43,71	15,95
Bosque nativo (mezcla)	0,52	28,03	53,64
Castaño	1,16	49,47	42,70
Ciprés	0,90	50,48	55,99
Encino	1,56	47,18	30,26
Eucaliptus	2,32	50,07	21,54
Kiwi	1,43	40,59	28,38
Maitén	2,35	46,34	19,70
Manzano	1,58	48,67	30,76
Maqui	1,51	48,33	32,10
Pastos	2,14	41,38	19,35
Peumo	1,76	50,65	28,78
Pino	1,48	50,84	34,26
Quillay	1,93	48,20	25,01
Remolacha	3,17	30,58	9,65
Pajas			
Arroz	0,7	39,9	57
Avena	0,49	43,85	89,85
Ballica	1,37	43,64	31,89
Garbanzo	0,57	43,57	76,45
Maiz	0,6	40,2	67
Poroto	1,1 – 2,6	39,0 – 43,0	15,0 – 39,3
Trigo	0,5 – 0,8	28,11-44,8	36,6 – 91,6
Trigo y trébol (mezcla)	1,63	42,12	25,78
Rastrojos			
Cebolla	1,50	22,41	14,9
Espárrago	1,03	47,99	46,7
Haba	1,36	51,10	37,7
Pasto	1.1 - 1,4	45,9- 48,1	33,8- 40,4
Subproductos			
Aserrín de pino	0,25	40,0	160,0
Cascarilla de arroz	40,0	0,8	50,0
Cascarilla de rosa mosqueta	1,6	49,1	30,3

Anexo 4. Insumos permitidos para fertilizar y/o condicionar el suelo según la Norma Chilena 2439 Of 2004 Producción orgánica - Requisitos (Anexo A, Lista 1). (INN, 2004a).

Se permiten productos en cuya composición entren o que contengan únicamente las sustancias enumeradas en la lista siguiente y que se utilicen de acuerdo a las condiciones que se señalan para cada uno de ellos:

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Abonos foliares.	De origen natural.
Afrechos.	-
Algas y productos de algas.	Deben provenir de una recolección sustentable del recurso. En la medida que se obtengan directamente mediante procedimientos físicos, incluidos deshidratación, congelación y trituración. O sean extraídos con agua o soluciones acuosas ácidas y/o alcalinas. O por fermentación. Su uso está sujeto a una necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Arcilla (bentonita, perlita, vermiculita, ceolita y caolines).	-
Aserrín, cortezas vegetales, virutas y residuos de madera de aserradero.	Provenientes de madera no tratada químicamente después de la tala.
Azufre elemental.	Necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Carbón vegetal.	-
Carbonato de calcio de origen natural (creta, marga, roca calcárea molida, arena calcárea, creta fosfatada, etc.).	-
Carbonato de calcio y magnesio de origen natural (creta de magnesio, roca de magnesio calcárea molida, etc.).	-
Cascarilla de arroz.	-
Cenizas de madera.	A base de madera no tratada químicamente después de la tala.

Continuación Anexo 4.

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Cloruro de sodio.	Solamente sal gema. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Compost.	En el proceso se debe lograr una temperatura mínima de 55°C, por 3 días consecutivos o de 45°C por 12 días consecutivos, que asegure la muerte de los microorganismos patógenos y posibles contaminantes microbiológicos de los alimentos.
Conchas y conchillas.	-
Derivados orgánicos de productos alimenticios y de industrias textiles.	-
Deyecciones de lombrices (humus de lombriz) e insectos.	-
Escorias de desfosforación.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Estiércol compostado.	Producto constituido mediante la mezcla de excrementos de animales y de materia vegetal (cama), con indicación de la especie animal de la que proviene. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Estiércol desecado y estiércol de aves de corral (gallinaza) deshidratado.	Se debe identificar la especie de la que proviene. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Excrementos humanos aireados o compostados.	Necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente. No aplicable a cultivos para consumo humano. Utilización tras una fermentación controlada o dilución adecuada. Se debe indicar la especie animal de la que proviene. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Excrementos líquidos de animales (estiércol semilíquido, orina, etc.).	Utilización tras una fermentación controlada o dilución adecuada. Se debe indicar la especie animal de la que proviene. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Fosfato aluminocálcico.	Debe presentar un contenido de cadmio inferior o igual a 90 mg/kg de Su utilización se limita a suelos básicos (pH mayor a 7,5).
Fosfato natural blando.	Debe presentar un contenido de cadmio inferior o igual a 90 mg/kg de
Guano.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Humus de gusanos e insectos.	-
Inoculantes naturales.	-
Lejía en polvo.	-
Lodos.	Compostados; que no sean de origen domiciliario ni de procedencia industrial con contenido de elementos contaminantes. La necesidad de uso debe ser reconocida por el organismo de certificación.
Mantillo de cortezas.	Madera no tratada químicamente después de la tala.
Mantillo de excrementos sólidos de animales, incluido el guano de gallinas y el estiércol compostado.	Indicación de las especies animales. Prohibido el uso de producto de ganaderías intensivas. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Mantillo de lombricultura. Sustratos agotados.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de control o la Autoridad de Control.
Mantillo de setas.	La composición inicial del sustrato se debe limitar a productos de la presente lista.
Melatonina.	
Mezcla compuesta de materias vegetales.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Oligoelementos (boro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc).	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente. No se deben usar como desfoliantes, herbicidas o desecantes.
Organismos biológicos naturales (gusanos y otros) .	-
Polvo de roca.	-
Productos y subproductos de origen animal mencionados a continuación: harina de sangre, polvo de pezuñas, polvo de cuernos, harina o polvo de huesos o polvo de huesos desgelatinizados, carbón de huesos, harina de pescado, harina de carne, harina de plumas, lana, aglomerados de pelos y piel, pelos, productos lácteos.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente. Para pelos y aglomerados de piel y pelos, la concentración máxima de cromo, en mg/kg de materia seca, debe ser de 0.
Productos y subproductos orgánicos de origen vegetal para abono, tales como melaza, harina de tortas oleaginosas, cáscaras, cascarillas, cañas, paja, chalas, corontas, rastrojos, etc.	-
Purines de una fermentación controlada.	Necesidad reconocida por el organismo de certificación.
Residuos domésticos compostados o fermentados.	Su utilización se proyecta discontinuarla a marzo de 2006.
Roca de fosfato de aluminio calcinada.	-
Roca de magnesio y de magnesio calcárea (dolomita).	-
Roca fosfatada natural (hiperfosfato).	-

DENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	COMPOSICIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Sal potásica en bruto (kainita, silvinita, etc.).	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Solución de cloruro de calcio.	Tratamiento foliar de frutales con déficit de calcio. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente
Subproductos de industrias que elaboran ingredientes procedentes de la agricultura orgánica.	Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Sulfato de calcio (yeso).	Únicamente de origen natural.
Sulfato de magnesio (kieserita, sal de Epsom).	Únicamente de origen natural. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Sulfato de potasio que puede contener sal de magnesio.	Producto de sal potásica en bruto mediante proceso de extracción física. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación o la Autoridad Competente.
Tierra de diatomeas calcinada.	-
Turba.	Utilización limitada a la horticultura (cultivo de hortalizas, floricultura, arboricultura, viveros).
Vinaza y extractos de vinaza.	Excluidas las vinazas amoniacaes.

Capítulo 3

MANEJO ORGÁNICO DE MALEZAS

Autores

*Alberto Pedreros L.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Malherbología
INIA Quilamapu*

*Carlos Ovalle M.
Ingeniero Agrónomo, Dr.
Agroforestería
INIA Quilamapu*

Consultores Técnicos

*Agustín Infante L.
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.
Agroecología y Desarrollo Rural
Centro de Educación y Tecnología (CET)
Universidad ARCIS*

*Juan Ormeño N.
Ingeniero Agrónomo
Malherbología
INIA La Platina*

MANEJO ORGÁNICO DE MALEZAS

Alberto Pedreros L. y Carlos Ovalle M.

La presencia de malezas es una seria amenaza a la producción agrícola, tanto convencional como orgánica. En la agricultura convencional, los herbicidas han llegado a ser el plaguicida de mayor venta en el mundo. A pesar de que uno de los mayores problemas en la transformación de agricultura convencional a orgánica es el manejo de malezas, éste es el que menos atención recibe de parte de los productores orgánicos. Por lo general, tratan de enfrentarla de manera similar a la agricultura convencional, es decir, desde un punto de vista “reduccionista”, sin considerarla como parte de un todo, lo que lleva a subestimar la interacción que tienen con el sistema productivo en el largo plazo.

Esto parte con los productores que no consideran a las malezas como un problema cuando se está pensando en la transformación del predio de convencional a orgánico; sin embargo, después de que el sistema está establecido, las malezas cobran mayor importancia. En todo caso, este tema no es de los más investigados, lo que quedó demostrado en una encuesta de productores estadounidenses con más de 20 años de experiencia en producción orgánica. En ella se evidenció que el 62% de los agricultores tuvo un alto interés en investigar esta área, aunque sólo se reportaron 8 proyectos, en comparación con los 75 en manejo de insectos y 74 para variedades y mejoramiento.

De igual manera, el 80% de los productores orgánicos encuestados en Australia consideró que las malezas eran un problema generalizado, y que la mayor preocupación radicaba en la dificultad de controlarlas y en la disminución de rendimientos debido a la competencia en que se transformaban. A pesar de esto, existe consenso entre los productores orgánicos más experimentados, que las malezas disminuyen su importancia después de varios años en que se les dedica atención desde una manera integral y no como una actividad aislada dentro del sistema productivo; es decir, con un enfoque “holístico”.

Existen algunos principios agroecológicos de gran importancia, cuando se trata de controlar las malezas en sistemas orgánicos.

3.1. Principios agroecológicos para el manejo de malezas

3.1.1. Visión de largo plazo.

No es posible un manejo de malezas en producción orgánica y/o sustentable si sólo se enfoca el cultivo de la temporada. Esto significa que deben existir metas específicas que parten en una rotación de cultivos planeada para varios años. Se debe incluir en esta planificación, algunas metas intermedias como reducción anual del banco de semillas y del banco de propágulos del suelo que son las partes vegetativas de las plantas que les permiten reproducirse; sin embargo, para esto es necesario entender el ciclo de vida de las malezas y sus principales características biológicas: emergencia, desarrollo y épocas de floración de las malezas. Así, pasa a ser muy importante el evitar que lleguen a producir semillas, única forma de diseminación de las malezas anuales, como también evitar la producción de estructuras vegetativas en el caso de las perennes.

3.1.2. Considerar el manejo de malezas dentro de la planificación del manejo predial.

Esto significa que deben realizarse todas las posibles estrategias de control en forma integral en el predio. Aquí adquieren importancia las labores que normalmente se conocen como parte del control cultural como, por ejemplo, uso de cultivos competitivos en áreas con presencia de malezas más difíciles de controlar; elegir, dentro de los cultivos, aquellas variedades de crecimiento más rápido; nunca considerar alguna maleza como poco importante por estar en baja densidad; evitar diseminación de algunas especies de malezas utilizando suelo o maquinaria que pueda llevar semillas.

3.1.3. Considerar el máximo número de métodos posibles de control.

A diferencia de la agricultura convencional, que descansa sobre los herbicidas, las producciones orgánica y sustentable no tienen un sistema único que les permita controlar un alto número de malezas. Por otra parte, cuando se sobre utiliza un solo sistema, el resultado puede ser exitoso en el corto plazo,

pero se produce una presión de selección sobre especies que pueden adaptarse al sistema elegido, por lo que terminarán dominando el medio en el mediano y largo plazo. A modo de ejemplo, en una encuesta realizada a productores orgánicos de Australia se mencionaron 20 diferentes formas de control de malezas, donde el control manual fue el más reiterado, seguido por el uso de cubiertas orgánicas (Figura 3.1.).

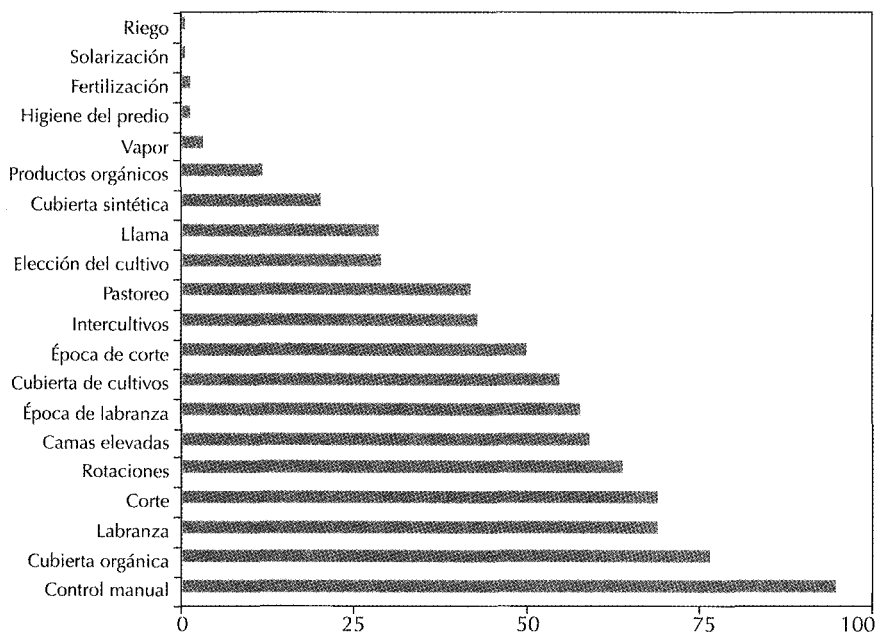


Figura 3.1. Principales métodos de manejo de malezas mencionados por productores orgánicos australianos. Adaptado de Kristiansen *et al.* 2001.

Habitualmente, el método más utilizado y sobre utilizado para el control de malezas, es la preparación de suelos, que en el largo plazo produce un efecto negativo en la estructura y vida del suelo. En sistemas sustentables, es preferible reducir la inversión del prisma de suelo, fomentando la labranza vertical y otros métodos para manejar las malezas.

En el estudio realizado en Australia, es posible percibir que existe conciencia que un solo método es insuficiente para manejar las malezas de todo un predio, a pesar del tiempo que llevan produciendo orgánicamente. Así, muy pocos de ellos reconocen depender de uno o dos métodos. Por el contrario, en promedio dependen de siete diferentes métodos, existiendo productores que utilizan hasta 17 métodos para el manejo de las malezas en su predio. La gran mayoría de los productores reconoce utilizar entre 6 y 12 métodos distintos (Figura 3.2.). Esto indica que a pesar de los años que llevan produciendo orgánicamente, no han logrado controlar el problema, y que la manera de enfrentar las malezas es muy diferente a la producción convencional.

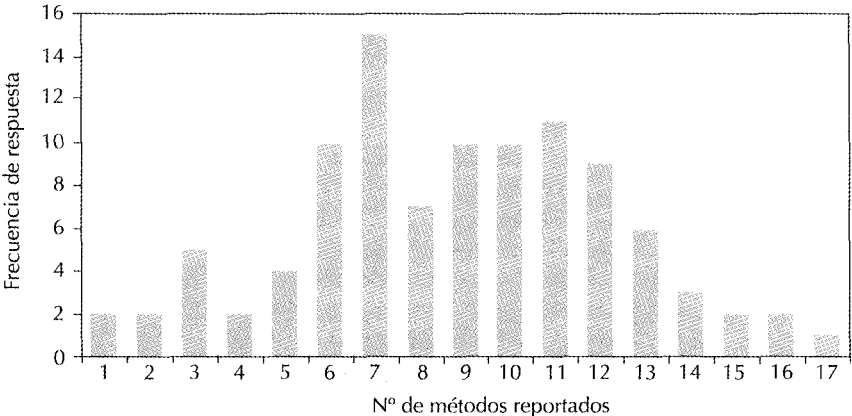


Figura 3.2. Frecuencia de respuesta por número de métodos utilizados para el manejo de malezas en producción orgánica en Australia. (Adaptado de Kristiansen *et al.* 2001).

3.1.4. Considerar que las malezas juegan un rol beneficioso en el ambiente.

Hay numerosos ejemplos sobre el efecto decreciente en la erosión producida por la lluvia en suelos con pendiente en presencia de una cubierta vegetal. Las malezas pueden extraer nutrientes y humedad desde sectores más profundos del suelo. Por otro lado, muchas malezas han sido y serán alimento importante para animales (ganado, pájaros, insectos y en algunos casos para seres

humanos) y también constituyen lugares de refugio para insectos benéficos. Por este motivo, es necesario identificar las especies que cumple estos roles en el predio, de forma de evitar su disminución en las épocas más necesarias.

La norma chilena de producción orgánica señala que las plagas, enfermedades y malezas se deben manejar mediante una de las medidas siguientes o la combinación de ellas, en forma adecuada:

- a) Aumento y conservación de la diversidad.
- b) Selección de las especies y variedades adaptadas agroecológicamente, privilegiando las locales y/o resistentes.
- c) Programa de rotación de cultivos y épocas de siembra.
- d) Uso de medios mecánicos y manuales de cultivo como: arados, rastras, cultivadores, arado cincel, azadones y otros para similar propósito.
- e) Protección de los controladores naturales mediante medidas que los favorezcan (por ejemplo: cercos vivos, nidos, cultivos trampa).
- f) Corte y control térmico de malezas.
- g) Medidas de control mecánico como trampas, barreras, luz y sonido.
- h) Control biológico.
- i) Recubrimiento del suelo con materiales como mulch, paja, rastrojos y grava fina o bien, coberturas vivas de protección.
- j) Pastoreo animal.
- k) Tratamientos térmicos (con vapor, solarización, flameo).
- l) Mantención del suelo con fertilidad balanceada y altos niveles de actividad biológica.
- m) Trampas con feromonas y confusores sexuales o con cebos alimenticios.
- n) Remoción de tejidos enfermos de las áreas de cultivo.

Claramente, esta normativa indica que una práctica agrícola puede tener efecto sobre varias áreas de manejo productivo, lo cual es fundamental de considerar para integrar cada una de estas áreas y buscar el máximo beneficio en todas ellas.

INIA Quilamapu ha focalizado hasta ahora su investigación en el manejo orgánico de malezas de tres especies frutales: arándano, frambueso y cerezo. Así, durante tres temporadas de producción orgánica, fue posible asociar numerosas malezas a dichos frutales orgánicos. Los resultados obtenidos se

presentan en el Cuadro 3.1. De las malezas detectadas, la más importante fue correhuela (*Convolvulus arvensis*) que representó, en promedio, más del 60% de la materia seca producida y que en frambuesas llegó al 80%. En este caso, sólo durante el primer año el uso de cubiertas como paja de trigo, aserrín y corteza de pino permitió un atraso de la emergencia de la maleza en alrededor de 30-40 días. Sin embargo, en el segundo año de uso de cubiertas, el atraso en la emergencia no fue más allá de 15-20 días. Otras malezas importantes correspondieron a vinagrillo (*Rumex acetosella*), sanguinaria (*Polygonum aviculare*), ballica anual (*Lolium multiflorum*), avenilla (*Avena fatua*) y pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), dependiendo del cultivo al cual estuvieran asociadas, ya que existe un efecto diferente sobre las malezas, dependiendo de la forma de la canopia del árbol.

Cuadro 3.1. Malezas asociadas a cultivos orgánicos de frambuesa, arándano y cerezos. INIA Quilamapu 2003-2005.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CICLO DE VIDA	REPRODUCCIÓN
AMARANTHACEA			
<i>Amaranthus spp</i>	Bledo	Anual	Semillas
APIACEA			
<i>Daucus carota</i>	Zanahoria silvestre	Anual o bianual	Semillas
ASTERACEA			
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Pasto negro, Democracia	Anual	Semillas
<i>Anthemis cotula</i>	Manzanillón	Anual	Semillas
<i>Cichorium intybus</i>	Achicoria	Anual o bianual	Semillas
<i>Cirsium vulgare</i>	Cardo	Anual	Semillas
<i>Crepis capillaris</i>	Falsa achicoria	Anual	Semillas
<i>Hypochaeris radicata</i>	Hierba del chanco	Perenne	Semillas
<i>Sonchus spp</i>	Ñilhue	Anual o bianual	Semillas
<i>Taraxacum officinalis</i>	Diente de león	Perenne	Semillas
BRASSICACEAE			
<i>Brassica campestris</i>	Yuyo	Anual	Semillas
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsita del pastor	Anual o bianual	Semillas
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rábano	Anual	Semillas
<i>Sisymbrium officinale</i>	Mostacilla	Anual o bianual	Semillas
CARYOPHYLLACEA			
<i>Silene gallica</i>	Calabacillo	Anual	Semillas
<i>Spergula arvensis</i>	Pasto pinito	Anual	Semillas
<i>Stellaria media</i>	Quilloi quilloi	Anual	Semillas
CHENOPODIACEAE			
<i>Chenopodium album</i>	Quinguilla	Anual	Semillas
CONVOLVULACEAE			
<i>Convolvulus arvensis</i>	Correhuela	Perenne	Semillas rizomas
GERANIACEAE			
<i>Geranium core-core</i>	Core-core	Perenne	Semillas
LAMIACEAE			
<i>Lamium amplexicaule</i>	Gallito	Anual	Semillas

Continuación Cuadro 3.1.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CICLO DE VIDA	REPRODUCCIÓN
POACEA			
<i>Agrostis capillaris</i>	Chépica	Perenne	Semillas rizomas
<i>Cynodon dactylon</i>	Pasto Bermuda	Perenne	Estolones rizomas semillas
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Pata de gallina	Anual	Semillas
<i>Echinochloa spp</i>	Hualcacho	Anual	Semillas
<i>Holcus lanatus</i>	Pasto miel	Anual	Semillas
<i>Lolium spp</i>	Ballica	Anual	Semillas
<i>Panicum capillare</i>	P. de la perdiz	Anual	Semillas
<i>Paspalum distichum</i>	Chépica	Perenne	Semillas estolones
<i>Poa annua</i>	Piojillo	Anual	Semillas
<i>Setaria spp</i>	Pega pega	Anual	Semillas
POLYGONACEAE			
<i>Fallopia convolvulus</i>	Enredadera	Anual	Semillas
<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria, p. del pollo	Anual	Semillas
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	Anual	Semillas
<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	Perenne	Semillas rizomas
PRIMULACEA			
<i>Anagallis arvensis</i>	Pimpinela	Anual	Semillas
SOLANACEA			
<i>Solanum nigrum</i>	Tomatillo	Anual	Semillas

3.2. Sistemas de manejo

Al agrupar los métodos de manejo de malezas para producción orgánica de acuerdo a los objetivos de cada sistema, se obtienen tres categorías: métodos preventivos, métodos culturales y métodos de control directo.

3.2.1. Métodos preventivos

Los métodos preventivos están dirigidos a evitar la llegada de semilla o estructuras vegetativas de especies que no están presentes en el área, impedir el aumento de las poblaciones ya existentes, o evitar la emergencia de malezas presentes en el suelo.

En sistemas sustentables de manejo de malezas, este tipo de métodos adquiere primordial importancia. Sin embargo, por lo general son fácilmente olvidados o no considerados por los agricultores, ya que no son notorios en su actividad competitiva y sólo adquieren importancia cuando ya es tarde. El ejemplo más típico es la aparición de los primeros individuos de especies nuevas en un predio. Normalmente, los agricultores no reaccionan hasta que existe una abundante población y ya se ha producido y diseminado una alta cantidad de estructuras vegetativas o semillas. Lo más aconsejable en estos casos es tratar de erradicar cuando aparecen las primeras plantas y eliminar todas sus estructuras, ya sea de forma manual o mecánica con azadón cuando la especie lo permita.

Entre las medidas aconsejables para prevenir la aparición de nuevas malezas están:

- ❖ Usar semilla certificada
- ❖ Emplear abonos y enmiendas limpios de semillas
- ❖ Limpiar maquinarias e implementos de labranza
- ❖ Evitar transporte de suelo desde áreas contaminadas
- ❖ Inspeccionar viveros
- ❖ Controlar malezas en canales de riego y bordes del predio
- ❖ Evitar la reproducción de malezas
- ❖ Restringir movimiento de animales
- ❖ Usar trampas de semilla en canales

Se pueden mencionar otros métodos preventivos de aparición de malezas, que también pueden ser considerados métodos de control, como el caso de inundaciones y quemas. Así, es ampliamente conocido el caso del cultivo de arroz en que la inundación permanente impide la aparición de un alto número de malezas, aunque induce la emergencia de otras especies adaptadas a este sistema. En el caso del fuego, su utilización destruye gran cantidad de

semillas de malezas superficiales, por lo que algunos lo consideran un sistema preventivo para el cultivo siguiente. Sin embargo, desde el punto de vista de la sustentabilidad del medio ambiente, esta práctica no puede ser recomendada debido a todos los efectos laterales negativos que produce el fuego y el humo.

3.2.2. Métodos culturales

Los métodos culturales corresponden a cualquier actividad realizada con un objetivo diferente al de afectar las malezas, pero que indirectamente las afecta. Normalmente se realizan sin pensar en que pueden influir en el desarrollo de las malezas, pero varios de éstos pueden tener un gran impacto en el desarrollo de ellas. Aunque no todos se pueden utilizar en cada situación, es aconsejable incorporar el máximo de ellos como prácticas habituales.

Los métodos culturales más comunes son:

- ✦ Rotación de cultivos.
- ✦ Utilizar cultivos más competitivos.
- ✦ Labranza primaria, alternar profundidad con diferentes equipos.
- ✦ Preparación de cama de semillas alternando épocas.
- ✦ Cultivos asociados cuando sea posible.
- ✦ Cultivos que sean de rápida emergencia.
- ✦ Fertilización con productos de lenta liberación y localizados.
- ✦ Riego con aguas limpias.

Existen otras labores que pueden considerarse como culturales como, por ejemplo, la fertilización y el riego de acuerdo a requerimientos sectorizados del suelo y planta; esto es evitar aplicar y/o regar por parejo en potreros desuniformes, lo que está dirigido hacia un manejo sitio-específico.

3.2.3. Métodos de control directo

Los métodos de control directo son las labores que se realizan con el objetivo de afectar físicamente la población o el crecimiento de las malezas en un cultivo. Por lo general, si se consideran aisladamente, tienen un efecto en el

corto plazo, pero si se consideran junto a métodos de prevención y/o erradicación, tienen un efecto de más largo plazo que es imprescindible para un manejo sustentable. Desde el punto de vista económico, se debe buscar un balance entre el costo de ese control y la pérdida económica por efecto de la reducción de rendimientos del cultivo para el cual se está haciendo. Sin embargo, muchas veces es una actividad más de las labores que se realizan en el predio.

Entre los sistemas más utilizados por los agricultores, se encuentra:

- ✳ Control térmico con flameadores a gas, postemergencia.
- ✳ Cubiertas orgánicas o inorgánicas.
- ✳ Solarización.
- ✳ Preparación de camas de semilla falsas controla malezas una vez emergidas.
- ✳ Cultivadores de postemergencia para cultivos que lo permitan.
- ✳ Manual o mecánico con azadón, rastras livianas, postemergencia.

Numerosos ejemplos existen en la literatura del efecto de los métodos antes mencionados. No obstante, como los métodos preventivos y culturales no tienen un efecto directo notorio sobre las malezas al compararse con los métodos de control directo, los primeros son poco usados o, por lo general, pasan inadvertidos por los agricultores. Por otra parte, cuando se realiza control directo, se observa una destrucción física de las malezas, por lo que suele haber una percepción de ser mejor método. De cualquier manera, la producción sustentable debe enfocarse hacia la combinación de técnicas de prevención, erradicación, manejo cultural y control directo, lo que se conoce más como manejo de malezas. En general, éste no busca controlar el 100% de ellas, si no mantener poblaciones bajo el nivel de daño económico.

Dentro de las medidas de control, la alternativa de usar cubiertas orgánicas (Foto 3.1.) es muy recomendable para cultivos en hilera, ya que además de controlar malezas, tienen la ventaja de aportar materia orgánica en el largo plazo y mantener la humedad por un mayor tiempo al disminuir la evaporación. Esto permite un mayor desarrollo radicular, aumentar el contenido de materia orgánica y mejorar la estructura del suelo, entre otras cosas.

Investigaciones realizadas por INIA Platina (Región Metropolitana) demostraron que fue posible reducir la población de malezas, anuales y perennes, con centeno como pradera invernal en la entre hilera al establecimiento de huertos de carozo y pomáceas, utilizando los residuos verdes como cubierta sobre la hilera de plantación. Por otra parte, investigaciones realizadas por INIA Quilmapu en tulipanes demostraron que el uso de aserrín de pino o paja de trigo como complemento a solarización de suelo, produjo flores y bulbos comparables, en cantidad y calidad, al desmalezado manual.

3.2.4. Efecto de las cubiertas sobre la hilera de plantación en el control de malezas

Ensayos preliminares realizados en frambuesos orgánicos, mostraron un efecto importante en la materia seca de malezas producidas después de aplicar diferentes alternativas de cubiertas orgánicas, inorgánica y siembra de una leguminosa, en la hilera de plantación en comparación a no controlar malezas (Figura 3.3.). Este efecto en las malezas, no se tradujo en mayor rendimiento de frambuesas, ya que éste no fue influido por las cubiertas ni por la presencia de malezas. Probablemente, dicho efecto comience a notarse desde el segundo año.

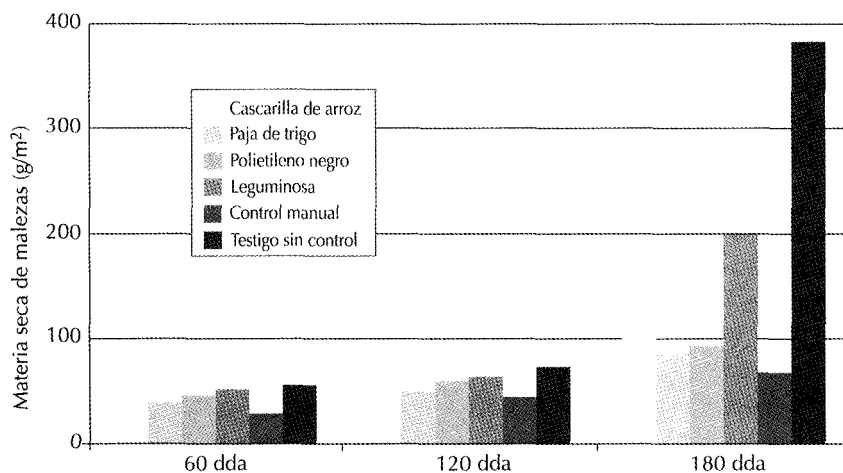


Figura 3.3. Efecto de cubiertas sobre la hilera de frambuesos en la materia seca de malezas en tres épocas, días después de aplicados (dda).

Para evaluar el efecto en las malezas de cubiertas sobre la hilera de plantación en un período más prolongado, se realizó un ensayo donde se comparó el efecto de: 1) paja de trigo 10 cm; 2) cascarilla de arroz 10 cm; 3) corteza de pino 10 cm; 4) aserrín de pino 10 cm; 5) desmalezado manual en ambas temporadas; 6) sin control la primera temporada y desmalezado manual la segunda temporada; y 7) testigo sin control de malezas. Todas estas comparaciones se realizaron aplicando los tratamientos sobre la hilera de plantación en agosto del 2003 y 2004, en arándano y cerezo recién establecidos, y frambueso en producción. A los 120 días de aplicadas las cubiertas, en diciembre de 2004 se evaluó la biomasa y composición botánica de las malezas presentes y su efecto sobre el rendimiento de frambueso y arándano, y diámetro de tronco en cerezo.

En arándano, frambueso y cerezo, hubo similar tendencia en el comportamiento de la biomasa de malezas. El tratamiento con paja de trigo fue el que tuvo mejor comportamiento, ya que fue el único menor al testigo sin control de malezas en los tres casos, aunque no siempre fue mejor que los testigos desmalezados. Por otra parte, las cubiertas con cascarilla de arroz, corteza y aserrín de pino, utilizadas en arándano y cerezo, no disminuyeron de manera significativa la biomasa de malezas, a pesar de afectarla en un importante porcentaje en comparación al testigo sin control. Sin embargo, en cerezo, el aserrín de pino también redujo de manera significativa la biomasa de malezas (Figuras 3.4., 3.5. y 3.6.).

Aunque no siempre las malezas presentes fueron las mismas, hubo cierta tendencia a aumentar la población de algunas gramíneas como avenilla (*Avena fatua*), ballica (*Lolium multiflorum*) y pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), con respecto al testigo sin control. Por otra parte, correhuela (*Convolvulus arvensis*) estuvo presente en todos los tratamientos sin afectarse por ninguno de ellos.

Estos resultados indicarían poco efecto aún del manejo de malezas basado sólo en cubiertas orgánicas sobre la hilera de plantación durante dos temporadas, con la excepción de la paja de trigo que redujo en más de un 80% su presencia (Foto 3.1.).

Desde el punto de vista de control, la paja de trigo tuvo muy buen comportamiento. Pero cuando existen malezas que escapan, como en este caso con correhuela, debe considerarse un sistema complementario que las controle. Por otra parte, las cubiertas a base de cascarilla de arroz y corteza y aserrín de pino, disminuyeron en más de un 40% las malezas. Este comportamiento significó un atraso de alrededor de un mes en la emergencia de las mismas, por lo que puede ser un método interesante si se complementa con un control manual más frecuente.

La decisión de qué tipo de cubierta usar dependerá, en cada caso, de factores como el costo, la facilidad de aplicación, la oportunidad de uso y el tipo de malezas presentes.

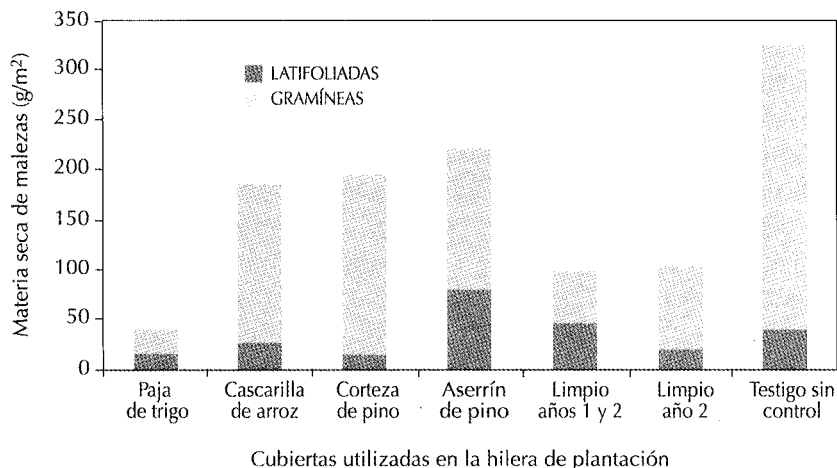


Figura 3.4. Efecto de cubiertas en la hilera de plantación de arándano sobre la materia seca de malezas a los 120 días después de aplicados por segunda temporada.

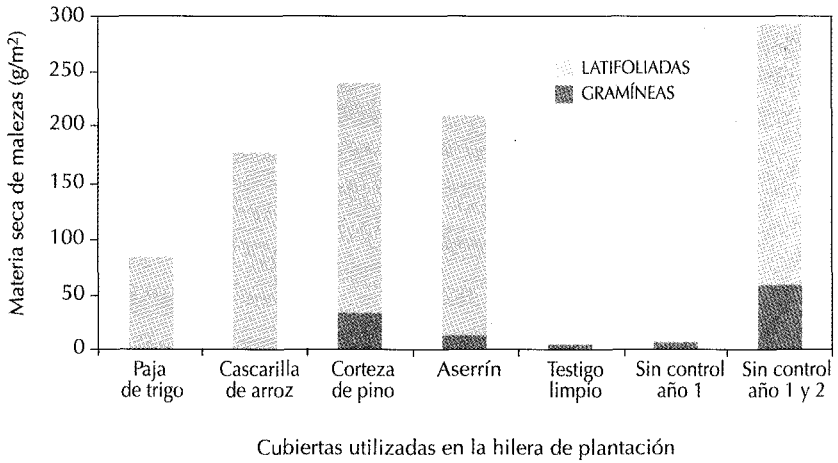


Figura 3.5. Efecto de manejo de malezas sobre la hilera de plantación de frambuesos sobre la materia seca de malezas a los 120 días después de aplicados por segunda temporada.

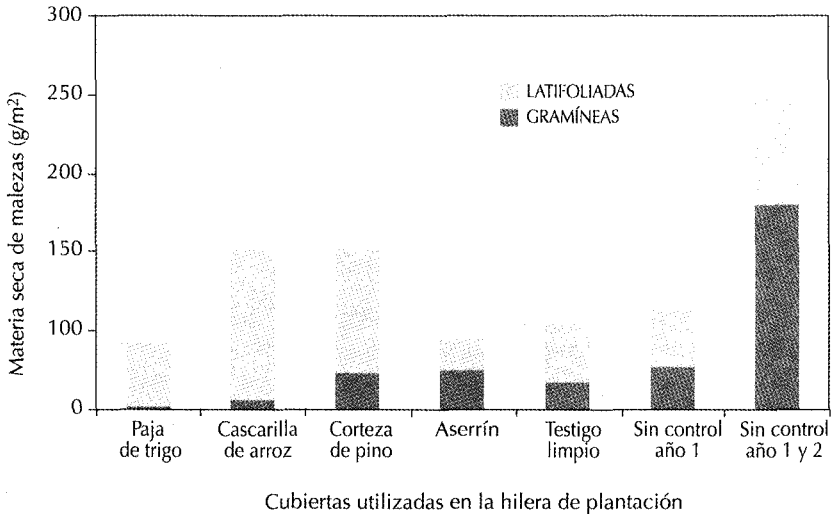


Figura 3.6. Efecto de alternativas de manejo de malezas sobre la hilera de plantación de cerezos en la biomasa de malezas después de aplicados por segunda temporada.

La presencia de malezas durante el establecimiento de arándanos significó más de un 60% de pérdida de rendimiento potencial. Por otra parte, el no controlar malezas durante el año de establecimiento, pero realizar un excelente control el segundo año, significó una pérdida potencial mayor al 20% del rendimiento. De igual manera, el uso de paja de trigo logró el control de malezas más eficiente entre las cubiertas elegidas, con un 20% de pérdida de potencial de rendimiento, aunque también aumentó en más de un 130% el rendimiento en comparación a no controlar malezas en ambas temporadas, comportándose igual que controlar malezas sólo en la segunda temporada (Figura 3.7.). Esto indicaría que, a pesar del buen control que produjo la paja de trigo, de todas formas requiere de un manejo complementario que le permita desarrollar todo su potencial de producción.

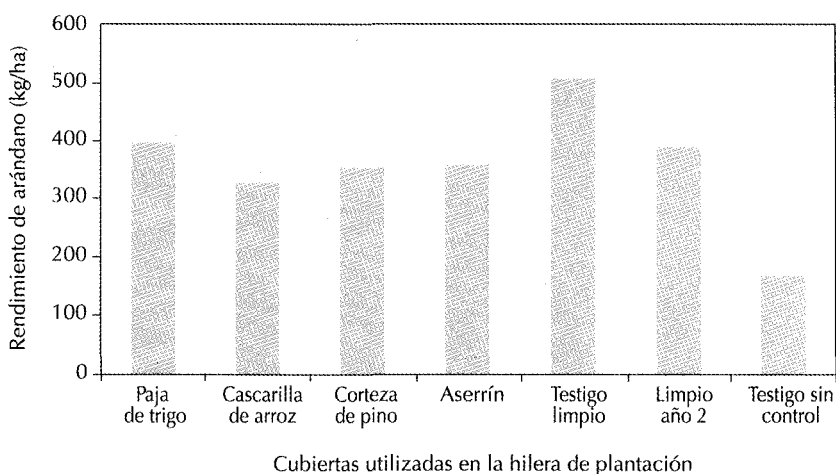


Figura 3.7. Efecto de alternativas de manejo de malezas por dos temporadas en arándano orgánico sobre el rendimiento en el primer año de cosecha.

En frambuesos, el rendimiento se afectó con la cubierta de paja de trigo, respecto del testigo con control manual de malezas efectuado sólo en la segunda temporada. La alta presencia de malezas en el tratamiento sin control, en ambas temporadas, no se reflejó en una disminución del rendimiento; en cambio, el efecto negativo de la paja de trigo sobre el número y crecimiento de retoños, significó una disminución de la segunda cosecha (Figura 3.8.). Estos

resultados indicarían la poca conveniencia de utilizar paja de trigo por dos años consecutivos en frambuesos, a diferencia de los resultados preliminares obtenidos con sólo un año, donde no se afectó el componente población y crecimiento de retoños que inciden sobre el rendimiento de la segunda cosecha.

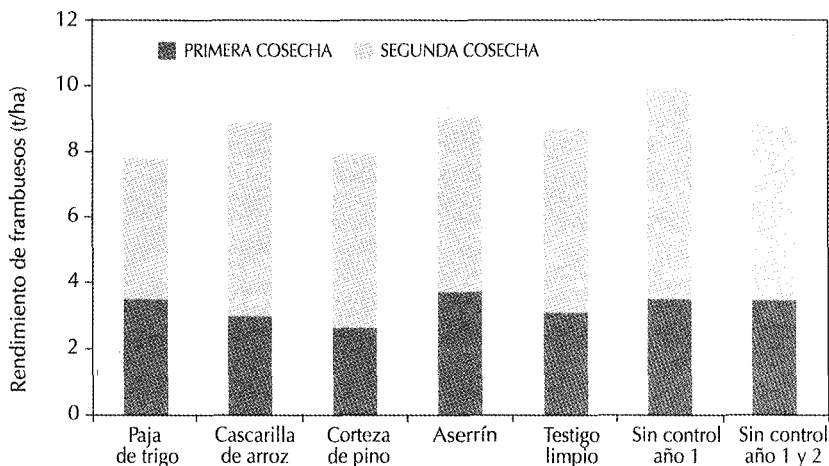


Figura 3.8. Efecto de alternativas de manejo de malezas sobre la hilera de plantación, sobre el rendimiento de frambuesos las dos temporadas siguientes.

No se detectaron diferencias en el diámetro de troncos de cerezos como efecto de las cubiertas utilizadas. Esto permite inferir que cualquiera de las cubiertas utilizadas produce igual desarrollo que un desmalezado mecánico-manual hasta el segundo año de evaluación. Como era de esperar, el testigo sin control de malezas presentó el menor diámetro de troncos de cerezos, inferior a todo el resto de los tratamientos. Similar tendencia, aunque no diferente a otros tratamientos, ocurre con el testigo que fue desmalezado sólo la segunda temporada, ya que el hecho de dejar las malezas el año del establecimiento y controlarlas eficientemente al año siguiente, provocó una reducción en el desarrollo de los árboles (Figura 3.9.).

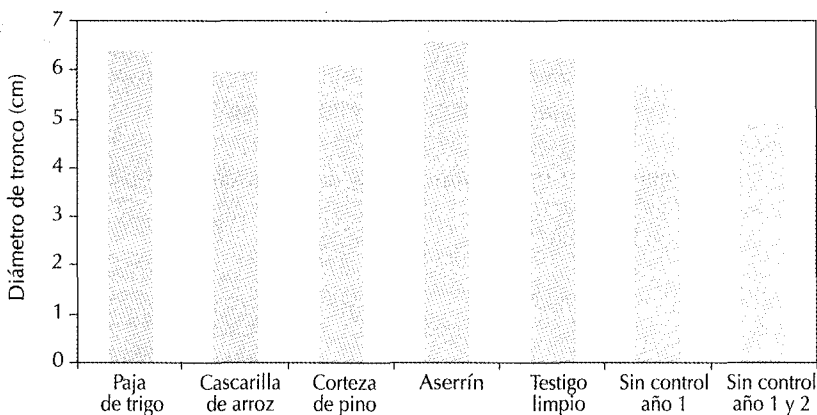


Figura 3.9. Efecto de alternativas de manejo de malezas sobre la hilera de plantación de cerezos, sobre el diámetro de troncos a 10 cm del suelo después de dos años de su aplicación.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede inferir que el control de malezas es un importante factor de producción, ya que sin su manejo o con un manejo inadecuado los rendimientos decrecen. En este caso, después de dos años de uso, el comportamiento de la paja de trigo sobre las malezas fue el más satisfactorio en disminuir la población y biomasa. Esto hace que sea recomendable su uso en arándano y cerezo (Foto 3.1.); sin embargo, en frambuesos produjo una disminución del número de retoños, lo que afectó el rendimiento, en especial de la segunda cosecha.

3.4. Efecto de las cubiertas entre hilera sobre el control de malezas

El establecimiento de cubiertas vegetales entre hileras, como se señaló en el capítulo de manejo de la fertilidad de suelos, junto con aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y protegerlo de la erosión, permite realizar un manejo racional de la vegetación, contribuyendo al control de malezas vía supresión de malas hierbas por competencia y su reemplazo por especies benéficas. La técnica consiste en establecer un cultivo, generalmente forrajero, en toda la superficie o, lo que es más frecuente, entre hileras del cultivo (Foto 3.2.).

Dicha cubierta debe establecerse y mantenerse activa, especialmente durante el otoño e invierno, época en que el suelo recibe gran parte de las precipitaciones.

Estudios realizados en INIA Quilamapu con siete diferentes alternativas de manejo de la vegetación de la entre hilera de frambuesa (Cuadro 3.2.), demuestran diferencias importantes en su capacidad para controlar malezas, debido a que las leguminosas y gramíneas difieren en su fenología, morfología y capacidad de producción de biomasa. En general, el trébol perenne (trébol blanco) aventajó al anual y a la lotera en el control de las malezas, disminuyendo la biomasa de malezas en casi un 100% en algunas épocas, comparado con el menor efecto de los tréboles anuales o la lotera en donde la especie sembrada no superó un 26% de control. La asociación de festuca con trébol blanco también fue muy efectiva, disminuyendo la presencia de malas hierbas.

En el caso de cerezos (Cuadro 3.3.) y arándano, (Cuadro 3.4.) las cubiertas vegetales de leguminosas anuales (tréboles balansa, subterráneo y hualputra) sufrieron una fuerte invasión por trébol blanco nativo, con lo cual disminuyó su capacidad para cubrir el suelo y desplazar a las malezas; sin embargo, el espacio dejado por los tréboles anuales fue ocupado en un alto porcentaje por el trébol blanco naturalizado. Con esto se cumplió con el propósito de desplazar las malezas y cubrir el suelo con leguminosas. Otra buena alternativa en estos casos en que la entre hilera no contempla riego gravitacional, es la utilización de festuca sola o asociada con leguminosas anuales. En el huerto de cerezo esta asociación realizó un buen control de la vegetación espontánea que se desarrolló en la entre hilera (Cuadro 3.3.).

Cuadro 3.2. Efecto de la cubierta vegetal sobre el control de malezas entre las hileras de un huerto de frambuesas.

TRATAMIENTOS	ESPECIE SEMBRADA (%)			
	7-JUL-04	20-OCT-04	26-NOV-04	6-ENE-05
Sin cubierta vegetal	—	—	—	—
Leguminosas anuales (trébol balansa + trébol subterráneo)	0	0	12	0
Leguminosas perennes (lotera)	11	26	1	0
Leguminosas perennes (trébol blanco)	87	100	98	84
Gramíneas perennes (Festuca)	61	41	52	83
Mezcla de festuca y trébol blanco	98	98	98	88
Pradera Natural	0	0	0	0

Cuadro 3.3. Efecto de la cubierta vegetal sobre la contribución de las especies sembradas en la entre hilera de un huerto de cerezos.

TRATAMIENTOS	ESPECIE SEMBRADA (%)		
	07-JUL-2004	27-AGO-2004	20-OCT-2004
Sin cubierta vegetal	—	—	—
Leguminosas de ciclo largo (Trébol balansa + Trébol subterráneo)	—	25,1	17,0
Leguminosas de ciclo corto (Trébol subterráneo + Hualputra)	—	24,0	13,0
Gramíneas perennes (Festuca)	94,4	92,8	76,0
Gramíneas perennes y leguminosas ciclo largo	89,1	73,6	94,0
Pradera natural	0	0	0

Cuadro 3.4. Efecto de la cubierta vegetal sobre la contribución de las especies sembradas en la entre hilera de un huerto de arándanos.

TRATAMIENTOS	ESPECIE SEMBRADA (%)	
	27-AGO-2004	20-OCT-2004
Sin cubierta vegetal	—	—
Leguminosas ciclo largo (Trébol balansa + Trébol subterráneo)	13,9	1,1
Leguminosas de ciclo corto (Trébol subterráneo + Hualputra)	8,3	1,8
Gramíneas perennes (Festuca)	67,1	50,8
Gramíneas perennes y leguminosas ciclo largo	54,2	44,0
Pradera natural	0	0

Aunque no siempre existe similar comportamiento de las especies bajo diferentes condiciones, la festuca sola o acompañada por leguminosas de ciclo largo fue la que tuvo una mayor ventaja en desplazar malezas, al presentarse en mayor porcentaje.

De cualquier manera, si se piensa en manejo orgánico, existe la posibilidad de usar cubiertas sobre la hilera de plantación para reemplazar las primeras labores de control manual, que muchas veces son poco consideradas por los agricultores, como también cubiertas vivas entre hilera para desplazar las malezas. Sin embargo, es necesario ampliar la investigación a otro tipo de cubiertas, en otras especies y por mayor tiempo, así como también a otras prácticas que permitan diversificar el manejo de las malezas en sistemas de producción orgánica.

LITERATURA CONSULTADA

Barberi, P. 2002. Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues. *Weed Research* 43: 177-193.

INN. 2004. Producción orgánica – Requisitos. Norma chilena oficial NCh 2439.0f2004. Instituto Nacional de Normalización. INN-Chile.

Kristiansen, P., B. Sindel, and R. Jessop. 2001. Weed control in organic horticultural cropping systems. Armindale: Agronomy and Soil Science, School of Rural Science and Natural Resources, University of New England, 2001. 10 p.

Ormeño, J. 1998. Cubierta de mulch de centeno en frutales. *Tierra Adentro* 22: 18-20.

Pedrerros, A. 2002. Manejo de malezas para producción de flores de tulipán. En: Pedrerros A. y P. Tima. Técnicas de producción de tulipanes, Provincia de Arauco. *Boletín INIA* N° 95. Pp 87-108.

Zimdahl, R. 1999. *Fundamental of weed science*. 2nd edition. Academic Press. San Diego, CA, USA.



Foto 3.1. Mulch sobre la hilera en plantación de cerezo.



Foto 3.2. Cubiertas entre la hilera en plantación de frambuesa.

Capítulo 4

MANEJO ORGÁNICO DE ENFERMEDADES

Autor

*Andrés France I.
Ingeniero Agrónomo, Ph. D.
Fitopatología
INIA Quilamapu*

Consultores Técnicos

*Mauricio Lolas C.
Ingeniero Agrónomo, Ph.D.
Fitopatología
Universidad de Talca*

*Carlos Pino T.
Ingeniero Agrónomo
Agroecología
Universidad Católica del Maule*

MANEJO ORGÁNICO DE ENFERMEDADES

Andrés France I.

El manejo orgánico de enfermedades debe estar sustentado en una estrategia que incluya varias prácticas culturales que, en su conjunto, permitan convivir con las enfermedades sin causar daño económico, en lugar de tratar de erradicarlas con la sustitución de productos químicos por otros de tipo biológico. Diferentes tipos de prácticas culturales se utilizan con este fin. Muchas de ellas son parte del manejo agronómico normal de un cultivo orgánico como, por ejemplo, el uso de rotaciones, variedades resistentes, camellones, camas altas, cultivos asociados, enmiendas orgánicas y sanitización, entre otras.

Desde el punto de vista sanitario, antes de plantar un cultivo orgánico se debe pensar en la mejor forma de prevenir el desarrollo de enfermedades, ya que ciertas omisiones pueden causar importantes pérdidas o situaciones imposibles de manejar posteriormente. Algunas de estas estrategias se exponen a continuación.

4.1. Uso de variedades resistentes

La mejor estrategia de control de enfermedades es el uso de variedades resistentes, tanto desde el punto de vista sanitario como económico. A pesar que las variedades resistentes son más caras, frente a la presión del patógeno al cual es resistente, resultará ser la forma más económica de defenderse de la enfermedad. El problema es que no siempre existen variedades resistentes para cada una de las posibles enfermedades, pero en caso contrario, hay que preferirlas. Por ejemplo, variedades de frambuesa o arándanos resistentes a *Botrytis cinerea*, manzanos resistentes a *Venturia*, porotos resistentes a virus, etc.

4.2. Rotación de cultivos

Las rotaciones tienen su mejor resultado cuando los patógenos son específicos a una especie en particular. En esos casos, el cambio de cultivo producirá una marcada disminución del inóculo del organismo causal de la enfermedad. En general, mientras más alejadas en el tiempo se ubiquen en la rotación las especies huésped del patógeno, mejor control se puede lograr; por ejemplo, la rotación de cultivos de hoja ancha con gramíneas es una práctica común que permite romper el ciclo de las enfermedades. El problema ocurre cuando los patógenos son poco selectivos y afectan diferentes especies, complicando la rotación de cultivos, o cuando se establece un cultivo persistente como los frutales. En este último caso, los patógenos se establecen principalmente en el suelo y terminan destruyendo el cultivo, si no existen medidas para mitigar su desarrollo. Un claro ejemplo es el aumento de los nemátodos fitoparásitos en el suelo con los cultivos persistentes, los que llegan a tal nivel que no permiten el normal desarrollo y función de las raíces.

4.3. Drenaje

Antes de establecer un cultivo, y en particular un frutal, hay que asegurarse que el suelo tenga buen drenaje. Esto no sólo favorece el normal desarrollo de las raíces, sino que también evita tener problemas con patógenos del suelo que afectan sistemas radiculares en estrés por la escasez de oxígeno en las raíces. Un suelo con mal drenaje termina matando las plantas por falta de oxigenación de raíces y/o por problemas de hongos del suelo (Fotos 4.1. y 4.2.). Los principales organismos que se benefician con el exceso de humedad son los Oomycotas, tales como *Phytophthora* y *Pythium*, los que provocan pudriciones de raíces y cuello. Como regla general, no se debe cultivar si no se puede drenar.

4.4. Uso de camellones

Importantes enfermedades radiculares se ven beneficiadas cuando el exceso de humedad, producto de los riegos o lluvias, alcanza a la zona del cuello de las plantas, como ocurre con *Phytophthora*. Una forma de escapar de este

problema es el uso de camas altas o camellones (Fotos 4.3. y 4.4.), lo cual permite un cultivo más sano y libre de enfermedades del cuello, junto con mejorar la porosidad y fertilidad al acercar suelo superficial a la zona de mayor cantidad de raíces. Esta práctica es una buena forma de escapar del ataque de *Phytophthora*.

4.5. Solarización

Este método por el cual se captura en el suelo la energía calórica del sol, consiste en mullir bien el suelo, mojarlo a capacidad de campo y luego cubrirlo con un plástico transparente. El plástico deja pasar los rayos de onda corta del sol, pero atrapa los de onda larga que devuelve al suelo; estos últimos son calóricos y producen el calentamiento del mismo. La humedad actúa como conductor del calor y permite que este calentamiento se produzca en profundidad. La solarización permite remplazar la fumigación de suelo con bromuro de metilo u otros químicos, controlando patógenos del suelo como hongos y nemátodos. Además, permite que se reproduzcan los organismos termófilos, entre los cuales se encuentran importantes controladores de enfermedades. Sin embargo, la principal dificultad de este método es su dependencia del sol, que lo limita a realizarse sólo durante los meses de verano.

4.6. Enmiendas orgánicas

Este tipo de enmienda, que constituye la forma más antigua de fertilización de las plantas, lamentablemente fue dejada de lado por el uso de fertilizantes concentrados. Sin embargo, la mayor facilidad para fertilizar las plantas produjo una importante reducción de las poblaciones y de la biodiversidad microbiana, debido a la falta de sustrato para el crecimiento de dichos microorganismos que ayudaba a mantener la sanidad de los suelos. El uso de materia orgánica es la base del control biológico de enfermedades radiculares y, en menor medida, de las que afectan el follaje. Sin ella, el manejo y control de enfermedades será difícil de lograr. Lo anterior tiene su mayor expresión en el control de nemátodos fitoparásitos, los que son incluso más afectados con la agregación de materia orgánica al suelo que con el uso de nematicidas químicos.

4.7. Uso de cubiertas

Las cubiertas persiguen crear una barrera a la luz para impedir la aparición de malezas. Además, algunos de los materiales que se pueden utilizar tienen propiedades antagonicas contra las enfermedades de las raíces, como el caso de las cortezas de árboles o pajas (Foto 4.5.). Éstas impiden el salpicado de las gotas de lluvia al formar una barrera entre el suelo y el agua superficial con las hojas y frutos, disminuyendo enfermedades foliares o la contaminación con hongos del suelo, tal como ocurre con *Phytophthora* y *Verticillium*.

4.8. Deshojes

La eliminación de hojas durante el desarrollo del cultivo, en especial para el caso de ciertos frutales, puede mejorar la ventilación o disminuir el sustrato del cual se están alimentando o reproduciendo ciertos patógenos. Es práctica habitual la remoción de hojas sobre el racimo en parronales, con el objeto de disminuir la incidencia de la pudrición gris (*Botrytis cinerea*) en uva. Otro ejemplo es la remoción de las hojas basales de la frambuesa (Foto 4.6.), con el objeto de mejorar la ventilación y eliminar las hojas viejas que son más susceptibles a la roya (*Pucciniastrum americanum*) y el oídio (*Sphaerotheca macularis*).

4.9. Eliminación de residuos

Los residuos de cosecha, hojas, restos de poda u otros tejidos, pueden ser importantes sustratos para la multiplicación o refugio de patógenos. En algunos casos, estos residuos sirven para completar los ciclos biológicos, formándose los estados de resistencia o estructuras sexuadas, que posteriormente se transformarán en inóculo primario al comienzo de la temporada de crecimiento. Por ejemplo, la Sarna del manzano (*Venturia inaequalis*) completa su ciclo sexuado en las hojas que permanecen durante el invierno en el suelo; la pudrición morena del cerezo y otros frutales de carozo (*Monilia laxa*) inverna en los frutos momificados que quedan en el árbol o el suelo (Foto 4.7.); las múltiples enfermedades de la madera de frambuesas y arándanos, como por ejemplo, el tizón de la yema (*Didymella applanata*) o la muerte regresiva

(*Phomopsis vaccinii*) completan sus ciclos o pasan el invierno en los restos de podas que yacen sobre el suelo (Foto 4.8.).

Los residuos del cultivo que quedan al término de la temporada deben ser manejados lo antes posible y no ser dejados durante el invierno sin tratar. La forma más conveniente es fabricar compost con ellos, ya que las altas temperaturas que se producen durante este proceso de fermentación aeróbica terminan por matar a los organismos patógenos. Este proceso sirve, además, para producir fertilizantes orgánicos, los que serán devueltos como compost al suelo.

4.10. Uso de productos permitidos

Como complemento a las prácticas anteriores, existen varios productos que la norma chilena de producción orgánica permite utilizar. Éstos deben cumplir el requisito que no provengan de la síntesis química o de organismos modificados genéticamente, y que “aumenten y/o conserven la biodiversidad”. Sin embargo, son cuestionables algunos productos permitidos, como los cúpricos (Caldo Bordelés, Caldo Borgoñón) y el polisulfuro de calcio, los cuales son biocidas de amplio espectro que, al ser aplicados, eliminan organismos dañinos y benéficos, lo que se debe tener en cuenta para evitar su uso indiscriminado.

El listado de productos y procedimientos permitidos, de acuerdo a la Norma Chilena 2439 “Producción orgánica – Requisitos” se indican en el Cuadro 4.1. Además, se agrega su efecto sobre los patógenos, algunas observaciones y ejemplos de uso. Cabe mencionar que estos efectos no siempre son del todo específicos, porque algunos pueden tener acción directa y otros modificar el ambiente o favorecer competidores con los cuales interactúan los patógenos.

Cuadro 4.1. Productos y procedimientos permitidos, efecto sobre los patógenos, observaciones y ejemplos de uso.

PRODUCTO	EFEECTO SOBRE PATÓGENOS	OBSERVACIONES	EJEMPLO DE USO
Aceites vegetales y minerales	Actúan indirectamente como barreras entre los tejidos de las plantas y los propágulos de patógenos que intentan ingresar a la planta.	Las esporas de los hongos son lipofílicas, por lo que son afines a los aceites. En pequeñas cantidades se usan para protegerlos y en exceso no les permite la inoculación.	Como complemento al control de <i>Botrytis</i> , <i>Monilia</i> , <i>Oidium</i> y hongos que afectan a la madera.
Ácidos	El más utilizado es el ácido fosforoso, el cual inhibe la producción de zoosporas de los Oomycotas, disminuye el desarrollo de estos organismos y estimula a la planta a defenderse.	Pueden resultar tóxicos para las plantas, por lo que se debe evitar las dosis altas. También su uso continuo afecta el pH del suelo.	Control de <i>Phytophthora</i> u otros Oomycotas de suelo con ácido fosforoso.
Alcohol	Produce una fuerte deshidratación de los microorganismos por su afinidad con el agua.	No tiene uso de campo, pero sí eventualmente en postcosecha y desinfección de herramientas.	Para desinfección de fruta y recipientes.
Algas y sales marinas	Las algas estimulan el desarrollo de las plantas y estimulan los mecanismos de defensa de los patógenos. Las sales marinas en solución acuosa se disocian y liberan el ion cloro que es un poderoso oxidante.	Generalmente los extractos de algas se comercializan para estimular crecimiento y recuperación de raíces dañadas, por su gran concentración de hormonas vegetales y moléculas orgánicas.	Sumergiendo raíces o aplicaciones al inicio de cada temporada de crecimiento.

Continuación Cuadro 4.1.

PRODUCTO	EFECTO SOBRE PATÓGENOS	OBSERVACIONES	EJEMPLO DE USO
Atmósfera controlada y modificada	La modificación de la atmósfera, disminuyendo el oxígeno y aumentando los gases inertes, reduce la respiración y tasa metabólica, inhibiendo el crecimiento de los patógenos y el de senescencia de los tejidos vegetales almacenados.	Se requiere de cámaras o envases especiales para modificar atmósfera, por lo cual su utilidad está en el control de enfermedades de post cosecha.	Cámaras de atmósfera controlada o modificada para el almacenamiento de fruta.
Azufre	Interfiere con el mecanismo de respiración de los hongos. Los grados de susceptibilidad dependen del grado de absorción al producto.	Uno de los productos más antiguos en el control de enfermedades, formulado como polvo seco, pasta o polvo mojable.	Control de oidios, antracnosis, cloca, mildiú en vides, frutales de carozo, frambuesas, hortalizas y sarna del manzano.
Bicarbonato de sodio o potasio	Inhiben la germinación de las esporas.	Los bicarbonatos se han utilizado para el control de oidios y <i>Botrytis</i> en plantas ornamentales y en algunas hortalizas. Para un mejor efecto deben ser aplicados con aceite.	Control de oidios, royas y <i>Botrytis</i> en frutales, hortalizas y ornamentales.

Continuación Cuadro 4.1.

PRODUCTO	EFECTO SOBRE PATÓGENOS	OBSERVACIONES	EJEMPLO DE USO
Caldo Bordelés	Absorción y acumulación de cobre, produciendo denaturación de algunas proteínas.	Probablemente es el producto con mayor adherencia al follaje, incluso al lavado por lluvias. Sin embargo, puede resultar fitotóxico para algunos tejidos sensibles, como las flores, y por acumulación de producto.	Su primer uso fue el control del mildiú de la vid. Hoy en día se usa para control de royas, enfermedades bacterianas y de la madera como el cancro Europeo.
Caldo Borgoñón	Tiene el mismo principio activo que el Caldo Bordelés.	Difiere del anterior en que se utiliza carbonato de sodio en lugar de carbonato de calcio. La ventaja es que tiene mejor adherencia que el Caldo Bordelés, pero puede ser más fitotóxico.	Las mismas recomendaciones que para el Caldo Bordelés.
Jabón potásico	Permite descomponer la cápsula proteica que protege a los virus.	También se puede utilizar para la preparación del Caldo Bordelés en reemplazo de la cal (para 1 kg de sulfato de cobre se requiere 1,5 kg de jabón).	Para la desinfección de tijeras o herramientas.

Continuación Cuadro 4.1.

PRODUCTO	EFEECTO SOBRE PATÓGENOS	OBSERVACIONES	EJEMPLO DE USO
Luz ultra violeta	Daña los ácidos nucleicos de la célula, impidiendo su normal reproducción.	También afecta a otros organismos, incluyendo al hombre, por lo cual se debe utilizar dentro de cámaras protegidas.	Para el control de enfermedades de post cosecha.
Oxícloruro de cobre y óxidos cuprosos	Actúa igual que el Caldo Bordelés	Tienen la ventaja sobre el Caldo Bordelés que son más fáciles de usar y menos corrosivos.	Las mismas recomendaciones que para el Caldo Bordelés.
Permanganato de potasio	Acción cáustica sobre los microorganismos.	En el pasado se ha utilizado en mezcla con cloruros para el control de oidios.	Desinfección de herramientas.
Polisulfuro de calcio	Actúa al igual que el azufre y también tiene acción cáustica.	Es muy fitotóxico, por lo cual sólo se recomienda en dormancia de frutales.	Control de sarna del manzano, mildiú de la vid y el oidio.
Propóleos	Por antibiosis inhibiendo el desarrollo de microorganismos en general.	Producto elaborado por las abejas que les sirve para inhibir el crecimiento de microorganismos en la colmena.	Podría servir para el control de diversas patologías, pero falta estudiar mejor las potencialidades de sus usos.

Continuación Cuadro 4.1.

PRODUCTO	EFEECTO SOBRE PATÓGENOS	OBSERVACIONES	EJEMPLO DE USO
Tratamientos térmicos	Coagulación de las proteínas y destrucción de células.	Forma muy efectiva de eliminar microorganismos, puede lograrse a través de la generación de vapor, agua caliente y solarización.	Para la desinfección de sustratos de plantación, suelos para viveros y embalajes de productos.
Vinagre	Afecta el desarrollo de los microorganismos al no poder adaptarse al cambio brusco de la acidez.	Para la desinfección de contenedores y superficies.	Poco práctico para aplicar sobre las plantas.

Fuente: ININ, 2004.

Además del listado anterior, la norma chilena permite el uso de hidrolizados de pescados, moluscos o crustáceos, dentro de los cuales se puede nombrar el quitosano que corresponde a quitina soluble. Este producto sirve como complemento de tratamientos con organismos quitinolíticos, que utilizan la quitina como alimento, dentro de los que se destacan los Actinomycetes y el *Trichoderma*. Evaluaciones realizadas en laboratorio y campo permiten concluir que la combinación de ambos aumenta los propágulos del hongo que son estructuras que les permite multiplicarse *Trichoderma* (Figura 4.1.) y probablemente persistir por mayor tiempo, lo que hace aconsejable su aplicación como complemento para este tipo de organismos.

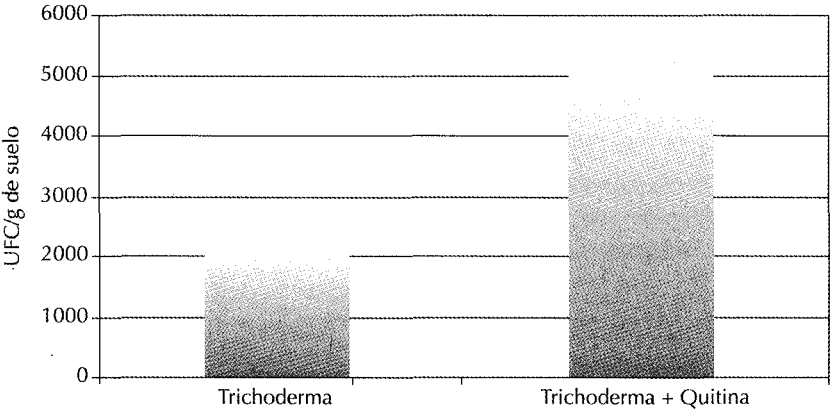


Figura 4.1. Efecto de la aplicación de quitina en el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) del hongo *Trichoderma*.

4.11. Organismos de control biológico.

Las enfermedades, además, pueden ser controladas con otros microorganismos que utilizan a los patógenos como sustratos de alimentación y reproducción. La principal ventaja de este tipo de control es que los organismos benéficos se reproducen sobre los patógenos, pudiendo renovar su inóculo; esta ventaja no la tiene ninguna otra alternativa de control, incluido los productos químicos. El mantener un organismo benéfico que se renueva constantemente significaría, en teoría, eliminar el causante de la enfermedad, o al menos mantenerlo en un nivel en el cual no causa daño económico. Esta forma de supre-

sión de enfermedades es más factible de lograr en el suelo, donde el ambiente es más estable, pero también se puede lograr en el follaje.

Para conseguir un control permanente en el tiempo es fundamental contar con suministro de nutrientes para los períodos en los cuales el patógeno susceptible no está presente. En el caso de los tratamientos al suelo, el principal sustrato alternativo lo constituye la materia orgánica. Por consiguiente, las aplicaciones de compost son la base del sistema de control de enfermedades y no sólo se debe valorar por el aporte de nutrientes a la planta. En la parte aérea resulta más difícil mantener organismos benéficos por largo tiempo debido, principalmente, al efecto de la radiación ultravioleta; de allí que sea importante que las formulaciones de organismos vivos lleven algún tipo de protección como son los protectores solares o aceites minerales y vegetales porque, de lo contrario, la sobrevivencia de los microorganismos aplicados al follaje no supera los 7 días (Figura 4.2).

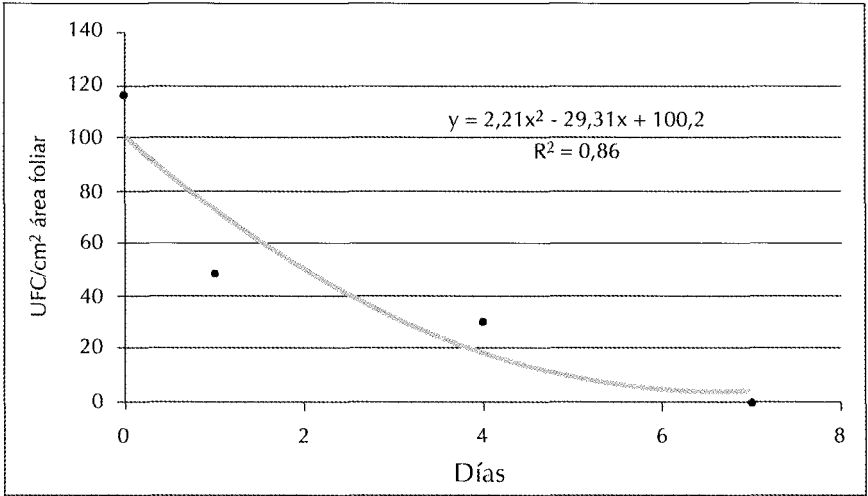


Figura 4.2. Número de unidades formadoras de colonias de *Trichoderma* aplicadas sobre el follaje de frambuesa a través del tiempo (fecha de aplicación 21 de enero).

No es posible incluir un listado completo de los organismos de control biológico de enfermedades que se comercializan en el mundo, pero sí se puede mencionar aquellos que son más frecuentemente utilizados (Cuadro 4.2.).

Cuadro 4.2. Organismos mas comunes para el control biológico de enfermedades.

ORGANISMO	NOMBRES COMERCIALES	USOS	OBSERVACIONES
<i>Agrobacterium radiobacter</i>	Galltrol, Norback, Diegall, NoGall	Control de agallas del cuello en forma preventiva.	Se comercializa en Chile bajo el nombre de Galltrol
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	AQ 10	Control de oidios	Tiempo atrás fue registrado en Chile, pero no se llegó a comercializar.
<i>Arthrobotrys robusta</i>	Royal 300	Registrado para el control de nemátodos.	No se comercializa en Chile.
<i>Arthrobotrys superba</i>	Royal 350	Registrado para el control de nemátodos.	No se comercializa en Chile.
<i>Bacillus subtilis</i>	Kodiak, Epic, Serenade	Para el control de <i>Botrytis</i> y oídio.	En Chile se encuentra el Serenade.
<i>Burkholderia cepacia</i>	Deny, Blue Circle, Intercept, Leone	Para el control de enfermedades de post cosecha.	No se comercializa en Chile.

Continuación Cuadro 4.2.

ORGANISMO	NOMBRES COMERCIALES	USOS	OBSERVACIONES
<i>Coniothyrium minitans</i>	Coniothyrin	Para el control de enfermedades del follaje.	No se comercializa en Chile.
<i>Enterobacter aerogenes</i>	B8	Para el control de enfermedades de post cosecha.	No se comercializa en Chile.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Fusadlean	Controla enfermedades radiculares producidas por <i>Fusarium</i> .	No se comercializa en Chile.
<i>Gliocladium virens</i>	Gilo Gard, SoilGard	Control de enfermedades radiculares.	No se comercializa en Chile.
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	Fruitsan	Para el control de enfermedades como <i>Botrytis</i> .	Se comercializa en Chile.
<i>Myrothecium verrucaria</i>	Di Tera	Para el control de nemátodos del suelo.	Se comercializa en Chile.

Continuación Cuadro 4.2.

ORGANISMO	NOMBRES COMERCIALES	USOS	OBSERVACIONES
<i>Peniophora gigantea</i>	RotStop	Control de enfermedades radiculares.	No se comercializa en Chile.
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	BioCoat, Dagger, Conquer, Victus	Prevención del mal del pie del trigo y enfermedades bacterianas.	No se comercializa en Chile.
<i>Pythium oligandrum</i>	Polygandron	Prevención de caída de plántulas.	No se comercializa en Chile.
<i>Streptomyces griseovirides</i>	Mycostop	Control de enfermedades radiculares.	No se comercializa en Chile.
<i>Trichoderma viride</i> T. harzianum, T. polysporum, T. hamatum	F-Stop, Trichodex, Supravit, RootShield, Planter Box, Promote Binab T, Grey Gold	El principal organismo utilizado en control biológico de enfermedades, presenta gran versatilidad de uso en suelo y follaje.	En Chile existen productos importados y al menos 5 empresas que lo producen.
<i>Verticillium lecanii</i>	Mycotal, Vertalec	Para el control de verticilosis y otras enfermedades de raíces.	No se comercializa en Chile.

En Chile existe una industria emergente de productos de origen biológico para el control de enfermedades, la que aún tiene que desarrollarse para que sea una alternativa válida a los productos de síntesis química. La totalidad de los productos biológicos nacionales se producen en pequeñas empresas que, eventualmente, debieran crecer, en la medida que sus productos sean de buena calidad y sean aceptados por el agricultor. Quizás el mayor problema es la falta de registros ante el SAG, lo cual limita en parte la mayor difusión y control de calidad.

Pretender controlar las enfermedades de las plantas sólo con el listado anterior no es factible en la mayoría de los casos. Por consiguiente, no se pueden olvidar las buenas prácticas agrícolas y el listado de manejo agronómico preventivo que se menciona en este capítulo, así como las que se describen a lo largo de este boletín.

LITERATURA CONSULTADA

Agrios, G. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press, California, USA. 635 p.

Akhtar, M. 2000. Effect of organic amendments in soil on nematode communities and plant growth. Soil Biology and Biochemistry 32:573-575.

Attrra. 2005. <http://attra.ncat.org/>. Consultado Agosto del 2005.

Cisternas, E.; France, A.; Devotto, L. y Gerding, M. 2000. Insectos, ácaros y enfermedades asociadas a la frambuesa. Boletín INIA N°37. 125 p.

Dissanayake, N. and Hoy, J. 1999. Organic material soil amendment effects on root rot and sugarcane growth and characterization of the materials. Plant Disease 83:1039-1046

Elli, M.; Wilcox, W. and Madden, L. 1998. Efficacy of metalaxyl, fosetyl aluminum and straw mulch for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. Plant Disease 82:329-332.

Erwin, D. and Ribeiro, O. 1997. Phytophthora diseases worldwide. APS Press, St. Paul, MN, USA. 562 p.

Hall F. and Menn, J. 1999. Biopesticides use and delivery. Methods in biotechnology N°5. Humana Press. Totowa, NJ, USA. 626 p.

INN. 2004. Producción orgánica – Requisitos. Norma chilena oficial NCh 2439.0f2004. Instituto Nacional de Normalización. INN-Chile.

Khetan, S. 2001. Microbial pest control. Marcel Dekker, New York, USA. 300 p.

Kimpinski, J.; Gallant, C.; Henry, R.; Macleod, J.; Sanderson, J. and Sturz., A. 2003. Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yields of potato and barley: A 7-year study. Journal of Nematology 35:289-293.

Montealegre, J.; Diaz, R.; Sepúlveda, G. y Sackenheim, R. 1998. Uso de la solarización en el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en el valle de Azapa, primera región de Chile. Investigación Agrícola 18:17-24.

Narea G. y Valdivieso, C. 2002. Agricultura orgánica. Situación actual, desafíos y técnicas de producción. Impresos L. Flores, Santiago, Chile. 150 p.

Thurston, D. 1992. Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems. Westview Press, Colorado, USA. 279 p.

Wilcox, W.; Pritts, M. and Kelly, M. 1999. Integrated control of *Phytophthora* root rot of red raspberry. Plant Disease 83:1149-1154.



Foto 4.1. Plantación dañada por mal drenaje y hongos del suelo.



Foto 4.2. Pudrición de raíces por complejo de patógenos radiculares.



Foto 4.3. Camellones en arándanos.



Foto 4.4. Camellones en frambuesa para evitar *Phytophthora*.



Foto 4.5. Cubierta a base de corteza de pino.



Foto 4.6. Deshoje de cañas de frambuesas para mejorar ventilación y controlar roya y oídio.



Foto 4.7. Fruto momificado de durazno, causado por *Monilia*.



Foto 4.8. Residuos de podas que facilitan la permanencia de patógenos de la madera.

Capítulo 5

MANEJO DE PLAGAS EN SISTEMAS ORGÁNICOS

Autor

*Marcos Gerding P.
Ingeniero Agrónomo, M. S.
Control Biológico
INIA Quilamapu*

Consultores Técnicos

*Ernesto Cisternas A.
Ingeniero Agrónomo
Entomología
INIA Remehue*

*Patricia Estay P.
Ingeniero Agrónomo, M.S.
Entomología
INIA La Platina*

MANEJO DE PLAGAS EN SISTEMAS ORGÁNICOS

Marcos Gerding P.

Los sistemas de producción orgánica buscan crear un equilibrio entre la producción agrícola y el medio ambiente, a través del uso restringido de insumos que lo afectan e inciden negativamente sobre la biodiversidad y la salud humana. Existe una tendencia, de los productores orgánicos, a transformarse a una agricultura de sustitución de insumos, es decir, reemplazan un producto prohibido por uno aceptado por las normas de producción orgánica. Esta modalidad no va acorde con los principios de la agricultura orgánica, ya que no propende a la mantención de un equilibrio en la naturaleza, sino que sólo tiende a mantener al cultivo libre de plagas con fines comerciales, pero no logra establecer un balance entre los organismos presentes en el lugar.

Las alternativas al control convencional de plagas apuntan a la utilización de diferentes tácticas que minimicen el riesgo de reducción de los rendimientos y pérdida de calidad de los productos, junto con obtener un equilibrio entre los organismos que interactúan en el sistema. Existen muchas técnicas y métodos de control de plagas simples como: la eliminación manual de la especie plaga que, cuando es posible realizarla, ayuda a bajar sus poblaciones; la preparación de suelo; ajuste de las épocas de siembra y transplante; etc. Todos estos métodos son útiles en presencia de bajas poblaciones del insecto plaga, ya que en agricultura orgánica no se intenta eliminar completamente el insecto, sino reducirlo bajo el umbral de daño económico.

Las estrategias y tácticas de manejo de plagas en agricultura orgánica se pueden diferenciar en métodos de control cultural, control genético, control biológico y el uso de productos de origen natural que afecten a los insectos plagas, también llamados biocidas.

5.1. Control cultural

El manejo de los cultivos, cuyo resultado es la eliminación de una plaga, maleza o enfermedad, es conocido como control cultural. En muchas ocasiones el objetivo de la actividad no es controlar al insecto, pero esto ocurre como resultado indirecto. Así, por ejemplo, la preparación de suelos en los cultivos anuales realiza un control de insectos ya sea por la acción del equipo, por la depredación de pájaros o por desecación del organismo. Algo similar ocurre con las malezas y con las enfermedades, al ser afectadas por los rayos ultra violeta. Una adecuada rotación de cultivos permite la eliminación de ciertas malezas y el retardo de algunas enfermedades en el suelo.

Las medidas de control cultural son acciones que se han desarrollado desde hace largo tiempo (200 años AC). Los chinos utilizaban cañas de bambú para permitir el paso de depredadores de un árbol a otro y así promover el control natural. En nuestra agricultura nacional, en los años setenta se determinó que la época de siembra en trigo no debería realizarse después de agosto para evitar pérdidas por causa de los pulgones del trigo y de la virosis del enanismo amarillo de la cebada.

Existe una variada gama de situaciones en donde prácticas destinadas a solucionar problemas de otra índole han permitido un control indirecto de los insectos plaga. En frutales, por ejemplo, la modificación de la densidad de plantación y la dirección de la hilera de plantación, diseñada para otorgarle más luz al frutal, alteran la temperatura y humedad en el huerto, afectando el ciclo de los insectos plaga. Las podas intensas de formación del árbol, con las que se permite una mejor aireación y efecto del sol en las partes internas del árbol, eliminan estadios invernantes de plagas y enfermedades. Del mismo modo, las cortinas corta viento sirven, en algunos casos, de barrera a la entrada de insectos alados.

Las cubiertas vegetales del suelo evitan la erosión, mejoran la fertilidad, la infiltración del agua y evitan el polvo en la fruta, a la vez que permiten el refugio invernal de enemigos naturales. El uso de cubiertas vegetales muertas, como paja, junto con mantener la humedad del suelo, disminuye su temperatura y, con ello, el desarrollo de malezas y enfermedades; pero en algunos casos puede favorecer la multiplicación y/o sobrevivencia de larvas de insectos.

Es común que las cubiertas vegetales de praderas o pastos naturales sirvan de refugio como fuente de alimento para los enemigos naturales durante el invierno, cuando la plaga aún está en niveles muy bajos de población. Además, sus raíces sirven también de alimento alternativo para las plagas de las raíces de los frutales (gusanos blancos), distrayendo de esta forma la acción negativa sobre el frutal.

A través de las tácticas del control cultural también es posible realizar prácticas directas, aceptadas en agricultura orgánica, cuyo objetivo principal es evitar el ingreso de una plaga al sector de cultivo. Es el caso del uso de plantas trampas que atraen y otorgan un lugar de refugio a los insectos siendo, de esta forma, más fácil controlarlos en un espacio reducido. Con la misma intención se encuentran las barreras físicas fabricadas especialmente para atrapar insectos o evitar su avance (Foto 5.1.); las zanjas y mallas que impiden o dificultan el paso de los insectos caminantes; las feromonas, es decir, hormonas que atraen y producen confusión en los insectos evitando su multiplicación; las trampas de color con sustancias pegajosas o fototrópicas (Foto 5.2.) para atraer insectos voladores como polillas y pololos (ambos tipos de trampas se utilizan tanto para la detección, como para disminuir las poblaciones de los insectos plaga).

Los cordones biológicos son áreas intercaladas entre los frutales o hileras de cultivos que se utilizan de la misma forma que las cubiertas vegetales, otorgando un lugar de refugio y alimentación a los enemigos naturales, permitiéndoles avanzar por el cordón y distribuirse con más facilidad en todo el potrero. Además, es posible introducir en ellos insectos plaga exclusivos de las plantas establecidas en el propio cordón, para que comparta el enemigo natural necesario en el cultivo, de manera que, una vez consumida la plaga presente en el cordón, se trasladen a la plaga del cultivo que interesa proteger. Por ejemplo, es posible realizar la crianza del pulgón verde del trigo para que sea parasitado por el parasitoide *Aphidius colemani* que, a su vez, parasita el pulgón del duraznero (*Mvzus persicae*).

5.2. Control genético

Control genético es la utilización, por parte del hombre, de las características propias de la especie vegetal para la creación de variedades resistentes o tole-

rantes a plagas. Tradicionalmente, el objetivo del mejoramiento vegetal ha sido la producción de nuevas variedades con el fin de incrementar su rendimiento, calidad y resistencia a plagas y enfermedades. En Chile, por años el INIA y otras instituciones han creado nuevas variedades de trigo, maíz, porotos, lentejas, alfalfa, arroz, entre otros, a las cuales se les ha agregado, a través de cruzamientos dirigidos, características beneficiosas para el cultivo. Entre éstas destaca la resistencia a enfermedades, como es el caso del trigo resistente a las royas del trigo, y de la lenteja resistente a la roya de la lenteja. En alfalfa se ha incorporado resistencia al pulgón azul; en ballicas resistencia al gorgojo argentino, entre varios otros ejemplos.

En sistemas productivos orgánicos es fundamental hacer uso de las variedades mejoradas resistentes a los problemas sanitarios más comunes, en el área donde está ubicado el predio. De esta forma, el solo hecho de elegir la variedad adecuada, resistente a determinado problema, puede hacer la diferencia entre el éxito y el fracaso del cultivo.

5.3. Control biológico

El control biológico de insectos consiste en el manejo, por parte del hombre, de organismos vivos para ser utilizados en el control de plagas. Por lo general, los organismos utilizados son altamente específicos, es decir, no son capaces de dañar a otros insectos benéficos, a animales, ni al hombre. El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del Ministerio de Agricultura de Chile se preocupa, permanentemente, de velar por el cumplimiento de las normas que evitan la introducción de agentes que afecten a los insectos benéficos y a los cultivos. En el Control biológico se pueden reconocer tres tipos diferentes de métodos: control biológico clásico o inoculativo, inundativo, e inoculativo estacional.

5.3.1. Control biológico clásico o inoculativo

En este tipo de control se introduce uno o varios enemigos naturales desde una región (país, región o área) a otra diferente, en donde no se encontraba el enemigo natural de interés. Dicha introducción se realiza durante un período

que puede llegar a abarcar varios años, de manera que permita el establecimiento definitivo del agente en el país, región o área.

En la Figura 5.1. se presenta un esquema teórico de la acción del control biológico clásico en que, con la introducción del enemigo natural, se logra que la población de la plaga no vuelva a superar los niveles de daño.

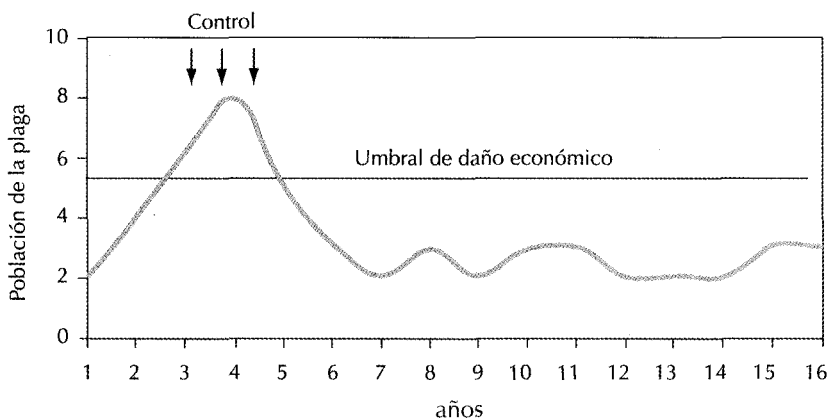


Figura 5.1. Representación teórica de un sistema de control biológico clásico.

Existen muchos casos de control biológico clásico en Chile que han sido exitosos, El ejemplo más trascendental fue el control biológico de los pulgones del trigo, para lo cual se introdujeron, en los años 70, once especies de parasitoides específicos para el control de estos pulgones. Después de unos cinco años se determinó que el control había sido exitoso, y que sólo cinco especies se habían establecido, siendo suficientes para mantener a los pulgones sin causar daño económico hasta la fecha.

5.3.2. Control Biológico Inundativo

Este método es muy utilizado en cultivos de gran rentabilidad. Aquí el agente de control se masifica abundantemente en laboratorios o centros de producción masiva. Su uso se ha extendido esencialmente en cultivos bajo invernadero, y consiste en hacer liberaciones periódicas de enemigos naturales mien-

tras exista la plaga. En Chile este método ha sido poco desarrollado, debido a que hace menos de 10 años que se viene estudiando la masificación y comercialización de enemigos naturales; pero es una muy buena alternativa para el control de plagas como la polilla del tomate, mosquita blanca de los invernaderos, el chape del cerezo, la polilla de la manzana y pulgones. En la Figura 5.2. se puede apreciar que las liberaciones de los agentes de control biológico se realizan periódicamente cuando se incrementa la población de la plaga, con el fin de mantenerla bajo el umbral de daño económico.

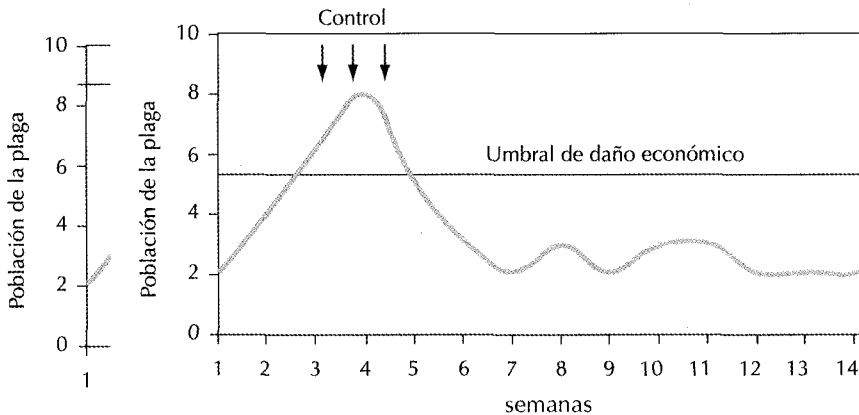


Figura 5.2. Representación teórica de liberación de enemigos naturales en un sistema de control biológico inundativo.

En este tipo de control biológico se introduce un agente de control que no logra establecerse en forma permanente; por lo tanto, cada cierto tiempo debe ser liberado nuevamente al ambiente. Es el caso de los hongos entomopatógenos, los cuales, debido al excelente control que ejercen, al desaparecer del medio su huésped, se reducen notablemente sus poblaciones y es necesario realizar reinfestaciones anuales o bianuales dependiendo del comportamiento de la población plaga.

En la Figura 5.3. se presenta la situación teórica de desarrollo de una plaga controlada mediante agentes que requieren de aplicaciones periódicas, menos frecuentes que en el caso anterior. La frecuencia de estas aplicaciones dependerá del monitoreo y manejo recomendado. Además, se puede apreciar que las liberaciones de los agentes de control biológico se realizan periódicamente, cuando se incrementa la población de la plaga, con el fin de mantenerla bajo el umbral de daño; pero, en este caso, dichas aplicaciones son menos frecuentes que en el control biológico inundativo.

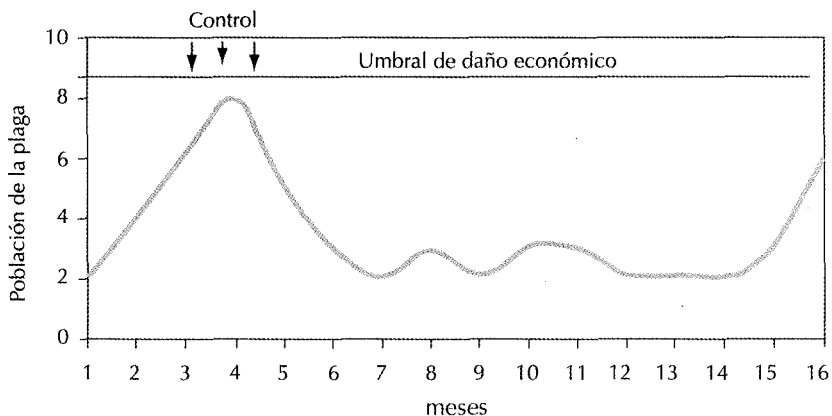


Figura 5.3. Representación teórica del control biológico inoculativo estacional.

El método de control biológico inoculativo estacional se ha utilizado en investigaciones realizadas por INIA Quilamapu para el control de larvas de pololos, cabritos, burritos y capachitos presentes en el suelo en huertos de frutales menores, especialmente en frambuesa y arándano. En un estudio a nivel comercial, anualmente se aplicaron dosis de aislaciones específicas de hongos entomopatógenos para el control del pololito dorado de la frambuesa (*Sericoides viridis*) y se lograron reducciones de la plaga durante dos años consecutivos, tal como se aprecia en la Figura 5.4.

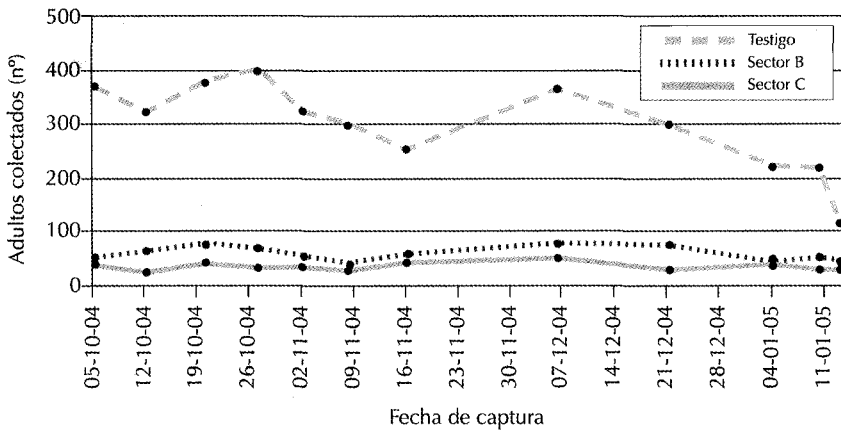


Figura 5.4. Colecta manual del pololito dorado de la frambuesa. En los sectores B y C fueron aplicados dos aislaciones de *Metarhizium anisopliae*.

En la Figura 5.4. se observa claramente que por el hecho de aplicar hongos entomopatógenos específicos al suelo durante el otoño-invierno, se redujo la captura de adultos en la primavera.

También fue posible evaluar el efecto de hongos entomopatógenos en el control del chape del cerezo (*Caliroa cerasi*), en el momento en que el insecto baja al suelo a pupar. En la Figura 5.5. se observa que la emergencia de adultos fue afectada por la aplicación de *Beauveria bassiana* al suelo.

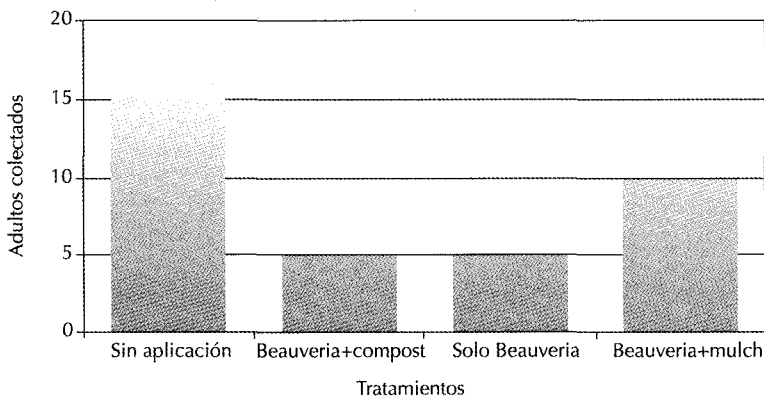


Figura 5.5. Evaluación de emergencia de adultos del chape del cerezo después de aplicar el hongo *Beauveria bassiana* bajo diferentes cubiertas.

Los hongos entomopatógenos son una buena alternativa y complemento de control de plagas presentes en el suelo, sobre todo en cultivos perennes como frutales y praderas en donde no es posible mover el suelo. Su utilización y efecto dependerá de tener aislaciones específicas y eficaces para cada especie plaga, para lo cual se requiere un trabajo previo en la evaluación de la acción de diferentes cepas sobre una amplia gama de plagas.

5.4. Uso de productos de origen natural

Aun cuando INIA Quilamapu todavía no ha incursionado en la evaluación de otras alternativas de control biológico, existen en el mercado productos de origen vegetal o animal (provenientes de insectos) que son factibles de utilizar en el manejo de plagas. Al igual que los insecticidas químicos, estos productos están registrados para el control de ciertas plagas en determinadas épocas del año o de desarrollo de la plaga. Es muy importante que el agricultor respete las indicaciones de las etiquetas (que todo producto debiera tener) ya que su uso equivocado podría tener las mismas consecuencias que un insecticida común.

En la norma chilena 2439 "Producción orgánica - Requisitos" se presentan listados de insumos y procedimientos permitidos para el control de plagas. En el Cuadro 5.1. se resumen aquellos productos que pueden ser utilizados como insecticidas, recomendando su utilización sólo en caso de que las prácticas realizadas en forma preventiva no sean suficientes y las poblaciones de la plaga constituyan un riesgo, ya que la mayoría de ellos son productos de acción sobre los insectos y no tienen un efecto preventivo.

Cuadro 5.1. Productos insecticidas aceptados por la norma chilena "Producción orgánica - Requisitos".

ENOMINACIÓN DEL PRODUCTO	ACCIÓN Y CONDICIONES DE UTILIZACIÓN
Aceites vegetales	Insecticidas, acaricidas, fungicidas e inhibidores de la germinación
Extractos naturales de plantas (ortiga, ají, ajo)	Excluye tabaco
Gelatina	Insecticida
Piretrinas extraídas de crisantemo <i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	Insecticida
Quassia extraída de <i>Quassia amara</i>	Insecticida y repelente
Rotenona extraída de <i>Derris elliptica</i> , <i>Lonchocarpus spp</i> y <i>Thephrosia spp.</i>	Insecticida. Uso sujeto a aprobación por el organismo de certificación
Aceite de parafina	Insecticida, acaricida
Aceites minerales	Insecticida y acaricida
Azufre	Acaricida, repelente y fungicida. Uso sujeto a necesidad reconocida por el organismo de certificación.
Polisulfuro de calcio (sulfuro de cal)	Insecticida, acaricida y fungicida
Sal de potasio rica en ácidos grasos (jabón suave)	Insecticida

Fuente: INN, 2004.

Finalmente, en el manejo de plagas en agricultura orgánica se debe considerar que ningún producto, aunque sea económico y aceptado por las normas de producción orgánica, debiera ser aplicado sin una recomendación técnica basada en un muestreo periódico de las poblaciones y estado de desarrollo de la plaga y del cultivo, ya que de lo contrario puede no tener el efecto esperado.

LITERATURA CONSULTADA

Cisternas, E. y Villagra, M. 2003. Gorgojo argentino de las ballicas *Listronotus bonariensis* ~Kuschel) en la décima región. En: FI gorgojo y el enfófito de las ballicas en la producción bovina de leche y carne en el sur de Chile. Boletín INIA N°100. Ministerio de Agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación INIA Remehue. Osorno. Chile. 2003.

Gerding, M.; Zúñiga, E. Quiroz, C.; Norambuena, H. y Vargas, R. 1989. Abundancia relativa de los parasitoides de *Sitobion avenae* (F) y *Metopolophium dirhodum* (Wlaker) (Homoptera: Aphididae). en diferentes áreas geográficas de Chile. Agricultura Técnica (Chile) 49(2):104-1 14.

INN. 2004. Producción orgánica — Requisitos. Norma chilena oficial NCh 2439.0f2004. Instituto Nacional de Normalización. INN-Chile.

SAG. 2002. Agricultura orgánica. Situación actual, desafíos y técnicas de producción. Servicio Agrícola y Ganadero. Departamento de Protección Recursos Naturales Renovables. Gobierno de Chile. 150 p. Impresos L. Flores. V.



Foto 5.1. Barrera pegajosa para el control de Curculiónidos.



Foto 5.2. Trampa fototrópica, que atrae a los insectos voladores por acción de la luz.