

Manual del manejo orgánico del nogal

Editor: Aart M. Osman

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 454

ISSN 0717-4829

Manual del manejo orgánico del nogal

Aart M. Osman

Ingeniero agrónomo, Dr.

BOLETÍN INIA N° 454

Manual del manejo orgánico del nogal

Aart M. Osman, Gamalier Lemus Sepúlveda, Carlos Ovalle Molina, Ernesto Cisternas Arancibia, Sylvana Soto Alvear, Claudio Cárdenas Catalán, Juan Cisterna Santana, Soledad Espinoza Troncoso, Viviana Barahona Leiva, Fernando Rodríguez Álvarez, Javiera Barcos Muñoz, Patricia Rebufel Álvarez

Cita bibliográfica: Osman, Aart M. (Ed.) 2022. "Manual del manejo orgánico del nogal". Boletín INIA N° 454, 110 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. La Cruz, Región de Valparaíso. Chile.

Director Regional: Jorge Morales Gamboni

Editor: Aart Osman

Comité revisor INIA La Cruz: Eliana San Martín Cerda

© Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, 2022
Ministerio de Agricultura
Centro Regional de Investigación La Cruz
Chorrillos 86
Fono (56-33) 2321780
La Cruz, Región de Valparaíso
Chile

Registro de Propiedad Intelectual: 2022-A-5955
ISSN 0717-4829

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el editor, editores, autor o autores.

Las marcas y nombres comerciales de productos y empresas mencionadas en este boletín, sólo se incluyen por su pertinencia técnica en temas específicos y no representan recomendación de INIA.

Diseño y diagramación: versión productora gráfica SpA.

Cantidad de ejemplares: 500 ejemplares

IMPRESO EN CHILE | PRINTED IN CHILE

Prólogo

El creciente interés de los consumidores por alimentos sanos, que contribuyen a su salud, conjuntamente con una mayor preocupación por el medio ambiente y el cambio climático, se traduce en un aumento sostenido de la demanda por productos orgánicos y en consecuencia el mercado global se ha duplicado durante la última década. La mayor demanda ofrece oportunidades para nuevos productores interesados en la transición hacia un manejo orgánico.

Las nueces son consideradas un alimento saludable por su alto contenido de antioxidantes, ácido graso omega-3 y otros ácidos grasos no saturados, que protegen el cuerpo humano del desarrollo de cáncer y enfermedades cardiovasculares. Estos atributos posicionan a la nuez en un lugar importante y como un producto atractivo para el mercado orgánico. EE. UU. y Alemania, los dos mercados orgánicos más grandes en el mundo, también se encuentran entre los líderes en consumo de nueces.

En el mercado internacional, las nueces chilenas son reconocidas por su alta calidad, siendo Chile uno de los líderes mundiales en volumen de nueces exportadas. La producción de nueces en Chile ha experimentado un fuerte crecimiento, aumentando desde las 80.000 toneladas en 2016 a una proyección productiva de 200.000 toneladas en 2024, logrando alcanzar un valor FOB proyectado de 500 millones de dólares. Sin embargo, solamente alrededor de 0,5% de las nueces exportadas son producidas con un manejo orgánico.

Uno de los impedimentos para la adopción del manejo orgánico por nuevos productores y sus asesores, es la falta de información y conocimiento en Chile sobre las prácticas de manejo de un huerto orgánico de nogales. El manejo de la fertilidad del suelo y de las plagas, y más específicamente las polillas asociadas al nogal (polilla de la manzana y polilla de algarrobo), son temas de mayor incertidumbre. El presente manual aborda estos y otros temas relacionadas con el manejo orgánico. El contenido se generó en el marco del proyecto “Desarrollo de un protocolo para el manejo orgánico del nogal”, financiado por CORFO y ejecutado entre septiembre 2017 y mayo 2021. El proyecto incluyó ensayos y parcelas de validación, que se instalaron en el huerto orgánico de la empresa Geonuts en la comuna de San Bernardo, Región Metropolitana.

Se agradece la colaboración del equipo de Geonuts y el Sr. Francisco Cornejo, asesor en manejo orgánico de la misma empresa, en la implementación de los ensayos realizados en su predio.

Índice

Prólogo	3
Capítulo 1	
Introducción a la agricultura orgánica	13
1.1. ¿Qué es la agricultura orgánica?	13
1.2. El consumo y producción de alimentos orgánicos en el mundo	15
1.3. Nogal y otros frutales orgánicos en Chile	16
1.4. ¿Porqué producir de forma orgánica?	17
Capítulo 2	
El cultivo del nogal	21
2.1. Características del nogal	21
2.2. Clima y Suelo	23
2.3. Importancia económica del cultivo en Chile	24
Capítulo 3	
Manejo orgánico de la fertilidad del suelo en un huerto de nogal	27
3.1. Introducción	27
3.2. Manejo nutricional de un huerto de nogal	29
3.3. Fuentes orgánicas para la fertilización	34
Capítulo 4	
Cubiertas vegetales para un manejo sustentable del suelo en huertos orgánicos de nogal	45
4.1. Introducción	45
4.2. Definición y beneficios de las cubiertas vegetales	46
4.3. Tipos y especies de cubiertas vegetales	47
4.4. Establecimiento de cubiertas vegetales	51
4.5. Manejo de las cubiertas	53
4.6. Las cubiertas vegetales de leguminosas como fuente de nitrógeno	54
4.7. Resultados de la incorporación de cubiertas vegetales en producción orgánica de nogal	57

Capítulo 5

Principales insectos plaga en producción de nueces orgánicas	63
5.1. Introducción	63
5.2. Insectos y ácaros plagas en nogal	63
5.3. Polilla de la manzana <i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus)	65
5.4. Polilla del algarrobo <i>Ectomyelois ceratoniae</i> (Zeller)	74
5.5. Practicas claves de manejo	79
5.6. Galería de Imágenes	81

Capítulo 6

Manejo orgánico de enfermedades en nogal	87
6.1. Introducción	87
6.2. Principales enfermedades del nogal y su manejo orgánico	90

Capítulo 7

Certificación de nueces orgánicas	97
7.1. Antecedentes generales	97
7.2. Principales aspectos de la norma técnica chilenas	98
7.3. Vías de certificación en Chile	103
7.4. El proceso de certificación y sus pasos	106

Índice de figuras

Figura 1.1. Los principios de la agricultura orgánica según los miembros de IFOAM 14

Figura 1.2. El mercado global de productos orgánicos y la superficie bajo producción orgánica certificada 15

Figura 1.3. Países con mayor venta registrada de productos orgánicos en 2018: % participación en la venta total a nivel mundial en el sector retail 16

Figura 3.1. Aplicación de compost 28

Figura 3.2. Residuos para el reciclaje de nutrientes: el pelón y otros restos de la cosecha 35

Figura 3.3. Una pila de compost 37

Figura 3.4. El proceso de vermicompostaje con lombrices en distintos estadios de desarrollo 39

Figura 4.1. Huerto de nogales con una cubierta vegetal 45

Figura 4.2. Cultivo anual de invierno: mostaza 48

Figura 4.3. Cultivo de autosiembra: trébol encarnado 49

Figura 4.4. Cultivo perenne: alfalfa 49

Figura 4.5. Haba, una leguminosa, proveedor de nitrógeno 54

Figura 4.6. Relación entre la producción de biomasa aérea (ton MS/ha) y el N fijado de la atmósfera en la biomasa (kg N/ha), para arveja, lupino australiano, lupino amarillo, lupino blanco, y vicia 55

Figura 4.7. Condiciones de pluviosidad (mm de agua caída) en las dos temporadas en el sitio experimental 58

Figura 4.8. Producción de Materia seca de cubiertas vegetales de alfalfa y leguminosas forrajeras anuales, con 3 dosis de aplicación de compost, en el sistema de producción de nogal orgánico, durante dos temporadas 59

Figura 4.9. Producción de biomasa de cubiertas vegetales de cultivos anuales para abonos verdes en las temporadas 2018/19 y 2019/20 ... 61

Figura 4.10. Arveja como abono verde . 62

Figura 5.1. Estados de vida o metamorfosis de polilla de la manzana. A) Huevo, B) Larvas, C) Pupa y D) Adulto 66

Figura 5.2. Daños en frutos causados por polilla de la manzana 67

Figura 5.3. Curvas de capturas de machos de polilla de la manzana en cuatro sectores cv Chandler con trampas 1X CM. San Bernardo, 2019-2020 68

Figura 5.4. Trampa de monitoreo y piso pegajoso con capturas de polilla de la manzana 69

Figura 5.5. Ciclo de vida de *Goniozus legneri*, ectoparasitoide de polillas en nogal 71

Figura 5.6. Parasitoide de larva (A) *Goniozus legneri* y depredadores (B) *Forficula auricularia*, (C) *Zelus renardii* y (D) Carabido 71

Figura 5.7. Trampas de intercepción de cartón corrugado puesto en tronco 73

Figura 5.8. Curva de capturas en trampa de cartón corrugado de polilla de la manzana en huerto orgánico. San Bernardo, 2019-2020 73

Figura 5.9. Estados de vida o metamorfosis de polilla del algarrobo. A) Huevo, B) Larva, C) Pupa y D) Adulto 75

Figura 5.10. Daños en frutos causados por polilla del algarrobo 76

Figura 5.11. Curvas de capturas de machos de polilla del algarrobo en cv Chandler con trampas Pherocon CARM. San Bernardo, 2020-2021 78

Figura 5.12. Parasitoide de larva (A) *Goniozus legneri* y depredadores (B) *Forficula auricularia* (C) *Zelus renardii* y (D) larva de carabido 78

Figura 5.13. Propuesta de manejo orgánico de polillas con sus alternativas, épocas y estrategias 80

Figura 5.14. Pulgón del nogal *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach). A) Fumagina, B) Ninfas, C) Adultos sanos y parasitados y D) Parasitoide *Trioxys pallidus* 81

Figura 5.15. Escama de San José *Diaspidiotus perniciosus* (Comstock). A) Ramilla atacada, B) Escamas, C) Gorrita negra y D) Depredador larva *Rhizobius lophantae* 81

Figura 5.16. Escama morada del manzano *Lepidosaphes ulmi* Linnaeus. A) Ramilla atacada, B) huevos en escama, C) Escamas parasitadas y D) Parasitoide *Aphytis* sp 82

Figura 5.17. Burrito de la vid *Naupactus xanthographus* (Germar). A) Muestras en hoja por alimentación de adultos, B) Adulto, C) Larva y D) Daño de larva en raíz 82

Figura 5.18. Burrito blanco del poroto *Naupactus leucoloma* Boheman. A) Muestras en hoja por alimentación de adultos, B) Adulto, C) Larva y D) Daño de larva en raíz 83

Figura 5.19. Tijereta europea *Forficula auricularia* L. A) Huevos en suelo, B) Ninfas N1, C) Ninfas N2 y N3 y D) Adultos macho y hembra 83

Figura 5.20. Chanchito blanco A) *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti, B) *P. calceolariae* (Maskell), C) Adulto con orificios de emergencia de parasitoides y D) Muerte por Hongo entomopatógeno 84

Figura 5.21. Burrito de la frutilla *Otiorhynchus rugosostriatus* (Goeze). A) Adulto, B) Larva en suelo, C) Larva y D) pupa 84

Figura 5.22. Taladrador de los brotes Cerambycidae (En identificación). A) y B) Daños en ramilla, C) Larva y D) Adulto 85

Figura 5.23. Avispa Taladradora de los álamos *Tremex fuscicornis* (Fabr.). A) Orificios de emergencia en tronco, B) Hembra, C) Macho y D) Parasitoide *Megarhyssa praeceles* 85

Figura 6.1. Agallas causadas por *Agrobacterium tumefaciens* en plantas de nogal 91

Figura 2. Daño causado por *Phytophthora* spp. en plantas de nogal 92

Figura 6.3. Daño por peste negra en frutos en desarrollo 94

Figura 6.4. Muerte regresiva en nogales causado por *Botryosphaeria* 95

Figura 7.1. Sello oficial de Chile para indicar que se trata de un producto orgánico, ecológico, biológico, "eco" o "bio" 98

Figura 7.2. Organizaciones de Agricultores Ecológicos en Chile desde 2008 a 2020 (Elaboracion SAG) 105

Figura 7.3. Esquema de certificación vía Organismo de Certificación. (Elaboracion SAG) 106

Figura 7.4. Esquema de certificación vía Organizaciones de Agricultores Ecológicos. (Elaboración SAG) 107

Figura 7.5. Periodo de transición y producción paralela 108

Índice de tablas

Tabla 1.1. Superficie bajo manejo orgánico en 2019 de las principales especies frutales en hectárea y como proporción (%) de la superficie total en Chile de cada especie 17

Tabla 3.1. Principales nutrientes, su importancia para el nogal y posibles fuentes 31

Tabla 3.2. Niveles de referencia para el análisis foliar en nogal 32

Tabla 3.3. Características químicas apropiadas del suelo para un huerto de nogal 32

Tabla 3.4. Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a través de la cosecha de un huerto convencional en la Región Metropolitana con una producción de 3500 kg/ha 33

Tabla 3.5. Ejemplos de la composición nutricional enmiendas orgánicas más comunes en Chile 34

Tabla 4.1. Especies y variedades para abonos verdes 50

Tabla 4.2. Mezclas de especies y variedades para cubiertas vegetales de autosiembra 50

Tabla 4.3. Especies, mezclas y variedades de leguminosas y gramíneas perennes y dosis de semilla para cubiertas vegetales en suelos con riego en la entre hilera del huerto 51

Tabla 4.4. Ejemplos del rendimiento de biomasa, contenido y aporte de nitrógeno, en algunas especies de leguminosas en ensayos realizados en Chile 56

Tabla 4.5. Producción, concentración de N, acumulado y fijado desde la atmósfera, en dos cubiertas de vegetales (alfalfa y leguminosas forrajeras anuales) y bajo tres dosis de compost. Temporada 2018/19 y temporada 2019/20 60

Tabla 4.6. Producción de materia seca, contenido de N y N aportado por leguminosas de grano para uso como abonos verdes. Temporadas 2018/19 y 2019/20 61

Tabla 5.1. Listado de insectos y ácaros asociados al nogal bajo sistema de producción convencional y orgánico 64

Tabla 7.1. Uso de extractos naturales, preparados y productos químicos no tóxicos 101

Índice de Autores

Aart M. Osman

Ingeniero Agrónomo, Dr.
Investigador Agroecología y Agricultura
Orgánica
INIA La Cruz
La Cruz, Región de Valparaíso
Chile
aart.osman@inia.cl

Gamalier Lemus Sepúlveda

Ing. Agrónomo, MSc.
Investigador Fruticultura
INIA Rayentué
Rengo, Región de O'Higgins
Chile
gamalierlemus@gmail.com

Carlos Ovalle Molina

Ing. Agrónomo, Dr.
Investigador Ecología de Praderas
INIA La Cruz
La Cruz, Región de Valparaíso
Chile
covalle.inia@gmail.com

Ernesto Cisternas Arancibia

Ingeniero Agrónomo, Dr.
Investigador Entomología
INIA La Cruz
La Cruz, Región de Valparaíso
Chile
ecistern@inia.cl

Sylvana Soto Alvear

Ing. Agrónoma, Dr.
Investigador Fitopatología
INIA La Platina
La Pintana, Región Metropolitana
Chile
sylvana.soto@inia.cl

Claudio Cárdenas Catalán

Ing. Agrónomo
Departamento de Agricultura Orgánica
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
Santiago, Región Metropolitana
Chile
claudio.cardenas@sag.gob.cl

Juan Cisterna Santana

Ing. Agrónomo
Independiente
Concón
Chile
juan.cisternasantana@gmail.com

Soledad Espinoza Troncoso

Ing. Agrónoma, Dr.
Investigador Sistemas Ganaderos
INIA Raihuén (C. E. INIA Cauquenes)
Cauquenes, Región del Maule
Chile
soledad.espinoza@inia.cl

Viviana Barahona Leiva

Ing. Agrónomo, DEA

Investigadora Extensionista Recursos

Forrajeros Secano

INIA Raihuén (C. E. INIA Cauquenes)

Cauquenes, Región del Maule

Chile

viviana.barahona@inia.cl

Fernando Rodríguez Álvarez

Lic. Biología, MSc.

Investigador Entomología

INIA La Cruz

La Cruz, Región de Valparaíso

Chile

frodrigu03@gmail.com

Javiera Barcos Muñoz

Ing. Agrónoma, MSc.

Investigador Fitopatología

INIA La Platina

La Pintana, Región Metropolitana

Chile

javierabarcosm@gmail.com

Patricia Rebufel Álvarez

Técnica Microbiología

Ayudante de Investigación

INIA La Platina

La Pintana, Región Metropolitana

Chile

prebufel@inia.cl

Capítulo 1

Introducción a la Agricultura Orgánica

Aart M. Osman

1.1. ¿Qué es la agricultura orgánica?

Productores orgánicos manejan su predio con el objetivo de producir alimentos sanos de alta calidad y de forma sustentable. Esto implica proteger el medioambiente y los recursos naturales, e incluye rechazar el uso de insumos sintéticos. Se logra mantener la productividad, a través del diseño de un sistema productivo y la aplicación de prácticas de manejo que fomentan los procesos naturales o ecológicos, que regulan, entre otros, la fertilidad del suelo y la sanidad de la plantas.

En Chile, y 95 otros países, la producción y el comercio de productos orgánicos están normados por ley. En términos legales, agricultura orgánica se define como una agricultura que cumple con las norma legal vigente en cada país. En Chile rige la Norma Chilena de Agricultura Orgánica - La Ley 20.089, que crea el Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas. Según la legislación, solamente se puede comercializar productos con la denominación orgánica (incluyendo adjetivos equivalentes como ecológico, biológico, eco y bio) cuando el operador está inscrito en el sistema de certificación (Ver Capítulo 7). La norma chilena tiene homologación oficial con las normas de la Unión Europea, Reino Unido, Suiza y Brasil, por lo cual certificarse bajo la norma chilena, permite también comercializar los productos en estos mercados.

La agricultura orgánica nace hace alrededor de 100 años atrás en distintos lugares del mundo. Sus pioneros eran agricultores y científicos, que compartieron una preocupación por los efectos negativos de la agricultura convencional en los suelos, los ecosistemas y la salud de las personas y del planeta. En 1972, representantes del mundo orgánico fundaron IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*), organización paraguas mundial para el movimiento de agricultura ecológica, la cual representa cerca de 800 afiliados en 117 países. Según los socios de IFOAM, agricultura orgánica es mucho más que cumplir con las normas legales, ya que incluye interiorizarse de los valores y principios que

se comparten entre los integrantes del mundo orgánico. Para articular lo que se entiende por agricultura orgánica, los miembros de IFOAM formularon los siguientes cuatro principios (**Figura 1.1**) (IFOAM; 2005; Luttikholt, 2007):

1. **Principio de salud:** La agricultura orgánica debe sostener y promover la salud de suelo, planta, animal, persona y planeta como una sola e indivisible.
2. **Principio de ecología:** La agricultura orgánica debe estar basada en sistemas y ciclos ecológicos vivos, trabajar con ellos, emularlos y ayudar a sostenerlos.
3. **Principio de equidad:** La agricultura orgánica debe estar basada en relaciones que aseguren equidad con respecto al ambiente común y a las oportunidades de vida.
4. **Principio de precaución:** La agricultura orgánica debe ser gestionada de una manera responsable y con precaución para proteger la salud y el bienestar de las generaciones presentes y futuras y el ambiente.

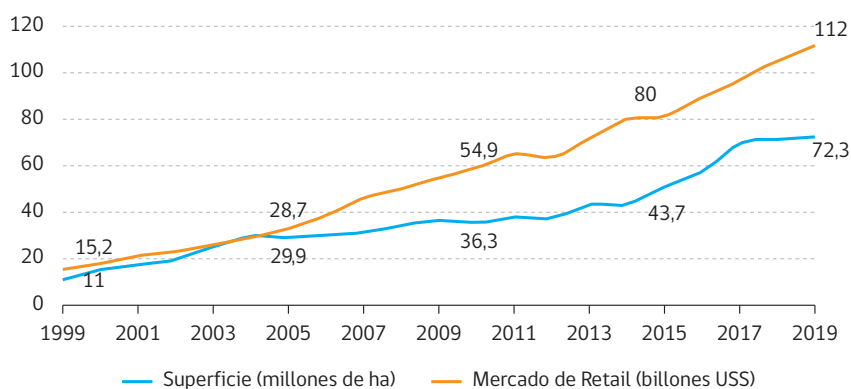
Figura 1.1. Los principios de la agricultura orgánica según los miembros de IFOAM (*International Federation of Organic Agriculture Movements*), organización paraguas para los actores involucrados en la agricultura orgánica (www.ifoam.bio).



1.2. El consumo y producción de alimentos orgánicos en el mundo

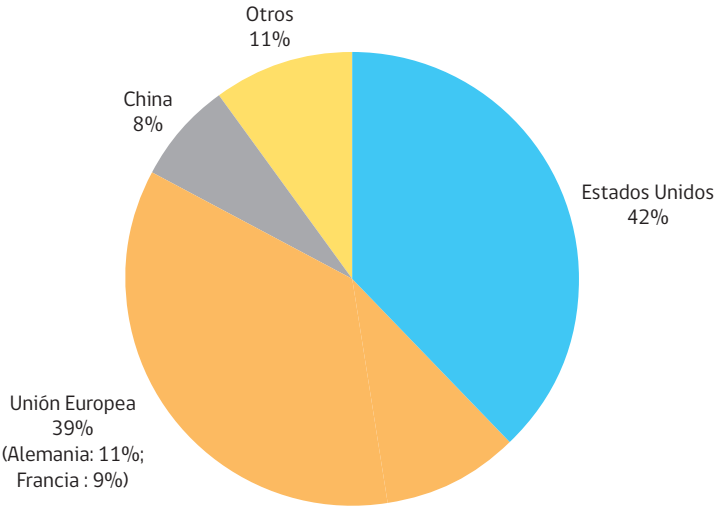
A nivel mundial, desde hace 15 años el mercado orgánico está creciendo de forma constante (**Figura 1.2.**). Con un crecimiento de alrededor de 10% por año, el consumo de productos orgánicos se ha duplicado durante la última década. Durante la pandemia del coronavirus, el crecimiento de la demanda aumentó con una tasa aún mayor, es decir entre 25 y 30% en un gran número de países de distintos continentes con respecto al año anterior (Sahota, 2021). Esta tendencia se debe al aumento de consumidores que buscan alimentos sanos, producidos sin pesticidas y sin contaminar el medio ambiente. Los alimentos orgánicos cumplen con estos requisitos. Como la demanda ha crecido más que la producción, en el mercado internacional se ha producido escasez de productos.

Figura 1.2. El mercado global de productos orgánicos y la superficie bajo producción orgánica certificada (Elaboración de datos de Willer et al., 2021. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2021, y ediciones de años anteriores).



Estados Unidos es el principal mercado para productos orgánicos, seguido por la Unión Europea (UE) (**Figura 1.3.**). Dentro de la UE, Alemania lidera el consumo, seguido por Francia. China ocupa el cuarto lugar. Aunque, los países del hemisferio norte todavía dominan el consumo de alimentos orgánicos certificados, los últimos años el interés en productos orgánicos se ha transformado en un fenómeno mundial. Los datos del mercado chileno son escasos, pero se puede observar la misma tendencia en, por ejemplo, el crecimiento de la oferta de una mayor diversidad de productos en las principales cadenas de supermercados, y el aumento de la visibilidad de las góndolas con productos orgánicos.

Figura 1.3. Países con mayor venta registrada de productos orgánicos en 2018: % participación en la venta total a nivel mundial en el sector retail. Venta total en 2018: 96,7 mil millones de Euro. (Elaboración de datos de Willer et al., 2021).



1.3. Nogal y otros frutales orgánicos en Chile

Preocupación por su salud es el principal motivo por el cual la mayoría de consumidores orgánicos prefiere este tipo de productos. Las nueces son consideradas como un alimento saludable por su alto contenido de antioxidantes, ácido graso omega-3 y otros ácidos grasos no saturados, que protegen el cuerpo humano del desarrollo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y diabetes (Alasalvar et al., 2020). Estos atributos posicionan a la nuez en un lugar importante y como un producto atractivo para el mercado orgánico. EE.UU. y Alemania, los dos mercados orgánicos más grandes en el mundo, también se encuentran entre los líderes en el consumo de nueces.

En Chile, la mayor parte de la producción orgánica está destinada a la exportación. Según el SAG, en 2019 alrededor de 70% de la superficie agrícola certificada como orgánica está plantada con frutales mayores (7726 ha.; incluyendo uva vinífera) y frutales menores (6801). Sin embargo, entre los frutales mayores dominan solamente dos especies: manzano y uva vinífera ocupan 80% de la

superficie plantada con frutales mayores orgánicos. El nogal solamente ocupa 236 ha (**Tabla 1.1**). Implica que 0,6% de la superficie total de nogales en Chile está manejada de forma orgánica.

Tabla 1.1. Superficie bajo manejo orgánico en 2019 de las principales especies frutales en hectárea y como proporción (%) de la superficie total en Chile de cada especie (Elaboración de datos de las superficies orgánicas publicados por SAG y el catastro frutícola de ODEPA/CIREN).

Especie	Superficie orgánica en 2019 (ha)	% de la superficie total en Chile
Manzano	2.683	8,3
Uva Vínifera	3.507	2,6
Almendro	203	2,3
Kiwi	157	2,0
Limonero	119	1,8
Olivo	146	0,7
Cerezo	216	0,6
Nogal	236	0,6
Palto	137	0,5

1.4. ¿Porqué producir de forma orgánica?

Los productores que decidieron convertirse en productores orgánicos tienen varios motivos. Los precios en el mercado orgánico generalmente son mayores. Según un meta análisis realizado de todos los datos disponibles a nivel mundial, en promedio -tomando en cuenta todos los rubros- a nivel de predio se recibe un sobreprecio de alrededor de 30% (Crowder & Reganold, 2015; Reganold & Wachter, 2016). Este sobreprecio es más que suficiente para compensar económicamente la reducción de rendimiento asociada al manejo orgánica. Por otro lado, la mayor utilización de mano de obra para labores mecánicas, por ejemplo para el desmalezado, se compensa por menores gastos en la compra de insumos. Estos estudios indican que en promedio, a nivel mundial, el resultado económico de productores orgánicos es mejor que el de sus pares convencionales.

Sin embargo, la decisión de convertirse en un productor orgánico, muchas veces no se basa únicamente en argumentos económicos. Se debe a que la transición hacia una producción orgánica no es sencilla, requiere profundos cambios en el

manejo del predio y la forma de pensar del productor. Involucra un camino de aprendizaje, que conlleva tomar riesgos y enfrentar desafíos. Adicionalmente, el sobreprecio recién se recibe después de un periodo de transición de tres años (ver Capítulo 7), por lo cual estos primeros años involucra costos económicos, que se empiezan a compensar económicamente varios años después.

También existen otros motivos para iniciar la producción orgánica, entre otros:

- **Bienestar personal, de la familia y los trabajadores:** Como no se utilizan pesticidas sintéticos, se evita el contacto con estos productos tóxicos, beneficiando la salud del productor, su familia y sus trabajadores. Adicionalmente, permite entregar productos sin residuos a los consumidores. También se reporta una mayor satisfacción laboral. Por un lado, porque el trabajo en un predio orgánico involucra más variación de tareas y por el otro se realizan estas tareas, en predios con una vegetación y biodiversidad más abundante, y libres de productos tóxicos, y por ende, más agradable para trabajar.
- **Regeneración del suelo:** El deterioro del suelo como consecuencia del manejo convencional, fue una de las preocupaciones de los pioneros de la agricultura orgánica. El manejo orgánico del suelo, orientado al aumento de la materia orgánica a través de la aplicación de compost y abonos verdes, mejora la calidad del suelo, reduciendo la compactación, anegamiento y erosión, y convirtiéndolo en un suelo más fácil de trabajar. Además, el mayor contenido de materia orgánica en el suelo promueve la infiltración y almacenaje de agua, y así se aumenta la resiliencia a periodos con estrés hídrico.
- **Recuperación de la biodiversidad:** Según la literatura científica la producción orgánica es beneficiosa para la biodiversidad (Reganold & Wachter, 2016, entre otros). Productores orgánicos a menudo mencionan, el regreso de las lombrices y los pájaros en su campo como unos de los aspectos que han observado después de la transición a un manejo orgánico.
- **Contribución a la mitigación del cambio climático:** La producción orgánica disminuye la emisión y aumenta la captura de los gases “invernaderos”, que se estiman responsables por el cambio climático (ODEPA; 2020). A través de prácticas como el reciclaje de los residuos, las aplicaciones de abonos orgánicos, y la siembra de cubiertas vegetales, se captura carbono (CO_2) de la atmosfera y se almacena este carbono en el suelo en la forma de materia orgánica. Adicionalmente, el hecho que en la agricultura orgánica no se utilizan insumos sintéticos conlleva una reducción de emisiones de gases invernadero, que se liberan por el uso de energía no renovable durante el

proceso de producción de estos productos. Además, el uso excesivo de fertilizantes sintéticos nitrogenados provoca emisiones de óxido nitroso (NO₂). Aunque este último gas invernadero es menos conocido, es un gas 300 veces más potente en causar calentamiento global que el CO₂.

El secuestro del carbono, la contención del deterioro y erosión de los suelos, la prevención de la contaminación del agua, y la producción de alimentos sin residuos tóxicos, son servicios de la agricultura orgánica que benefician toda la sociedad. Por lo anterior, distintos países en Asia y Europa han desarrollado políticas para apoyar el crecimiento de la agricultura orgánica.

Referencias

- Alasvar, C., J. Salas Salvado y E. Ros. 2020. Bioactives and health benefits of nuts and dried fruits. *Food Chemistry* 314:126192
- Crowder, D.W., y J.P. Reganold. 2015. Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *PNAS* 212:7611–7616.
- Eguillor Recabarren, P.M. 2020. Agricultura orgánica, ODS y cambio climático: mercado internacional y nacional. ODEPA, Santiago, Chile.
- IFOAM Organics International. 2005. Los principios de la agricultura orgánica. IFOAM Organics International, Bonn, Alemania. (https://www.ifoam.bio/sites/default/files/2020-05/poa_spanish_web.pdf).
- Luttikholt, L.W.M. 2007. Principles of organic agriculture as formulated by the International Federation of Organic Agriculture Movements. *NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences* 54:347–360.
- Reganold, J.P. y J.M. Wachter. 2016. Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*:1–8.
- ODEPA. 2021. Catastros frutícolas, <https://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas>.
- SAG. 2019. Datos de producción orgánica. Temporada 2019. Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago, Chile. (http://www.sag.cl/sites/default/files/estadisticas_nacionales_de_produccion_organica_2019.pdf).
- Sahota, A. 2021. The global market for organic food & drink. En: Willer et al (eds.) *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2021*. Research Institute for Organic Agriculture FiBL & IFOAM Organics International, Frick, Suiza y Bonn, Alemania, p. 136–139.
- Willer et al (eds.). 2021. *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2021*. Research Institute for Organic Agriculture FiBL & IFOAM Organics International, Frick, Suiza y Bonn, Alemania.

Capítulo 2

El cultivo del nogal

Gamaliel Lemus S.

2.1. Características del nogal

El nogal (*Juglans regia* L) es originario de Asia, entre El Cáucaso y Turkestán. La especie sobrevivió las glaciaciones pleistocénicas y fue distribuido y utilizado por el hombre desde la edad de piedra. Es de amplio actual uso en el mundo, especialmente como alimento y nutraceutico, pero también como proveedor de maderas finas de alta calidad. Su consumo, de acuerdo a reportes médicos, reduce el colesterol en la sangre y mejora la circulación. Baja el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Posee antioxidantes 15 veces más poderosos que la vitamina E. Se le asocia con la prevención del cáncer y de otras enfermedades que tienen que ver con los radicales libres.

La nuez persa o europea (*Juglans regia*), llegó a Chile con los conquistadores. El tipo de nuez pequeña y redonda o acorazonada, denominada “nuez portuguesa”, es la base de la nuez criolla chilena. Luego se introdujo la “nuez francesa”, de mayor tamaño y más ovalada. A partir de estos tipos, los programas de mejoramiento genético han desarrollado las variedades que se conocen hoy en día. Hoy se tienen árboles de poca talla, altamente productivos, de nuez de cáscara fácil de partir y con alrededor de 50% o más de pulpa. La gran mayoría de las variedades plantadas en Chile, fueron desarrolladas en California, EE. UU. La variedad que predomina en las zonas productivas de veranos secos y cálidos, como la zona central de Chile, es ‘Chandler’, mientras en zonas con menos horas frío ‘Serr’ todavía es la variedad más plantada. En zonas de primaveras y veranos lluviosos, como el centro sur de Europa, cultivares que resisten estas condiciones, proveniente de las llamadas nueces francesas, dominan las áreas productivas. ‘Franquette’, ‘Lara’ y ‘Fernor’ son algunas de las variedades más comunes en esas zonas.

El árbol, de gran talla y relativamente rápido crecimiento, se caracteriza, además, por ser de hoja caduca, con hojas compuestas de folíolos impares, monoico, es decir, las flores masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta, pero

separadas. Las flores masculinas se agrupan en amentos y las femeninas, en el ápice de los brotes primaverales. La floración femenina es principalmente terminal, pero, en la actualidad, a través del mejoramiento genético se han seleccionado cultivares de alto porcentaje de floración lateral. De las dos variedades más importantes en Chile, 'Serr' presenta alrededor de 55% de floración femenina lateral y 'Chandler' alrededor de 90% (Ibacache y Rojas. 2002).

Sin embargo, una gran diferencia con los otros frutales de hoja caduca reside en el hecho que se requiere, al menos, un 80% de cuaja de sus flores femeninas, para una producción adecuada. Mientras, por ejemplo, en cerezo y en ciruelo para consumo fresco una adecuada producción se consigue con la cuaja del 1 a 2% de sus flores, y en duraznero con 5 a 10%.

Otra particularidad de la especie es una anomalía en el proceso de polinización y cuaja, que se presenta en algunas variedades comerciales (Lemus, 2001). Esto es, el exceso de polen hace abortar a la flor femenina, bajando en algunos casos, en forma dramática, la productividad de la planta. Probablemente porque la especie privilegia el crecimiento vegetativo, sobre la producción. Por ambas razones el manejo agronómico requiere considerar las pocas flores que llegarán a ser fruta y el cuidar que ocurra su aborto, por exceso de polen.

Dentro de los frutales de hoja caduca, también resulta un árbol longevo. Huertos comerciales pueden tener hasta ochenta años de edad. Lo que un huerto podría requerir es el cambio varietal. Así, en Chile y otros países, productores realizan una eliminación total de la copa y se reemplaza, a través de injertación de púa, por una variedad que produce más fruta y de mayor rentabilidad.

En relación a la densidad de plantación, en Chile esta especie, cuando se cultivaba sin injertación, se plantaba a grandes distancias (10 m x 10 m, hasta 12 m x 12 m), donde una hectárea tenía entre 70 y 100 plantas, las cuales se intercalaban con frutales de producción más precoz, como duraznero u otros cultivos anuales. Con el desarrollo de la injertación, a principios de los años 80, Chile comienza a densificar los noredales y dejándolo como especie única en el huerto. Hoy en día se cultivan, habitualmente, entre 208 y 280 plantas por hectárea (8 m x 6 m o 7 m x 5 m), aunque existen huertos comerciales altamente productivos con 555 plantas por hectárea (6 m x 6 m).

2.2. Clima y Suelo

La especie se adapta fácilmente a suelos desde arenosos a francos. Sin embargo, a medida que aumenta el contenido de arcillas en el suelo, se requiere más cuidados en el manejo del agua de riego, para evitar anoxia, o falta de oxígeno en las raíces y el desarrollo de enfermedades como la pudrición de raíces y cuello (*Phytophthora* spp.) (Capítulo 6).

El problema de *Phytophthora* hoy se resuelve en alta medida con el uso de portainjertos clonales, originados por hibridaciones con nogales negros (*Juglans nigra*), que toleran o resisten, tanto la anoxia, como la acción del hongo, mucho mejor que las raíces y cuello de la especie cultivada en sus propias raíces.

La especie se adapta a climas templados, con inviernos de acumulación de entre 500 a 1.200 horas de frío, lo que para Chile va desde la Región de Valparaíso hasta la Araucanía. Más al norte, se debe elegir variedades con menor requerimiento de horas frío y/o suplir la falta de frío con manejo agronómico, utilizando compuestos que compensen la falta de frío. En la zona sur del país los problemas son las heladas primaverales y la incidencia de la enfermedad llamada “peste negra”, causada por la bacteria *Xantomonas juglandis*, la cual se ve favorecida por la presencia de agua libre en las etapas fenológicas de órganos jóvenes y succulentos, especialmente las flores, brotes y hojas en desarrollo inicial (Capítulo 6).

En el valle central de las Regiones desde Coquimbo al Maule, las altas temperaturas en los veranos afectan el desarrollo de la planta, ya que la demanda atmosférica por vapor de agua es mayor que la capacidad de la planta por tomar agua del suelo, aún en condiciones de capacidad de campo. Por esto, cuando el cultivo está bajo efectos de condiciones con influencia costera, se tiene mejores crecimiento y productividad de la planta.

Sin duda, el manejo del riego es fundamental en el éxito del cultivo del nogal. En nuestro país, esta especie se consideró de alta tolerancia a la sequía y entró más tarde que otros frutales a la tecnificación del riego. También en huertos con sistemas modernos de riego, un adecuado abastecimiento hídrico determina altas producciones de buena calidad de fruta. La situación nacional muestra un notable progreso en el manejo del agua de riego, no obstante, aún falta implementación de métodos para evaluar y controlar la calidad de los mismos a nivel predial.

La presencia de viento afecta especialmente a la planta joven, dado que su madera es poco resistente y puede sufrir quebraduras y requiere, en consecuencia, sistemas de sostén, al menos los primeros cuatro a cinco años de vida. Con el

mismo propósito, el manejo de conducción y poda debe, además, evitar ángulos de inserción de ramas demasiado estrechos.

2.3. Importancia económica del cultivo en Chile

En relación a la situación económica de la especie, la nuez en Chile, hasta hace 40 años, se comercializaba exclusivamente en Latinoamérica. En esa época la productividad y la calidad eran relativamente bajas. La apertura de otros mercados obligó a mejorar estos aspectos. En Europa, por ejemplo, la nuez chilena necesita competir con los países productores del Hemisferio Norte. Al inicio, Estados Unidos y Francia eran los referentes de la calidad y China un abastecedor de mercados de calidad intermedia con un volumen muy significativo. Paulatinamente Chile comenzó a destacar por dos aspectos. Primero, por ofrecer nueces de corto período de post cosecha en los periodos del año con mayor consumo, es decir fines del año y principios del siguiente año (navidad y año nuevo oriental). Al inicio, el Hemisferio Norte, cuyas cosechas comienzan en septiembre, no lograba llevar la nueva cosecha al mercado antes de las fiestas del fin del año, por lo cual ofrecían nueces del año anterior, con más de doce meses de post-cosecha, comparado con los seis meses de Chile. Esta situación, por un lado, hizo que la calidad gustativa de la nuez chilena se prefiriera, respecto de la europea. Por otro lado, obligó a la industria del Hemisferio Norte a acelerar los procesos de llevar el producto al mercado, para mejor competir con la calidad de la nuez chilena.

El segundo aspecto fue la significativa mejora de la calidad comercial, que incluye criterios como calibre y color. Producto de la tecnología desarrollada y propuesta por INIA, desde inicios de los años ochenta del siglo anterior y rápidamente adoptada por la industria nacional, la nuez chilena fue reconocida, especialmente por los mercados más sofisticados, como Suiza, Alemania e Italia, de manera que se posicionó en forma destacada en los mercados.

A fines de los años 90, China se transformó de un exportador a un importador de nueces, dejando el mercado con una demanda insatisfecha, situación aprovechada en alguna medida por la creciente producción nacional. Es así como, además de Europa, desde Medio Oriente, comenzó a desarrollarse una fuerte demanda por el producto chileno. Por esto, hubo temporadas con precios al productor nacional de hasta US\$ 4 e inclusive de US\$ 5 por kilo de nuez con cascara.

Esta situación hizo que la superficie chilena plantada en 20 años pasara de 7.000 a más de 40.000 hectáreas en 2020, con un rendimiento promedio de 4,8 toneladas por hectárea (CIREN & ODEPA, 2020). La exportación alcanza 150.000 toneladas

en los últimos años (FAS-USDA, 2020), con un potencial de al menos 240.000 toneladas en los próximos cinco años. Con esta producción, Chile es el segundo exportador de nueces a nivel mundial, después de los EE. UU.

El cambio de la estrategia de California de adelantar la venta de sus nueces, apenas cosechadas pone un importante factor de caída de los altos precios conseguidos por Chile hace algunos años. Durante las últimas temporadas (2018-2021), el precio de nueces convencionales está, en promedio, entre US\$ 2,2 y US\$ 2,8, lo que pone desafíos de productividad, mantención de calidad y búsqueda de nuevos mercados, indispensables para mantener sana nuestra industria.

Referencias

- CIREN & ODEPA. 2020. Catastro frutícola. Región de Valparaíso. Principales resultados 2020. CIREN, ODEPA, Santiago, Chile.
- FAS-USDA. 2020. Tree nuts. World markets and trade. October 2020. Foreign Agricultural Service, United States Department of Agriculture, Washington DC, EE. UU.
- Ibacache, A. y Rojas, N. 2002. Variedades de nogal. Informativo INIA - Intihuasi N°13. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile.
- Lemus, G. 2001. Reguladores de crecimiento. En: Lemus, G. (ed.). El Nogal en Chile. Colección Libros INIA No 6. . Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Santiago, Chile p. 79-89.

Capítulo 3

Manejo orgánico de la fertilidad del suelo en un huerto de nogal

Aart M. Osman • Juan Cisterna S.

3.1. Introducción

Un suelo fértil, con una buena calidad biológica, física y química es la base de una producción orgánica exitosa. La fertilidad se genera y sostiene a través de prácticas que promuevan la vida en el suelo del huerto, como por ejemplo mediante la aplicación de compost y la siembra de cubiertas vegetales. La vida del suelo consiste de una red trófica de micro, meso y macroorganismos –es decir bacterias, hongos, nematodos, colémbolos, ácaros, lombrices, insectos, etc.– que transforman los residuos y abonos orgánicos en nutrientes disponibles para las plantas. En el mismo tiempo este proceso contribuye a mejorar la porosidad y estabilidad del suelo a través de la formación de humus estable, la formación de hyphas (en el caso de hongos) y la excreción de sustancias orgánicas.

Adicionalmente cabe destacar, que un suelo vivo protege a las plantas contra enfermedades y plagas, ya que un suelo con una abundante y diversa comunidad de organismos ayuda a mantener la presión de plagas y enfermedades a un nivel bajo, debido a que estas tienen que competir con otros organismos por espacio y nutrientes. Además, entre la diversidad de organismos del suelo se encuentran enemigos naturales de las plagas y enfermedades que inciden en una disminución de la población de los organismos dañinos.

La materia orgánica es un elemento clave en el huerto orgánico, ya que es el combustible que promueve la vida del suelo, siendo el alimento de los organismos al inicio de la cadena trófica. Para crear y mantener un suelo vivo, es esencial proveer al suelo de materia orgánica, realizando prácticas como la aplicación de compost y otros abonos orgánicos y la siembra de cubiertas vegetales.

Por otro lado, el manejo orgánico requiere de prácticas que eviten la pérdida y promuevan el reciclaje del humus y los nutrientes. El objetivo es minimizar la

necesidad de adquirir insumos externos, optimizando y restituyendo los nutrientes perdidos en el sistema, por ejemplo, a través del reciclaje de nutrientes a través del compost y adecuando la fertilización a la demanda de las plantas. Labores en el suelo como la labranza y el desmalezado aceleran la mineralización y pérdida del humus. Esta pérdida aumenta a medida que la intervención en el suelo es mayor, por lo cual se recomienda minimizar estas labores.

Finalmente, en los sistemas orgánicos generalmente el nitrógeno es el nutriente más escaso y difícil de mantener dentro del sistema debido a su alta movilidad. Prácticas que eviten la pérdida por la mineralización acelerada y fomenten el reciclaje de nutrientes incluyen: una fertilización balanceada, la siembra de cubiertas vegetales y el compostaje e incorporación de todos los restos vegetales (de la poda, cosecha, cortes de cubiertas vegetales).

En este capítulo se revisará el manejo nutricional del nogal y las opciones del manejo de la fertilidad del suelo a través del reciclaje de residuos agrícolas, y fertilizantes comerciales. En el siguiente Capítulo 4 se presenta la siembra y manejo de cubiertas vegetales.

Figura 3.1. Aplicación de compost.



3.2. Manejo nutricional de un huerto de nogal

La base de la nutrición de las plantas en sistemas orgánicos es la mineralización de la materia orgánica del suelo a través de los microorganismos del suelo. Además, estos organismos están involucrados en la disolución de minerales en la roca parental y, por ejemplo, en el caso de los Rhizobios, estos realizan la fijación de nitrógeno del aire. La actividad biológica del suelo depende de la disponibilidad de materia orgánica, humedad y la temperatura del suelo. Generalmente, en huertos con varios años de manejo orgánico, se encuentra una vida de suelo suficientemente activa. En huertos recién convertidos a un manejo orgánico, se podrá acelerar la actividad biológica, inoculando micro organismos a través de aplicaciones de té de compost, entre otras.

Tabla 3.1. presenta los principales nutrientes y su importancia para el nogal. Para determinar las cantidades de diferentes enmiendas orgánicas que debemos aplicar anualmente en nogales, y las necesidades de complementar éstas con otros fertilizantes, se deben considerar los siguientes cuatro aspectos, de preferencia en su conjunto:

a) Observación de los árboles:

La revisión del desarrollo vegetativo, color de las hojas y la presencia de patrones de síntomas típicos de deficiencias o daños por toxicidad, como también los resultados de la cosecha, entregan información importante para monitorear si el manejo actual está generando los resultados esperados o existe la necesidad de adecuar el manejo.

b) Análisis foliares:

Se realizan anualmente, en el mes de enero o febrero, ya que en el verano el contenido de los nutrientes de las hojas demuestra menor variabilidad. Comparando los resultados entregados por el laboratorio con valores de referencia para nogal (**Tabla 3.2.**), se puede detectar deficiencias o sobreabundancia de nutrientes. Además, la comparación de resultados de varios años del mismo huerto permite visualizar tendencias. Cabe señalar que los valores de referencia disponibles en Chile generalmente se basan en datos del extranjero. Idealmente, se debe generar un conjunto de valores de referencia específico para la zona, tipo de suelo, manejo (convencional o orgánico) y variedad. Por lo anterior, la interpretación de los valores entregados por el laboratorio, requiere contrastar los resultados con las observaciones en terreno, los rendimientos obtenidos y los resultados

de análisis foliares de años previos. Asimismo, al revisar los datos de un año particular, se deben tomar en cuenta los factores que pueden estar influenciando los resultados, como por ejemplo el estrés hídrico.

c) Análisis de suelo:

En huertos establecidos se recomienda realizar cada tres años en otoño un análisis de las características químicas del suelo. Los resultados del análisis químico del suelo entregan información sobre la disponibilidad de nutrientes.

Tabla 3.3. incluye los valores de referencia para el cultivo de nogal convencional en Chile. Al igual que para los valores de referencia para el análisis foliar, uno debe tomar en cuenta que los valores de referencia disponibles en Chile generalmente se basan en datos del extranjero y no se encuentran datos específicos para huertos orgánicos. La disponibilidad de nutrientes depende de las características físicas y, sobre todo en sistemas orgánicos, de la actividad biológica del suelo.

d) Requerimientos nutricionales de las plantas:

El manejo orgánico apunta a la nutrición balanceada de las plantas, evitando no solamente una fertilización deficiente sino también una sobre fertilización. Ambas situaciones fomentan la susceptibilidad a plagas y enfermedades. Además, se debe evitar la sobre fertilización, sobre todo con fuentes con alto contenido de nitrógeno o fósforo, ya que pueden contaminar el agua subterránea y superficial. Una nutrición balanceada requiere del conocimiento de la demanda de nutrientes del árbol para la formación de hojas, renovación de raíces, renovación de madera y formación de flores y frutos. Es importante considerar que, la demanda nutricional del árbol depende del rendimiento esperado, la eficiencia del fertilizante a utilizar y la capacidad del suelo para retener y liberar los nutrientes. Los datos de la extracción de nutrientes del árbol de nogal que se presentan en el **Tabla 3.4.**, entregan una primera aproximación de la cantidad de macronutrientes, que se deben adicionar para mantener la fertilidad del suelo. En un huerto orgánico, en el cual idealmente se reciclan los residuos vegetales, la principal salida de nutrientes del sistema es a través de la cosecha de las nueces. **Tabla 3.4.** presenta una estimación de la extracción de los macronutrientes (NPK). De los nutrientes, que se utilizan en menor cantidad en el nogal, en Chile es común observar deficiencias del magnesio y zinc (Gamalier, et al., 2010).

Adicionalmente, se debe considerar que, en sistemas de frutales perennes, parte de los nutrientes son almacenados en la madera y raíces de los árboles.

Bajo las condiciones de California, EE. UU., se estima que se necesita 17 kg/ha nitrógeno para la formación de madera nueva (UC Davis, 2021). Este valor se aumenta en árboles que todavía están en fase de formación y depende de la densidad de plantación.

Tabla 3.1. Principales nutrientes, su importancia para el nogal y posibles fuentes.

Nutriente	Importancia	Fuentes para la fertilización
Nitrógeno	En el nogal el inicio de crecimiento vegetativo coincide con el periodo de floración y cuaja del fruto, que provoca una alta demanda de nitrógeno durante la primavera. Las reservas generadas en la temporada anterior son la principal fuente de nitrógeno en esta época. Por lo anterior, resulta clave la disponibilidad de nitrógeno en el suelo durante el periodo al final de verano antes de la cosecha cuando las raíces todavía están activas y el árbol está formando sus reservas.	Cubiertas vegetales de leguminosas, compost, vermicompost, estiércol de bovino; y fertilizantes orgánicos comerciales autorizados como harinas de sangre, pescado, huesos, plumones, etc.
Fósforo	Nutriente poco móvil el cual tiene que ser encontrado por las raíces. Existen dos momentos importantes en el que el árbol requiere de este nutriente, en el crecimiento radicular y en fructificación.	Compost, roca fosfórica, harina de huesos.
Potasio	Tiene una importancia en el movimiento del agua en la planta, es un elemento importante para la apertura estomática. Además, influye en la presión, turgencia y contenido de agua del fruto.	Purines, estiércol, guano, sulfato de potasio y fertilizantes orgánicos comerciales como productos de algas.
Calcio	Alta extracción en desarrollo de fruto favoreciendo la asimilación y movilización de otros elementos.	Abonos orgánicos, óxido de calcio, Carbonato de calcio, cloruro de calcio, sulfato de calcio y yeso agrícola.
Magnesio	Elemento importante para la formación de la molécula de clorofila, a pesar de su baja extracción es un elemento sensible en los nogales ya que cumple una función importante en la concentración de fotosintatos y síntesis de proteínas.	Sulfato de magnesio.
Zinc	Elemento importante en la composición de varias enzimas por lo que es fundamental en distintos procesos de la planta, como, por ejemplo, la floración.	Sulfato de Zinc.
Azufre	Corresponde a un elemento estructural en moléculas como aminoácidos y proteínas. Cumple una función importante en la síntesis de clorofila, aminoácidos y vitaminas.	Estiercoles Azufre en polvo o elemental

Tabla 3.2. Niveles de referencia para el análisis foliar en nogal. Muestra de hojuela terminal de la hoja del tercio medio de un brote; enero a febrero. (Fuente: Hirzel, 2014).

Nutriente	Unidad	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
Nitrógeno	%	< 2,0	2,2 - 3,2	>3,5
Fósforo	%	<0,08	0,1 - 0,2	>0,3
Potasio	%	<0,8	1,2 - 1,8	>2,5
Calcio	%	<0,8	1,0 - 2,0	>2,5
Magnesio	%	<0,15	0,3 - 0,6	>0,8
Cloro	%	<0,05	0,1 - 0,2	>0,3
Hierro	mg/Kg	<40	50 - 150	>200
Manganeso	mg/Kg	<20	30 - 100	>200
Zinc	mg/Kg	<15	18 - 60	>150
Cobre	mg/Kg	<3	4 - 20	>25
Boro	mg/Kg	<20	30 - 150	>200

Tabla 3.3. Características químicas apropiadas del suelo para un huerto de nogal. (Fuente: Hirzel, 2019).

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a franco limo arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Materia orgánica	%	>1,5	>1,5
pH (agua 1:2,5)	-	6,2 - 7,5	6,0 - 7,5
Conductividad eléctrica	dS /mol	<1,5	<1,5
CIC ¹	cmol (+)/Kg	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg/Kg	15 - 30	20- 40
Fósforo Olsen	mg/Kg	>12	>15
Potasio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,3 - 0,6	0,4 - 0,8
Calcio Intercambiable	cmol (+)/Kg	7 - 10	8 - 12
Magnesio Intercambiable	cmol (+)/Kg	1,0 - 3,0	1,2 - 3,0
Sodio Intercambiable	cmol (+)/Kg	0,03 - 0,3	0,05 - 0,6
Suma de bases	cmol (+)/Kg	>8	>10
Relación calcio sobre CIC ¹	%	60 - 65	55 - 65
Relación magnesio sobre CIC ¹	%	12 - 15	10 - 15
Relación potasio sobre CIC ¹	%	2 - 3	3 - 4
Azufre	mg/Kg	>8	>10
Hierro	mg/Kg	4 - 20	4 - 20
Manganeso	mg/Kg	2 - 10	3 - 20
Zinc	mg/Kg	1 - 10	2 - 10
Cobre	mg/Kg	0,5 - 1	0,5 - 1
Boro	mg/Kg	0,8 - 1,5	1 - 2

¹CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 3.4. Extracción de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a través de la cosecha de un huerto convencional en la Región Metropolitana con una producción de 3500 kg/ha (Elaboración de datos disponibles en Gamalier et al., 2010).

	N (kg)	P (kg)	K (kg)
	Por tonelada de nueces		
Mariposa	16	1,8	2,0
Cáscara	1	0,06	0,9
Total	17	1,9	2,9

En el manejo orgánico, el nitrógeno es el nutriente más crítico para el rendimiento. Es un elemento móvil, con alto riesgo de pérdidas por volatilización y lixiviación. En abonos y fertilizantes orgánicos, el nitrógeno está disponible en formas orgánicas. Su disponibilidad en el tiempo para las plantas es dinámica y depende de la tasa de mineralización de la materia orgánica mediante la acción de los microorganismos. Lo que se denomina actividad biológica del suelo, la cual aumenta con la temperatura y requiere de un suelo con suficiente humedad, oxígeno y materia orgánica. Por lo contrario, condiciones de bajas temperaturas, sequía, compactación y anegamiento frenan la mineralización del nitrógeno disminuyendo su disponibilidad. Adicionalmente, influye la relación entre carbono y nitrógeno (C/N) de las fuentes de la materia orgánica, valores de C/N menores a 10 generan una rápida disponibilidad, mientras que materiales de C/N mayor a 25, inicialmente disminuyen la disponibilidad de nitrógeno para las plantas, pues se produce inmovilización de este elemento, debido a que este es capturado por los microorganismos del suelo para su crecimiento.

En nogales existe una alta demanda de este nutriente en primavera, con el periodo de floración y cuaja de fruto. La principal fuente de nitrógeno en primavera es la reserva generada en la temporada anterior por lo que resulta clave la disponibilidad de nitrógeno al final del verano, previa a la cosecha, cuando las raíces todavía están activas y post cuaja para promover el desarrollo vegetativo. Si se estima escasez de nitrógeno en estas épocas, se puede considerar manejos que aceleran la mineralización, como la realización de una labranza superficial y riego para asegurar una humedad óptima del suelo. Adicionalmente, se puede complementar la fertilización con fuentes de nitrógeno de disponibilidad relativamente rápida como guano rojo o harina de sangre (ver sección siguiente).

Finalmente es importante señalar que bajo la certificación orgánica chilena la cantidad máxima de nitrógeno, que se puede aplicar es 170 kg/ha/año.

3.3. Fuentes orgánicas para la fertilización

Las principales fuentes para la fertilización orgánica son los residuos agrícolas de origen animal y las cubiertas vegetales de especies de leguminosas, como alfalfa, tréboles, vicia, haba y arvejas. En primer lugar, se utilizarán los recursos producidos en el mismo predio. Predios sin componente animal, generalmente deben adquirir abonos y fertilizantes de otras empresas agrícolas o proveedores comerciales. Antes de la adquisición de cualquier insumo, es importante verificar su autorización para uso en la producción orgánica, con el ente certificadora. Para la certificación bajo la normativa chilena, el SAG publica una lista de “insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional”, que se actualiza periódicamente y está disponible en su sitio web (<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/certificacion-de-productos-organicos>; pestaña registros y listas).

A continuación se tratarán en más detalle, las principales fuentes para la fertilización orgánica.

Residuos agrícolas, biopreparados y su manejo

En la producción agrícola en general se genera una gran cantidad de residuos orgánicos, los cuales pueden reciclarse bajo distintas técnicas, convirtiéndose en excelentes abonos o enmiendas orgánicas para los suelos. También existen los biopreparados que corresponden a elaboraciones a partir de materiales simples como restos de origen vegetal o animal y/o sustancias de origen mineral, que ayudan a mejorar el desarrollo de los cultivos, los cuales poseen propiedades nutritivas, controladoras de insectos y/o de enfermedades para las plantas.

Tabla 3.5. Ejemplos de la composición nutricional de enmiendas orgánicas más comunes en Chile (Nota: la composición depende del origen del producto, por lo cual siempre requiere realizar un análisis para conocer la composición exacta).

Enmienda	pH	CE ¹	C/N ²	MO ³	h ⁴	N ⁵	C ⁶	P ⁷	K ⁸	Ca ⁹	Na ¹⁰
				(%)							
Estiércol Bovino	8,0	3,0	16,6	62	75,8	2,16	34,4	0,13	2,13	1,38	0,28
Compost de residuos vegetales	6,1 - 8,5	0,3 - 0,9	12 - 30	20 - 60	11 - 60	0,8 - 1,7	11 - 34	0,3 - 0,4	0,2 - 0,4	1,1 - 1,75	0,05 - 0,16
Lombri compost	7,4 - 8,1	3,0 - 6,7	20 - 28	70 - 80	60 - 80	1,5 - 1,8	40 - 47	1,0 - 1,4	0,08 - 0,12	2,0 - 2,5	0,6 - 1,0

¹CE: Conductividad eléctrica, ²C/N: relación carbono - nitrógeno, ³MO: Materia orgánica, ⁴h: humedad, ⁵N: Nitrógeno total, ⁶C: Carbono total, ⁷P: Fósforo total, ⁸K: Potasio total, ⁹Ca: Calcio total, ¹⁰Na: Sodio total. (Fuente: Hirzel & Salazar, 2021).

Figura 3.2. Residuos para el reciclaje de nutrientes: el pelón y otros restos de la cosecha.



Los abonos o enmiendas orgánicas empleadas en la agricultura corresponden a fuentes de materia orgánica de origen vegetal y animal, dentro de las cuales se encuentran el compost, vermicompost, estiércoles, guanos fosilizados y abonos verdes entre otras. Estas enmiendas aportan materia orgánica en cantidad y calidad, además de nutrientes esenciales a los suelos, los cuales contribuyen a aumentar la fertilidad, mejorar las propiedades fisicoquímicas y aumentar la productividad de los cultivos.

Compost

Corresponde al producto obtenido del proceso de descomposición y estabilización aeróbica (en presencia de oxígeno) de diversos residuos orgánicos (de origen animal y/o vegetal), por la acción de sucesivas poblaciones de microorganismos. El producto final que se obtiene se denomina compost, el cual es rico en materia orgánica y nutrientes de liberación rápida y lenta.

Cabe destacar, que la normativa orgánica chilena exige trazabilidad del origen de la materia prima utilizada. Solamente se pueden utilizar materiales permitidas en la agricultura orgánica. Además, no está permitido el uso de estiércol, guano y otros residuos de animales provenientes de la agricultura intensiva. Adicionalmente, el compost que se comercializa debe cumplir con la norma chilena del compost (NCH 2880).

La elaboración a pequeña escala se puede realizar en pilas circulares de una superficie mínima de 1m², según la disponibilidad de material. En el centro se coloca una estaca de 2m de alto y alrededor se incorporan capas intercaladas de unos 20 centímetros aproximadamente, de materiales con niveles altos de nitrógeno (estiércol fresco o desperdicios de cocina), materiales de niveles equilibrados de relación carbono-nitrógeno (C/N) (restos de hortalizas, restos de poda, guanos o estiércoles secos con cama animal) y materiales con altos contenidos de carbono (hierbas secas, hojas secas, paja de gramíneas, aserrín o virutas). Los materiales se apilan hasta lograr una altura de 1 a 1,5 metros y luego se deben humedecer con agua. Es importante monitorear la humedad y temperatura de la pila de compost periódicamente. La humedad debe estar entre un 45 a 60% durante todo el proceso. En caso de decaer la humedad, se debe aplicar agua a la pila. Por otra parte, se debe procurar que la pila de compost alcance un peak de temperatura de al menos 55° Celsius por mínimo 3 días consecutivos. Para prolongar el periodo de la alta temperatura, es importante voltear la pila cada 15 a 20 días o antes al observar una disminución de temperatura. Transcurrido entre 3 y 4 meses el compost se mantendrá a temperatura ambiente, lo que indica que está listo para ser usado.

Elaboraciones de mayor tamaño se pueden realizar en hileras de 1,5 a 3 metros de altura con la misma dimensión de ancho. El largo se determina según la disponibilidad de material. En estos diseños se puede incorporar sistemas de riego para controlar la humedad, sistemas de recolección de lixiviados, sistemas de control de aireación y realizar volteo mecanizado.

La composición nutricional del compost depende de las materias primas utilizadas. Generalmente el contenido de nitrógeno del compost oscila entre 1 y 2%. La liberación de este nutriente varía según factores climáticos y características del suelo, entre otros. Hirzel y Salazar (2021), estiman que la tasa de mineralización de un compost maduro en la primera temporada de aplicación corresponde entre un 15 y 40%. Es importante considerar que gran parte del nitrógeno restante se libera en los años siguientes, por lo cual se aumenta la disponibilidad de este nutriente cuando se implementa un manejo con aplicaciones anuales de compost.

Para información más detallada sobre la elaboración del compost se recomienda revisar la literatura listada en la sección “Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados” al final del presente capítulo.

Figura 3.3. Una pila de compost.



Vermicompost

El humus de lombriz o vermicompost es generado por medio de lombrices, las cuales disuelven los residuos orgánicos a través de su tracto digestivo, transformándolo en compuestos ricos de nutrientes y materia orgánica, que son eliminados en forma de heces. Los nutrientes son altamente solubles por lo que se considera un fertilizante de liberación rápida. La lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*) es la especie de lombriz más utilizada por su gran capacidad reproductiva.

El proceso se lleva a cabo en contenedores, camas de cultivo de lombrices o también llamadas lombricomposteras, las que corresponden a estructuras elaboradas de diferentes materiales (madera, concreto, recipientes plásticos, entre otros). generalmente sobre el suelo y sin fondo. Estas requieren una superficie mínima de 1m² y una profundidad de 50-60cm. Dichas estructuras deben estar protegidas de la luz directa del sol, altas temperaturas, exceso de humedad y de la lluvia directa.

Las lombrices se van alimentando con residuos orgánicos, de preferencia picados previamente y descompuestos. Se recomienda habilitar contenedores para una descomposición previa y alimentar las lombrices cada 7 a 10 días con estos residuos. En estos se pueden incluir residuos de la cocina sin procesar, restos de podas, rastrojos, estiércoles de producción extensiva, restos de hortalizas, hojas secas, entre otros. Se recomienda ir incorporando una amplia variedad de estos residuos para mantener equilibrada la humedad y obtener un producto final con múltiples de nutrientes.

Luego de un periodo de 3 a 4 meses aproximadamente, se puede cosechar el vermicompost, el cual puede ser tamizado y secado para su estabilización, y aplicado directamente al suelo. El producto final debe cumplir los mismos estándares de calidad que el compost, según lo establecido en la norma chilena de compost (NCH 2880).

Se estima que el aporte de nitrógeno oscila entre 1,5 y 1,8% (**Tabla 3.5**). La liberación de este nutriente varía según la composición, factores climáticos y características del suelo, entre otros. Se aplica en primavera u otoño.

Para información más detallada sobre la elaboración del vermicompost se recomienda revisar la literatura listada en la sección “Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados” al final del presente capítulo.

Bokashi

Abono que se obtiene a partir de una fermentación aeróbica acelerada de residuos de origen vegetal y animal. El proceso de la producción solamente lleva siete días. El producto final aporta una gran cantidad de nutrientes y microorganismos al suelo, que tiene un efecto rápido en las plantas. También tiene un efecto acumulativo en el suelo, por lo que aplicaciones reiteradas mejorarán las propiedades físicas del suelo como porosidad, capacidad de retención de agua y la penetración de las raíces.

La elaboración del bokashi consta, por una parte, de la mezcla de tierra (1 carretillada), guano (1 carretillada) y afrecho (20 kg). Por otra, se diluye chancaca (200 gr) en agua y se mezcla con yogurt (1 L) y levadura de pan previamente activada (20 gr). Esta segunda mezcla se utiliza para humedecer la primera realizada. La preparación final queda tapada con plástico durante una semana. Al comienzo se revuelve la pila tres veces al día y desde el quinto día una vez al día. En el séptimo día el producto ya se encuentra listo para ser usado. Es importante destacar que existen distintas recetas para la elaboración de bokashi, en la cual se reemplazan

Figura 3.4. El proceso de vermicompostaje con lombrices en distintos estadios de desarrollo.



los ingredientes mencionados por productos equivalentes y disponibles localmente. Por ejemplo, el afrecho se puede cambiar por cascara de nuez.

Para información más detallada sobre la elaboración del bokashi se recomienda revisar la literatura listada en la sección “Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados” al final del presente capítulo.

Té de compost, té de vermicompost y té de bokashi

Se caracterizan por su fácil elaboración a partir de compost, humus de lombriz, guano o bokashi. Si bien sus efectos no están bien documentados en la literatura científica, sus adherentes les atribuyen propiedades como el manejo de enfermedades y plagas y la promoción de un mejor crecimiento de las plantas al dejar de forma inmediata disponible los nutrientes y aportando microorganismos.

La elaboración de los diferentes té consiste en disponer un saco que contenga el material escogido, ya sea compost o vermicompost o bokashi (20 kg) y su

introducción dentro de un tambor de 200 litros de agua sin cloro o de agua lluvia o de pozo. Se revuelve todos los días y al cabo de 7 a 10 días está listo para ser usado.

Esta preparación también se puede realizar con guano fresco, pero a diferencia del proceso anterior se mantendrá durante 30 días previo a su uso.

Se aplica a través del sistema de riego y a través de aplicación foliar, en la mañana o por las tardes, en las horas de mayor frescor.

Para información más detallada sobre la elaboración del té se recomienda revisar la literatura listada en la sección "Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados" al final del presente capítulo.

Supermagro

Biofertilizante líquido, generado de la descomposición aeróbica de estiércol con agua junto con la adición de 9 diferentes compuestos de origen mineral (sulfato de zinc, sulfato de magnesio, sulfato de manganeso, sulfato de cobre, clorato de calcio, borax, sulfato de cobalto, molibdato de sodio, sulfato de fierro). Es un fertilizante muy completo, que aporta gran cantidad de microorganismos, macronutrientes y micronutrientes necesarios para el metabolismo, crecimiento y desarrollo de las plantas. Además, según sus adherentes contribuye a la tolerancia contra el ataque de plagas y/o enfermedades.

Para la elaboración de supermagro se utiliza un tambor de 200 litros donde se agrega guano (40 kg), agua (100 L), leche (1 L) y chancaca (0,5 kg disuelta en 1 L de agua). Todo esto es revuelto y se deja fermentar por 5 días. Posteriormente, cada 7 días se agrega nuevamente chancaca (0,5 kg disuelta en 1L de agua), leche (1 L) y 1 de los 9 minerales. Esto se repite cada 7 días con un mineral diferente hasta completar todos los minerales, y finalmente se deja fermentar 30 días (en verano) o 45 días (en invierno).

La preparación final debe ser diluida al 2-5%. Se aplica cada 2 semanas desde antes de floración hasta caída de hojas.

Estiércoles o guanos

Corresponde a la mezcla de fecas **sólidas y líquidas de animales con o sin restos de la cama animal, como de vacas, ovejas, caballos**, cerdos, cabras o aves de corral. Su función es aumentar el contenido de materia orgánica del suelo y mejorar la fertilidad del suelo con nutrientes como nitrógeno, fósforo, potasio y micronutrientes.

En la agricultura orgánica no está permitido el uso de estiércoles o guanos provenientes de la producción animal intensiva. En cuanto a los provenientes de producción animal extensiva, todos pueden utilizarse incluso mezclados con otros, ajustándose a la disponibilidad en el lugar los que se pueden usar de forma fresca o madura. Adicionalmente, la normativa chilena establecida por el sistema agrícola ganadero (SAG), indica que la utilización de estiércoles frescos, provenientes de la producción extensiva, se debe aplicar con un mínimo 90 días antes a la cosecha de frutales.

Se recomienda para una utilización óptima del estiércol, aplicarlo maduro y compostado. Para esto se mezcla el estiércol con residuos vegetales absorbentes, como paja de trigo, aserrín, hojas secas y/o restos de poda chipeada. Estos residuos permiten retener la parte más abundante de nitrógeno y potasio provenientes de la orina. Se forma una pila o montón para que entren en proceso de descomposición durante unos meses previo a su aplicación. Así el material se mantendrá **más estabilizado** químicamente y se previene la pérdida de nutrientes.

La incorporación de animales en la producción frutícola es una gran ventaja, ya que se establece un balance armonioso entre la producción de cultivos y la producción animal, potenciando el reciclaje de residuos vegetales y obteniendo una excelente fuente de materia prima para la elaboración de abonos orgánicos como el compost.

Fertilizantes orgánicos comerciales

Corresponden a productos orgánicos producidos, elaborados, envasados y comercializados por empresas que cumplen las normas de certificación de insumos orgánicos establecidas por el SAG. Para la certificación bajo la normativa chilena, el SAG publica una lista de "insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional", que se actualiza periódicamente y está disponible en su sitio web (<https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/certificacion-de-productos-organicos;pestaña registros y listas>).

En el mercado es posible encontrar diferentes productos que aportan macro y micronutrientes necesarios en los distintos estados fenológicos como por ejemplo:

Fertilizantes a base de productos y subproductos de origen animal

Se aplican como una fuente de nitrógeno de disponibilidad rápida. Incluyen harinas y pellets de sangre, huesos pelos, plumones, entre otros. La normativa

orgánica indica, que el uso de estos productos es sujeto a verificación previa de la necesidad por el organismo de certificación.

Fertilizantes a base de productos vegetales y aminoácidos

La mayoría de estos productos, registrados para uso en agricultura orgánica en Chile, contienen aminoácidos libres de origen vegetal junto con otros nutrientes y/o materia orgánica de aplicación foliar o radicular. Los aminoácidos son esenciales para la biosíntesis de las proteínas y enzimas, así como para la formación de ácidos nucleicos, hormonas y otras sustancias esenciales para el desarrollo vegetativo. Estos fertilizantes se consideran bioestimulantes y aportadores de nitrógeno.

Fertilizantes a base de extractos de algas

Son biofertilizantes con materiales bioactivos naturales solubles en agua. Contienen vitaminas, minerales, compuestos orgánicos y fitohormonas. Tienen acción en la fisiología de la planta a diferentes niveles del metabolismo de ésta, así como también en la microbiología del suelo permitiendo la biodisponibilidad de nutrientes. Por su cualidad bioestimulante se utiliza desde previo a floración hasta fructificación.

Ácidos húmicos y/o fúlvicos

Corresponden a concentrados de sustancias húmicas y/o fúlvicas de origen industrial. Es un material orgánico muy reactivo con las partículas minerales del suelo. Su uso como enmienda provoca cambios en las propiedades físicas, aumentando la estabilidad de los agregados, la velocidad de infiltración y la porosidad del suelo, permitiendo de esta forma un mejor desarrollo radicular de las plantas y una mejor absorción de nutrientes. Sin embargo, sus efectos perduran en un corto plazo, entre tres y seis meses, por lo que son necesarias aplicaciones sucesivas cada temporada.

Guano de aves marinas, guano rojo

Corresponden a excrementos acumulados en rocas costeras de Perú y el norte de Chile, extraídos de reservorios autorizados de aves costeras. El guano blanco se caracteriza por ser muy rico en nitrógeno. El guano rojo es un fertilizante natural proveniente de las heces de aves marinas fosilizadas. Contiene materia orgánica (10–15%) y gran cantidad de nutrientes como fósforo (6–12%), nitrógeno (4–8%), potasio (1–2%) y otros micronutrientes.

Se debe adquirir estos productos a través de empresas autorizadas, que han registrado su producto en el listado “Insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional” del SAG.

Fertilizantes de origen mineral

Son minerales presentes de forma “natural” en formaciones rocosas y sedimentos. Incluyen roca fosfórica y otros productos que aportan macro y micronutrientes esenciales para el desarrollo vegetativo y generativo de la planta como, zinc, boro, carbonato de calcio, sulfato de potasio y de magnesio.

Publicaciones prácticas sobre la elaboración del compost y biopreparados

Céspedes C., y M. Wolff. 2021. La materia orgánica como eje del manejo sustentable de suelos. En: Ovalle Molina C., y M. Quiroz (eds.). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. Boletín INIA 426. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. pp. 9–31. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/67616/Capitulo%201.pdf?sequence=2&isAllowed=y> (compost, vermicompost, bokashi)

Larrabe P. 2019. Abono fermentado bokashi. Cambio Climático para la pequeña agricultura en la Región de O'Higgins, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Medio Ambiente e INIA, Rancagua, Chile. <http://cambioclimatico-ohiggins.cl/wp-content/uploads/2019/08/Cartilla-Bokashi.pdf>

Román P., M. M. Martínez, y A. Pantoja. 2013. Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago, Chile. www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf (compost, vermicompost, té)

SAG. 2013. Agricultura orgánica nacional. Bases técnicas y situación actual. SAG, Santiago, Chile. http://www.sag.cl/sites/default/files/agricultura_org_nacional_bases_tecnicas_y_situacion_actual_2013.pdf (compost, vermicompost, bokashi, té, supermagro)

Referencias

- Hirzel, J., y F. Salazar. 2021. Manejo sustentable de la fertilidad del suelo. Recomendaciones para el uso de enmiendas orgánicas. En: Ovalle Molina C., y M. Quiroz (eds.). Manual de prácticas agrícolas para una agricultura sustentable. Boletín INIA 426. INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. pp. 33–65.
- Hirzel, J. 2019. Pautas de manejo nutricional en huertos de nogales. Presentación realizada en Exponut, 23 de abril de 2019. Chilenut, Santiago, Chile.
- Hirzel, J. (ed.). 2014. Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Segunda edición aumentada y corregida. Colección Libros INIA 31. INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Chillán, Chile.
- Lemus G., A. Ibacache, B. Pinilla, F. Riveros, G. Sellés, R. Ferreira, L. Martinez, R. Ruiz, C. Sierra, V. Bianchini, et. al. 2010. Producción de nueces de nogal. Manuales FIA de apoyo a la formación de recursos humanos para la innovación agraria. Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Chilenut, Santiago, Chile.
- UC Davis (2021) California fertilization guidelines. Walnut. <http://geisseler.ucdavis.edu/Guidelines/Walnut.html> (última fecha consultado: 24 de mayo 2021).

Capítulo 4

Cubiertas vegetales para un manejo sustentable del suelo en huertos orgánicos de nogal

Carlos Ovalle M. • Soledad Espinoza T. • Viviana Barahona L. • Aart M. Osman

4.1. Introducción

En el presente capítulo se revisa el conocimiento y la experiencia existente en la incorporación de cubiertas vegetales en las entre hileras de los huertos, con la principal finalidad de mejorar y mantener la calidad y fertilidad del suelo. Se analizan los tipos de cubiertas y las especies susceptibles de ser incorporadas, los beneficios y funciones de cada una de ellas, la forma de establecerlas y

Figura 4.1. Huerto de nogales con una cubierta vegetal.



manejarlas, con énfasis en las leguminosas como fuente de nitrógeno para satisfacer las necesidades nutricionales de los árboles. Finalmente, se presentan los principales resultados de la incorporación cubiertas vegetales obtenidos en ensayos realizados en un huerto orgánico de nogal.

4.2. Definición y beneficios de las cubiertas vegetales

Una cubierta vegetal es un cultivo sin fines comerciales que se establece en toda la superficie o, lo que es más frecuente, entre hileras de los árboles para generar propiedades benéficas en el suelo y en el ecosistema.

En el manejo orgánico del suelo sus principales funciones son el fomento de la diversidad y actividad biológica del suelo, a través de la adición de materia orgánica y la exudación de azúcares, aminoácidos y otros metabolitos en la rizosfera, y en el caso específico de las leguminosas, la incorporación de nitrógeno de la atmósfera al sistema. Además, proveen otros múltiples beneficios, incluyendo los siguientes:

- **Supresión de malezas.** Los cultivos de cobertura compiten con las malezas por los recursos, luz, agua y nutrientes, al ocupar el nicho donde germinan y a través de compuestos alelopáticos, como en el caso del centeno. Además de centeno, destaca la mostaza blanca por su gran producción de biomasa que crea una fuerte competencia con las malezas inhibiendo su población. Este control no es solo efectivo sobre una sola familia de malezas, sino que reducen la densidad general de las malas hierbas.
- **Mantenimiento y/o mejoramiento de las características físicas del suelo,** en especial de la estructura, estabilidad de agregados, y porosidad. A medida que la materia orgánica proveniente de la cubierta se descompone, los organismos del suelo que se alimentan de ellos, liberan compuestos (gomas, ceras y otras sustancias y exudados), que unen las partículas para formar agregados estables lo que mejora la estructura del suelo. Como consecuencia se aumenta la capacidad de infiltración del agua, y se evita o mitiga la compactación. Las especies de cereales se caracterizan por la formación de un sistema radicular extenso y profundo, sobre todo en el caso de especies perennes, y así contribuyendo a la calidad física del suelo. Especies con raíces pivotantes – como alfalfa, rábano, nabo forrajero – pueden penetrar y soltar mejor en los suelos compactados.

- **Facilitación de la infiltración del agua de lluvia y riego, disminuyendo las pérdidas y aumentando la capacidad de retención del agua.** Además, evitan el anegamiento, y así el riesgo de infecciones de las plantas con enfermedades como phytophthora (ver Capítulo 6). Adicionalmente, mejoran el acceso al huerto y facilitan el tráfico de la maquinaria y el personal en invierno y primavera al extraer los excesos de humedad.
- **Protección contra y reducción de la erosión del suelo.** La mejor cobertura se logra con especies perennes vigorosas que forman un sistema de raíces denso, como las gramíneas perennes festuca, falaris o pasto ovillo, y gramíneas anuales como centeno, avena, triticale y ballica anual. Además, evitan el polvo generado por el tráfico de la maquinaria. La disminución del polvo, reduce considerablemente el riesgo de daño a las plantas provocado por ácaros.
- **Fomentar la presencia de enemigos naturales.** Al aumentar la biodiversidad de plantas en el huerto, también se diversifica la entomofauna. Los cultivos de cobertura proporcionan un hábitat excelente para los insectos depredadores polífagos, los cuales se alimentan de insectos dañinos como pulgones, trips, ácaros, polillas y otros (Capítulo 5). También ciertas especies de plantas atraen parasitoides, proveyendo alimento, en la forma de néctar y polen, para los adultos de estos insectos, y/o presas alternativas para las larvas de los parasitoides (Ovalle et al., 2020). Especies de *Vicia* sp (vicia, haba) proveen néctar extrafloral mientras especies de la familia de brasicas (mostaza, raps) son fuentes de néctar floral y polen.
- **Manejo de nematodos.** Los cultivos de cobertura contribuyen a la disminución de las poblaciones de nematodos. En particular, las brásicas (por ejemplo, mostaza, rábano, raps) contienen glucosinolatos los cuales se descomponen en isotiocianatos, que son los compuestos bioactivos que actúan sobre los nematodos.

Por los puntos anteriores, su uso es de vital importancia, especialmente en la producción orgánica del nogal y de muchas otras especies frutales y en vides.

4.3. Tipos y especies de cubiertas vegetales

Las cubiertas se pueden clasificar según su permanencia en el tiempo, en tres tipos:

1. **Cultivos anuales de invierno (abonos verdes; Tabla 4.1).** En general corresponden a leguminosas fijadoras de nitrógeno (como vicia, arveja, lupino, haba), los que son sembrados cada otoño y segados e incorporados en primavera. Las leguminosas se pueden sembrar también en mezcla con cereales como avena, cebada o centeno. En el caso del sistema orgánico de producción de nueces se trabajó con arveja, haba, lupino, mostaza, raps y nabo forrajero.
2. **Cultivos de auto siembra (Tabla 4.2).** Constituyen cubiertas permanentes con especies como tréboles subterráneos, hualputra, trébol encarnado, trébol balanza y ballicas anuales, sembradas en otoño y manejadas en pastoreo o corte durante la primavera y principios del verano, para permitir la resiembra natural.
3. **Cultivos perennes (Tabla 4.3).** Pueden ser gramíneas y/o leguminosas (trébol blanco, lotera o alfalfa), sembradas en otoño o temprano primavera y cortadas para proporcionar un recubrimiento de suelo y otros beneficios, durante todo el año. También se pueden incorporar gramíneas perennes (festuca, ballica perenne, pasto ovillo y falaris).

Figura 4.2. Cultivo anual de invierno: mostaza blanca.

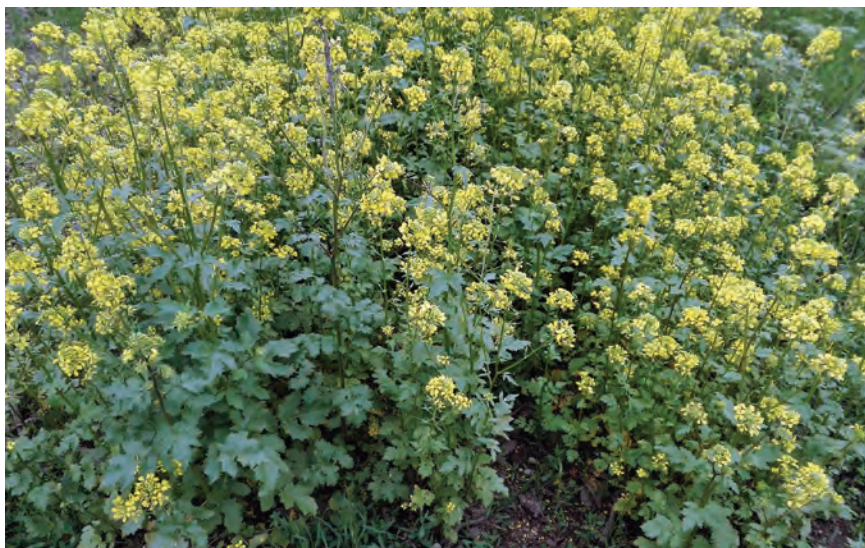


Tabla 4.1. Especies y variedades para abonos verdes.

Especies	Nombre científico	Variedades	Dosis semilla (kg/ha.)
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	Milano, Utrillo, Rocket, Super agua dulce, Portuguesa INIA	220
Haba	<i>Vicia faba</i>	Corriente, Fresh water	120
Trébol encarnado	<i>Trifolium incarnatum</i>	Corriente	30
Trébol alejandrino	<i>Trifolium alexandrinum</i>	Corriente	25
Vicia	<i>Vicia atropurpurea</i>	Corriente	80
Avena Vicia	<i>Avena sativa</i> / <i>Vicia atropurpurea</i>	Urano, Corriente	80/50
Avena	<i>Avena sativa</i>	Urano	100 -120
Centeno	<i>Secale cereale</i>		80
Mostaza blanca	<i>Sinapis alba</i>	Corriente	20
Raps	<i>Brassica napus</i>		5
Nabo forrajero	<i>Brassica rapa</i>		5

Tabla 4.2. Mezclas de especies y variedades para cubiertas vegetales de autosiembra.

Mezclas	Especies	Variedades	Dosis (kg/ha)
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo largo Mediterránea 700	Trébol subterráneo	Mount Barker	4
		Denmark	4
		Campeda	4
	Trébol vesiculoso	Cefalú	4
	Trébol encarnado	Corriente	4
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo intermedio Mediterránea 600	Trébol subterráneo	Gosse	4
		Antas	4
		Clare	4
	Trébol balansa	Paradana	3
	Hualputra	Scimitar	5
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo intermedio Mediterránea 500	Trébol subterráneo	Seaton Park	3
		Campeda	3
		Clare	3
		Antas	3
	Trébol balansa	Paradana	2
	Hualputra	Scimitar	6
Mezcla de leguminosas anuales de ciclo corto Mediterránea 400	Trébol subterráneo	Seaton Park	3
		Campeda	3
		Losa	3
		Dalkeith	3
	Hualputra	Scimitar	8

Figura 4.3. Cultivo de autosiembra: trébol encarnado.



Figura 4.4. Cultivo perenne: alfalfa.



Tabla 4.3. Especies, mezclas y variedades de leguminosas y gramíneas perennes y dosis de semilla para cubiertas vegetales en suelos con riego en la entre hilera del huerto.

Mezclas	Nombre científico	Variedades	Dosis (kg/ha)
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	WL 903	20
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Haifa Huia Riesling Bountry Legacy	4 - 5
Ballica perenne	<i>Lolium perenne</i>	Banquet II Expo Extreme Ansa 24 siete	12 - 20
Festuca	<i>Festuca arundinacea</i>	Kora Tower Exella II	25
Pasto ovillo	<i>Dactylis glomerata</i>	Amba Greenly	20
Mezcla para suelos arcillo- sos (Trébol blanco + Lotera + Festuca)		Bounty Quimey Exella II	4 6 8
Mezcla para suelos arenosos (Pasto ovillo + Trébol blanco)		Greenly Bounty	8 4

4.4. Establecimiento de cubiertas vegetales

Dosis y origen de semillas e inoculantes

En los **Tablas 4.1, 4.2 y 4.3** se indican las dosis de semillas de las principales especies susceptibles de ser utilizadas como cultivos anuales de autosiembra y permanentes.

Según la normativa orgánica chilena, solamente se pueden utilizar semillas orgánicas. Sin embargo, se autoriza el uso de semillas convencionales que no son tratadas con agroquímicos, si el productor puede documentar la ausencia de oferta de semillas orgánicas (Capítulo 7).

Las especies de leguminosas se recomienda inocular previa a la siembra con la bacteria *Rhizobium* específica para cada especie. La presencia de *Rhizobium* es esencial, ya que es la bacteria que se encarga de la fijación biológica del nitrógeno.

Al adquirir el inoculante, se debe averiguar con el ente certificador, si el producto comercial específico tiene autorización para uso en agricultura orgánica.

Además, para ambos las semillas y el inoculante, se debe pedir una declaración de “No OGM (organismo genéticamente modificado)” al proveedor, con el fin de cumplir con los requisitos de la certificación orgánica.

Época de siembra, preparación de suelos y riego

En el caso particular del nogal, el establecimiento de las cubiertas se realiza por lo general en otoño, luego de la cosecha. Especial atención debe prestarse a la preparación del suelo, la cual debe ser superficial de manera de no dañar las raíces de los árboles y lo suficientemente acabada para asegurar una adecuada cama de semillas, que son generalmente muy pequeñas y no deben quedar enterradas a más de 2 o 3 cm. Debe ser realizada inmediatamente terminada la caída de las hojas a objeto de incorporarlas, evitando que conformen una capa densa de mantillo que inhiba la germinación de las plántulas. También se requiere de un manejo de la cubierta tendiente a mantener el suelo libre de vegetación al momento de la cosecha del frutal.

Sembrar lo más temprano posible y mantener el suelo con suficiente humedad después de la siembra, promueva un buen establecimiento de la cubierta y aumenta la producción de biomasa. Por lo anterior, es recomendable acompañar la siembra con riego, en el caso de escasas precipitaciones durante las primeras semanas del otoño. Sin embargo, en el caso de escasez hídrica, las necesidades de la cubierta pasa a segunda prioridad. Además, se recomienda elegir especies rústicas, tolerantes al estrés hídrico en la fase inicial.

Fertilidad del suelo

Sobre todo cubiertas de leguminosas requieren una disponibilidad adecuada de fósforo. La deficiencia de este nutriente inhibe, entre otros, la fijación biológica de nitrógeno. Por lo anterior se recomienda realizar un análisis de suelo previo a la siembra. Para suplir la deficiencia de fósforo es posible utilizar roca fosfórica o bien aplicaciones de compost u otros productos autorizados por la normativa orgánica (Capítulo 3 y Capítulo 7).

4.5. Manejo de las cubiertas

Abonos verdes

La decisión de cuando cortar e incorporar los abonos verdes, es un compromiso entre la obtención de la máxima producción de biomasa, y en el caso de las leguminosas la captura de nitrógeno, con la necesidad de conservar el agua para el uso de los árboles. En huertos con escasez de agua para riego, se recomienda realizar el corte antes de la ocurrencia de la deficiencia hídrica. Sin este limitante, en las leguminosas de grano, el corte se realiza una vez que las plantas están en 50% de llenado de grano. En el caso de las leguminosas forrajeras anuales, este corte debe realizarse en 50% de estado fenológico de floración.

La biomasa cortada se puede incorporar en el suelo o dejar cubriendo el suelo como mulch. La ventaja de la incorporación es una menor pérdida de nitrógeno. Por otro lado, la labranza excesiva tiene un efecto negativo sobre la vida del suelo y la conservación de la materia orgánica. Si uno desea evitar la labranza, también se puede realizar un corte con segadora rotativa. El material queda cubriendo el suelo en superficie, sin incorporar. También se puede dejar este material en la sobre hilera, como mulch, con el fin de suprimir las malezas y concentrar la materia orgánica y nutrientes en la zona con mayor cantidad de raíces.

Coberturas de resiembra natural

En el caso de especies de autoresiembra el manejo debe estar orientado a hacer un corte a 2 a 3 cm a inicios de primavera para controlar y disminuir la competencia de las malezas y aumentar la absorción de radiación evitando o disminuyendo el riesgo de heladas. El último corte se realiza a finales de noviembre cuando las especies anuales de auto-siembra ya han producido y liberado la semilla, lo cual asegura la resiembra natural en el otoño siguiente.

Cubiertas de especies perennes

El manejo de especies perennes requiere de un manejo estricto de cortes para obtener los máximos beneficios. En el caso de la alfalfa, a fines de invierno suele ser necesario hacer cortes de limpieza para evitar la competencia con las malezas y asegurar el buen establecimiento de la cubierta. Adicionalmente, se realizan cortes en estado fenológico de 50% de floración (dos o tres por temporada). En el caso de gramíneas o mezclas de gramíneas con leguminosas perennes es importante realizar cortes frecuentes para evitar la sobre maduración y envejecimiento de las especies que componen la cubierta.

4.6. Las cubiertas vegetales de leguminosas como fuente de nitrógeno

Los cultivos de cobertura que incluyen plantas fijadoras de N, como tréboles anuales o perennes, medicagos anuales o perennes, y los abonos verdes como vicia, arveja, haba, lupino y otros, pueden aportar importantes cantidades de N. Para que la fijación biológica funcione bien, se recomienda la inoculación de las semillas con el inoculante apropiado. La inoculación es condición necesaria en predios en los cuales no se ha cultivado la especie elegida durante los años anteriores.

La contribución final de N del cultivo de cobertura al cultivo principal depende fundamentalmente de la eficiencia del proceso de fijación y de la cantidad de biomasa que el cultivo produzca (**Figura 4.6**). Dependiendo de la especie, condiciones de suelo y climáticas, el contenido de nitrógeno de la biomasa de una cubierta de leguminosa contiene entre 2,5 y 4,2% de nitrógeno. En el caso que se logra producir 10.000 kg de biomasa, a través de la cubierta se podrá incorporar entre 250 y 420 kg de N/ha al suelo. Para conocer la cantidad exacta, se debe

Figura 4.5. Haba, una leguminosa, proveedor de nitrógeno.



estimar la cantidad de biomasa producida y enviar muestras de plantas secadas al laboratorio (**Box 4.1**). **Tabla 4.4.** presenta ejemplos de la producción de biomasa y fijación de nitrógeno de distintas especies de leguminosas evaluadas en ensayos en Chile. En general, cultivos de cobertura de abono verde con un alto porcentaje de leguminosas pueden aportar más nitrógeno que las praderas anuales de resiembra o que los cultivos de cobertura de especies forrajeras perennes que contienen leguminosas. Por otra parte, se recupera más nitrógeno de los cultivos de abono verde cuando son incorporados, que cuando se cortan y se deja el residuo en la superficie del suelo.

Figura 4.6. Relación entre la producción de biomasa aérea (ton MS/ha) y el N fijado de la atmósfera en la biomasa (kg N/ha), para arveja (□), lupino australiano (●), lupino amarillo (○), lupino blanco (▲), y vicia (■). Ecuación de regresión: $y = 21,4x - 5,0$; $r^2 = 0,82$. (Espinoza et al., 2012).

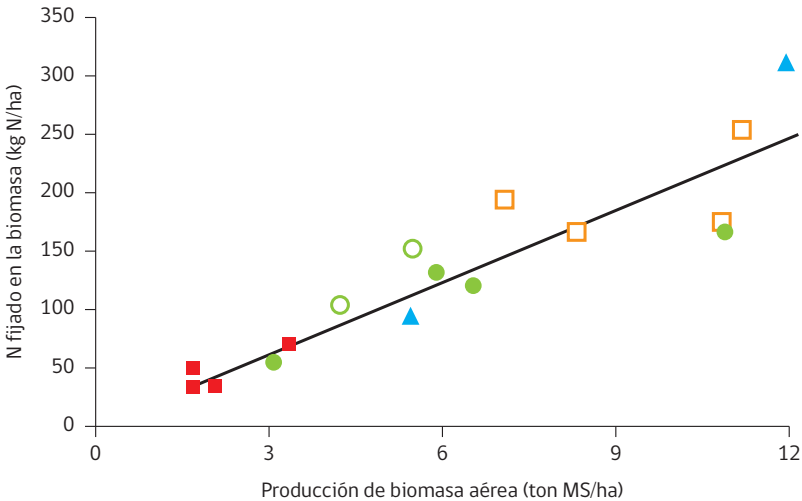


Tabla 4.4. Ejemplos del rendimiento de biomasa, contenido y aporte de nitrógeno, en algunas especies de leguminosas en ensayos realizados en Chile.

Especie y variedad	Producción de biomasa (kg/ha)	Contenido de N en la biomasa (%)	Aporte total de N (kg ha/año)
<i>Trifolium repens</i> var. Huía	10.400	3,96	412
<i>Trifolium pratense</i> var. Quiñequeli	9.070	3,74	339
<i>Trifolium subterraneum</i> var. Mount Barker	6.820	2,99	204
<i>Trifolium vesiculosum</i> var. Zulú	8.830	4,10	362
<i>Trifolium incarnatum</i> var. Corriente	3.378	4,16	141
<i>Trifolium michelianum</i> var. Frontier	8.642	2,85	246
<i>Trifolium alexandrinum</i>	10.531	2,55	269
<i>Medicago sativa</i>	12.000	4,06	487
Mezcla de Leguminosas anuales (MED 500)	3.352	3,08	103
<i>Pisum sativum</i> var. Milano	21.745	2,76	600
<i>Pisum sativum</i> var. Rocket	11.182	3,87	433
<i>Vicia faba</i> var. Fresh water	12.720	4,20	487
<i>Lupinus luteus</i> var. Motiv	4.213	3,46	146
<i>Lupinus angustifolius</i> var. Wonga	9.656	4,10	396
<i>Lupinus albus</i> var. Rumbo	5.288	4,07	215
<i>Avena sativa</i> var. Urano + <i>Vicia atropurpurea</i>	5.200	1,21	63
<i>Vicia atropurpurea</i>	8.715	3,26	284

Fuente: Ovalle et al., 2020.

Se estima que la proporción de nitrógeno de un abono verde que queda disponible para el cultivo principal, el nogal, durante la primera temporada después de su incorporación, es de alrededor del 30 a 40% de la cantidad total de N contenido en la leguminosa. Por ejemplo, un cultivo de arveja que acumuló 200 kg N/ha, podrá contribuir con aproximadamente 80 kg N/ha durante el primer año después de su incorporación.

Box 4.1. Cómo determinar el aporte de nitrógeno de la cubierta vegetal?

Para determinar cuánto N contiene un cultivo de cobertura, se necesita una estimación del rendimiento de biomasa y su porcentaje de N. Para ello se debe tomar una muestra, secarla, pesarla y enviarla para el análisis de forraje, que incluye una estimación de contenido de proteína. Una vez que el contenido de proteína es conocido, simplemente se divide por 6,25 para obtener el porcentaje de N contenido en el cultivo de cobertura. Finalmente, para obtener los kilos de N aportado por la leguminosa por hectárea, se multiplica el porcentaje (%) de N por la producción de biomasa de la leguminosa. Sin embargo, debido a que la contribución de N de los cultivos de cobertura depende de muchos factores, las estimaciones del N disponible siempre deben considerarse sólo como una estimación aproximada. El análisis de N en la hoja (en frutales y viñas) y balances de N, deberían ser utilizados para validar estas estimaciones y ajustar los programas de fertilización.

4.7. Resultados de la incorporación de cubiertas vegetales en producción orgánica de nogal

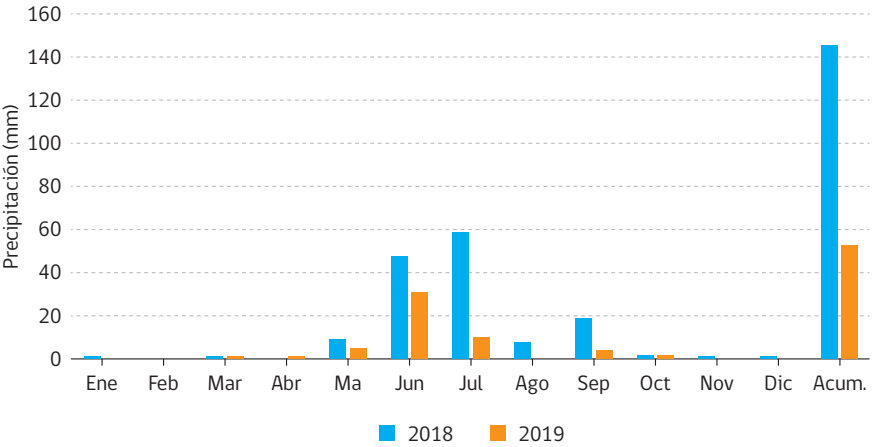
En el marco del proyecto “Desarrollo de un protocolo para la producción de nueces orgánicas” se realizaron los siguientes ensayos en un huerto comercial de la empresa Geonuts, con certificación orgánica (inicio proceso de transición en 2011), ubicada en San Bernardo, Región Metropolitana:

1. Evaluación de la manejo de la fertilidad del suelo con uso compost y cultivos de cobertura.
2. Comparación de distintas especies de abonos verdes.

En las siguientes páginas presentamos los resultados principales de los ensayos.

Ambos ensayos se establecieron en el otoño de 2018 en un sector plantado con la variedad Chandler (año plantación 2005). En comparación de los otros sectores del huerto, el sector se caracteriza por una baja productividad en los años anteriores al ensayo. Durante las dos temporadas de evaluaciones (2018/19 y 2019/20), los ensayos fueron afectados por la baja pluviometría (**Figura 4.7**). El huerto aplicaba riego por goteo e inundación (según necesidad y disponibilidad de agua). Sin embargo, no se contaba con agua para riego al inicio del otoño, afectando el establecimiento de las coberturas. Además, durante la temporada de 2019/2020, la sequía, que afectó toda la zona central de Chile, provocó una fuerte escasez hídrica en los meses de verano, afectando el desarrollo de los árboles en el sector del huerto.

Figura 4.7. Condiciones de pluviosidad (mm de agua caída) en las dos temporadas en el sitio experimental.



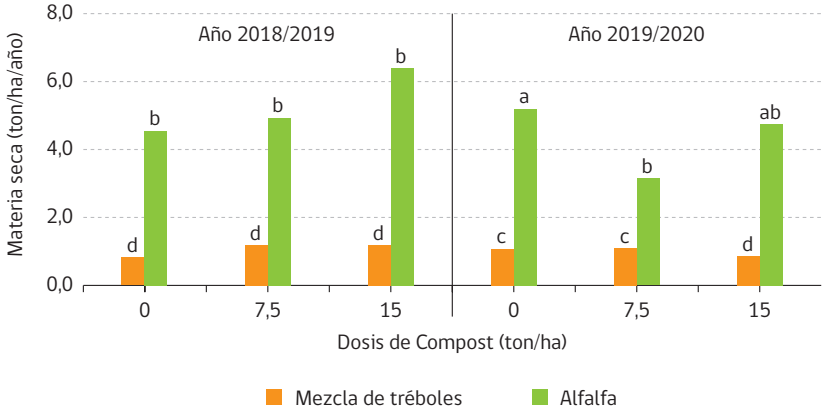
Evaluación del manejo de la fertilidad del suelo con uso de compost y cultivos de cobertura

Se evaluó un manejo de fertilidad basado en compost, elaborado con desechos del predio de nueces (material de poda, pelón, cascara, etc.), complementados con fijación de nitrógeno a través de cultivos de cobertura. En el ensayo se compararon tres dosis de compost (0, 7,5 y 15 toneladas/ ha) y dos cultivos de cobertura (alfalfa

variedad Sardi 7 y una mezcla de tres leguminosas forrajeras anuales de auto siembra, compuesta por trébol subterráneo, trébol balanza y trébol encarnado).

La cubierta de especies anuales de auto siembra obtuvo bajas producciones que no superaron 1 ton MS/ha. Mientras que la alfalfa varió entre 5 y 7 ton/ha/año (Figura 4.8).

Figura 4.8. Producción de Materia seca de cubiertas vegetales de alfalfa y leguminosas forrajeras anuales, con 3 dosis de aplicación de compost, en el sistema de producción de nogal orgánico, durante dos temporadas.



* Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas según test de Duncan ($P \leq 0,05$).

El aporte de N en la cubierta de leguminosas anuales fue bajo debido a las bajas precipitaciones ya mencionadas. En el caso de la cubierta de alfalfa los aportes de N oscilaron entre 143 y 183 Kg de N/ha/año, demostrando que bajo las condiciones de extrema sequía que están afectando a la zona central de Chile, alfalfa es la alternativa más apropiada para la producción orgánica de nogal en esta zona (Tabla 4.5).

Tabla 4.5. Producción, concentración de N, acumulado y fijado desde la atmosfera, en dos cubiertas de vegetales (alfalfa y leguminosas forrajeras anuales) y bajo tres dosis de compost. Temporada 2018/19 y temporada 2019/20.

Cubierta	Dosis de compost (ton/ha)	Materia seca (kg/ha)	N Contenido (%)	N acumulado MS (kg N/ha)	N fijado de la atmósfera (Kg N/ha)
Año 2018/19					
Mezcla de leguminosas forrajeras anuales	0	833 c	2,47 b	21 c	16 b
	7,5	1.153 c	2,78 ab	32 c	23 b
	15	1.123 c	2,71 ab	31 c	23 b
Alfalfa var. Sardi 7	0	5.020 b	3,03 ab	151 b	143 a
	7,5	5.347 b	3,37 a	181 ab	155 a
	15	6.792 a	3,16 ab	215 a	183 a
Año 2019/20					
Mezcla de leguminosas forrajeras anuales	0	1.010 c	2,47 b	25 c	19 c
	7,5	1.005 c	2,78 ab	28 c	21 c
	15	745 d	2,71 ab	20 c	15 c
Alfalfa var. Sardi 7	0	5.413 a	3,03 ab	162 a	153 a
	5	3.191 b	3,37 a	108 b	92 b
	15	4.719 ab	3,16 ab	153 ab	131 ab

* Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas según test de Duncan ($P \leq 0.05$).

Cubiertas de abonos verdes

En las temporadas 2018/2019 y 2019/2020, se estableció un ensayo con 6 especies de abonos verdes (**Figura 4.9**). Los aportes de biomasa variaron entre 6500 y 2000 kg de MS/ha. La mayor producción se obtuvo en el cultivo de arveja y la menor con lupino el cual alcanzó solo a 2 ton MS/ha. Estos niveles de producción estuvieron fuertemente afectados por las bajas precipitaciones de 53 y 146 mm de agua caída durante los 2 años del experimento (**Figura 4.7**).

El aporte de N en la cubierta de lupino fue bajo (solo 51 Kg de N/ha/año) mientras que con abonos verdes de arveja y haba los niveles de fijación fueron altos, oscilando entre 137 y 147 Kg de N/ha/año, respectivamente; demostrando que bajo las condiciones de extrema sequía como las que están afectando a la zona central de Chile, los abonos verdes de haba y arveja son las más apropiados para la producción orgánica de nogal en esta zona.

Figura 4.9. Producción de biomasa de cubiertas vegetales de cultivos anuales para abonos verdes en las temporadas 2018/19 y 2019/20.

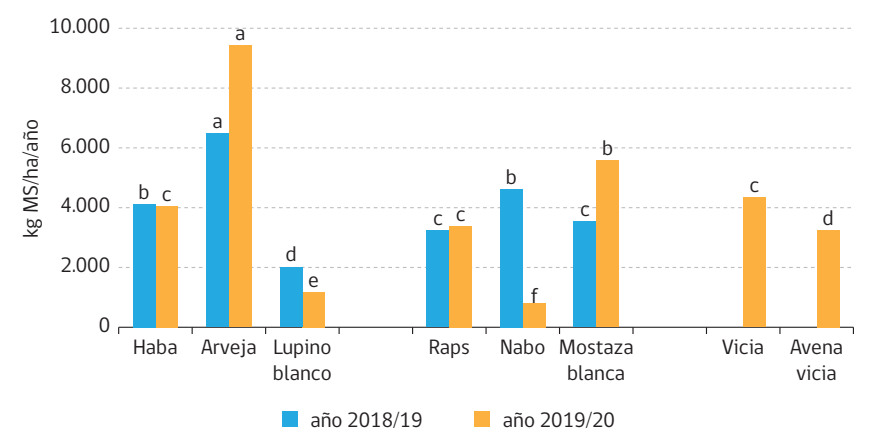


Tabla 4.6. Producción de materia seca, contenido de N y N aportado por leguminosas de grano para uso como abonos verdes. Temporadas 2018/19 y 2019/20.

Cubierto	Materia seca (kg/ha)	N Contenido (%)	N acumulado MS (kg N/ha)	N fijado de la atmósfera (Kg N/ha)
Año 2018/19				
Vicia faba var. Agua Dulce	4.092 b	3,56 a	147 a	118 a
Pisum sativum var. Milano	6.470 a	2,11 b	137 a	107 a
Lupinus albus var. Alboroto	2.024 c	1,22 c	25 c	20 b
Año 2019/20				
Vicia faba var. Agua Dulce	4.017 b	3,56 a	143 b	115 b
Pisum sativum var. Milano	9.401 a	2,11 b	199 a	156 a
Lupinus albus var. Alboroto	1.146 c	1,22 c	14 d	11 d
Vicia atropurpurea var. Corriente	4.337 b	2,41 b	104 c	73 c

* Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas según test de Duncan ($P \leq 0,05$).

Figura 4.10. Arveja como abono verde.



Referencias

- Espinoza, S., C. Ovalle, E. Zagal, I. Matus, J. Tay, M.B. Peoples y A. del Pozo. 2012. Contribution of legumes to wheat productivity in Mediterranean environments of central Chile. *Field Crops Research*. 133: 150-159.
- Ovalle, C. (Ed.) 2020. Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. Boletín INIA N° 425. INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile.
- Ovalle, C., F. Rodríguez, A. Osman, S. Espinoza Y A. del Pozo, A. 2020. Beneficios, restricciones y limitaciones de las cubiertas vegetales. En: Ovalle C. (Ed.) 2020. Cubiertas vegetales: una herramienta fundamental para el manejo sustentable del suelo en huertos frutales, viñedos y hortalizas. Boletín INIA N° 425. INIA, Centro Regional de Investigación La Cruz, La Cruz, Chile. p. 15-31.

Capítulo 5

Principales insectos plaga en producción de nueces orgánicas

Ernesto Cisternas A. • Fernando Rodríguez A.

5.1. Introducción

En Chile se han reportado 27 especies de insectos y ácaros asociados al cultivo del nogal y nueces en almacenamiento, bajo diferentes categorías según su abundancia y capacidad de daño, principalmente en sistemas de producción convencional.

Indudablemente, la presencia y abundancia de insectos y ácaros plaga dependerá principalmente de las prácticas de manejo implementadas para el control de ellas, según y bajo el sistema de producción: convencional, orgánico, biológico, agroecológico, biodinámico e integrado, por lo cual resulta relevante el estudio sistemático de sus relaciones e interacciones en el sistema de producción orgánica para establecer la importancia de cada una de ellas.

El sistema de producción de nuez orgánico estudiado presenta dos especies plaga claves para el desarrollo del cultivo que son, la polilla de la manzana y la polilla del algarrobo, ambas especies también consideradas claves en el cultivo de la nuez bajo un sistema de producción convencional. Esto se debería principalmente por la ausencia de enemigos naturales o controladores biológicos efectivos, capaces de reducir la incidencia de ambas plagas y mantener éstas en equilibrios bajo los niveles de daño económico.

El objetivo de este capítulo es abordar las plagas claves y proponer medidas de manejo orgánico.

5.2 Insectos y ácaros plagas en nogal

Diversos trabajos realizados por diferentes autores han aportado listados de insectos asociados al cultivo del nogal, donde la gran mayoría coinciden en la categoría del insecto. El **Tabla 5.1** recoge la información publicada y se agregan

Tabla 5.1. Listado de insectos y ácaros asociados al nogal bajo sistema de producción convencional y orgánico.

Nº	Insecto/Ácaro	Nombre Científico	Orden: Familia	Ataca	Convencional	Orgánico
1	Polilla de la manzana	<i>Cydia pomonella</i>	LEP: Tortricidae	Frutos	Primaria	Primaria
2	Polilla del algarrobo	<i>Ectomyelois ceratoniae</i>	LEP: Pyralidae	Frutos	Primaria	Primaria
3	Gusano de los penachos	<i>Orgyia antiqua</i>	LEP: Lasiocampidae	Follaje	Ocacional	ND
4	Cuncuna de los pinos	<i>Ormiscodes cinnamomea</i>	LEP: Saturniidae	Follaje	Muy escasa	ND
5	Minador del nogal	<i>Caloptilia sp</i>	LEP: Gracillariidae	Follaje	Secundaria	ND
6	Burrito de la vid	<i>Naupactus xanthographus</i>	COL: Curculionidae	Follaje y raíces	Secundaria	Secundaria
7	Burrito blanco del frejol	<i>Naupactus leucoloma</i>	COL: Curculionidae	Follaje y raíces	ND	Secundaria
8	Burrito de la frutilla	<i>Otiorhynchus rugosostriatus</i>	COL: Curculionidae	Follaje y raíces	ND	Ocacional
9	Cabrito del duraznero	<i>Aegorhinus phaleratus</i>	COL: Curculionidae	Ramillas y raíces	Ocacional	ND
10	Marinerito del nogal	<i>Rhyephenes humeralis</i>	COL: Curculionidae	Cambium	Muy escasa	ND
11	Taladrador de los brotes	<i>No identificado</i>	COL: Cerambycidae	Ramillas	Ocacional	Ocacional
12	Escama de San José	<i>Diaspidiotus perniciosus</i>	HEM: Diaspididae	Ramillas	Secundaria	Secundaria
13	Escama morada del manzano	<i>Lepidosaphes ulmi</i>	HEM: Diaspididae	Ramillas	Secundaria	Secundaria
14	Escama blanca del peral	<i>Epidiaspis leperii</i>	HEM: Diaspididae	Ramillas	Literatura	ND
15	Conchuela café europea	<i>Parthenolecanium corni</i>	HEM: Coccidae	Ramillas	Muy escasa	Muy escasa
16	Conchuela café del duraznero	<i>Parthenolecanium persicae</i>	HEM: Coccidae	Ramillas	Muy escasa	ND
17	Conchuela acanalada	<i>Icerya purchasi</i>	HEM: Margarodidae	Ramillas	Muy escasa	ND
18	Perla de tierra	<i>Margarodes vitis</i>	HEM: Margarodidae	Raíces	Presente	ND
19	Chanchito blanco cola larga	<i>Pseudococcus longispinus</i>	HEM:Pseudococcidae	Follaje y frutos	Muy escasa	ND
20	Chanchito blanco	<i>Pseudococcus calceolariae</i>	HEM:Pseudococcidae	Follaje y frutos	Muy escasa	Muy escasa
21	Pulgón del nogal	<i>Chromaphis juglandicola</i>	HEM: Aphididae	Follaje	Secundaria	Secundaria
22	Trips del poroto	<i>Caliothrips fasciatus</i>	THYS:Thripidae	Follaje	Muy escasa	ND
23	Trips del palto	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i>	THYS:Thripidae	Follaje	Muy escasa	ND
24	Arañita roja europea	<i>Panonychus ulmi</i>	ACAR:Tetranychidae	Follaje	Primaria	ND
25	Arañita bimaculada	<i>Tetranychus urticae</i>	ACAR:Tetranychidae	Follaje	Primaria	ND
26	Arañita meridional	<i>Oligonychua ilicis</i>	ACAR:Tetranychidae	Follaje	Ocacional	ND
27	Arañita Parda de los frutales	<i>Bryobia rubrioculus</i>	ACAR:Tetranychidae	Follaje	Ocasional	ND
28	Erinosis del nogal	<i>Eriophyes erineus</i>	ACAREriophyidae	Follaje	Muy escasa	ND
29	Tijereta europea	<i>Forficula auricularia</i>	DERForficulidae	Follaje	ND	Secundaria

nuevas determinaciones para el sistema convencional y se incorpora el sistema orgánico estudiado. El listado no incluye las tres especies de polillas Pyralidae que se encuentran asociados a las nueces en almacenaje: *Ephestia cautella*, *Ephestia kuehniella* y *Plodia interpunctella*.

Para los sistemas orgánico y convencional las polillas de la manzana y del algarrobo son plagas primarias claves para el desarrollo del cultivo, siendo seis consideradas secundarias y cinco ocasionales o muy escasos.

5.3. Polilla de la manzana *Cydia pomonella* (Linnaeus)

Es la plaga más importante y de abundante literatura, siendo una especie clave del cultivo del nogal. Este insecto es introducido, originario de Asia menor y actualmente presente en muchos países productores de nueces y de otros diversos hospederos, que en Chile son damasco, duraznero, ciruelo, manzano, manzano silvestre, membrillo, nectarino, peral europeo y asiático. Además, es una plaga cuarentenaria para muchos países importadores de otras frutas y nueces.

En Chile este insecto desarrolla 3 a 4 generaciones cada año, pasando el periodo invernal como larva en diapausa protegida al interior de un capullo y transformándose en pupa (crisálida) desde comienzos de primavera e iniciando su primer vuelo estacional desde fines de septiembre y durante octubre, periodo en que los adultos capturados en las trampas de feromonas son fácilmente identificados.

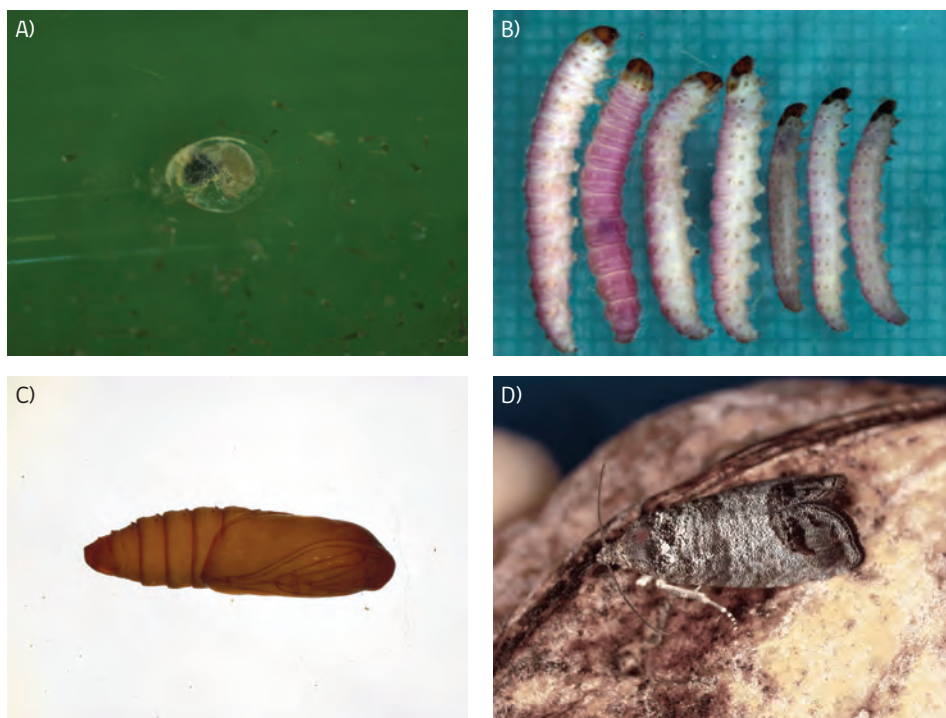
Estados metamórficos

Huevo: son ovales, aplanados y transparentes, menores a 1 mm, cuando son recién ovipuestos, colorido que cambia a medida se desarrolla el embrión durante los 6 a 12 días que toma este proceso, dependiendo de la temperatura de la época de oviposición. Ellos son puestos individualmente sobre las hojas y frutos siendo casi imposibles verlos en el huerto (**Figura 5.1**).

Larva: cuando recién emergen (L1), su largo es de 2 mm, blanco-cremosa y de cabeza negra, alcanzando en su máximo crecimiento (L5) largos de 15 a 22 mm, cuerpo blanco-crema, incluso de tonos pardos, tornándose rosado-rojizo al final de su desarrollo, sin peine anal (**Figura 5.1**).

Crisálida: también llamada pupa, presentan largos de 8 a 12 mm, café cobrizo brillante, envuelta en un coccon o capullo tejido por la larva de último estadio bajo la corteza, en hoquedades y suelo (**Figura 5.1**).

Figura 5.1. Estados de vida o metamorfosis de polilla de la manzana. A) Huevo, B) Larvas, C) Pupa y D) Adulto.



Adulto: la mariposa es pequeña de largos normales entre 12 y 18 mm y de 18 a 22 mm de expansión alar, siendo las hembras más grandes que los machos. Característico son las manchas semicirculares, algo cobrizas en la parte distal de las alas anteriores (**Figura 5.1**).

Daño

Los daños son cuantificables desde el inicio del ataque, cuando la larva L1 se alimenta del fruto y en su desarrollo perfora el pelón, atraviesa la cáscara y alcanza la nuez. Cuando el ataque se produce en las primeras fases de crecimiento del fruto, se produce la caída de ellos por absición de éstos. Ataques más tardíos, con frutos formados y cáscara no endurecida, la larva alcanza la nuez causando la pérdida de ella y cuando ataca una nuez con cáscara endurecida se produce el manchado de esta depreciando su valor (**Figura 5.2**).

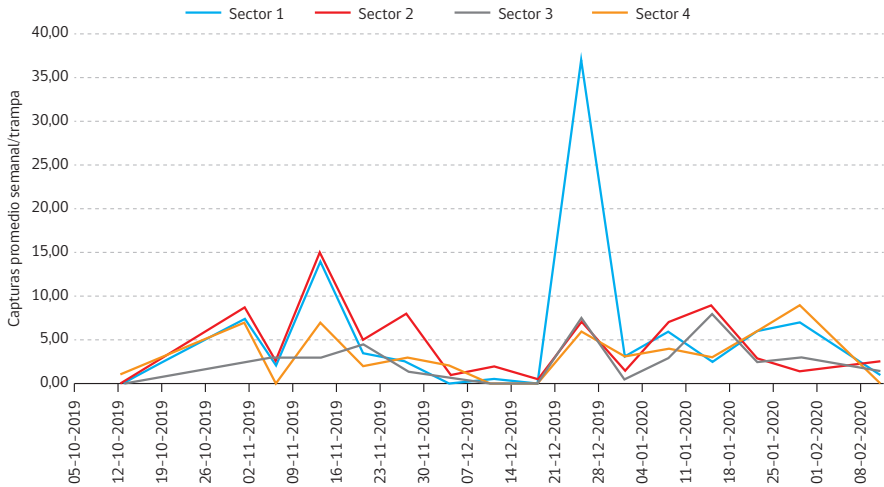
Figura 5.2. Daños en frutos causados por polilla de la manzana.



Ciclo estacional

La polilla de la manzana puede alcanzar a desarrollar tres e incluso cuatro generaciones en la temporada en la zona central, dependiendo de las temperaturas primaverales y estivales. El primer vuelo se inicia desde fines de septiembre hasta octubre. Estos primeros adultos proceden de las larvas en diapausa y pupas primaverales de las generaciones del año anterior. Una vez que ocurre el apareamiento, las hembras inician la ovipostura sobre las hojas y frutos. La larva L1 horada la fruta en formación y completa su desarrollo larval L5, abandona el fruto y busca lugares protegidos en grietas bajo la corteza, incluso el suelo donde construyen el pupario (denso y fuerte capullo), donde se formará y protegerá la pupa hasta la emergencia del adulto. Esto se repite durante la temporada tres veces al año (**Figura 5.3**).

Figura 5.3. Curvas de capturas de machos de polilla de la manzana en cuatro sectores cv Chandler con trampas 1X CM. San Bernardo, 2019-2020.



Monitoreo

Para realizar el seguimiento de la polilla en el huerto se utiliza trampas de feromonas sexuales sintéticas que atraen solo a los machos de la especie, que quedan atrapados en el piso pegajoso de la trampa. En huertos que utilizan la estrategia de la confusión sexual, las trampas de monitoreo serán 10X teniendo como objetivo principal comprobar la eficacia del tratamiento y las que no utilizan la estrategia de confusión sexual las trampas serán 1X. Las capturas relativas de los machos en trampa, permitirá determinar los vuelos de cada generación y con ello programar los manejos, liberaciones de controladores biológicos y aplicación de tratamientos.

La instalación de las trampas se debe realizar a partir de septiembre en un número según la superficie (1 trampa/2 ha); en el tercio superior del árbol (0,8 a 1 m) bajo la porción exterior de la copa y exposición Sur-Oriente, al interior de la copa, evitando orillas de caminos, bodegas, fuentes de luz artificial y que la entrada de la trampa quede obstruida con follaje. El comportamiento de la temperatura y lluvia durante los periodos de vuelo, serán factores que incidirán en las capturas, de igual forma será importante mantener una distancia mínima entre las trampas (100 m) y que en huertos homogéneos la distribución de las trampas deberá ser uniforme (**Figura 5.4**).

Figura 5.4. Trampa de monitoreo y piso pegajoso con capturas de polilla de la manzana.



La lectura y/o revisión de la trampa se debe hacer cada 2-3 días, llevando al día el registro de las capturas, el recambio de las feromonas (después de 10 semanas) y limpieza de pisos pegajosos de la trampa.

Determinación de las fechas claves del ciclo estacional de la plaga

El uso de modelos de grados día para estimar el comportamiento fenológico o relaciones entre el clima y los procesos biológicos en el desarrollo del insecto es una herramienta que nos puede ayudar a predecir el mejor momento para manejar la plaga. Estos modelos funcionan en una escala de unidad de calor GD (Grado Día) que combina el tiempo (días) con la temperatura, para predecir momentos difíciles de muestrear o detectar, como el inicio de la pupación, vuelo ovipositora y eclosión de larvas. Para aplicar estos modelos necesitamos conocer los umbrales térmicos inferior y superior para la especie. A partir de las capturas sostenidas de los adultos en trampas de feromona se determina el Biofix (inicio del primer vuelo) de la polilla, a través del cálculo diario de la acumulación de GD. El Biofix será cero al partir el vuelo de los adultos y comenzará la acumulación cuando

las capturas sean sostenidas (1 o 2 adultos cada 2 días). En nogal, la polilla de la manzana para completar una generación, desde la postura de huevos hasta que la hembra inicia la oviposición necesita acumular 556 GD (°C), utilizando una temperatura umbral de 11,2 °C. Varios son los valores que se pueden encontrar en la literatura que utilizan temperaturas umbrales diferentes 10°C; 11,5°C; 11,1°C, el cual debe ajustarse a las condiciones climáticas de una región o unidad geográfica limitada y no del país.

Control natural y biológico

Es la estrategia de manejo más adecuada, compatible y complementaria para un sistema de producción orgánica de nueces. A Chile el INIA ha introducido dos parasitoides *Mastrus ridens* y *Ascogaster quadridentata*, sin obtener a la fecha su establecimiento comprobado y menos valores de parasitoidismo. Sin embargo, en el país existen enemigos naturales nativos capaces de parasitar huevos de la polilla de la manzana: *Trichogramma nerudai* y el ectoparasitoide de larvas *Goniozus legneri*. Este último parasitoide se estima introducido naturalmente desde países vecinos en la década del '80 y distribuido actualmente entre la región de Valparaíso y Ñuble (**Figura 5.5**). Otros enemigos naturales determinados en el huerto orgánico corresponden a depredadores de hábitos alimenticios polífagos y oportunistas como la tijereta europea (*Forficula auricularia*), que se alimenta principalmente de larvas, y la chinche asesina (*Zelus renardii*), aunque escaso, depreda larvas. En el suelo encontramos carábidos no determinados que se alimentan de larvas y pupas y al menos cuatro especies de arañas en grandes cantidades que se alimentan de larvas y adultos de diversas especies y entre ellas polilla de la manzana (**Figura 5.6**).

Entre los productos biológicos para el manejo de la polilla, se encuentran disponibles en el mercado *Bacillus thuringiensis* y el Virus de la granulosis.

Figura 5.5. Ciclo de vida de *Goniozus legneri*, ectoparasitoide de polillas en nogal.

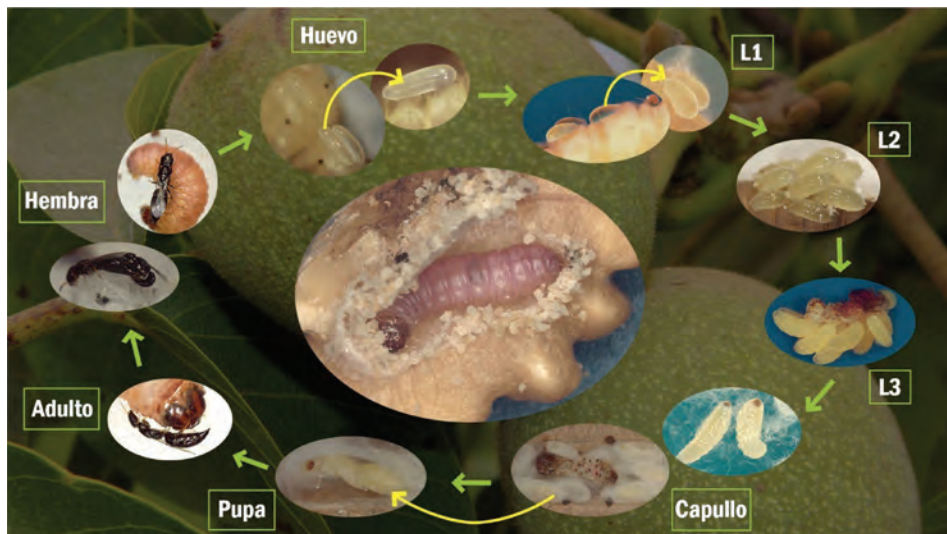


Figura 5.6. Parasitoide de larva (A) *Goniozus legneri* y depredadores (B) *Forficula auricularia* (C) *Zelus renardii* y (D) Carabido.



Control Físico

Un tipo de control ampliamente citado por muchos autores corresponde a la colecta de larvas invernantes con trampas de intercepción, puestas en el tronco y ramas del árbol, utilizando diversos materiales, desde textiles a cartón corrugado (**Figura 5.7**).

Durante una temporada se evaluó el uso de bandas de 20 a 30 cm de alto de cartón corrugado en el tronco principal a unos 50 cm del suelo, rodeando el tronco con el corrugado apegado al tronco, determinándose que la instalación de las bandas de cartón entre febrero y abril, las bandas interceptan y recogen la mayor cantidad de larvas invernantes. Nuestras evaluaciones indican que el mes de marzo tuvo las mayores capturas (**Figura 5.8**).

Confusión sexual

Esta tecnología se basa en la saturación del ambiente con feromona sexual sintética que químicamente semeja a la natural producida por las hembras para atraer a los machos, producir el encuentro y lograr el apareamiento. La saturación de feromona sexual no permite el encuentro sexual, por lo que disminuye el apareamiento y en consecuencia, los huevos puestos por las hembras serán infértiles, no generando descendencia.

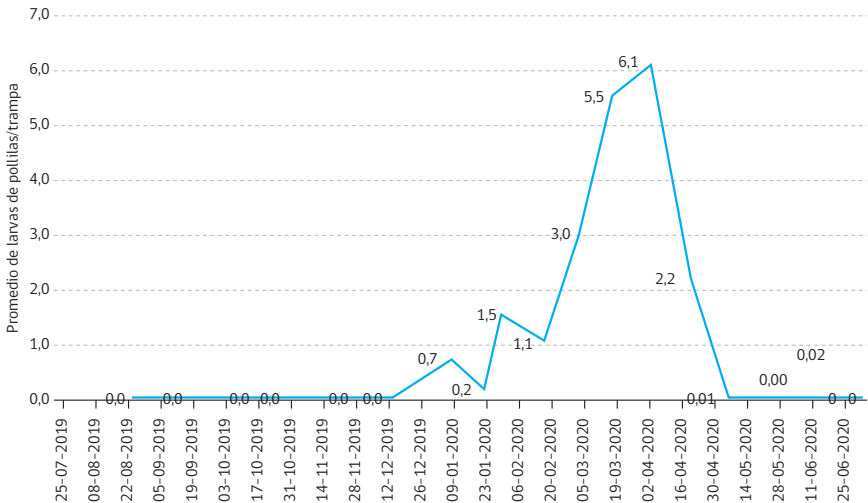
Para implementar esta tecnología actualmente en el país se dispone de difusores de feromonas que el fabricante recomienda la instalación de 500 a 1000 difusores por hectárea. Estos difusores también llamados emisores se deben instalar en el tercio superior de los árboles antes del inicio del primer vuelo estacional (septiembre, en la zona central). La superficie mínima para implementar confusión sexual indicada para el producto Isomate C+ por la empresa UPL debe ser mayor a 4 ha, la presión de la plaga no debe ser alta, los huertos deberán ser regulares y uniformes en altura y edad. El registro de la temperatura y dirección velocidad de viento es requerido.

La emisión de la feromona desde los difusores debe ser capaz de cubrir al menos un periodo mínimo de 180 días, lo cual debe ser monitoreado con trampas de feromona 10X cuyas capsulas tienen 10 veces más concentración, cuidando de no instalar en un árbol que tenga difusores. La densidad de trampas 10X debería ser 1/ha y ser revisadas al menos tres veces/semana. Deben ser instaladas en la parte alta de los árboles (tercio superior), evitando la exposición directa al sol.

Figura 5.7. Trampas de intercepción de cartón corrugado puesto en tronco.



Figura 5.8. Curva de capturas en trampa de cartón corrugado de polilla de la manzana en huerto orgánico. San Bernardo, 2019–2020.



Actualmente también se encuentra con registro orgánico el producto PUFFER CM que tiene como ingrediente activo la feromona sexual de *Cydia pomonella* para disrupción sexual. La instalación única por temporada de Puffer CM permitirá la emisión de la feromona, que es regulada por un sistema eléctrico-mecánico, la cual puede programarse para toda la temporada. Se requieren entre 1,25 a 2 unidades /ha, para la emisión de 180 o 220 días.

5.4 Polilla del algarrobo

Ectomyelois ceratoniae (Zeller)

Esta polilla fue detectada en Chile en la década del '80 y compone el ensamble de polillas que atacan las nueces en sistemas de producción convencional y orgánica. En Chile se encuentra asociada a diferentes especies, entre ellas algarrobo, almendro, castaño, limonero, naranjo, nogal y tamarugo y en frutas secas. Esta especie se le encuentra en condiciones de campo en noredales atacando desde temprano las nueces y posteriormente en almacenaje. Se encuentra distribuida entre la región de Coquimbo y O'Higgins.

En Chile este insecto desarrollaría 3 a 4 generaciones cada año, pasando el periodo invernal como larva o pupa en diapausa protegida al interior de las nueces entre una gran cantidad de seda y fecas. Las larvas se transforman en crisálida (pupas) desde comienzos de primavera e inician su primer vuelo estacional desde muy temprano en la temporada (octubre), periodo en que los adultos capturados en las trampas de feromonas son fácilmente identificados (**Figura 5.9**).

Estados metamórficos

Huevo: son ovales (0,9x0,6 mm), achatados, rugosos, amarillo pálido, cuando son recién ovipuestos, colorido que cambia a medida se desarrolla el embrión a rojizo pálido, la duración de la embriogénesis dependerá de la temperatura de la época de ovipostura. Ellos son puestos individualmente sobre los frutos siendo muy difícil encontrarlos en el huerto (**Figura 5.9**).

Larva: cuando recién emergen (L1), su largo es de 2 mm, blanco-cremosa, levemente rosado y de placa postoccipital muy negra, alcanzando en su máximo crecimiento (L5) largos de 13 a 18 mm, cuerpo blanco-crema, tornándose rosado-rojizo al final de su desarrollo, diferenciándose por varias características morfológicas de la polilla de la manzana (**Figura 5.9**).

Figura 5.9. Estados de vida o metamorfosis de polilla del algarrobo. A) Huevo, B) Larva, C) Pupa y D) Adulto.



Crisálida: también llamada pupa, presentan largos de 8 a 14 mm, café cobrizo brillante, envuelta en un coccon o capullo tejido por la larva de último estadio. Presenta un reborde en la línea media dorsal desde la cabeza al tórax y una fila de dos dientes esclerosados en cada segmento abdominal (**Figura 5.9**).

Adulto: la mariposa es pequeña de largos normales entre 12 y 20 mm y de 16 a 24 mm de expansión alar, siendo las hembras más grandes que los machos. Su vuelo principalmente es nocturno. Característico es su color gris con pequeñas manchas más oscuras y negras de las alas anteriores (**Figura 5.9**).

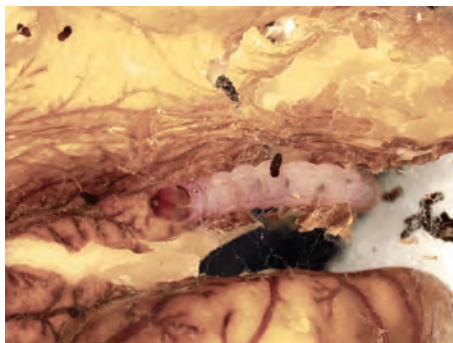
Daño

Los daños son cuantificables desde cuando la larva L1 se alimenta del fruto, perforando la cáscara y alcanzado la nuez. El ataque de fruta en crecimiento produce la caída de ellos por absición. Ataques más tardíos, con frutos formados y cáscara no endurecida, la larva alcanza la nuez causando la pérdida de ella y cuando ataca una nuez con cáscara endurecida se produce el manchado de esta depreciando su valor. Previo a la cosecha la proporción como parte del ensamble es menor a cuando la fruta ha caído, siendo en estas nueces una proporción mayor a la cosecha **(Figura 5.10)**.

Monitoreo

Para realizar el seguimiento de la polilla del algarrobo en el huerto se utiliza trampas de feromonas sexuales sintéticas (Pherocon CARM) que atraen solo a los machos de la especie, que quedan atrapados en el piso pegajoso de la trampa. Las

Figura 5.10. Daños en frutos causados por polilla del algarrobo.



capturas relativas de los machos en trampa, permitirá determinar los vuelos de cada generación y con ello programar los manejos, liberaciones de controladores biológicos y aplicación de tratamientos con biopesticidas.

La instalación de las trampas se debe realizar a partir de septiembre-octubre en un número según la superficie (1 trampa/4 ha); en el tercio superior del árbol (0,5 a 1 m) bajo la porción exterior de la copa y exposición Sur-Oriente, al interior de la copa, evitando orillas de caminos, bodegas, fuentes de luz artificial y que la entrada de la trampa quede obstruida con follaje. El comportamiento de la temperatura y lluvia durante los periodos de vuelo, serán factores que incidirán en las capturas, de igual forma será importante mantener una distancia mínima entre las trampas (100 m) y que en huertos homogéneos la distribución de las trampas deberá ser uniforme.

La lectura y/o revisión de la trampa se debe hacer cada 2-3 días, llevando al día el registro de las capturas, el recambio de las feromonas sugerido son cada 4-6 semanas, manteniendo la limpieza de pisos pegajosos de la trampa.

Ciclo estacional

La polilla del algarrobo puede alcanzar a desarrollar tres e incluso cuatro generaciones en la temporada en la zona central, dependiendo de las temperaturas primaverales y estivales. El primer vuelo se inicia temprano entre finales de septiembre y comienzo de octubre, estos primeros adultos proceden de las larvas y pupas invernantes y pupas primaverales de la generación del año anterior. Una vez que ocurre el apareamiento las hembras inician la ovipostura sobre frutos. La larva L1 horada la fruta en formación y pelones completando su desarrollo larval L5 al interior del fruto, abandona el fruto y busca lugares protegidos, construyen un pupario de seda y restos fecales, donde se formará y protegerá la pupa hasta la emergencia del adulto (**Figura 5.11**).

Control natural y biológico

El control biológico de esta especie en Chile no ha sido estudiado en profundidad destacando solo actualmente la presencia del ectoparásitoide *Goniozus legneri* atacando sus larvas. Desconocemos la actividad de Trichogrammas sobre sus huevos. En el desarrollo del proyecto sus larvas fueron consumidas por *Forficula auricularia* y *Zelus renardii*. En el suelo encontramos carábidos y arañas depredadoras, no determinados aún, que se alimentan de diversas especies de insectos en sus diferentes estados, (**Figura 5.12**).

Figura 5.11. Curvas de capturas de machos de polilla del algarrobo en cv Chandler con trampas Pherocon CARM. San Bernardo, 2020-2021.

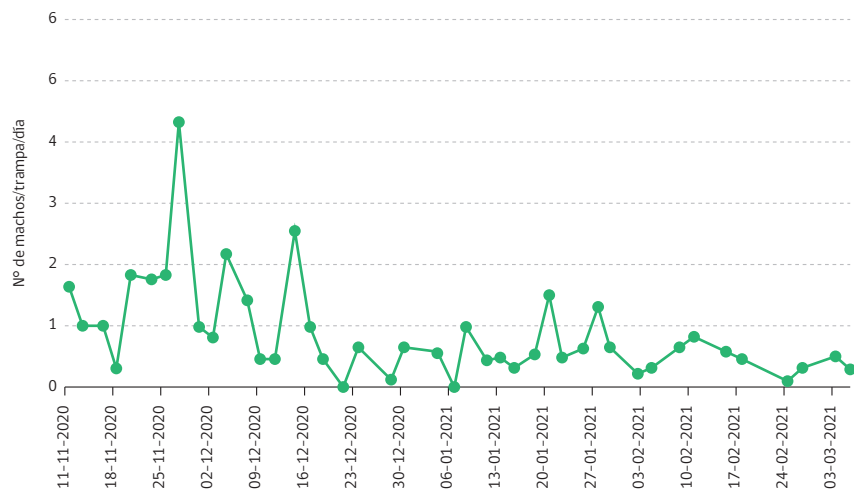


Figura 5.12. Parasitoide de larva (A) *Goniozus legneri* y depredadores (B) *Forficula auricularia* (C) *Zelus renardii* y (D) larva de carabido.



Entre los productos biológicos disponibles para el manejo de la polilla se encuentra disponible en el mercado diversos productos comerciales a base de *Bacillus thuringensis*.

5.5. Prácticas claves de manejo

Conocer la presencia de la plaga en el huerto

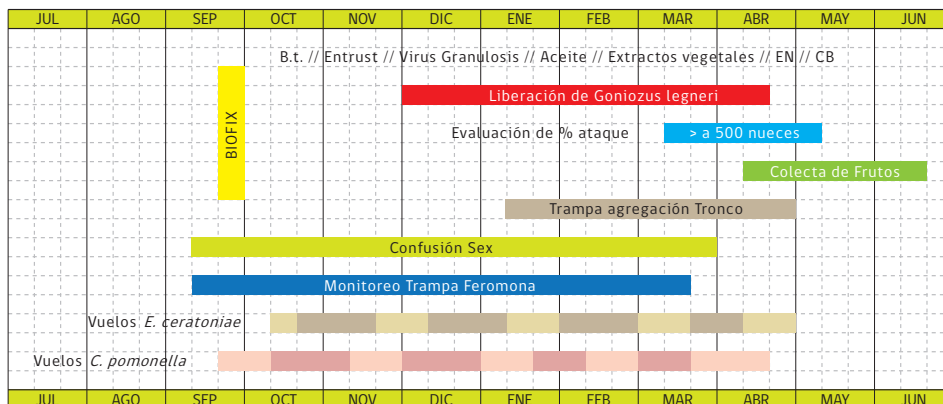
1. **Conocer el grado de ataque de la última cosecha.** Se evalúa un mínimo de 500 nueces por variedad al final de cada temporada.
2. **Instalación de trampas** de feromonas 1X a partir de mediados de septiembre (1 trampa/2 ha) manteniendo una distancia mínima entre las trampas (100 m). En huertos con confusión sexual, se instalan las trampas de 10X con una densidad de una trampa/ha. La revisión de las trampas se debe hacer cada 2-3 días, llevando un registro riguroso de las capturas, el recambio de las feromonas se hará cada 10 semanas y dependiendo de las capturas la limpieza de pisos pegajosos de la trampa.
3. **Conocer focos de infección:** por ejemplo árboles de especies huéspedes de la plaga sin manejo, para aplicar estrategias de manejo en ellos.

Prevención y control

4. **Cuidar los enemigos naturales** presentes en el huerto, manteniendo parte del suelo cubierto con vegetación permanente. En el país existen enemigos naturales nativos capaces de parasitar los huevos de la polilla (*Trichogramma nerudai*) y de sus larvas el ectoparasitoide (*Goniozus legneri*). También se encuentran depredadores como la tijereta europea (*Forficula auricularia*), chinche asesina (*Zelus renardii*), carábidos y diversas especies de arañas que se alimentan de los distintos estados y estadios de la plaga.
5. **Instalación de cajas nido** para el anidamiento y conservación de aves y murciélagos.
6. **Instalar trampas de agregación** (cartón corrugado) de larvas invernantes en tronco desde mediados de enero y retirarlas y destruirlas post cosecha entre fines de abril y comienzos de mayo.
7. **Recolectar frutos remanentes** de la cosecha desde el suelo y árboles, material que albergará insectos invernantes.

8. **Implementar la técnica de confusión sexual**, utilizando difusores plásticos (500 a 1000 unidades/ha) o eléctrico-mecánicos (puffers; 1,25 a 2 unidades/ha). Esta tecnología será eficaz solo para plantaciones uniformes y mayores de 4 ha.
9. **Liberar el ectoparasitoide *Goniozus legneri*** (1000 a 2000 individuos/ha) entre diciembre y abril para establecerlo y/o realizar un control biológico aumentativo.
10. **Aplicar un plan de control con bioinsecticidas permitidos (bajo la norma orgánica)** cuando las capturas en trampa lo indiquen. Entre los productos biológicos disponibles en Chile para el manejo de la polilla se encuentran *Bacillus thuringiensis* como ingrediente activo de varios productos comerciales y Virus de la granulosis (Madex). También es posible usar aceites, y spinosinas. Es importante sincronizar la aplicación de estos productos con la oviposición –en el caso de aceites– y la eclosión de las larvas, en el caso de los otros productos (**Figura 5.13**). A través del monitoreo con trampas de feromonas se logra establecer el inicio (Biofix) y peak de cada vuelo. Esta información en combinación con la acumulación de grados días permite estimar las fechas de los estados fenológicos de la plaga.

Figura 5.13. Propuesta de manejo orgánico de polillas con sus alternativas, épocas y estrategias.



5.6. Galería de Imágenes

Insectos plaga de importancia secundaria y sus enemigos naturales

Figura 5.14. Pulgón del nogal *Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach). A) Fumagina, B) Ninfas, C) Adultos sanos y parasitados y D) Parasitoide *Trioxys pallidus*.

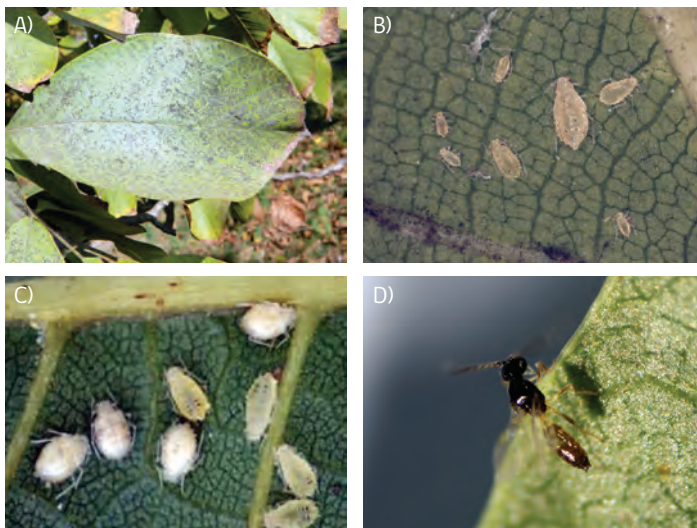


Figura 5.15. Escama de San José *Diaspidiotus perniciosus* (Comstock). A) Ramilla atacada, B) Escamas, C) Gorrita negra y D) Depredador larva *Rhizobius lophantae*.

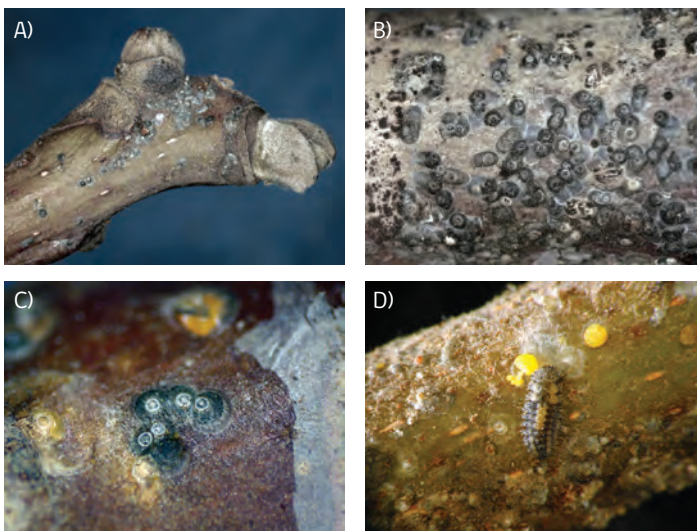


Figura 5.16. Escama morada del manzano *Lepidosaphes ulmi* Linnaeus. A) Ramilla atacada, B) huevos en escama, C) Escamas parasitadas y D) Parasitoide *Aphytis* sp.

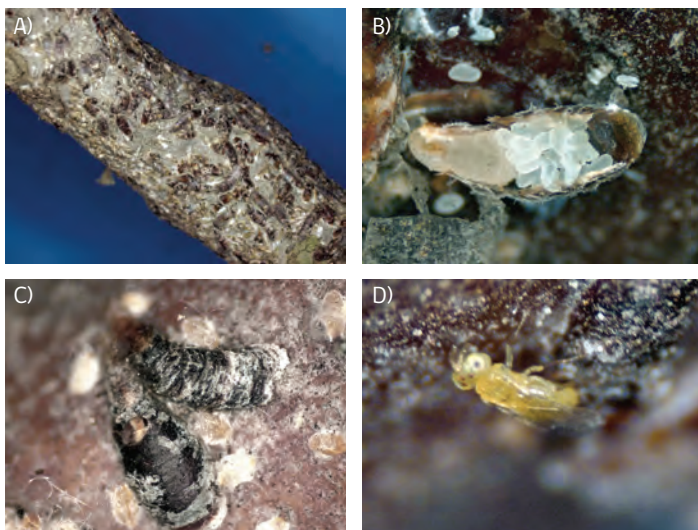


Figura 5.17. Burrito de la vid *Naupactus xanthographus* (Germar). A) Muestras en hoja por alimentación de adultos, B) Adulto, C) Larva y D) Daño de larva en raíz.



Figura 5.18. Burrito blanco del poroto *Naupactus leucoloma* Boheman. A) Muecas en hoja por alimentación de adultos, B) Adulto, C) Larva y D) Daño de larva en raíz.

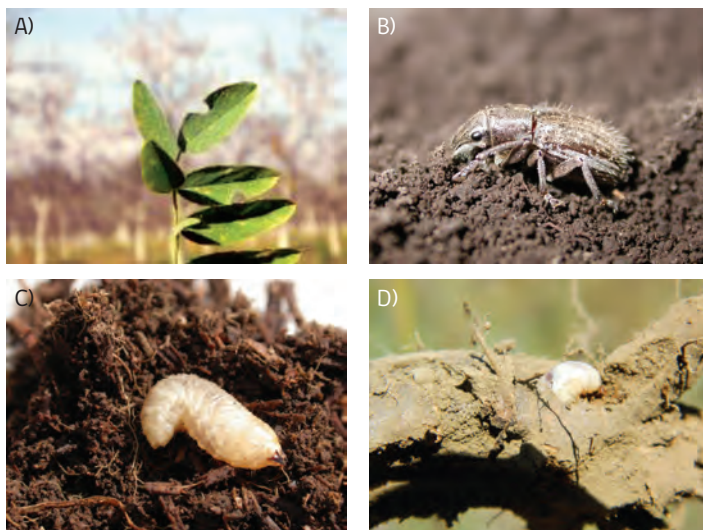
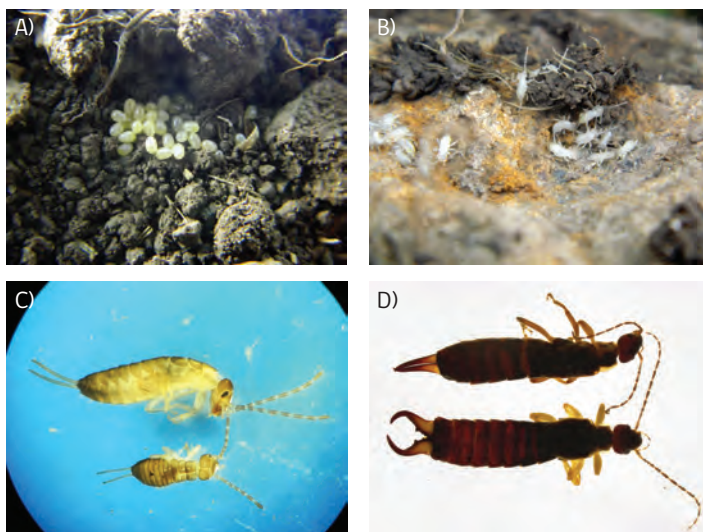


Figura 5.19. Tijereta europea *Forficula auricularia* L. A) Huevos en suelo, B) Ninfas N1, C) Ninfas N2 y N3 y D) Adultos macho y hembra.



Insectos muy escasos y ocasionales y sus enemigos naturales

Figura 5.20. Chanchito blanco A) *Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti), B) *P. calceolariae* (Maskell), C) Adulto con orificios de emergencia de parasitoides y D) Muerte por Hongo entomopatógeno.

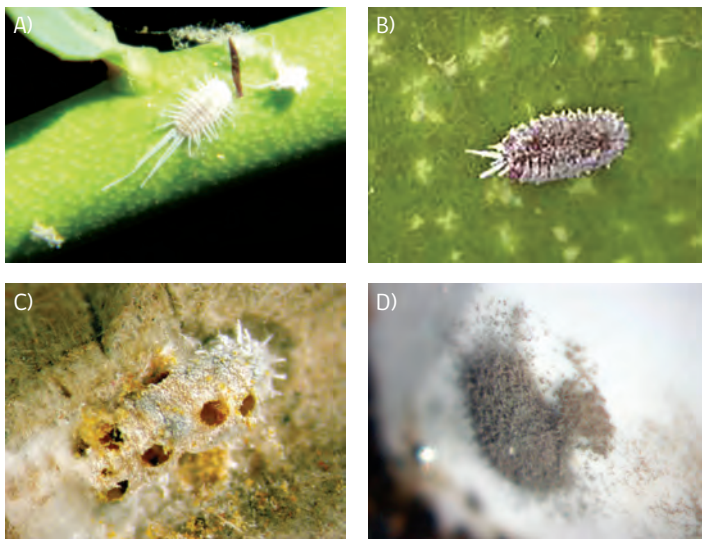


Figura 5.21. Burrito de la frutilla *Otiorhynchus rugosostriatus* (Goeze). A) Adulto, B) Larva en suelo, C) Larva y D) pupa.

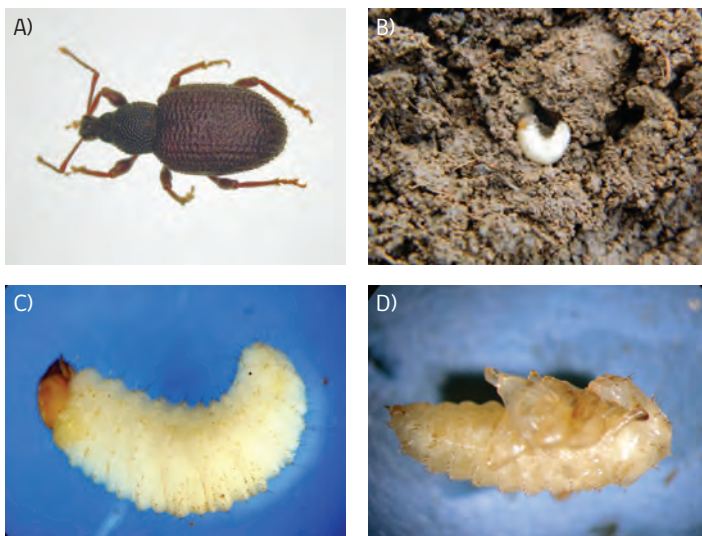
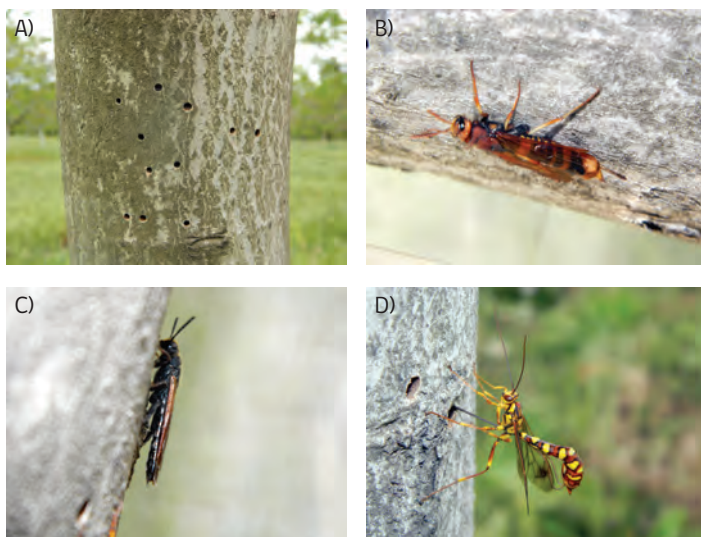


Figura 5.22. Taladrador de los brotes Cerambicidae (En identificación). A) y B) Daños en ramilla, C) Larva y D) Adulto.



Figura 5.23. Avispa Taladradora de los álamos *Tremex fuscicornis* (Fabr.). A) Orificios de emergencia en tronco, B) Hembra, C) Macho y D) Parasitoide *Megarhyssa praezellens*.



Referencias

- Artigas, J. 2004. Entomología económica, Insectos de interés agrícola, forestal y veterinario. Universidad de Concepción, Chile. Vol. I: 1128 p. y Vol. II: 948 p.
- Cichón, L., Garrido, S., Rossini, M. y Lago, L. 2015. Plagas y enemigos naturales asociados al cultivo del nogal en lo valles patagónicos. Guía de identificación práctica. INTA Ediciones. Argentina. 73 p.
- Curkovic, T. y Bruner, J. 2003. Evaluación de una formulación atracticida para control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) en manzanos en el estado de Washington, EE.UU. Agricultura Técnica 63 (3): 231-239 p.
- Estay, P. 1997. Principales plagas del nogal en Chile. In: Seminario Avances tecnológicos en el cultivo del nogal. Santiago, INIA. 96-106 p.
- González, R. H. 2003. Polillas de la fruta en Chile (Lepidoptera: Tortricidae: Pyralidae). Serie Ciencias Agronómicas N° 9, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 188 p.
- Gil, A. M., Arribas, G. C. y Barrios, G. S. 2019. Guía de Gestión Integrada de plagas Nogal. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Gobierno de España. 109 p.
- Prado, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Boletín Técnico N° 169. INIA, CRI La Platina. Santiago, Chile. 203 p.
- Prado, E. 2001. Plagas del Nogal. In: El nogal en Chile. Colección Libros INIA N°6. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Ed. G. Lemus. 139-146 p.
- Ripa, R. 2005. Plagas del nogal. Tierra Adentro N° 63, 35-39 p.
- Ripa, R. S. y Luppichini, P. B. 2010. Manejo de plagas del nogal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Colección Libros INIA N° 25. 116 p.
- Sazo, L. y Polanco, J. 1998. La polilla del algarrobo o polilla del nogal. *Ectomyelois ceratoniae* (Zeller) Lepidoptera. Aconex 61: 12-14 p.
- Torres, C. y Gerding, M. P. 2000. Evaluación de cinco especies de *Trichogramma* como posibles agentes de control biológico de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae). Agricultura Técnica 60(3): 282-288 p.
- Zaviezo, T. y Romero, A. 2005. Manual de manejo integrado de plagas del nogal en Chile. Departamento de Fruticultura y Enología, Facultad de Agronomía y Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile y Comité de Nueces 44 p.
- Zaviezo, T., Romero, A., Castro, D. y Wagner, A. 2007. Primer registro de *Goniozus legneri* (Hymenoptera: Bethyridae) para Chile. Cien. Inv. Agr. 34(1): 57-61 p.

Capítulo 6

Manejo orgánico de enfermedades en nogal

Sylvana Soto A. • Javiera Barcos M. • Patricia Rebufel A.

6.1. Introducción

Las enfermedades se generan debido a la existencia de un hospedero susceptible (en este caso las plantas de nogal), un patógeno capaz de afectar a este cultivo y un medio ambiente favorable para el establecimiento de patógeno. Las patologías son causadas principalmente por hongos, bacterias, virus y nematodos fitopatógenos. Estos organismos son microscópicos y son capaces de generar un desequilibrio en el funcionamiento normal del hospedero debido a la acción directa o indirecta de éstos organismos. Este capítulo inicia con una introducción al manejo orgánico de enfermedades. En la siguiente sección, se detallan las características de las principales enfermedades que afectan el nogal en la zona central de Chile, conjuntamente con las opciones de manejo de estas enfermedades.

La ocurrencia de enfermedades es un proceso natural, debido a la coexistencia de los distintos organismos que han evolucionado juntos y que son parte del mismo ecosistema en una cadena de alimentación. Por lo tanto, las enfermedades de las plantas siempre van a estar presentes. En especial cuando estamos en presencia de un monocultivo perenne, que consiste de una sola variedad. La uniformidad genética y ambiental, proveen las condiciones óptimas para la instalación y proliferación de aquellos patógenos mejor adaptadas a la variedad plantada y el agroclima del cultivo.

El manejo orgánico de enfermedades se debe basar en un conjunto de medidas tendiente a mantener plantas equilibradas. Esto requiere una serie de manejos que se basan especialmente en labores culturales, que permiten mantener un medio ambiente desfavorable para el establecimiento de los patógenos, disminuir las fuentes de inóculos y favorecer un crecimiento equilibrado de nuestro cultivo. Por lo tanto, el foco no está en eliminar o controlar a los posibles patógenos de manera preventiva o curativa, si no en estrategias que favorezcan un adecuado desarrollo

del cultivo que permita que la propia planta y su medio ambiente restrinja el establecimiento y ataque de posibles patógenos (Van Bruggen et al., 2016).

Es por eso, que las labores como manejo de poda, riego, fertilización, control de malezas e insectos entre otros, son factores claves para mantener un cultivo saludable. Adicionalmente, la certificación orgánica (Capítulo 7) incluye un listado de bioinsumos permitidos para el control de enfermedades en el caso que las medidas preventivas no son suficientes. En general, el uso de estos productos es restringido y requiere autorización previa del ente certificador.

Disminuir las fuentes de inóculos

La prevención de entradas de nuevos patógenos es fundamental al inicio de la plantación. La principal medida es la adquisición de plantas sanas con un buen sistema radicular, sin daños aparentes en toda la planta. Durante el desarrollo y formación del huerto se deben retirar inmediatamente plantas que manifiesten enfermedades de tipo radicular o de madera. Estas deben ser enterradas lejos del huerto y previo al trasplante de una nueva planta se debe utilizar métodos de desinfección del lugar de plantación como puede ser solarización o biofumigación. Además, siempre se debe evitar la entrada de maquinaria al predio con tierra o restos vegetales que podrían tener patógenos no presentes en nuestro huerto y en el caso de las herramientas utilizadas para podas u otras prácticas se deben desinfectar idealmente planta a planta.

Mantener un medioambiente desfavorable

El manejo del follaje es fundamental para el control de enfermedades. La canopia debe permitir una buena ventilación, evitar la concentración de humedad al interior de ésta y favorecer que el follaje se seque después de una lluvia o neblinas. También debe permitir la entrada de luz la cual favorece los procesos fisiológicos de la planta y también la inhibición de algunos patógenos.

La utilización de riego por aspersión puede favorecer la diseminación de algunos patógenos, como también producir un microclima bajo la canopia, que favorece la presencia de enfermedades foliares y en el cuello de la planta. En nogales toma relevancia un adecuado sistema de riego. Las raíces son extremadamente sensibles a la asfixia radicular por anegamiento, que permite la entrada de patógenos a las raíces.

El aumento de biodiversidad en el suelo con la incorporación de compost y enmiendas orgánicas, como también la utilización de extractos de compost y fermentados aplicados al follaje o al suelo aumenta la actividad de descomponedores primarios los cuales pueden actuar como antagonistas de fitopatógenos principalmente por competencia por nutrientes, como también antibiosis, parasitismo, efectos sorprendentes, entre otros. Los resultados beneficiosos de estas prácticas presenta resultados variables, debido principalmente a los múltiples factores que influyen en la obtención de estos, como materia prima, temperaturas y condiciones del proceso.

La presencia de biodiversidad no solo de microorganismos, sino también de plantas como las cubiertas verdes, pueden favorecer la disminución de enfermedades debido, a la acción de cultivos trampa, pérdida de inóculo en plantas no hospedantes, producción de compuestos repelentes, entre otros efectos.

Mantener plantas equilibradas

Uno de los factores que más puede incidir en la incidencia y severidad de enfermedades son los desbalances nutricionales. Por ejemplo, altas concentraciones de nitrógeno, principalmente nitrato, incide en la susceptibilidad de la planta a enfermedades radiculares y foliares (Van Bruggen et al., 2016).

El uso de activadores de las defensas de las plantas a través de extractos de plantas o microorganismos que son capaces de generar una serie de respuestas que pueden inhibir la acción de fitopatógenos, es una alternativa para el control de enfermedades. Lamentablemente existen pocos productos autorizados para agricultura orgánica con estudios que demuestren este efecto en las principales enfermedades que afectan al nogal.

Bioinsumos

La utilización de agentes biocontroladores son una alternativa para poder prevenir enfermedades con aplicaciones en momentos de mayor susceptibilidad del hospedero. Se debe tener en cuenta que estos productos deben contar con autorización para su uso en agricultura orgánica y con la etiqueta para la enfermedad que queremos combatir según la regulación del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Para los productos permitidos bajo la norma técnica chilena de producción orgánica (Capítulo 7), se puede revisar el listado de “insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional”, disponible en la página web del SAG (www.sag.cl).

El control curativo de enfermedades implica la utilización de medidas después del establecimiento del patógeno. En el manejo orgánico, las posibilidades de utilizar estas herramientas son limitadas debido a que la mayoría de los productos con acción biocida posee un efecto preventivo. Por lo anterior, se debe tener especial precaución en los momentos de aplicación y efecto que posee sobre los patógenos.

El cobre es un bactericida y fungicida de amplio espectro. Existen productos autorizados para la agricultura orgánica, con ciertas restricciones debido principalmente a que se acumula en los suelo provocando un efecto toxico en muchos microorganismos (tanto patógenos como benéficos), lombrices de tierra e incluso con efecto fitotóxico en las plantas. La normativa para su uso establece un límite a la cantidad de cobre metálico que se puede aplicar por temporada (6 Kg Cu⁺⁺/ha/año) y se ha ido restringiendo su uso, por lo que está en constante evaluación su utilización.

También se pueden utilizar otros productos en agricultura orgánica, como azufre, polisulfuro de calcio y sales de bicarbonato. No obstante, no se ha demostrado un efecto de estos últimos productos sobre las principales enfermedades de nogales.

6.2. Principales enfermedades del nogal y su manejo orgánico

Agallas de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Esta enfermedad es producida por una bacteria que es un habitante del suelo, que posee una amplia gama de huéspedes, principalmente plantas frutales. Es una enfermedad muy importante en los viveros.

La bacteria se caracteriza por producir tumores o agallas que se producen por un crecimiento anormal de las células afectadas, las cuales se multiplican y crecen desmedidamente en raíces o cuello de la planta. Las agallas en un principio son de consistencia blanda y generalmente de un color claro (**Figura 6.1**). Con el tiempo estas se van endureciendo y tomando una coloración café. La enfermedad causa una pérdida de vigor en las plantas severamente afectadas. Principalmente cuando las plantas son jóvenes y poseen un reducido sistema radicular (Agríos, 2005).

Estas bacterias solo puede entrar por heridas en el sector de raíces y cuello de la planta. Los daños pueden ser generados por labores del suelo, daños por insectos u otros patógenos y asfixia radicular, entre otras. El patógeno es capaz de llegar a las raíces a través de las aguas de riego, escurrimiento de lluvias o salpicadura

Figura 6.1. Agallas causadas por *Agrobacterium tumefaciens* en plantas de nogal.



(Latorre, 2018). Puede estar presente en nuestro huerto o puede ingresar por medio de material de propagación o plantas infectadas, tierra con bacterias desde calzado o maquinaria proveniente de otro predio infectado, que no fue limpiado correctamente previo al uso en nuestro huerto.

En los viveros las condiciones del plantel (distancia de plantación, exceso de humedad, etc.), sumado a las labores de arranque, que generan heridas a nivel de raíces, favorecen la aparición de esta enfermedad. Esta condición favorece un sistema radicular débil, la cual con el estrés del trasplante podría provocar la muerte de la planta.

En algunos casos, este patógeno podría mantenerse sin afectar en forma relevante a una planta infectada, mientras ésta se desarrolla de forma equilibrada. Es decir, con un riego y fertilización adecuada, un buen sistema radicular, entre otros factores, la planta puede sobrellevar la existencia del patógeno. No obstante, cuando esta planta fuese sometida a cualquier tipo de estrés, se podría debilitarse y afectarse rápidamente.

Al momento de comprar plantas para un nuevo huerto, se debe revisar todo el material, asegurándose que esté libre de agallas (observando todas las plantas). Además, se debe evitar hacer heridas en raíces o cuello al arrancar y/o plantar. Las plantas previo a la plantación se pueden inocular con *Agrobacterium radiobacter* como alternativa de control biológico (Latorre, 2018).

En plantas con agallas se puede intentar extirpar las agallas durante el receso vegetativo de las plantas. Se debe remover el suelo en contacto con las raíces y sacar la zona afectada completamente, hasta por lo menos un par de centímetros de tejido aparentemente sano. La herida se debe cubrir con una pasta poda con adición de cobre.

La incorporación de materia orgánica, siempre va a favorecer la presencia de una biodiversidad y mantener una carga de inóculo controlada.

Pudrición del cuello (*Phytophthora cinnamomi*; *P. cactorum*, *P. citrophthora*)

Este hongo fitopatógeno es un habitante del suelo. Se ve favorecido por la existencia de agua libre en la solución suelo, debido a que esta agua permite la diseminación del patógeno. Adicionalmente, el anegamiento provoca la formación de heridas nivel de las raíces y cuello de la planta, que facilitan la colonización de las plantas por el hongo.

Los síntomas que se pueden observar son pérdida de vigor en la planta y menor crecimiento durante la temporada. El follaje puede verse de un color verde pálido e incluso amarillo. Se producen pudrición a nivel de las raíces y canchales en la corona y cuello de la planta. Tanto raíces como cuello de la planta toman un aspecto oscuro, de color café e incluso negro. En la base del tronco puede aflorar una exudación de color negro desde la corteza (**Figura 6.2**). Al alcanzar la zona de del cuello, el hongo puede crecer y anillar completamente el tronco y ocasionar el estrangulamiento, marchitez, defoliación y al final la muerte de la planta (Latorre, 2018).

Figura 2. Daño causado por *Phytophthora* spp. en plantas de nogal.



Para prevenir la aparición de esta enfermedad, se debe evitar suelos arcillosos, con mal drenaje e idealmente plantar en camellones, para favorecer un buen drenaje en la zona de las raíces. Se debe evitar que el agua de riego llegue al cuello o tronco de la planta. Un buen sistema y manejo del riego es la clave para mantener esta enfermedad bajo control. La incorporación de materia orgánica es esencial para mantener una buena porosidad, lo que facilita la aireación y evita el anegamiento de las plantas. Se debe evitar las heridas a nivel de las raíces y el cuello, por labores agrícolas o insectos. También se debe mantener un buen control de malezas alrededor del tronco para evitar el exceso humedad (Lemus, 2016).

Cuando observamos un árbol con menor vigor y hojas amarillas, se debe descalzar para poder observar y evaluar el cuello y raíces de la planta. Además esto favorece, que este sector se seque. Se debe evaluar las condiciones de riego (tipo, frecuencia y cantidad) y realizar medidas para evitar el anegamiento alrededor de la o las plantas afectadas. Si el daño es muy severo, se debe arrancar las plantas afectadas y dejar descansar el sector de la plantación. Se puede incorporar materia orgánica para favorecer la biodiversidad y disminuir los nichos para el desarrollo de este fitopatógeno.

Peste negra del nogal (*Xanthomonas campestris* pv. *junlandis*)

Es una de las enfermedades más importante en el cultivo del nogal, que especialmente bajo condiciones favorables (primaveras lluviosas y templadas) puede producir pérdidas de más de 50%.

Se disemina por el viento, insectos, lluvias e incluso el polen. Estas bacterias sobreviven como poblaciones epífitas en yemas y amentos del nogal, en otros cultivos hospederos y también en algunas malezas. Los períodos críticos de infección son elongación de amentos, exposición de flores pistiladas, frutos formados hasta endurecimiento de la cáscara.

La bacteria puede entrar por las aperturas naturales, como estomas (hojas) y lenticelas (frutos), y también por heridas. Para su ingreso debe existir agua libre (lluvia, neblinas, rocío, etc.) en combinación con temperaturas templadas (entre 15 y 25 °C). En la zona central de Chile, estas condiciones se presentan generalmente en primavera, que coincide con los momentos de mayor susceptibilidad del hospedero (Latorre, 2018).

En general puede afectar todo tejido tierno y succulento, que incluye flores masculinas y femeninas y frutos jóvenes. En ramas y hojas produce manchas cloróticas

Figura 6.3. Daño por peste negra en frutos en desarrollo.



sin importancia. En frutos jóvenes daña el pelón, produciendo atizonamiento y ennegrecimiento de las zonas afectadas (**Figura 6.3**). El daño principal es el manchado de la nuez madura y/o la caída de éstas.

Para mantener controlada esta enfermedad, es necesario remover todos los tejidos infectados (amentos, canchales, entre otros), controlar las malezas, y evitar un exceso de nitrógeno en las plantas a través de un manejo equilibrado de la fertilidad del suelo. Adicionalmente, se pueden realizar aplicaciones de productos cúpricos en los estados de amento, flores pistiladas y cuaja, siempre y cuando las condiciones medioambientales sean favorable para la infección del patógeno. Se debe recordar que bajo las normas de producción orgánica, el uso de cobre está restringido y se debe consultar la normativa vigente con respecto a cantidades máxima permitidas por temporada. Otra alternativa para el control preventivo de la peste negra es el uso de *Bacillus subtilis*. Se debe revisar la etiqueta del producto y elegir aquellos productos autorizados por el SAG como bactericida para control la peste negra en nogales orgánicos.

Enfermedades de la madera (grupo de *Botryosphaeriaceas*)

Las *Botryosphaeriaceas* consisten de un grupo de hongos que producen muerte regresiva de ramillas en distintas especies de frutales. La especie específica de este grupo de hongos, que afecta a cada huerto, depende de la zona productiva, condiciones ambientales y manejo agronómico del cultivo. En nogal, los últimos

Figura 6.4. Muerte regresiva en nogales causado por *Botryosphaeria*.



años ha aumentado la incidencia de esta sintomatología, llegando a afectar sobre el 30% de ramillas en un huerto sin manejo para esta enfermedad (Soto et al., 2020).

En plantas afectadas, se puede observar la presencia de tejido muerto desde el ápice de brotes o ramillas, afectando la zona productiva del nogal. Se describen, además, canchales en ramillas, dardos y brotes (**Figura 6.4**). Levantando la corteza de ramillas se pueden observar lesiones necróticas oscuras, con márgenes definidos entre tejido sano y enfermo. La muerte de tejidos es progresiva, afectando a yemas y corteza, pudiendo llegar a afectar ramas completas y finalmente al árbol (casos severos). Se describen, además, caída de frutos con pedúnculo adherido (pérdida de rendimiento), manchas oscuras sobre la cáscara (depreciación de la calidad) y eventualmente desarrollo de moho gris al interior de la nuez (pérdida de valor comercial).

Estos hongos se favorecen con la presencia de lluvias o agua libre, con temperaturas sobre los 10°C. Las conidias de estos hongos son transportadas por el agua mediante salpicaduras, riegos por aspersión y por lluvias, siendo fuentes de inóculo plantas ornamentales frecuentes alrededor de campos y plantas enfermas desde el vivero. Además, en restos de poda de nogales y otros hospederos enfermos, se encuentran estructuras de origen asexual y sexual (picnidios y pseudotecios) debajo de la corteza, que pueden proporcionar esporas por hasta 6 años (Ahimera et al., 2004). El hongo entra por heridas en la madera, generadas por factores

ambientales (granizo, heladas, golpe de sol, insectos, etc.) o provocadas por labores agrícolas (caída de hojas, poda, incluso la cosecha).

Dentro de las medidas de control, se describen la poda de limpieza (eliminación de ramillas enfermas retirándolas del huerto), usando una correcta desinfección de herramientas, manejo cultural permitiendo una correcta ventilación, una correcta exposición a la luz solar, prevenir condiciones de humedad relativa alta, manejo adecuado de la fertilización y riego adecuado.

Referencias

- Agrios, G.N. 2005. *Plant Pathology*. 5th Ed., Elsevier Academic Press, Amsterdam y Boston, Países Bajos y Estados Unidos.
- Ahimera, N, S. Gisler, D. Morgan, y T. Michailides. 2004. Effects of single-drop impactions and natural and simulated rains on the dispersal of *Botryosphaeria dothidea* conidia. *The American Phytopathological Society* 94: 1189-1197.
- Latorre, B. 2018. *Compendio de las enfermedades de las plantas*. Ediciones UC, Santiago, Chile.
- Lemus, G. 2016. *Phytophthora spp. en nogales: prácticas de prevención y mitigación*. Informativo N° 55. INIA, Centro Regional de Investigación Rayentué, Rengo, Chile.
- Soto, S., J. Barcos y P. Rebufel. 2020. Cómo evitar la disminución de productividad en nogales ocasionado por enfermedades de la madera. *Revista Mundo Agro* 124: 42-45.
- Van Bruggen A., A. Gamliel y M.R. Finckh. 2016. Plant disease management in organic farming systems. *Annual review of phytopathology* 54: 25-54.

Capítulo 7

Certificación de nueces orgánicas

Claudio Cárdenas C.

7.1. Antecedentes generales

De acuerdo a la normativa vigente en Chile (Ley N°20.089), oficializada en el año 2006, el Sistema Nacional de Certificación de Productos Orgánicos Agrícolas, es una regulación de adscripción voluntaria que tiene como objetivo asegurar y certificar que los productos orgánicos sean producidos, elaborados, envasados y manejados de acuerdo a esta Ley y sus reglamentos (Decreto Supremo N°2/2016, reglamento técnico y Decreto Supremo N°3/2016 y reglamento operativo). Esta norma regula a los productos de origen agropecuarios, que se ofrecen en el mercado como "orgánico", "ecológico" o "biológico", así como también a aquellos que utilicen los sufijos "eco" y "bio" o una combinación de ellos. De la misma forma, regula el uso de un sello oficial para los productos certificados (**Figura 7.1**).

Los alcances de certificación de la norma nacional son:

- a) Vegetales no procesados;
- b) Animales y productos pecuarios no procesados;
- c) Productos apícolas no procesados;
- d) Productos fúngicos no procesados, y
- e) Productos vegetales, pecuarios, apícolas, vinícolas y fúngicos procesados.

El texto completo de la Ley 20.089 y la norma técnica de producción orgánica se encuentra disponible en la sección "Certificación de Productos Orgánicos" de la página web del SAG (www.sag.cl).

La norma chilena señala que el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) es la autoridad competente de control y es quien debe verificar el cumplimiento de la normativa técnica, así como, quien aplica las sanciones para los intervinientes del sistema.

Figura 7.1. Sello oficial de Chile para indicar que se trata de un producto orgánico, ecológico, biológico, "eco" o "bio".



7.2. Principales aspectos de la norma técnica chilena

Material de propagación y replante

La norma chilena señala que se deben utilizar semillas o materiales de propagación orgánicos, con la excepción de:

- A) Semillas o materiales de propagación convencionales no tratados o aquellos tratados con insumos permitidos en la producción orgánica (Anexo A, Lista 2 del D.S. N° 2); cuando se demuestre la imposibilidad de obtener en el mercado, semillas o materiales de propagación orgánica, en la cantidad requerida, de la especie y variedad pertinente.
- B) Semillas o materiales de propagación convencionales no tratados, en caso de desastres naturales o emergencias agrícolas decretadas por la autoridad, que impidan la obtención de semillas y material de reproducción orgánica. El uso de estas semillas u otros materiales deberá ser autorizado por la Autoridad Competente.
- C) Semillas o materiales de propagación convencionales tratados con otros productos que no se encuentran autorizados para su uso en agricultura orgánica, en casos en que se determine un control obligatorio por razones sanitarias a toda la especie.

Manejo agronómico del predio

Entre los elementos en los cuales se basa la Agricultura Orgánica destacan:

- Realizar prácticas silvoagropecuarias que no deterioren los recursos productivos y que restablezcan los equilibrios naturales.
- Favorecer la fertilidad del suelo, desde el punto de vista químico, físico y biológico.
- 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.
- Potenciar la biodiversidad espacial y temporal de los predios con prácticas tales como cultivos asociados, rotación de cultivos y sistemas silvopastorales.
- Eliminar el uso de insumos de origen químico sintético que dañen el medio ambiente afecten la salud humana.
- Propender a un balance armonioso entre la producción de cultivos y la producción animal; y Proveer las condiciones adecuadas que permitan a los animales mantener una buena conformación física y expresar los aspectos básicos de su comportamiento innato.
- La producción orgánica también permite el uso de sustancias o insumos permitidos según sea la deficiencia que se desea mejorar.

Insumos para la fertilización orgánica

Existen dos tipos de fertilizantes orgánicos según la forma de utilización: unos se aplican al suelo y otros directamente a las hojas de las plantas. Entre los primeros están los que incorporan materia orgánica como por ejemplo el compost, la cama de animales, los abonos verdes, el bokashi, el humus de lombriz y los purines de fermentación controlada entre otros.

Entre los fertilizantes foliares se pueden nombrar el té de compost, el té de ortigas y el supermagro. La diferencia entre estos dos métodos complementarios es que a través de las aplicaciones foliares se suplementan más rápidamente los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas.

Prevención y control de plagas y enfermedades

Las prácticas que ayudan a prevenir las plagas y enfermedades de los cultivos son las siguientes:

- Tener diversidad de cultivos. Al tener cultivos diversos, los enemigos naturales de una plaga podrán ser atraídos y encontrar refugio y alimento (néctar y polen) en las flores de los otros.
- Mantener árboles, arbustos y plantas permanentes en lugares que no sirven para cultivos (cercos, orillas de caminos, quebradas) a fin de que puedan refugiarse ahí los enemigos naturales.
- No repetir el cultivo en el mismo lugar que estuvo en el año anterior. Al cambiar el cultivo se cortará el ciclo de la plaga en ese lugar, porque encontrará plantas que no le sirven de alimento. Esta práctica es especialmente importante cuando se trata de plagas del suelo como nematodos, gusanos cortadores y otros.
- Tener especial cuidado con las fechas de siembra. Así se podrá evitar que el momento en que normalmente aumenta la plaga se produzca cuando las plantas están todavía muy débiles.
- Cuidar la fertilización de los cultivos. Plantas bien alimentadas son más resistentes a las plagas y enfermedades. Lo mejor será una fertilización con fertilizantes naturales (compost de la abonera, cama animal, abono verde, etc.) que contienen todos los nutrientes que necesita el cultivo.
- El manejo del suelo. En lugares donde hubo un cultivo muy atacado por plagas quedan huevos y larvas (gusanos) de esas plagas sobre el suelo. En esos casos se recomienda arar bien el terreno para que mueran al ser enterrados. La misma práctica es útil si existen muchas plagas en el suelo (gusanos cortadores, por ejemplo). La aradura en este caso los desentierra y serán comidos por los pájaros y se secarán.
- Usar variedades resistentes o tolerantes. No todas las variedades de una misma planta son igualmente atacadas por las plagas y enfermedades.
- En el caso de enfermedades (polvillos, royas, tizones, por ejemplo) usar semillas que no estén infectadas. Arrancar las plantas débiles y enfermas para evitar la infección de las otras. No dejarlas en el mismo potrero, sino llevarlas a la abonera a fin de que se descompongan totalmente. Las medidas recomendadas serán efectivas en la medida en que se apliquen todas. Una sola, realizada en forma aislada, tendrá poco efecto.

Tabla 7.1. presenta los insumos más relevantes para el manejo de plagas y enfermedades. Es importante mencionar que existen insumos permitidos según la Norma de Agricultura Orgánica, pero adicionalmente cada producto comercial debe ser autorizado por el SAG. En la en la sección “Certificación de Productos Orgánicos” de la página web del SAG (www.sag.cl) se encuentra el listado de “insumos visados para uso en agricultura orgánica nacional”, que se actualiza periódicamente.

Tabla 7.1. Uso de extractos naturales, preparados y productos químicos no tóxicos Los extractos provienen de plantas o estructuras de ellas que producen repelencia a ciertas plagas.

Tipo	Nombre	Espectro de acción
De base oleosa o grasas	Aceites minerales	Escamas, conchuelas y arañas
	Jabones y detergentes	Pulgones y arañas
	Ácidos grasos	Pulgones, escamas, chanchitos blancos
	Gases oleosas	Chanchito blanco de la vid
	Cenizas	
	Clandosan	Nemátodos del nudo de la raíz
Productos Inorgánicos	Azufre, Alumbre, Boro, Cobre	Ácaros, insects urbanos
	Tierra de diatomeas	Caracoles, babosas, pulgas, avispas
	Polvo sílica gel	Baratas, termitas, plagas de granos almacenados
Biopesticidas, a basa de (Ingrediente activo)	Bacilus thuriugiensis	Polillas
	Saccharopolyspora spinosa	Escarabajos, moscas, polillas, trips
	Bacillus popillae	Escarabajos
	Beauveria bassiana y otros	Escarabajos, pollilas, gusanos
	Steinernema carpocapiae	Pollilas
	Metarhizium anisopliae	Escarabajos
	Baculovirus, VPN	Heliothis sp.
	Streptomyces avermelitis	Ácaros
	Metabólicos de Bacillus thuringiensis	Ácaros, chinches, polillas
	Azadirachtina	Todos menos Homópteros

Procesamiento/embalaje

De acuerdo a la normativa vigente (D.S. N°2/2016) "Se considera producto procesado orgánico a aquel producto orgánico primario que se haya sometido a una o más de las siguientes operaciones unitarias: cocinar, escaldar, secar, mezclar, moler, batir, separar, extraer, cortar, preparar al detalle o al mayoreo, congelar, concentrar u otra operación unitaria que permita elaborar o procesar un alimento o bien cambiar las características físicas del mismo; se incluye también el envasado"

En relación al procesamiento de productos orgánicos, los ingredientes y productos en sí, no se deben someter a tratamientos con radiaciones ionizantes.

El agua a utilizar durante el procesamiento debe ser de calidad potable.

El proceso orgánico se debe efectuar por series completas. Se debe comunicar al organismo de certificación el inicio del proceso de elaboración de productos orgánicos, en cada temporada.

Siempre que se realicen procesos tanto de productos orgánicos como convencionales, estos deben ser en tiempos distintos y cumplir con las condiciones de limpieza previa al inicio del proceso orgánico. Se deben tomar todas las medidas precautorias para evitar la contaminación cruzada o contaminantes de los productos orgánicos y tener disponibles los procedimientos y registros para demostrar el cumplimiento de estas medidas.

Se debe identificar adecuadamente los lotes de producción orgánica y asegurar que no se mezclen con productos convencionales. Así mismo, se deberá garantizar la trazabilidad de los insumos y/o materias primas de los lotes de producción.

En el evento que durante el procesamiento se contamine accidentalmente una partida o lote, se debe dejar constancia de este hecho en los registros de la unidad de producción orgánica y comunicar tal circunstancia al organismo de certificación.

Rotulado

Los productos orgánicos frescos y procesados se deben rotular, según corresponda, con las expresiones "100% orgánico"; "orgánico"; "producido con ingredientes orgánicos"; o "contiene ingredientes orgánicos en menos del 70%", inmediatamente a continuación de la designación del producto. El rotulado debe ser autorizado por el organismo de certificación, el cual deberá estar identificado en la etiqueta del producto final.

7.3. Vías de certificación en Chile

Bajo la norma actual, en Chile se reconocen dos vías de certificación. La primera a través de empresas u organismos especializados en certificación de productos, lo que se conoce como certificación de “tercera parte” y la segunda a través de organizaciones de agricultores o agricultoras ecológicos/as, que se conoce como certificación de “primera parte o de autocertificación”, en la cual se establece un sistema de control interno por parte de la organización.

Certificación a través de Organismos de Certificación

Es la vía más utilizada de certificación orgánica, ya que es ejercida por organismos nacionales o internacionales que se encuentran acreditados para desarrollar el proceso de certificación. Es un mecanismo de certificación individual, en la cual el(la) productor(a) certifica su proceso productivo primario o secundario con el objetivo de comercializar tanto en el mercado interno como externo. En Chile en la actualidad, se encuentran habilitados para certificar orgánicamente cuatro organismos, los cuales son:

- Ecocert Chile



Registro SAG 001

- Ceres GbmH



Registro SAG 005

- Bioaudita Ltda.



Registro SAG 010

- Control Union Perú SAC



Registro SAG 028

Las ventajas de optar por una certificación a través de un Organismo de Certificación se pueden resumir en:

- Proceso individual de certificación que permite al(la) productor(a) optar por la certificación bajo la norma chilena, la cual se puede comercializar no solo a nivel nacional sino también a los mercados y países con los cuales Chile cuenta con un acuerdo vigente en comercio orgánico (UE, Suiza, Brasil y Reino Unido).

- Además, estos organismos cuentan con convenios para optar a otras certificaciones como la normas orgánicas NOP de EE. UU., JAS de Japón, etc.

Como principal desventaja de esta vía de certificación es el costo de certificación, el cual depende de varios factores como; tamaño del predio, especies a certificar, ubicación geográfica y normas de certificación.

Certificación a través de Organizaciones de Agricultores Ecológicos

Bajo el sistema nacional de certificación de productos orgánicos agrícolas, aquellas agrupaciones integradas por productores, familiares, campesinos e indígenas, con personalidad jurídica y cuyas ventas anuales no superen el equivalente a 25.000 Unidades de Fomento puedan establecer e implementar un sistema de certificación que bajo la supervisión del SAG y de un procedimiento de control interno en la organización, otorga las garantías para la producción orgánica. Esta modalidad se conoce también como de autocertificación o certificación de primera parte.

Estas organizaciones deberán registrarse ante el SAG y cumplir con la normativa vigente en agricultura orgánica nacional. Para el registro deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Pertenecer a una organización legalmente constituida.
- Llevar registros de sus actividades productivas que permitan establecer un sistema de trazabilidad
- Dar libre acceso a sus unidades productivas y unidades de comercialización a los/as inspectores/as del SAG.
- Permitir las inspecciones, entregar la información y cumplir los requerimientos que el SAG determine, dentro de sus funciones de fiscalización.
- Presentar un sistema de control interno y sus procedimientos.

En la actualidad, existen 22 organizaciones registradas en el SAG (**Figura 7.2**).

Las ventajas a destacar por esta vía de certificación es que permite a los integrantes de estas agrupaciones, lograr una certificación a un menor costo en comparación con la certificación a través de un organismo de certificación.

Figura 7.2. Organizaciones de Agricultores Ecológicos en Chile desde 2008 a 2020 (Elaboración SAG).



Existen otras ventajas relacionadas con favorecer o incentivar la asociatividad, y los beneficios asociados a trabajar en conjunto, como el aprendizaje colectivo y oportunidades de comercialización. Además, en la actualidad no solo pueden comercializar sus productos de forma directa, sino también a través de intermediarios(as).

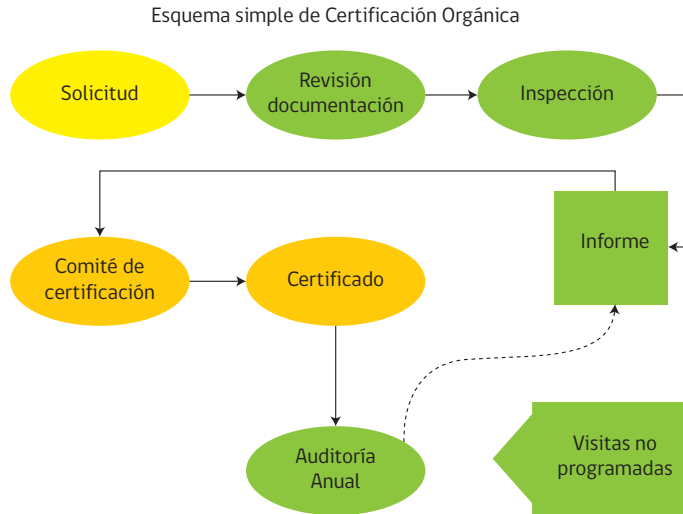
Finalmente, en el ámbito exterior, solamente pueden exportar sus productos certificados a Brasil. Con el actual Memorándum de Entendimiento con Brasil, los productos certificados por esta vía tienen el reconocimiento y pueden exportarse en calidad orgánica a ese mercado.

7.4. El proceso de certificación y sus pasos

El proceso de certificación vía un organismo de certificación

Para iniciar un proceso de certificación orgánica, el/la productor/a agrícola debe contactarse con el organismo de certificación registrado en el SAG y solicitar una primera inspección para iniciar el periodo de transición orgánica (36 meses) **(Figura 7.3)**. Una vez que se inicia el proceso, se debe cumplir con la normativa

Figura 7.3. Esquema de certificación vía Organismo de Certificación. (Elaboracion SAG).



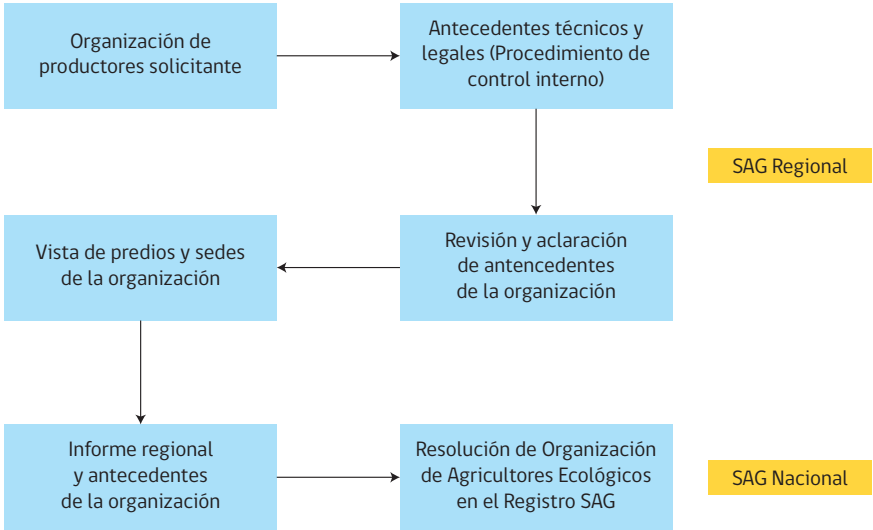
técnica y con aquellos aspectos observados por la empresa para lograr al finalizar el periodo la certificación orgánica de su producción. Para mantener esta certificación, la norma obliga el control anual por parte de este organismo, el cual puede ser anunciado o no, además del análisis que se debe realizar periódicamente a sus cosechas.

El proceso de certificación vía un organismo de certificación vía una Organización de Agricultores Ecológicos

Una organización de productores para optar a la certificación conocida como de primera parte o de autocertificación, debe presentar ante el Servicio Agrícola y Ganadero regional respectivo la solicitud con los antecedentes legales de su agrupación, así como, los aspectos técnicos necesarios para poder garantizar el cumplimiento de la normativa orgánica nacional y un proceso de certificación de sus miembros (**Figura 7.4**). Para lograr cumplir con el proceso de registro, además de las visitas necesarias para verificar a la sede y predios bajo la organización, se debe presentar un Manual de procedimiento interno, que incluya al menos lo siguiente:

1. Esquema con la estructura del grupo e identificación de responsabilidades.
2. Forma en que se realiza el control de los miembros.
3. Deberes, derechos y sanciones de los miembros de la organización.
4. Normas técnicas que se utilizarán.
5. Criterios para excluir a miembros del grupo por no cumplimiento de las normas técnicas o debido a otras razones.
6. Política de confidencialidad.
7. Política y procedimientos para la toma de decisiones, evaluación de riesgo, periodicidad de las visitas y designación de los inspectores.
8. Identificación de responsabilidades y procesos de toma de decisiones

Figura 7.4. Esquema de certificación vía Organizaciones de Agricultores Ecológicos. (Elaboración SAG).



Pasos a seguir para mantener la Certificación Orgánica

Una vez que el (la) productor(a) ingresa a alguno de los sistemas de certificación, deberá cumplir con las siguientes disposiciones para mantener la integridad orgánica de su certificación:

- a) Llevar a cabo las operaciones productivas, de proceso y/o comercialización en conformidad con las normas técnicas vigentes;
- b) Contar con los registros que permitan la trazabilidad productiva en conformidad con las normas técnicas vigentes. Esto incluye el uso de insumos autorizados para su uso en la agricultura orgánica nacional;
- c) Permitir el acceso a los establecimientos y a la documentación, facilitando la entrega de la información cuando sean objeto de fiscalización por parte del Servicio Agrícola y Ganadero.
- d) Permitir el acceso a los establecimientos y documentación, facilitando la entrega de la información cuando sean objeto de inspecciones anunciadas o no anunciadas por parte de las entidades de certificación;

- e) Mantener su certificación vigente y contar al menos con una inspección de parte de una entidad de certificación en un plazo no superior a 12 meses;
- g) Informar toda irregularidad o situación que afecte al carácter orgánico de sus productos o de aquellos que recibe de otros operadores o subcontratistas.

Periodo de transición y producción paralela

Sólo pueden ser certificados como productos orgánicos los productos vegetales, primarios y procesados, provenientes de unidades productivas en las cuales se hayan aplicado las normas técnicas de la agricultura orgánica, durante un período de al menos 36 meses antes de la primera cosecha (**Figura 7.5**).

Figura 7.5. Periodo de transición y producción paralela.



Las entidades de certificación podrán solicitar al SAG que se reduzcan los períodos indicados anteriormente, de acuerdo al uso anterior de la unidad productiva, siempre que cuente con los registros correspondientes. Para los efectos de la reducción del plazo, la unidad productiva deberá tener al menos 3 años sin la utilización de sustancias prohibidas, siempre que ésta tenga un período no menor a 12 meses en el sistema.

Los productos vegetales frescos obtenidos en el predio bajo certificación, en la cual se ha aplicado las prácticas orgánicas por un período superior a 12 meses, pero menor a 3 años, se podrán denominar Productos Orgánicos en Transición.

Referencias

SAG. 2019. Sistema nacional de certificación de productos orgánicos agrícolas. Séptima edición. División de protección de los recursos naturales renovables, SAG, Santiago, Chile. http://www.sag.cl/sites/default/files/sist_nac_cert_prod_organicos.pdf



Boletín INIA / N° 454

www.inia.cl

