

INSTITUTO DE INVESTIGACION AGROPECUARIAS



PRODUCCIÓN INTEGRADA DE HORTALIZAS EN LA REGIÓN DE COQUIMBO

LEONARDO ROJAS PARRA
PATRICIA LARRAÍN SANHUEZA
FERNANDO RIVEROS BARRA
CARLOS SIERRA BERNAL
ANDRÉS CHIANG GUZMÁN
LEONCIO MARTÍNEZ BARRERA
EDUARDO ALCAÍNO YÁÑEZ

ISSN 0717-4829

Autores:

Leonardo Rojas Parra, Ingeniero Agrónomo
Patricia Larraín Sanhueza, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Fernando Riveros Barra, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Carlos Sierra Bernal, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Andrés Chiang Guzmán, Ingeniero Agrónomo, M.Sc.
Leoncio Martínez Barrera, Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D.
Eduardo Alcaíno Yáñez, Ingeniero Agrónomo

Director Responsable:

Carlos Quiroz Escobar, Ingeniero Agrónomo M.Sc., Ph.D.

Editores:

Constanza Jana Ayala, Ingeniero Agrónomo, Mag. Sc., Dr.
Raúl Meneses Rojas, Ingeniero Agrónomo, M.Sc., Ph.D.
Pablo Portilla, Periodista

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación Intihuasi, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, como parte de las actividades comprometidas del proyecto FDI-CORFO “Tecnología de producción integrada de hortalizas para el desarrollo de productos agroexportables de la Provincia de Elqui”, CODIGO 09CR9IAD-12.

Cita Bibliográfica Correcta:

Rojas, L., P. Larraín, F. Riveros, C. Sierra, A. Chiang, L. Martínez y E. Alcaíno. 2010. Producción Integrada de Hortalizas en la Región de Coquimbo. 144 p. |Boletín INIA N°211. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigaciones Intihuasi. La Serena, Chile.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y el autor.

Diseño, diagramación e Impresión: Trama Impresores S.A
Cantidad de ejemplares: 1.000 unidades

La Serena, Chile, 2010

Índice

1. Introducción.
2. Principales directrices técnicas de la producción integrada.
 - 2.1. Selección de semillas y elaboración almácigos.
 - 2.2. Preparación del terreno.
 - 2.3. Siembra-plantación.
 - 2.4. Riego y fertilización.
 - 2.5. Control de malezas.
 - 2.6. Control de plagas y enfermedades.
 - 2.7. Cosecha y post cosecha.
3. Rotaciones y sucesiones de cultivos.
 - 3.1. Rotación de cultivos.
 - 3.2. Sucesión de cultivos.
4. Manejo de fertilidad de suelos y criterios de fertilización en un sistema de producción integrada.
 - 4.1. La materia orgánica como enmienda en el manejo integrado.
 - 4.1.1. Importancia de la materia orgánica.
 - 4.2 Manejo del suelo.
 - 4.2.1. Estudio agrológico y uso de analítica de laboratorio.
 - 4.2.2. Laboreo del suelo.
 - 4.2.3. Aplicación de enmiendas orgánicas.
 - 4.2.4. Enmiendas inorgánicas.
 - 4.3. Fertilización racional de los cultivos en base al método del balance nutricional.
 - 4.3.1. Fundamentos del método.
 - 4.3.2. Antecedentes teóricos de la metodología del balance nutricional.
 - 4.3.3. Ejemplo de cálculo de la dosis de nitrógeno para el cultivo de la papa en la zona de Pan de Azúcar (Coquimbo).
 - 4.4. Tecnología de uso de fertilizantes.
 - 4.5. Seguimiento de la fertilidad del suelo en una sucesión de cultivos.
 - Cuadro 1. Detalle de la sucesión de hortalizas bajo evaluación.

4.5.1. Caracterización de la fertilidad inicial de los suelos.

Cuadro 2. Fertilidad del suelo en El Romero y Pan de Azúcar.

Muestreo inicial, 30 de agosto de 2005.

4.5.2. Evolución de la fertilidad del suelo y resultados productivos.

Cuadro 3. Dosis de fertilizantes y materia orgánica aplicadas en sucesiones hortícolas bajo fertilización convencional e integrada en dos localidades de la Región de Coquimbo.

Cuadro 4. Rendimiento de cuatro cultivos en sucesión, bajo fertilización convencional e integrada, en dos localidades de la Región de Coquimbo.

Cuadro 5. Análisis de fertilidad de suelo luego de terminada la sucesión de cuatro cultivos bajo fertilización convencional e integrada, en dos localidades de la Región de Coquimbo.

5. Riego en producción integrada.

5.1. Determinación de las necesidades de agua de las hortalizas.

5.1.1. Aplicación del método a los cultivos del proyecto.

Cuadro 6. Promedio de evaporación de bandeja (EB) 1990-2003 en la Estación Meteorológica Pan de Azúcar, INIA, Coquimbo.

Cuadro 7. Coeficientes de cultivo (Kc), duración de etapas de desarrollo en cultivos del proyecto.

Cuadro 8. Coeficientes de cultivo por períodos de 10 días en los cultivos del proyecto.

Cuadro 9. Ejemplo de tabla guía para cultivo de melón sin conducción con riego por goteo.

5.1.2. Consideraciones por requisitos especiales del cultivo.

5.2. Sistemas de control de la humedad del suelo.

6. Manejo de plagas en producción integrada.

6.1. Medidas de protección indirectas (prevención).

6.1.1. Uso adecuado de las condiciones naturales.

6.1.2. Prácticas culturales sin impacto negativo en el agroecosistema.

6.1.3. Protección y promoción del aumento de antagonistas de las plagas.

6.2. Componentes de un manejo integrado de plagas.

6.2.1. Identificación de la plaga.

6.2.2. Monitoreo y sistemas de pronóstico.

- 6.2.3. Niveles de daño económico.
 - 6.2.4. Métodos efectivos de control directo.
 - 6.2.5. Registros de información.
- 6.3. Glosario de términos entomológicos utilizados.
- 7. Manejo de enfermedades en producción integrada.
 - 7.1. Prevención de enfermedades asociadas al suelo y nematodos.
 - 7.2. Manejo preventivo de enfermedades aéreas o generales.
 - 7.3. Manejo curativo de enfermedades aéreas.
 - 7.4. Modelos predictores.
 - 7.5. Glosario de de términos fitopatológicos utilizados.
- 8. Manejo de malezas en producción integrada de hortalizas.
 - 8.1. Fomento de la competitividad del cultivo con las malezas.
 - 8.2. Prevención del ingreso y proliferación de malezas en los terrenos.
 - 8.3. Tratamientos no químicos al suelo.
 - 8.4. Control mecánico-manual.
 - 8.5. Control químico de malezas en producción integrada.
 - 8.5.1. Manejo de herbicidas tendiente a restringir su uso e impacto ambiental.
 - 8.5.2. Consideraciones técnicas para la aplicación de herbicidas.
- 9. Evaluación económica de la producción integrada.
 - 9.1. Ficha agroeconómica de radicchio.
 - 9.2. Ficha agroeconómica de melón variedad Galia.
 - 9.3. Ficha agroeconómica de poroto verde variedad Apolo INIA.
 - 9.4. Ficha agroeconómica de pimiento.
 - 9.5. Ficha agroeconómica de lechuga tipo Escarola en otoño.
 - 9.6. Ficha agroeconómica de papa, variedad Cardinal.

Bibliografía consultada.

ANEXO 1. Fichas técnicas de plagas principales y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

A) Plagas de lechuga y radicchio.

Mosca minadora de las chacras *Liriomyza huidobrensis* (Bl.).

Pulgón de la lechuga *Nasonovia ribisnigri*.

Pulgones:

Pulgón verde del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer.

Pulgón de las solanáceas: *Aulacorthum solani* (Kalt.).

Pulgón de la papa: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas).

Cuncunillas:

Gusano medidor del repollo: *Trichoplusia ni* (Hübner).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie).

Cuncunilla de las hortalizas: *Copitarsia decolora* (Guenée).

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.

B) Plagas de poroto verde.

Arañitas:

Arañita bimaclada: *Tetranychus urticae* Koch.

Arañita carmín: *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval).

Pulgones:

Pulgón negro de la alfalfa: *Aphis craccivora* Koch.

Pulgón de la haba: *Aphis fabae* Scopoli.

Polilla del frejol: *Epinotia aporema* Walsingham.

Mosca del poroto: *Delia platura* (Meigen).

Cuncunillas y gusanos cortadores:

Cuncunilla verde del frejol: *Rachiplusia nu* (Guenée).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie).

Cuncunilla negra de las chacras: *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel).

Gusano cortador de la papa: *Agrotis bilitura* Guenée.

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.

Mosquita blanca de los invernaderos: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.).

C) Plagas del melón.

Pulgón del melón: *Aphis gossypii* (Glover).

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.

Mosquita blanca de los invernaderos: *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood).

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.).

Mosca del poroto: *Delia platura* (Meigen).

Arañas:

Araña bimaçada: *Tetranychus urticae* Koch.

Araña carmín: *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval).

Gusanos cortadores y cuncunillas:

Cuncunilla negra de las chacras: *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel).

Gusano cortador de la papa: *Agrotis bilitura* Guenée.

Gusano medidor del repollo: *Trichoplusia ni* (Hübner).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie).

Cuncunilla de las hortalizas: *Copitarsia decolora* (Guenée).

D) Plagas del pimiento

Trips:

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.

Trips de la cebolla: *Trips tabaci* Lindeman.

Pulgón del melón: *Aphis gossypii* (Glover)

Pulgón del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer.

E) Plagas de la papa.

Polilla de la papa: *Phthorimaea operculella* (Zeller).

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.).

Pulgonés:

Pulgón verde del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer.

Pulgón de la papa: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas).

Pulgón de las solanáceas: *Aulacorthum solani* (Kalt.).

Pulgón subterráneo de las gramíneas: *Rhopalosiphum rufiabdominalis* (Sasaki).

F) Control químico para las plagas referidas en los cultivos del proyecto.

Cuadro 1.1. Insectos plagas de lechuga y radicchio.

Cuadro 1.2. Insectos y ácaros plagas de poroto verde.

Cuadro 1.3. Insectos y ácaros plagas del melón.

Cuadro 1.4. Insectos y ácaros plagas del pimiento.

Cuadro 1.5. Insectos plagas de la papa.

ANEXO 2. Fichas técnicas de enfermedades principales y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

- A) Enfermedades de lechuga y radicchio.
Botritis: *Botrytis cinérea*.
Esclerotinia: *Sclerotinia sclerotiorum*.
Mildiu Velloso: *Bremia lactucae*.
- B) Enfermedades de poroto verde.
Antracnosis: *Colletotrichum lindemuthianum*.
Oídio: *Erysiphe polygoni*.
Roya o Polvillo: *Uromyces phaseoli*.
- C) Enfermedades del melón.
Mildiu: *Pseudoperonospora cubensis*.
Oidiosis: *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea*.
- D) Enfermedades del pimiento.
Marchitez o seca: *Phytophthora capsici*.
Oidiosis: *Leveillula taurica*.
Pudrición gris: *Botrytis cinérea*.
- E) Enfermedades de la papa.
Tizón tardío de la papa: *Phytophthora infestans*.
Tizón temprano de la papa: *Alternaria solani*.
Carbón de la papa: *Angiosorus solani*.
- F) Control químico para las enfermedades referidas en los cultivos del proyecto.
- Cuadro 2.1. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades de lechuga y radicchio.
- Cuadro 2.2. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades en poroto verde.
- Cuadro 2.3. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades del melón.
- Cuadro 2.4. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades del pimiento.
- Cuadro 2.5. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades de la papa.

ANEXO 3. Calibración de equipos de aplicación de herbicidas y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

Cuadro 3.1. Herbicidas autorizados para el control de malezas en los cultivos del proyecto.



1. Introducción

La **producción integrada (PI)** se define como “la producción económica de productos de alta calidad, para cuya obtención se da prioridad a los métodos ecológicamente más seguros y se minimiza la utilización de agroquímicos y sus efectos negativos, para aumentar la protección del medio ambiente y de la salud humana” (directriz técnica de la OILB III. Boletín OILB/SROP, 1994. 17(9)).

La agricultura en todos los países va evolucionando cada vez más rápido hacia formas que incorporan los conceptos de respeto al ambiente, a la salud humana, al cuidado y preservación de los recursos naturales, al entorno agrícola y rural. Dentro de esta tendencia, los cambios son más rápidos en el marco de la agricultura de exportación, en particular de los productos que van al consumo de los países desarrollados, dadas las elevadas exigencias en dichos mercados.

En consecuencia, la actividad exportadora de países como Chile actualmente está sujeta al cumplimiento de normas y certificaciones que incluyen lo que se conoce como buenas prácticas agrícolas (BPA), un conjunto de medidas destinadas a evitar la contaminación química o biológica de los productos, asegurando su inocuidad. Por otra parte, existen procesos productivos de alta exigencia, cuyos productos tienen una diferenciación o reconocimiento, como es el caso de los “productos orgánicos” y los de “Producción Integrada”.

No obstante, la producción integrada, más que orientarse hacia la obtención de un producto diferenciado, como en el caso de la producción orgánica, se proyecta como la forma técnica de manejo de campo que formará parte de las BPA y que será exigible a toda explotación agrícola, puesto que los protocolos de BPA se están incluyendo cada vez más en el proceso productivo. Es así como en la agricultura europea la Producción Integrada es la forma aceptada de manejo normal, no un modo de manejo especial.

También, para el caso de las hortalizas, se considera que hay una posibilidad

interesante en el desarrollo de mercado interno, puesto que la población y las autoridades se están sensibilizando cada vez más respecto de los problemas de salud asociados a la contaminación de los alimentos y, por lo mismo, los grandes centros modernos de distribución, como son las cadenas de supermercados, están mostrando interés en ofrecer productos con alguna distinción de producción “limpia”.

En Chile actualmente no existe un gran desarrollo de la producción integrada, como producto diferenciado, contándose algunas experiencias de exportación de uva de mesa y manzanas con sello distintivo bajo certificación del CENPIF, perteneciente a la Universidad de Chile.

Una de las complicaciones serias para el desarrollo de un sistema público de certificación de producción integrada es que las normativas son estrictamente de carácter local, como sucede en España, en donde existen numerosas normas de PI, como las de Andalucía, La Rioja, Murcia, Navarra, Valencia, Cataluña, Extremadura y varias más. Por lo tanto, no hay posibilidad de homologación a una norma internacional, como ocurre en el caso de la producción orgánica, en que la normativa chilena se ciñe al reglamento CEE 2092/91, siendo éste la base para el sistema nacional oficial de certificación de productos orgánicos.

Adicionalmente, en el caso de la producción integrada, de acuerdo con los antecedentes aportados por representantes de ODEPA y SAG, no se ve una proyección tan clara de un mercado diferenciado, como en el caso de la agricultura orgánica y, por lo tanto, no está en la agenda del Estado de Chile el desarrollo de un proceso similar al que ha ocurrido con la producción orgánica (Conclusiones Mesa de Trabajo sobre Certificación de Producción Integrada, II Informe de Avance, Proyecto de Producción Integrada de Hortalizas, junio de 2007).

Sin embargo, al analizar los protocolos de BPA (GLOBALGAP y otros) se advierte la inclusión cada vez mayor de criterios y recomendaciones propios de la PI, tales como la restricción de ingredientes activos y el uso de monitoreo de plagas y enfermedades, con lo cual se estima que la PI a mediano plazo será integrante obligatoria de las BPA.

En este marco, durante el período 2005 a 2008, en Centro Regional de

Investigación Intihuasi del INIA, con financiamiento del programa Innova CORFO, desarrolló el proyecto “Tecnología de producción integrada de hortalizas para el desarrollo de productos agroexportables en la Provincia de Elqui”, donde se trabajó en aspectos de Producción Integrada en seis cultivos: papa, poroto verde, radicchio, lechuga pimiento y melón, cuyos principales resultados se incorporan en el presente boletín.

2. Principales directrices técnicas de la producción integrada

La producción integrada se ocupa fundamentalmente de los aspectos relativos a la producción agrícola, es decir, el manejo de especies vegetales en su ambiente para obtener producción, sin riesgo de daños a la salud o al medio. Otros tópicos, relacionados con la inocuidad de los alimentos, son objeto de sistemas de aseguramiento específicos, como las buenas prácticas agrícolas o buenas prácticas de procesamiento.

En ciertos casos algunas prácticas que son deseables o aconsejables desde el punto de vista de un manejo ecológico son cuestionadas o prohibidas por las BPA, por implicar algún riesgo de contaminación de los alimentos. Tal es el caso del manejo de frutales con cubierta vegetal en la entrehilera con utilización de herbívoros para efectos de siega de dicha cubierta. La integración de la acción animal resulta beneficiosa, por su efecto de control de la cubierta y la contribución al reciclaje de materia orgánica del suelo, pero la presencia de fecas significa un riesgo de contaminación por coliformes, inaceptable para las BPA.

Cuando existe un sistema normado de PI para certificación, las pautas clasifican las acciones o prácticas de manejo en categorías de **obligadas**, **recomendadas** y **prohibidas**, ya sean generales o específicas para cada cultivo.

Si bien las normas son locales y se adaptan a las condiciones particulares de cada lugar, existe alta coincidencia en las principales directrices, las cuales se exponen a continuación.

2.1. Selección de semillas y elaboración almácigos

Prácticas obligatorias:

- Emplear material vegetal procedente de productores oficiales, certificados y

con pasaporte fitosanitario.

- Rotación anual del suelo usado para almácigos, sin volver al mismo sitio antes de tres años.

Prácticas prohibidas:

- Desinfección química del sustrato con bromuro de metilo u otros ingredientes no autorizados.

Prácticas recomendadas:

- Utilizar las variedades más adecuadas a la zona y al período de cultivo, para lograr el mínimo de intervenciones.
- Empleo de variedades resistentes o tolerantes a las enfermedades más importantes.
- Usar malla protectora contra vectores de virus.
- En especies de almácigo, producir las plantas en contenedores.
- En almácigos a raíz desnuda, sembrar en línea.
- Solarización del sustrato en verano.

2.2. Preparación del terreno

Prácticas obligatorias:

- Eliminación de malezas, patógenos y plagas mediante técnicas culturales.
- Rotación con especies efectivas en disminuir la presión de enfermedades del suelo.
- Cuando sea estrictamente necesario, se puede utilizar pesticidas de suelo, con la autorización del técnico calificado y con productos autorizados.
- Análisis químico del suelo (cada tres años al menos).
- Aplicación regular de materia orgánica, para elevar su contenido en el suelo en forma progresiva, procurando alcanzar un mínimo de 1% de materia orgánica en la capa arable.

Prácticas prohibidas:

- Realizar monocultivos.
- Utilizar como cultivo precedente especies de la misma familia botánica del cultivo principal.
- Utilización de fumigantes esterilizantes del suelo.

- Repetición de los desinfectantes de suelo sobre la misma parcela en la temporada siguiente.
- Utilizar materia orgánica contaminada con metales pesados u otros componentes contaminantes.

Prácticas recomendadas:

- Entre cultivos principales, sembrar e incorporar abonos verdes tales como mezclas de cereales y leguminosas anuales, adicionando una dosis de nitrógeno que evite el “hambre de nitrógeno”.
- Mantener zonas de vegetación natural para refugio y multiplicación de insectos polinizadores y enemigos naturales de plagas.
- Análisis químico anual del suelo para ajustar fertilización.
- Aplicar enmiendas para neutralizar acidez y prevenir o corregir excesos de sodio, en base a los análisis de laboratorio.
- Efectuar lavado del suelo por inundación cuando la salinidad del suelo, por efecto del agua de riego, alcance niveles negativos para el cultivo principal.
- Se recomienda la desinfección del suelo por solarización y/o biofumigación.

2.3. Siembra-plantación

Prácticas obligatorias:

- Establecer los cultivos en fechas que aseguren, al aire libre, el desarrollo óptimo de la especie, de acuerdo con las condiciones climáticas de la zona.
- Utilizar densidades de plantas que permitan el desarrollo óptimo de la especie y la reducción de plagas y enfermedades.

Prácticas prohibidas:

- No se especifican.

Prácticas recomendadas:

- Realizar selección de plantas uniformes y sanas después de arrancado el almácigo y previo a la plantación.
- En siembra directa, preferir sembradoras de precisión, para utilizar la cantidad de semilla justa y evitar efectuar raleos.

2.4. Riego y fertilización

Prácticas obligatorias:

- Utilizar sistemas de alta eficiencia de riego o surcos con nivelación fina, para evitar erosión.
- No utilizar aguas con alto riesgo de salinización o sodificación del suelo.
- Dosificar el agua según necesidad del cultivo, estimada con un fundamento técnico.
- Registrar las fechas de riego y cantidad de agua aplicada.
- Efectuar análisis, al menos cada tres años, de la calidad del agua de riego, en cuanto a metales pesados, nitrógeno, sales y los iones Cl^- y Na^+ .
- El suministro de nitrógeno debe ser parcializado, basado en curvas de extracción del cultivo, dependiendo del número de aplicaciones del sistema de riego.
- Usar compost o estiércol estabilizado, o incorporar estiércol fresco en un tratamiento de biofumigación (ver Riquelme y Carrasco, 2006).
 - La materia orgánica debe ser aplicada al menos con dos semanas de anticipación a la fecha de siembra o trasplante.
- El aporte de los nutrientes principales debe ser en función de la extracción estimada del cultivo, según la especie y el rendimiento esperado, considerando aportes del suelo y eficiencia de recuperación de nutrientes.
- Realizar análisis de suelo para ajustar fertilización al menos cada tres años.
- El programa de fertilización debe ser elaborado por un técnico competente en PI.
- La materia orgánica debe cumplir la norma legal aceptada por el mercado destino, relativa a metales pesados o elementos tóxicos.

Prácticas prohibidas:

- Utilizar aguas de riego cuyos parámetros excedan las tolerancias de las normas técnicas pertinentes (en Chile, NCh 1.333).
- Fertilizar sin basarse en análisis de suelo y agua.
- Los materiales con valor fertilizante no podrán superar los niveles de metales pesados dados por las normas de referencia.
- Los niveles de nitratos en el producto cosechado no deben superar los estándares fijados en los países de destino.

Prácticas recomendadas:

- Utilizar sistemas de riego tecnificado de alta uniformidad, que permitan conocer la cantidad de agua aplicada en cada riego.
- Uso de instrumentos para controlar la humedad del suelo a la profundidad de raíces.
- Evitar inundaciones y el contacto del agua de riego con el cuello de las plantas.
- No sobrepasar los aportes nitrogenados por abono orgánico, mineral y agua de riego, que posibiliten la contaminación de las aguas subterráneas por lixiviación.
- Usar abonos foliares sólo cuando esté debidamente justificado y avalado por un técnico calificado.

2.5. Control de malezas

Prácticas obligatorias:

- El control de malezas se realizará, preferentemente, por métodos mecánicos y manuales.
- El uso de herbicidas se justifica solamente para malezas perennes. En malezas anuales el uso será ocasional y debidamente justificado.
- Si se utilizan herbicidas, se hará sólo cuando la maleza esté más sensible, para usar el mínimo de producto.
- Se permite el acolchado o mulching con materiales opacos a la luz, pero es obligatorio retirar los restos de materiales no biodegradables para su reciclado al terminar el cultivo.
- Reducir la entrada y producción de órganos de reproducción de malezas en todo momento (cultivo y barbecho). Esto implica mantener limpios los canales de conducción y evitar que las malezas produzcan semillas.

Prácticas prohibidas:

- Utilizar arado o rastra de discos cuando haya presencia de malezas perennes rizomatosas (correhuela, chépica, pasto bermuda).
- Dejar semillar las malezas en los potreros de cultivo.
- Usar herbicidas de contacto no selectivos.

Prácticas recomendadas:

- Antes de la siembra o trasplante se permite el uso de herbicidas foliares como glifosato, sulfosato y glufosinato de amonio, para desmanche de plantas perennes.
- De manera puntual, se tolera la aplicación de herbicidas autorizados en el cultivo, bajo asesoramiento técnico.
- Instalar trampas “atrapa semillas” a la entrada del agua al predio.

2.6. Control de plagas y enfermedades

Prácticas obligatorias:

- Los métodos de control cultural, biológico, genético y biotecnológico serán prioritarios por sobre la lucha química.
- Aplicar monitoreo de plagas para decidir aplicación de plaguicidas en función de umbrales de intervención por parcela (trampas con atrayentes, monitoreo).
- De ser imprescindible el uso de insecticidas, realizar primero tratamientos localizados sobre los focos iniciales y utilizando las dosis mínimas recomendadas.
- Para ciertas enfermedades, aplicar métodos predictivos de ataque, que permitan los controles preventivos y utilizando las dosis mínimas recomendadas.
- Alternar el uso de los ingredientes activos autorizados.
- Arranque y eliminación periódica de restos de plantas enfermas del cultivo, especialmente con niveles bajos de ataque.
- Aplicación de pesticidas con la debida protección del operario, según las normas vigentes.
- Revisión periódica en campo de los equipos de tratamiento.

Prácticas prohibidas:

- Utilizar calendarios de tratamiento.
- Repetir más de dos veces consecutivas un mismo ingrediente activo.
- Mantener restos de cultivo sin labrar por más de 7 días desde la recolección, salvo por un contenido de humedad del suelo tal que desaconseje esta labor.
- Incorporar al suelo sectores de rastros evidentemente infectados.

Prácticas recomendadas:

- Realizar permanentemente estudios que permitan la sustitución de umbrales

empíricos por otros definidos científicamente.

- Priorizar las técnicas de control biológico.
- Establecer un catastro y valoración de los enemigos naturales.
- Cultivar variedades resistentes a enfermedades.
- En sectores más húmedos del predio, aumentar la distancia de plantación para favorecer la aireación.

2.7. Cosecha y post cosecha

Prácticas obligatorias:

- Efectuar la cosecha en el momento oportuno y con condiciones adecuadas, de acuerdo con el cultivo y con el fin al que están destinados los productos.
- Realizar muestreos durante el período de recolección para análisis de residuos, así como parámetros de calidad.
- Especificar los tratamientos de post cosecha, si procede, para cada cultivo.
- Utilizar métodos de conservación que mantengan una alta calidad de los productos, lo que debe controlarse periódicamente, antes de la comercialización.
- Los registros de cada cámara de conservación deben mantenerse y estar disponibles en las inspecciones.
- Utilizar sólo procedimientos y desinfecciones autorizados en mercado de destino.

Prácticas prohibidas:

No se especifica

Prácticas recomendadas:

No se especifica

3. Rotaciones y sucesiones de cultivos

3.1. Rotación de cultivos

La producción integrada tiene como pilar fundamental el manejo sustentable del suelo, procurando mejorar o mantener sus cualidades físicas, químicas y bióticas, a través de una serie de prácticas como la agregación de materia orgánica, laboreo reducido, mínima aplicación de plaguicidas y fertilizantes.

Muchas normas locales establecen una rotación o sucesión de cultivos obligatoria, para contribuir a los objetivos planteados anteriormente y para reducir la presión de plagas y enfermedades del suelo.

Estrictamente, la rotación de cultivos es una secuencia de cultivos en el mismo terreno, que normalmente termina con dos o más años de pradera. Es una práctica común en la agricultura tradicional, y en Chile se realiza mayormente desde la Región de Bío Bío al sur, ya que se adecua a los cultivos principales de esa zona.

Los propósitos primordiales de la rotación son **mantener la productividad del suelo, controlar la erosión, disminuir enfermedades** (del suelo, especialmente), **controlar malezas, aumentar la rentabilidad de la explotación.**

Un ejemplo de rotación:

Primer año: remolacha.

Segundo año: trigo + trébol rosado.

Tercer y cuarto año: trébol rosado.

3.2. Sucesión de cultivos

La sucesión es simplemente una secuencia de cultivos, sin un orden definido por

critérios como los empleados en las rotaciones. En el caso de las explotaciones hortícolas, se suele dar la sucesión repetitiva de unos pocos cultivos, ya que normalmente cereales y praderas no tienen cabida dentro de la estructura productiva del predio. El caso extremo de esta situación es el de monocultivo (la misma especie todas las temporadas), como ocurre, a modo de ejemplo, en los invernaderos con producción de tomate. No obstante, en situaciones especiales, las normas no obligan a hacer rotaciones, pero sí a realizar tratamientos de solarización o biofumigación del suelo, como lo establece la Norma de Almería, España.



FOTO 1. Cultivo de avena más arvejilla (Vicia) entre dos campañas de hortalizas.

4. Manejo de fertilidad de suelos y criterios de fertilización en un sistema de producción integrada

4.1. La materia orgánica como enmienda en el manejo integrado

En lo relativo al manejo del suelo y su fertilidad, la producción integrada se orienta a restablecer y mantener la fertilidad física y biológica de los suelos y a manejar racionalmente los aportes de fertilizantes. El proceso de recuperación de la fertilidad es de alto costo para los productores, pero en la actualidad en Chile se cuenta con el apoyo de instrumentos como el Sistema de Incentivos de Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD), que permite a los productores obtener recursos para la incorporación de enmiendas mejoradoras de la fertilidad del suelo.

Los excesos de fertilización generan varios problemas que deben ser evitados en la producción integrada. A modo de ejemplo, grandes cantidades de fertilizantes generan un incremento de la salinidad del sustrato-suelo, independientemente de la fuente de fertilizante aplicada. Los fertilizantes que más salinidad generan son los que aportan nitrógeno, potasio y magnesio, mientras que los fertilizantes fosfatados son los que tienen menor efecto en la salinización. El exceso de nitrógeno afecta el crecimiento radical de la planta, a la vez que promueve un crecimiento vegetativo excesivo, provocando en muchos casos un menor rendimiento o deficiencias en la calidad de los productos.

Finalmente, está demostrado que el exceso de nutrientes aplicados llega a contaminar las aguas subterráneas, siendo particularmente grave el caso de los nitratos, lo que constituye una de las mayores preocupaciones en los países desarrollados.

4.1.1. Importancia de la materia orgánica

Durante los últimos 50 años, técnicos y agricultores han considerado que la “reserva” de fertilidad se podía mantener con el solo uso de abonos químicos, los que sin duda han jugado un rol muy importante, ya que mantienen la productividad actual de las cosechas. Sin embargo, el concepto de fertilidad del suelo no sólo considera aspectos químicos, sino que integra la fertilidad física y biológica del suelo, en donde la materia orgánica tiene un papel preponderante.

Los beneficios de la materia orgánica son múltiples, siendo los principales:

- Fomenta una mitigación biológica del daño por enfermedades del suelo y nemátodos.
- Mejora la residencia y disponibilidad del nitrógeno, fósforo, boro y azufre en el suelo, evitando en gran medida la contaminación del agua subterránea por lixiviación de nitrógeno.
- Incrementa la retención de humedad, aumenta la porosidad y disminuye la compactación del suelo, promoviendo de esta forma el crecimiento de raíces.
- Promueve la formación de estructura, lo que determina una mejor aireación del suelo.
- Incrementa la fertilidad química, porque aumenta la capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- Actúa como un descontaminador del suelo frente a agentes como metales pesados, aspecto muy importante en la Región de Coquimbo.
- Incrementa la temperatura del suelo, por efecto del color oscuro.
- También permite la quelatación (formación de quelato o sal orgánica) de los microelementos metálicos, lo cual puede ser muy positivo en suelos del Norte Chico.
- En general, tiende a mantener un pH más bajo en el suelo, lo cual es muy positivo en suelos alcalinos, aun cuando esto depende del tipo de materia orgánica aplicada.

4.2 Manejo del suelo

4.2.1. Estudio agrológico y uso de analítica de laboratorio

Para realizar el manejo del suelo se debe conocer bien sus características físicas, tales como profundidad y textura, además de la distribución de los horizontes y presencia de capas de carbonatos, arcilla o arena, entre otros, que pudieran impedir un normal crecimiento de las raíces. El conocimiento de estos aspectos del suelo permite mejorar el manejo del riego y del laboreo.

Por su parte, los análisis de laboratorio permiten determinar con precisión la textura, constantes hídricas, humedad aprovechable y propiedades químicas del suelo como pH, conductividad eléctrica, contenido de nutrientes disponibles y materia orgánica, con lo cual se puede planificar adecuadamente el manejo del suelo, particularmente en lo relativo a fertilización y riego.

4.2.2. Laboreo del suelo

El laboreo del suelo debe hacerse a la profundidad de arraigamiento requerida por el cultivo a establecer, evitando el uso continuado del arado y rastra de discos a una misma profundidad, debido a que forman con facilidad una zona compactada llamada “pie de arado”. Se sugiere combinar el laboreo del suelo con arado y rastra cincel, que evitan en gran medida la compactación a la profundidad de arado.

4.2.3. Aplicación de enmiendas orgánicas

El mejoramiento de las condiciones físicas del suelo se logra mediante un programa que puede combinar enmiendas orgánicas e inorgánicas. Los estiércoles son la fuente más importante utilizada como enmienda orgánica, material que debe ser compostado previamente a su incorporación al suelo.

Los estiércoles se pueden agrupar como ricos en fibras o en nutrientes minerales. Los más ricos en fibras son aquellos provenientes de bovinos, equinos, ovinos y caprinos, mientras que aquéllos ricos en nutrientes proceden de cerdos y aves.

El segundo grupo de estiércoles es más activo como aportador de nutrientes minerales. La fibra, por su parte, es un componente esencial para mejorar la condición de aireación del suelo, por lo cual, la combinación de ambos tipos de estiércoles puede ser muy beneficiosa para los suelos.

Además de estas enmiendas, la conservación e incremento de la materia orgánica del suelo se logra evitando la quema de rastrojos e incorporándolos al suelo, cultivando e incorporando abonos verdes, y aplicando ácidos húmicos o extractos húmicos al suelo.



FOTO 2: Aplicación de compost al suelo.

4.2.4. Enmiendas inorgánicas

Las más utilizadas en la agricultura de zonas áridas son el yeso agrícola, ácido sulfúrico, nitrato de calcio y azufre elemental.

a) Yeso agrícola: se recomienda en suelos sódicos con una relación de adsorción de sodio (RAS) mayor a 12. También es recomendable su uso en suelos arcillosos de baja permeabilidad, en los cuales el agua se mantiene en la superficie después de regar. En dicha clase suelos, regados con agua poco salina, es altamente probable que la aplicación de yeso mejore la infiltración del agua de riego.

b) Ácido sulfúrico: es útil en suelos calcáreos, donde mejora la infiltración de agua en el perfil, debido a que disuelve la caliza, destapando los poros del suelo. El calcio se libera como sulfato de calcio, lo que puede mejorar la agregación del suelo. Su aplicación es más recomendable en épocas de baja temperatura (fines de otoño e invierno), debido a que aumenta la salinidad del suelo, por lo cual se recomienda administrar una sobretasa de riego. El aumento de la salinidad dependerá de la cantidad de ácido empleada.

c) Azufre elemental: cumple la misma función que el ácido sulfúrico, pero su efecto es más lento, debido a que se debe oxidar gradualmente en el suelo, por acción de bacterias del género *Thiobacillus*. En cultivos acidófilos, como la papa y los berries, puede ser muy recomendable mezclar los fertilizantes con azufre elemental, de manera localizada, pues permite aumentar la eficiencia de recuperación de los nutrientes por parte de las raíces.

d) Nitrato de calcio: es recomendable como fuente de nitrógeno en suelos arcillosos regados con goteo, ya que incorpora calcio soluble que favorece la permeabilidad del suelo.

4.3. Fertilización racional de los cultivos en base al método del balance nutricional

4.3.1. Fundamentos del método

El método del **balance nutricional** es uno de los más acordes con el concepto de producción integrada, puesto que se fundamenta en la demanda del cultivo, la capacidad de aporte del suelo y la eficiencia de recuperación de los nutrientes por las plantas. El desarrollo completo de este método y su propuesta de aplicación a diferentes cultivos puede consultarse en literatura específica (Rodríguez, 1993, y Rodríguez, 1995).

El balance nutricional estima las dosis de fertilizantes mediante la siguiente relación:

$$\text{Dosis de nutriente} = \frac{\text{demanda cultivo} - \text{suministro del suelo}}{\text{eficiencia de recuperación}}$$

a) La demanda de nutrientes: es determinada por la planta y el clima. Plantas pequeñas determinan escasa demanda de nutrientes, mientras que en cultivos de gran desarrollo vegetativo ésta es mayor. Especies como la lechuga requieren una cantidad de nutrientes relativamente baja, pero la velocidad de absorción puede ser muy alta, especialmente en cultivos creciendo en primavera-verano. Otros cultivos, como la alcachofa, presentan una demanda moderada, pero sostenida durante varios meses.

b) El suministro de nutrientes: en el caso de nitrógeno y fósforo, está determinado por la materia orgánica lábil o activa en la zona de raíces, la cual mejora la eficiencia de recuperación de los nutrientes aplicados. La disponibilidad de cationes como calcio, magnesio y potasio está determinada por la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y por la proporción de arcilla del suelo, es decir, la textura.

El aporte neto de nitrógeno para las raíces estará determinado por la relación C/N, la temperatura y la humedad del suelo, siendo lo ideal una humedad cercana a capacidad de campo y una temperatura mayor de 18 °C. El aporte de nutrientes por el suelo es difícil de precisar, especialmente en el caso del nitrógeno, debido a que su dinámica está ligada a procesos de origen bioquímico que, a su vez, son afectados por las condiciones climáticas.

c) La eficiencia de recuperación del sistema radical: la eficiencia de recuperación de los fertilizantes aplicados depende en gran medida de la capacidad exploratoria de las raíces de la planta. Por ejemplo, la papa y la cebolla poseen un escaso sistema radical, pero otros, como el maíz y el trigo, poseen sistemas radicales de mayor densidad y capacidad de exploración del suelo. Para optimizar la eficiencia de las raíces se requiere un suelo de baja densidad aparente, adecuada macroporosidad y un pH idealmente menor de 7,0.

4.3.2. Antecedentes teóricos de la metodología del balance nutricional

a) La demanda de nutrientes depende de dos parámetros: la productividad (PP) o rendimiento esperado, y el requerimiento interno (RI). El rendimiento

se relaciona con la cantidad de materia seca total producida, calculada como peso total menos **humedad de cosecha (HC)**, mientras que el RI corresponde al contenido del nutriente en la materia seca. Por otra parte, se requiere el **índice de cosecha (IC)**, que relaciona el peso del producto cosechado con el peso total de la planta. Por lo tanto la demanda de un nutriente será:

$$\text{Demanda} = \frac{\text{PP} \times (1 - \text{HC}) \times \text{RI}}{100 \times \text{IC}}$$

b) Respecto al suministro de nutrientes, para fósforo y potasio la estimación está directamente relacionada con los niveles detectados en el análisis de suelo, lo cual puede encontrarse en tablas disponibles (Rodríguez, 1995). En el nitrógeno, se estima por el N mineral más los residuos del cultivo anterior:

$$\text{SN} = \text{N mineral} + \text{N de residuos de cosecha}$$

c) La eficiencia de nutrientes varía según el nutriente, el tipo de suelo y el cultivo en cuestión, y puede ser obtenida de la bibliografía especializada. En general, para nitrógeno varía entre 50% y 60%; en potasio, desde 30% a 50 %, y en fósforo, de 10% a 20%.

4.3.3. Ejemplo de cálculo de la dosis de nitrógeno para el cultivo de la papa en la zona de Pan de Azúcar (Coquimbo)

Supuestos:

- Suelo franco arcilloso, se puede asociar a un suelo aluvial de la zona norte.
- Densidad aparente (Dap): 1,3 g/cm³ (= 1.300 kg/m³).
- Rendimiento esperado: 720 sacos de 50 kg = 36.000 kg/ha.
- Nitrógeno nítrico según análisis: 15 ppm.
- Eficiencia de recuperación: 45%.
- Profundidad de muestreo: 25 cm.
- Cultivo anterior: trigo.
- Humedad de cosecha: 78%.
- Índice de cosecha: 0,75.
- RI nitrógeno: 1,7 %.

a) Cálculo de la demanda estimada:

$$\text{Demanda} = \frac{36.000 \text{ kg/ha} \times (1-0,78) \times 1,7}{100 \times 0,75} = 179,5 \text{ kg/ha} (= 180 \text{ kg/ha})$$

b) Cálculo del suministro estimado:

$$\text{Peso del suelo} = \text{superficie (m}^2\text{)} \times \text{profundidad (m)} \times \text{Dap (kg/m}^3\text{)}$$
$$10.000 \text{ m}^2 \times 0,25 \text{ m} \times 1.300 \text{ kg/m}^3 = 3.250.000 \text{ kg}$$

Contenido de N nítrico del suelo = 15 ppm (15 kg de N por cada 1 millón de kg de suelo)

$$\text{Cantidad de N nítrico} = 3.250.000 \text{ kg} \times 15 \text{ ppm} = 49 \text{ kg de N}$$

Suministro total = N mineral + N de residuos (valor obtenido de tabla: Rodríguez, 1995)

$$\text{Suministro total} = 49 \text{ kg} + 50 \text{ kg}$$

$$\text{Suministro del suelo} = 99 \text{ kg/ha}$$

c) Cálculo de la dosis de nitrógeno:

$$\text{DN} = \frac{180 - 99}{0,45} = 180 \text{ kg/ha}$$

4.4. Tecnología de uso de fertilizantes

La tecnología de uso de fertilizantes señala el tipo de nutrientes a aplicar, la dosis, fuente y época de aplicación de los nutrientes. Se asume que la tecnología de uso de fertilizantes está disponible y debe ser aplicada rigurosamente como parte de la producción integrada.

En los suelos de la región, los nutrientes más frecuentemente deficitarios son nitrógeno, potasio y, en menor medida, fósforo. Algunos microelementos, como zinc, pueden ser también deficientes. Sin embargo, el uso de análisis de suelo es fundamental para mejorar el conocimiento de estas deficiencias.

a) Fuente de fertilizante: la fuente de fertilizante es importante de considerar. Se debe evitar que las fuentes aplicadas contengan niveles medianamente altos de cloruros y sodio.

b) Época de aplicación: la época de aplicación de los fertilizantes se debe relacionar con el desarrollo de la planta y el grado de precocidad de ésta. Gran parte del nitrógeno debe aplicarse más bien tempranamente, debido a que las plantas inician su desarrollo vegetativo y luego entran en la fase reproductiva, que no requiere tanto de este elemento. En la fase de crecimiento de frutos, el potasio mejora el llenado de frutos. El fósforo es importante en buena parte del desarrollo de los cultivos. En el caso de la fertirrigación, se puede hacer una parcialización muy controlada de los nutrientes, lo que favorece de manera importante el mejoramiento de la eficiencia de recuperación de los nutrientes por las raíces.

4.5. Seguimiento de la fertilidad del suelo en una sucesión de cultivos

En dos localidades, Pan de Azúcar (comuna de Coquimbo) y El Romero (comuna de La Serena), a lo largo de una sucesión de cuatro cultivos, entre los años 2005 y 2008, se comparó el sistema “convencional” (usado tradicionalmente) y el otro, de producción integrada, que utiliza una base de compost y un ajuste de fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) en función de análisis de suelo e historial. La sucesión se indica en Cuadro 1.

Cuadro 1. Detalle de la sucesión de hortalizas bajo evaluación.

Cultivo	Inicio	Término
Pimiento	diciembre/2005	mayo/2006
Lechuga	junio/2006	octubre/2006
Papas	noviembre/2006	marzo/2007
Mezcla avena-vicia	abril/2007	octubre/2007
Radicchio	noviembre/2007	enero/2008

4.5.1. Caracterización de la fertilidad inicial de los suelos

La fertilidad inicial de suelos (Cuadro 2) muestra un bajo nivel de materia orgánica en la capa arable e insuficiencia de calcio, especialmente en El Romero. La deficiencia de calcio influye más en los aspectos físicos del suelo que en la nutrición de la planta, ya que afecta la infiltración del agua, debido a que el suelo flocula con adecuados contenidos de calcio, especialmente cuando la textura es arcillosa. El suelo de mejor condición general de fertilidad corresponde a Pan de Azúcar, aun cuando presenta una bajo nivel de de materia orgánica. Por otro lado, su deficiencia de calcio es moderada. Los contenidos de potasio y fósforo en ambos suelos están en rangos aceptables, situación habitual en suelos con un largo historial de fertilización con estos elementos.

Desde el punto de vista de la producción integrada, para mejorar el manejo del suelo se determinó: **1)** aplicar materia orgánica de buena calidad, y **2)** administrar calcio soluble en forma de yeso, en baja dosis en Pan de Azúcar y en dosis mayores en El Romero.

Cuadro 2. Fertilidad del suelo en El Romero y Pan de Azúcar. Muestreo inicial, 30 de agosto de 2005.

Análisis	Unidad	Pan de Azúcar	El Romero
pH		7,7	8
CE	ds/m	1,7	8,4
N	ppm	12	17
N TOTAL	%	0,103	0,065
MO	%	1,6	1,0
REL C:N		9	9
P	ppm	56	69
Ca	cmol(+)/kg	10,14	6,37
Mg	cmol(+)/kg	2,55	2,82
K	cmol(+)/kg	0,75	1,71
Na	cmol(+)/kg	0,25	1,25
Suma de bases	cmol(+)/kg	13,69	12,15
Saturación Ca	%	74,1	52,4
Saturación Mg	%	18,6	23,2
Saturación Na	%	1,8	10,3
Saturación K	%	5,5	14,1
Relación Ca/Mg		4,0	2,3
Fe	ppm	11,6	6,5
Zn	ppm	5,0	1,6
Mn	ppm	8,6	8,6
Cu	ppm	6,8	3,0
B	ppm	1,8	1,6

Fuente: Laboratorio de Suelos, Centro Regional de Investigación La Platina, INIA.

4.5.2. Evolución de la fertilidad del suelo y resultados productivos

La cantidad de fertilizante aplicado entre diciembre de 2005 y enero de 2008 en el sistema de producción integrada es menor en general –y, en algunos casos, igual– a la utilizada en el sistema convencional. Como ya se dijo, en PI es necesario aplicar compost (Cuadro 3).

Los resultados indican que no hubo diferencias entre ambos sistemas en cuanto al rendimiento de las cuatro especies utilizadas en la sucesión (Cuadro 4). Adicionalmente, al término de la sucesión, los niveles de fósforo, potasio y materia orgánica del suelo en ambas localidades, bajo manejo PI, son superiores a los evaluados en suelos con manejo convencional (Cuadro 5).

Estos efectos, aunque obtenidos en un período de tiempo relativamente corto, confirman que una fertilización racional, en base a las necesidades de los cultivos, sumada a la aplicación sostenida de materia orgánica, permiten obtener rendimientos similares al manejo convencional sin empobrecer los suelos y, por el contrario, mejorando significativamente el contenido de materia orgánica y disminuyendo las aplicaciones de fertilizantes.

Cuadro 3. Dosis de fertilizantes y materia orgánica aplicadas en sucesiones hortícolas bajo fertilización convencional e integrada en dos localidades de la Región de Coquimbo.

Parcela El Romero (*)							
Cultivo	Convencional (kg /ha)			Producción integrada (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Compost
Pimiento	180	90	210	75	0	0	26.000
Lechuga	160	120	100	110	100	50	20.000
Papa	210	90	180	160	90	150	15.000
Avena-vicia	0	0	0	0	0	0	0
Radicchio	80	60	0	75	60	0	0
Total	630	360	490	420	250	200	61.000
Parcela INIA Pan de Azúcar							
Cultivo	Convencional (kg /ha)			Producción integrada (kg/ha)			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Compost
Pimiento	180	90	210	75	25	120	26.000
Lechuga	160	120	100	110	100	70	20.000
Papa	180	150	120	150	110	120	15.000
Avena-vicia	0	0	0	0	0	0	0
Radicchio	80	60	80	65	60	65	24.000
Total	600	420	510	400	295	375	85.000

(*) Se aplicó al inicio de la sucesión una enmienda de 3 T/ha de yeso y 1,2 T/ha de azufre en el tratamiento PI.

Cuadro 4. Rendimiento de cuatro cultivos en sucesión, bajo fertilización convencional e integrada, en dos localidades de la Región de Coquimbo.

Cultivo	El Romero			Pan de Azúcar		
	Convencional	Integrada		Convencional	Integrada	
Pimiento, t/ha	37	30,9	ns	23,7	20,3	ns
Lechuga, unidad/ha	31.800	33.000	ns	41.777	40.355	ns
Papa, t/ha	17,7	20,6	ns	33,5	34,1	ns
Radicchio, t/ha	36,3	36,7	ns	37,8	39,6	ns

ns: Diferencia no significativa entre fertilización convencional e integrada por cada cultivo y localidad, DMS, $P \leq 0,05$.

Cuadro 5. Análisis de fertilidad de suelo luego de terminada la sucesión de cuatro cultivos bajo fertilización convencional e integrada, en dos localidades de la Región de Coquimbo.

Análisis	El Romero			Pan de Azúcar		
	Convencional	Integrada		Convencional	Integrada	
Nitrógeno, ppm	11	21	ns	4	5	ns
Fósforo, ppm	31	48	S	44	79	S
Potasio, ppm	252	340	S	279	439	S
pH	7,1	7,25	ns	7,6	7,9	ns
CE, dS/m	2,2	2,5	ns	0,9	1,0	ns
M.O, %	1,7	2,2	S	1,4	1,6	S

S: Diferencia significativa para elemento por localidad, DMS, $P \leq 0,05$.

Ns: Diferencia no significativa para elemento por localidad, DMS, $P \leq 0,05$.

5. Riego en producción integrada

El riego en producción integrada debe satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos y considerar su incidencia sobre aspectos referidos al ambiente y a la salud humana. Entre otros, propender a:

- Evitar la contaminación biológica o química de productos de consumo humano por el agua de riego.
- Prevenir la erosión del suelo.
- Evitar la salinización del suelo.
- Reducir las pérdidas de nutrientes por lixiviación.
- Evitar la contaminación de cursos de agua.
- Evitar la contaminación de acuíferos.
- Proteger las fuentes de agua.

Para cumplir con los principios señalados, las prácticas y/o criterios principales a considerar son:

- Verificar la calidad química y biológica del agua de riego, mediante análisis de laboratorio y comparación con la norma pertinente (en Chile, NCh. 1.333).
- Identificar y prevenir riesgos de contaminación del agua.
- Estimar ajustadamente las necesidades de agua de los cultivos.
- Utilizar métodos de aplicación o control para dosificar el agua.
- Emplear dosis y frecuencias de aplicación de fertilizantes que minimicen las pérdidas por lixiviación, en particular del nitrógeno.

5.1. Determinación de las necesidades de agua de las hortalizas

Las necesidades de agua de los cultivos deben ser estimadas en función de las condiciones atmosféricas, integradas en la evapotranspiración potencial, de

acuerdo con la metodología detallada en las Series FAO 24 y FAO 56 de Riego y Drenaje.

El consumo de agua del cultivo se estima por la relación:

$$ET = Kc \times ETo$$

Donde,

ET = evapotranspiración del cultivo.

ETo = evapotranspiración potencial o de referencia.

Kc = coeficiente de cultivo.

ETo corresponde a la evapotranspiración de un cultivo denso (prado de alfalfa) que se mantiene en una altura constante y bien surtido de agua. La ET de este cultivo varía sólo en relación directa con la demanda de la atmósfera y no por cambios en su área foliar.

Kc entrega una relación proporcional entre la evapotranspiración del cultivo (variable según el estado de desarrollo del mismo) y la ETo.

La ETo puede ser calculada directamente por integración de datos climáticos, como lo hacen las estaciones meteorológicas automáticas actualmente en uso, o se puede estimar a partir de los datos de evaporación de bandeja, por la relación:

$$ETo = EB \times Kp$$

Donde,

EB = evaporación de bandeja.

Kp = coeficiente que pondera a la EB de acuerdo con las condiciones ambientales circundantes a la bandeja.

5.1.1. Aplicación del método a los cultivos del proyecto

a) Obtención de registro histórico de evaporación de bandeja

La evaporación de bandeja se obtiene de una serie histórica, lo que permite una aproximación a una situación promedio para diferentes épocas del año. Esto permite establecer un programa que debe ser revisado y ajustado permanentemente al momento de realizar el cultivo.

En el Cuadro 6 se indican los promedios de evaporación registrados entre 1990 y 2003 en la Estación Meteorológica Pan de Azúcar de INIA.

Cuadro 6. Promedio de evaporación de bandeja (EB) 1990-2003 en la Estación Meteorológica Pan de Azúcar, INIA, Coquimbo.

MES	EB (mm/día)
Enero	7,1
Febrero	6,2
Marzo	4,6
Abril	3,3
Mayo	2,2
Junio	1,7
Julio	2,0
Agosto	2,5
Septiembre	3,5
Octubre	4,9
Noviembre	5,9
Diciembre	6,8

Si se dispone solamente de los promedios mensuales, se puede construir una curva de EB mensual, sobre la cual se pueden interpolar los valores de EB para períodos de tiempo más cortos, como quincenas, decenas o semanas.

b) Determinación de los coeficientes de cultivo y de bandeja

El coeficiente de bandeja (K_p) para las condiciones de la Estación Meteorológica Pan de Azúcar varía entre 0,75 y 0,85, por lo que se definió un coeficiente constante de 0,8.

Los coeficientes K_c se estiman para cada cultivo, de acuerdo con la metodología

propuesta por FAO, estableciendo cuatro etapas básicas y haciendo la extrapolación de los valores intermedios.

Etapla inicial: período después de la siembra o trasplante en que las plantas crecen lentamente, cubriendo hasta un 10% de la superficie. La evapotranspiración en esta etapa corresponde a la que se produce desde el suelo, por lo que el valor del Kc está determinado por la frecuencia de riego o lluvia. Con riego frecuente (por ejemplo, hortalizas de trasplante con riego por goteo) el Kc es elevado, mientras que con riego poco frecuente (ejemplo, siembra directa con riego de presiembra profundo) el Kc es bajo (Cuadro 7).

Etapla de desarrollo: período en que las plantas crecen aceleradamente, hasta alcanzar al menos un 70% a 80% de superficie cubierta. El Kc cambia rápidamente, hasta alcanzar el valor máximo. Se estiman los Kc por interpolación entre los Kc de las etapas inicial y de mediados de cultivo (Cuadro 7).

Etapla de mediados del cultivo: período de plena cobertura de las plantas y máximo valor de Kc (Cuadro 7).

Etapla fines del cultivo: período en que las plantas maduran e inician la senescencia. El Kc se mantiene o vuelve a bajar (Cuadro 7).

La determinación de los coeficientes de cultivo por períodos de diez días se obtuvo interpolando los valores por etapas del Cuadro 7, como se muestra en el Cuadro 8.

Cuadro 7. Coeficientes de cultivo (Kc), duración de etapas de desarrollo en cultivos del proyecto.

Etapla	Melón			Pimiento	Poroto conducido	Radicchio-Lechuga				
	Sin conducción	Conducido				Verano		Invierno		
	Kc	días	Kc	días	Kc	días	Kc	días	Kc	días
Inicio	0,30	20	0,3	20	0,6	30	0,3	20	1,0	20
Desarrollo		30		30		30		20	0,95	30
Mediados	1,1	50	1,3	50	1,1	60	1,4	40	0,95	15
Finales	0,6	20	1,3	20	0,9	20	0,95	20	0,95	10
Total		120				140		100		75
										100

Cuadro 8. Coeficientes de cultivo por períodos de 10 días en los cultivos del proyecto.

Período (días)	Melón		Pimiento	Poroto conducido	Radicchio-Lechuga	
	Sin conducción	Conducido			Verano	Invierno
1-10	0,30	0,30	0,60	0,30	1,0	1,0
11-20	0,30	0,30	0,60	0,30	1,0	1,0
21-30	0,50	0,55	0,60	0,67	0,95	0,95
31-40	0,70	0,80	0,73	1,03	0,95	0,95
41-50	0,90	1,05	0,85	1,40	0,95	0,95
51-60	1,10	1,30	0,98	1,40	0,95	0,95
61-70	1,10	1,30	1,10	1,40	0,95	0,95
71-80	1,10	1,30	1,10	1,40	0,95	0,95
81-90	1,10	1,30	1,10	0,95		0,95
91-100	1,10	1,30	1,10	0,95		0,95
101-110	0,60	0,80	1,10			
111-120	0,60	0,80	1,10			
121-130			0,90			
131-140			0,90			

c) Confección de una tabla guía de riego por cultivo

- Se consideró el promedio de evaporación diaria por períodos de 10 días.
- Se estableció la curva de coeficientes de cultivo para dichos períodos.
- Con estos dos datos se obtuvieron los valores de ET por períodos de 10 días para la época de cultivo.
- Se consideró una ponderación por la eficiencia del método de riego

Con las consideraciones anteriores, más los antecedentes particulares inherentes al diseño de riego por goteo, se estableció una tabla guía que indica el **tiempo de riego** (Cuadro 9).

$$T. \text{ riego} = \frac{ET \times \text{distancia entre hileras} \times 60 \times 7}{\text{Gasto cinta} \times N^{\circ} \text{ cintas} \times \text{eficiencia} \times N^{\circ} \text{ riegos}}$$

Donde,

- ET = Evapotranspiración del cultivo, en mm/día.
- Gasto de cinta en L/m lineal/hora.

- Distancia entre hileras, en metros.
- N° riegos = número de riegos por semana.
- Cuociente 7/N° riegos corrige el tiempo de irrigación según el número de riegos semanales.
- Factor 60 transforma el tiempo de horas a minutos.
- Eficiencia = eficiencia del riego por cintas; normalmente, 90%.

Para un mismo cultivo, en que la mayoría de los componentes de la ecuación son constantes, el cálculo se reduce a:

$$\text{T. riego (minutos)} = \text{ET} \times \text{Factor}$$

Donde,

$$\text{Factor} = \frac{\text{Distancia entre hileras} \times 60 \times 7}{\text{Gasto cinta} \times \text{N}^\circ \text{ cintas} \times \text{eficiencia} \times \text{N}^\circ \text{ riegos}}$$

Ejemplo: melón sin conducción, establecido a principios de diciembre, en hilera simple a 1,5 m, con una sola cinta por hilera, con gasto de 5 L/m/hora, eficiencia de riego de 90% y dando 5 riegos por semana (de lunes a viernes).

$$\text{Factor} = \frac{1,5 \times 60 \times 7}{5 \times 1 \times 0,9 \times 5} = 28$$

Cuadro 9. Ejemplo de tabla guía para cultivo de melón sin conducción con riego por goteo.

Período	EB** (mm/día)	ET0 (mm/día)	Kc	ET (mm/día)	Factor	T. riego (minutos)
01-10 dic	6,5	5,2	0,3	1,6	28	44
11-20 dic	6,8	5,5	0,3	1,6	28	46
21-31 dic	7,0	5,6	0,5	2,8	28	78
01-10 ene	7,1	5,7	0,7	4,0	28	111
11-20 ene	7,0	5,6	0,9	5,1	28	142
21-31 ene	6,9	5,5	1,1	6,1	28	170
01-10 feb	6,6	5,3	1,1	5,8	28	163
11-20 feb	6,3	5,0	1,1	5,5	28	155
21-29 feb	5,8	4,7	1,1	5,1	28	143

** Datos de EB interpolados para períodos de 10 días a partir de la curva de EB por mes.

5.1.2. Consideraciones por requisitos especiales del cultivo

En algunos casos, ciertas características relacionadas con la calidad del producto o su conservación postcosecha pueden determinar la modificación del programa estimado por la metodología descrita. Tal es la situación de especies que requieren un “endurecimiento”, es decir, una desecación del suelo previo a la cosecha, como es el caso de ajos y cebollas; o el mantenimiento de un alto nivel de humedad en lechugas y radicchios, para prevenir la aparición del tipburn o quemadura marginal de las hojas. De igual modo, en el cultivo del melón se recomienda el riego deficitario en las últimas dos semanas previas a la cosecha, para disminuir el riesgo de partidura y aumentar la concentración de azúcar en los frutos.

5.2. Sistemas de control de la humedad del suelo

La programación del riego sobre la base de la metodología descrita es una aproximación a las necesidades de agua del cultivo, pero dado que no todas las condiciones son iguales, puede existir algún error por déficit o exceso. Por lo tanto, es necesario complementar con métodos de seguimiento de la humedad del suelo.

En este aspecto, la tecnología de riego dispone de numerosos métodos o instrumentos para controlar el estado hídrico del suelo, tales como tensiómetros; sensores de resistencia eléctrica (tipo watermark)); sensores tipo FDR (Frequency Domain Reflectometry), que utilizan el principio de capacitancia, y los sensores TDR (Time Domain Reflectometry), que utilizan las propiedades dieléctricas. El uso de estos instrumentos puede ser consultado en publicaciones especializadas.



FOTO 3. Utilización de tensiómetro para control de humedad del suelo en radicchio.

6. Manejo de plagas en producción integrada

El manejo de plagas (insectos, arañas y otras) en la producción integrada de hortalizas debe asegurar una producción sana de hortalizas de alta calidad, con una ocurrencia mínima de residuos de pesticidas; proteger la salud de los trabajadores agrícolas mientras éstos manejan agroquímicos; promover y mantener una alta diversidad biológica en el ecosistema hortícola y sus alrededores, y minimizar la contaminación de agua, suelo y aire.

A diferencia del manejo tradicional, en donde se combinan libremente distintos métodos para el control de las plagas, en el manejo de plagas dentro de un esquema de PI debe existir una jerarquía de los distintos métodos de control. La visión de un sistema integrado para el control de plagas otorga prioridad a medidas de prevención que se pueden sintetizar como medidas de protección indirectas.

6.1. Medidas de protección indirectas (prevención)

6.1.1. Uso adecuado de las condiciones naturales

Los cultivos adaptados a condiciones locales, las expectativas adecuadas de rendimientos y el uso de clones y variedades resistentes a las plagas principales deben ser seleccionados como la mejor opción. Por otra parte, el manejo de malezas con intensidad adecuada de competencia con el cultivo, las mezclas de cultivos y variedades, los sistemas de entrenamiento y las áreas de compensación ecológica deben ser también especialmente consideradas.

6.1.2. Prácticas culturales sin impacto negativo en el agroecosistema

El desarrollo de muchas de las plagas que afectan económicamente a las

hortalizas, como pulgones, mosquitas blancas, gusanos cortadores, trips y arañas, se puede evitar manteniendo al cultivo con una fertilización balanceada, evitando el uso excesivo de nutrientes (especialmente N), estableciendo una densidad óptima del cultivo y de la cubierta vegetal (ventilación), bajando la intensidad de laboreo del suelo (araduras, rastrajes), promoviendo métodos de producción que protejan la fertilidad del suelo y controlando las malezas hospederas.

6.1.3. Protección y promoción del aumento de antagonistas de las plagas

Para cada plaga de importancia económica se debería evaluar la importancia de especies antagonistas individuales. De estas, seleccionar por lo menos dos de los principales enemigos naturales en cada cultivo y darle especial importancia a las medidas que promuevan su protección y aumento, como el manejo del hábitat y las liberaciones inoculativas.

Parásitos, depredadores y patógenos pueden contribuir significativamente a la mortalidad de insectos plagas de las hortalizas. Depredadores de áfidos, tales como chinichines y sírfidos, están presentes en la mayoría de las áreas. Huevos de algunas polillas y cuncunillas son parasitadas por pequeñas avispas, tales como *Trichogramma*. Muchas especies de avispas y moscas taquínidas parasitan a los estados inmaduros de insectos plagas de cultivos hortícolas. Los áfidos son frecuentemente parasitados y las “momias” (áfidos muertos desde donde han emergido las avispas) son comúnmente observadas en la mayoría de los cultivos. Bacterias, hongos o patógenos virales de insectos pueden rápidamente devastar a las poblaciones plagas, bajo ciertas condiciones ambientales.

Aunque los enemigos naturales no previenen consistentemente daños económicos, el entendimiento de cómo ellos y otros factores influyen en la biología y ecología de las especies plagas y la aplicación de este conocimiento es uno de los objetivos del manejo integrado de plagas.

6.2. Componentes de un manejo integrado de plagas

El manejo integrado de plagas se basa en cuatro componentes esenciales: **1)** identificación de la plaga; **2)** monitoreo, epidemiología y modelos predictivos (tiempo de ocurrencia y riesgo); **3)** niveles de daño económico (pautas o criterios para la decisión de control); **4)** métodos efectivos de control directo.

6.2.1. Identificación de la plaga

Debido a que la mayoría de las herramientas de control de plagas, incluyendo a los pesticidas, son efectivas sólo contra algunas de ellas, se debe saber con exactitud cuáles están presentes y cuáles son las probables de presentarse. Diferentes métodos de control pueden ser necesarios, incluso para plagas cercanamente relacionadas. Ejemplo, el pulgón de la lechuga y pulgón de la papa en lechuga; ambas especies son chupadoras de savia que atacan a la lechuga, pero el pulgón de la lechuga reviste una importancia económica y una complejidad de manejo mucho mayor.

Las descripciones y fotos contenidas en este manual pueden ser utilizadas para la identificación de los insectos que afectan a las hortalizas aquí tratadas. En casos más complejos, asesores agrícolas, investigadores expertos en plagas y otros especialistas pueden ayudar al usuario a identificarlas.

6.2.2. Monitoreo y sistemas de pronóstico

El monitoreo y pronóstico, junto con el conocimiento de los niveles de daño económico, son los que otorgan los criterios necesarios para la toma de decisiones, si es que una protección directa debe aplicarse y cuándo. De ahí que el uso de pesticidas no tiene que ser obligatoriamente parte de la protección vegetal, sino que la última opción, solamente para cuando la prevención no otorgue resultados aceptables.

a) Monitoreo

El monitoreo puede incluir recolectar datos meteorológicos, de desarrollo del

cultivo y de prácticas de manejo para evaluar la incidencia y niveles de las infestaciones de plagas. Comúnmente se realiza inspeccionando periódica y sistemáticamente el cultivo, evaluando y registrando el número de individuos plagas y/o su daño. Sin estos registros el agricultor no sabrá qué problema de plagas tiene y si requiere o no de una acción de control inmediata. Debe realizarse al menos una vez por semana, aumentando a dos o tres en los períodos en que la población de la plaga se acerca a su máximo.

En cada área de producción, el énfasis debe estar sobre unas pocas plagas que ocurren regularmente, que amenazan el rendimiento o la calidad del cultivo. Se debe facilitar la evaluación simultánea del conjunto de plagas.

Para el monitoreo se pueden realizar recuentos directos en las plantas o el uso de trampas de color, de feromonas y de luz. Las trampas de pegamento amarillas atrapan pulgones alados, mosquitas blancas y moscas minadoras, entre otros, otorgándole información a los productores sobre la tendencia de la población de estas plagas (Foto 4).



Foto 4. Trampa de pegamento para monitoreo de plagas en cultivo de poroto verde.

b) Sistemas de pronósticos y modelos predictivos

El registro de las condiciones meteorológicas locales, tales como temperatura y

humedad relativa, puede ayudar a predecir cuándo hay condiciones apropiadas para que una determinada plaga ocurra y le ofrece al agricultor la posibilidad de prevenir pérdidas ocasionadas por estos problemas.

La mejor fuente de datos la constituyen los termómetros de máximas y mínimas ubicados lo más cerca posible del cultivo o predio que se está manejando. La temperatura es el factor principal que determina la velocidad a la cual se desarrollan los insectos.

Los modelos de grados días (GD) pueden ayudar en la determinación de la velocidad de desarrollo del insecto plaga, estimando la aparición de la primera generación y de ahí en adelante las otras generaciones, utilizando las unidades de calor calculadas como grados días.

Un grado día es la cantidad de calor que se acumula en 24 horas, cuando la temperatura promedio está un grado sobre el umbral de desarrollo del insecto en cuestión. Esto se calcula utilizando la siguiente relación:

$$GD = \sum \frac{(T^{\circ} \text{ máxima} + T^{\circ} \text{ Mínima} - T^{\circ} \text{ umbral})}{2}$$

Para la utilización de este modelo es necesario conocer la temperatura umbral de cada insecto plaga, llevar el registro diario de las temperaturas máximas y mínimas en el predio desde las primeras fechas de plantación y conocer cuántos grados días necesita acumular el insecto para completar sus generaciones.

6.2.3. Niveles de daño económico

Un concepto fundamental en el manejo integrado de plagas es que se puede tolerar una cierta cantidad de individuos plagas o un determinado nivel de daño, en tanto no implique pérdidas económicas para el cultivo. Este concepto nos ofrece las ventajas de economizar en medidas de control y de ocasionar menor impacto ambiental. La dificultad radica en determinar estos umbrales de acción, es decir, el punto o el número de individuos que alcanza la población en el cual deben tomarse algunas acciones para evitar un daño inaceptable.

Cuando las decisiones de control se toman sin ningún criterio, o bien por calendario, generalmente se cometen dos tipos de errores. El primero, tomar la decisión de controlar cuando la población de la plaga es tan baja que no representa ningún riesgo de producir daño. Lo anterior implica una pérdida económica para el agricultor y un impacto ambiental, principalmente si se utiliza un pesticida de amplio espectro.

El segundo error ocurre cuando no se toma la decisión de control en el momento que la población de la plaga ocasiona pérdidas económicas en el cultivo. Esto generalmente ocurre porque existe desconocimiento de los umbrales de acción, o bien porque el monitoreo no fue debidamente implementado.

Los investigadores han desarrollado pautas de control o umbrales de acción para algunas plagas agrícolas, especialmente insectos y ácaros. Los cultivos se realizan para obtener utilidades, de manera que dichas pautas están principalmente basadas en un criterio económico. En este marco, el ejercicio de una acción se justifica cuando a través de ella se logra un aumento en el retorno que exceda el costo extra involucrado.

A pesar que para muchas de las plagas que afectan a las hortalizas no se han definido umbrales numéricos de acción, el usuario encontrará recomendaciones en este manual que le ayudarán a determinar si las acciones de control pueden ser necesarias y el mejor tiempo para controlar, evitando así los problemas de plagas.

6.2.4. Métodos efectivos de control directo

Antes de utilizar pesticidas sintéticos, deben preferirse métodos ecológicamente seguros, tales como control biológico, técnica del macho estéril o feromonas, los cuales actúan exclusivamente sobre la plaga objetivo. Luego, el uso de pesticidas selectivos, como *Bacillus thuringiensis*, reguladores de crecimiento de insectos y otros de moderada selectividad, y finalmente, la aplicación de pesticidas no selectivos, priorizando aquellos de persistencia corta. Insecticidas de alta toxicidad, persistentes, volátiles, de fácil lixiviación u otra característica indeseable, no deben utilizarse.

La elección del producto, formulación, dosis y forma de aplicación dependerá de varios factores, incluyendo la plaga a ser controlada y el estado de desarrollo del cultivo. Podrán utilizarse únicamente productos registrados oficialmente para la plaga y para el cultivo en cuestión. Los insecticidas pertenecen a diferentes clases químicas: órganofosforados (Metamidofos), Carbamatos (Aldicarb, Metomilo), Piretroides (Cypermetrina, Cyflutrin), reguladores de crecimiento (Triflumuron, Cyromazina), microbianos (*Bacillus thuringiensis*) y destilados bacterianos (Spinosad, Abamectina). También se clasifican por su modo de acción en: venenos estomacales, inhibidores del desarrollo, inhibidores metabólicos, venenos nerviosos y venenos protoplasmáticos. Son formulados como emulsión concentrada, líquido miscible, polvo soluble, polvo mojable y granulados.

Los insecticidas serán efectivos sólo si el insecto consume ó entra en contacto con ellos; de ahí que es importante el cubrimiento total de las plantas para un control efectivo de plagas. Por esto se debe utilizar siempre un volumen de agua suficiente y presión adecuada para cubrir completamente a la planta, especialmente si los insectos están escondidos (ejemplo: polilla de la papa y trips). Los requerimientos de agua pueden variar, dependiendo del equipo, del insecticida y del estado de desarrollo del cultivo, y el equipo de aplicación debe estar calibrado para lograr el máximo éxito.

Varios factores determinan la eficacia de una aplicación de insecticidas, incluyendo el uso del insecticida correcto, la época apropiada de uso y un buen cubrimiento. Algunos son más efectivos que otros para una plaga particular, otros deben ser administrados sólo en cierto momento (ejemplo: hormonales, en los primeros estados de desarrollo, huevos o larvitas de primer estadio). El cubrimiento es también importante (ejemplo: las esporas de *Bacillus thuringiensis* deben ser ingeridas por la larva).

Un gran obstáculo para el uso continuo y efectivo de insecticidas es el desarrollo de resistencia. Las poblaciones de insectos plagas generan esta resistencia a través de la selección genética, ya que algunos individuos en la población presentan ciertos caracteres genéticos que les permiten sobrevivir a la aplicación de insecticidas, y parte de la progenie de estos sobrevivientes tendrá también esos caracteres. Cuando se realizan aplicaciones adicionales

de insecticidas, una mayor proporción de individuos resistentes sobrevive. A lo largo del tiempo y en ausencia de un manejo adecuado de esta resistencia, la mayoría de los individuos de la población plaga consistirá en individuos resistentes. En este punto, el producto es ineficaz y no mejorará su efecto aunque se aumente la frecuencia y dosis de las aplicaciones.

En presencia de una población resistente, el cambio a un nuevo insecticida de igual o diferente clase química puede resultar infructuoso, puesto que la plaga puede poseer o adquirir rápidamente resistencia al nuevo producto, lo que se conoce como “resistencia cruzada”.

Los pasos siguientes son recomendables para minimizar la aparición de resistencia:

- 1) Aplicar insecticidas solamente cuando sea necesario (seguir los umbrales de acción).
- 2) Usar la mínima dosis recomendada que otorgue control.
- 3) Rotar insecticidas que pertenezcan a diferentes clases químicas y con diferentes modos de acción durante la temporada.
- 4) Utilizar coadyuvantes de insecticidas, tales como humectantes o adherentes, si están disponibles.

De acuerdo con estos principios, los productores de hortalizas del Norte Chico lograrán una mayor eficiencia productiva y mantendrán su competitividad, incrementando la prevención y las tácticas de control cultural y biológico, reduciendo al mínimo el uso de pesticidas.

Las principales plagas de los cultivos incluidos en el proyecto y sus posibilidades de control se muestran en el Anexo 1.

6.2.5. Registros de información

La información obtenida en las temporadas pasadas puede facilitar muchas de las decisiones de manejo de plagas. Es obligatorio mantener un registro escrito de los siguientes aspectos para cada predio:

- Registros semanales del monitoreo de cada plaga.
- Registro de las aplicaciones de pesticidas, incluyendo nombres de los productos, dosis, volúmenes de agua utilizados, fechas y métodos de aplicación.
- Informes de laboratorio sobre residuos.
- Información agronómica, incluyendo cultivos en la rotación, variedades, épocas de siembra y cosecha, rendimientos y calibres.
- Registro de enfermedades.

6.3. Glosario de términos entomológicos utilizados

Áptera: sin alas.

Artejos: cualquier pieza o segmento que forme parte de un segmento.

Cauda: cola, cualquier estructura semejante a una cola, últimos segmentos abdominales.

Cornículos: proyecciones o túbulos melíferos erectos o semierectos en cantidad de dos presentes en la parte abdominal dorsal de los áfidos o pulgones.

Eclosión: emergencia de las formas jóvenes de los huevos. Suele usarse también para indicar la emergencia de los adultos a partir de la pupa.

Esclerito: cada una de las piezas del exoesqueleto, delimitada por suturas.

Escutelo: tercer esclerito del meso y metanoto.

Estadio (etapa de vida): etapa de un insecto entre mudas sucesivas. Se utiliza para las etapas en larvas y ninfas de insectos.

Mesonoto: arcada dorsal o tergal del mesotórax.

Mesotórax: anillo medio o segundo del tórax, portador del segundo par de patas y del primero de alas.

Metanoto: arcada dorsal o tergal del metatórax.

Metatórax: tercero o posterior anillo o segmento torácico, portador del tercer par de patas y del segundo de alas.

Ninfa: en la metamorfosis incompleta, el insecto que nace con una forma similar a la adulta.

Tarso: quinto segmento de la pata de los insectos, generalmente dividido en dos a cinco subsegmentos.

Tórax: segunda gran región del cuerpo de los insectos, portadora de los apéndices locomotores.

Virginópara: en Homóptera Aphididae, cada una de las hembras partenogenéticas que descienden de la hembra fundadora o fundatrix.

Vivípara (o): Especie que se multiplica por medio de crías vivas y cuyos embriones se forman en el interior del cuerpo materno, pudiendo nutrirse de éste.

7. Manejo de enfermedades en producción integrada

Al ser causadas por microorganismos, cuyos inóculos suelen ser invisibles a simple vista, las enfermedades son imposibles de monitorear a través de trampas e indicadores de nivel de daño económico, como sucede en el caso de las plagas. En unos cuantos casos existen técnicas de monitoreo preventivo en función de las condiciones ambientales (temperatura y humedad, principalmente), mediante programas o software llamados predictores. Tal es el caso del pronóstico de tizón tardío de la papa (*Phytophthora infestans*). Pero para las enfermedades fungosas aéreas de lechuga, radicchio, pimiento, poroto verde y melón no se cuenta con predictores. De modo similar, el control biológico de enfermedades, mediante bioantagonistas o sus derivados, tiene mucho menor avance y muy poca validación metódica. No obstante, el desarrollo de estos productos muestra una tendencia creciente.

7.1. Prevención de enfermedades asociadas al suelo y nemátodos

No se permiten tratamientos esterilizantes de suelo. La prevención de enfermedades asociadas al suelo se basa en los siguientes principios y prácticas:

a) Rotación suelo-cultivos: se debe evitar la repetición de la misma especie en el mismo suelo por un número de temporadas. Para solanáceas y cucurbitáceas se recomienda tres años como mínimo. En las otras especies puede ser un tiempo menor, dependiendo de la infestación del suelo. Esta práctica de manejo es una de las más importantes en un sistema de producción integrada, ya que reduce la carga de inóculos en el suelo, tanto de enfermedades que afectan a raíces como de aquéllas que atacan a la parte aérea.

b) Uso de compost: se busca incrementar la diversidad biológica del suelo

mediante la adición periódica de compost, lo que conlleva al incremento de bioantagonistas y biocontroladores de microorganismos patógenos.

c) Uso de variedades con resistencia o tolerancia: es una herramienta muy útil cuando hay disponibilidad. Por ejemplo, variedades de pimiento tolerantes a *Phytophthora capsici* y variedades de melón resistentes a *Fusarium*.

d) Regulación de prácticas agronómicas: evitar anegamiento; excesos y déficit hídricos; exceso de nitrógeno y de otros nutrientes.

e) Análisis nematológicos: realizar análisis para diagnosticar grados de infestación. El manejo de rotaciones y el uso de materia orgánica y variedades tolerantes deberían mantener los niveles bajos. En caso contrario, se permite la aplicación de productos autorizados, con la recomendación de utilizar los menos tóxicos.

f) Tratamientos de solarización y/o biofumigación: especialmente cuando no es posible la rotación de cultivos (como el caso de los invernaderos de Almería, España), puede utilizarse una desinfección del suelo por solarización o biofumigación. En este último caso, se combina con la aplicación de materia orgánica al suelo (consultar Riquelme y Carrasco, 2006: Alternativas de desinfección de suelos en la producción de tomates en invernaderos de Colín. Villa Alegre, Chile).

7.2. Manejo preventivo de enfermedades aéreas o generales

a) Utilización de semillas comerciales desinfectadas: de esta manera se evita la transmisión de enfermedades por las semillas. En el caso de las lechugas, dar preferencia a semillas con la referencia MI (Mosaic Indexed).

b) Protección de almácigos: el uso de mallas antiáfidos y tratamientos con insecticidas sistémicos evita la transmisión de enfermedades virales por insectos vectores. Los almácigos deben ser desinfectados en forma previa al trasplante, para evitar la caída de plantas, realizando una inmersión de éstos en soluciones de productos específicos.

c) Control preventivo de oídio: aplicaciones semanales de azufre cuando la enfermedad sea relevante y siempre que la planta no sea sensible a daño por este producto.

d) Evitar excesiva humedad ambiental y en el follaje: de modo de disminuir el ataque de enfermedades asociadas a alta humedad, el riego debe ser controlado para evitar anegamientos. Y cuando corresponda, realizar poda de plantas y conducción, para favorecer la ventilación.

e) Aplicación de pesticidas: los desinfectantes no deben ser aplicados por calendario o por efecto residual, excepto cuando se entra en un período en que las condiciones son constantemente favorables para determinada enfermedad, como es el caso del tizón tardío en papas creciendo en otoño-invierno.

7.3. Manejo curativo de enfermedades aéreas

Debe destacarse que en un sistema de producción integrada, en que justamente se integran diversas medidas o prácticas de manejo, la mayor parte de las enfermedades deberían presentar una presión mucho menor que en las producciones convencionales. En estas condiciones, los tratamientos preventivos, entendidos como la aplicación de pesticidas sin detección de síntomas de enfermedad, no se justifican en la mayoría de los casos.

Como ya se planteó, en el caso de las enfermedades no se cuenta con indicadores de nivel de daño económico, como en las plagas, por lo cual las aplicaciones se deben realizar ante la detección de los primeros síntomas, revisando el cultivo en forma prolija y frecuente.

7.4. Modelos predictores

En algunos cultivos y enfermedades, como es el caso del tizón tardío de la papa, el conocimiento de las condiciones ambientales que favorecen el desarrollo del patógeno ha permitido el desarrollo de modelos de predicción, los cuales, en la medida que se ha incrementado el uso de estaciones meteorológicas, han sido utilizados eficientemente para realizar aplicaciones fungicidas a condición,

es decir, cuando se presentan circunstancias ambientales que determinan con seguridad la infección de las plantas.

Variables tales como el número de horas con humedad relativa sobre 90% y temperaturas máximas y mínimas de esos períodos son elementos que activarán las alarmas de aplicación.

Bajo condiciones favorables a la enfermedad, es casi imprescindible el tratamiento con fungicidas. La mayoría de estos son de contacto o no sistémicos (ejemplo, Mancozeb) y son de acción preventiva, es decir, deben ser usados antes que el patógeno infecte al cultivo. Otros, como Curzate MZ presentan una corta acción curativa y algún tipo de acción sistémica. Generalmente son usados cuando se detectan infecciones iniciales de la enfermedad

En el marco del proyecto de producción integrada de hortalizas se comparó durante varias temporadas, en papa, la eficacia de programas de control aplicados a calendario fijo y los mismos programas aplicados solamente cuando el modelo indicaba condiciones de infección. Los resultados demostraron que las aplicaciones a condición ejercieron un control más alto de la enfermedad. Sin embargo, en la mayoría de las temporadas no disminuyeron el número de aplicaciones. Adicionalmente, estos modelos de predicción presentan ventajas como:

- Determinar relación entre épocas y duración de estados fenológicos.
- Orientación más precisa del manejo de enfermedades.
- Manejo eficiente de fungicidas.

Las principales enfermedades que afectan a los cultivos del proyecto y sus respectivas posibilidades de control se muestran en el Anexo 2.

7.5. Glosario de de términos fitopatológicos utilizados

Clorosis: ausencia total o parcial de color verde normal en tejidos de la hoja.

Conidias: esporas de origen asexual.

Espora: estructura de reproducción de algunos microorganismos.

Inóculo: parte de un microorganismo patógeno capaz de infectar a un hospedero al ser diseminado.

Micelio: conjunto de hifas o estructuras vegetativas de origen asexual de un hongo.

Mosaico: síntoma que alterna áreas verdes y amarillas en la hoja.

Necrosis: muerte de células, dejando sectores de tejido muerto.

Signos: presencia externa y visible del agente causal de una enfermedad.

Síntomas: alteración visible en la planta, producto de la infección de un organismo patógeno.

8. Manejo de malezas en producción integrada de hortalizas

Las malezas afectan los rendimientos de los cultivos y aumentan los costos de producción, generando daños y pérdidas económicas que pueden llegar a ser cuantiosas y son, por tanto, objeto de principal cuidado dentro de las prácticas de cultivo.

En un sistema de producción integrada, al igual que en el control de las plagas y enfermedades, las malezas deben ser controladas con la mínima aplicación posible de productos químicos, siendo fundamental para esto considerar una estrategia de manejo que incluya los siguientes aspectos principales: el fomento de la competitividad del cultivo con las malezas; prevención del ingreso y proliferación de malezas en el predio o potrero; aplicación de tratamientos no químicos al suelo; control mecánico-manual, y control químico.

8.1. Fomento de la competitividad del cultivo con las malezas

Los cultivos tienen un “período crítico de competencia”, en el cual las malezas afectan seriamente al cultivo, reduciendo significativamente los rendimientos. Esta etapa corresponde a los primeros estados de desarrollo, y puede ser de 20 a 60 días después de la emergencia o trasplante.

Durante este lapso se debe estimular el crecimiento para mejorar la competencia del cultivo, lo cual se logra con una buena preparación de suelos; uso de variedades apropiadas; semillas de alta calidad y vigor; época de establecimiento y profundidad de siembra óptima; buena calidad de almácigos; población y distribución de plantas adecuadas; riego, nutrición, control de plagas y enfermedades.

El rápido crecimiento inicial permite al cultivo una mayor capacidad de competir

con las malezas por luz, agua y nutrientes, para lograr en menor tiempo un cubrimiento del suelo. Condiciones deficitarias, como por ejemplo, plantas de verano, establecidas muy temprano o papas sembradas sin prebrotación, implican un crecimiento muy lento en la primera etapa del cultivo, favoreciendo a las malezas presentes en ese momento. Por otra parte, las acciones de control de malezas, ya sean mecánicas o químicas, deben cubrir eficientemente este período crítico de los cultivos.

8.2. Prevención del ingreso y proliferación de malezas en los terrenos

Se debe enfatizar todas las medidas que impidan o disminuyan el ingreso o multiplicación de las malezas en los terrenos cultivados, siendo las principales:

a) Evitar que las malezas presentes produzcan semillas: esto es especialmente importante en cultivos que ya se han cosechado, en donde normalmente quedan malezas y habitualmente se abandonan por un tiempo. Deben ser eliminadas antes que puedan producir sus semillas.

b) Utilizar “atrapa semillas”, para evitar su ingreso a través del agua de riego, y mantener las orillas de canales, estanques y acequias libres de malezas o sin cubierta vegetal. El riego tecnificado contribuye en gran medida a disminuir la diseminación de malezas por el agua, ya que ésta es filtrada y el área de mojado es menor.

c) Evitar la aplicación de enmiendas contaminadas: el aporte de semillas de malezas es muy alto en materiales como guanos no fermentados y tierra de hojas. En cambio, el compost carece de semillas, debido a que en el proceso de compostaje se destruyen las malezas por las altas temperaturas que se generan.

d) Practicar rotación o sucesión de cultivos: hay ciertos cultivos que desarrollan fuerte competencia e inhiben a las malezas, disminuyendo su proliferación. Por otro lado, la repetición de un mismo cultivo suele seleccionar

malezas resistentes a los herbicidas más utilizados, las que aumentan su incidencia en el terreno.

8.3. Tratamientos no químicos al suelo

Existen variadas alternativas de tratamientos no químicos, aplicables según cada situación en particular. En el caso de las hortalizas las más usuales son:

a) Solarización de suelos: es el tratamiento del suelo mediante el calentamiento producido por el sol, con la ayuda de una película de polietileno que ejerce un efecto invernadero. Esta técnica permite eliminar malezas provenientes de semilla, además de desinfectar el suelo contra enfermedades y nemátodos.

b) Biofumigación: se basa en aprovechar el efecto nocivo sobre malezas y microorganismos de ciertos gases producidos por la descomposición de restos vegetales provenientes de especies como coliflor, repollo y otras de la familia Brassicaceae. Para esto, al suelo húmedo se le aplica el material desmenuzado, se le agrega una cantidad de urea y se cubre con mulch de polietileno (consultar Riquelme y Carrasco, 2006).

C) Uso de mulch: consiste en la cobertura del suelo con materiales opacos, los cuales ejercen un efecto físico, especialmente de privación de luz sobre las malezas emergentes. De preferencia, se recomienda utilizar materiales de rápida degradación, como capas de paja, heno, cáscara de arroz. En caso de usar polietileno, una vez cumplido su uso, se debe considerar el retiro oportuno y posterior reciclado o vertido controlado.



Foto 5. Cultivo de radicchio en cosecha, con un grado leve y tardío de enmalezamiento.



Foto 6. Control de malezas en melón con cobertura de suelo.

8.4. Control mecánico-manual

En la preparación del suelo se recomienda la aplicación de dos rastrajes, con un intervalo de 10 a 12 días, para la eliminación del máximo de malezas anuales en emergencia.

Las malezas rizomatosas y estoloníferas (chépica, maicillo, falso té, pasto bermuda) pueden ser reducidas utilizando implementos de vertedera o de cincel, los cuales no fraccionan los órganos vegetativos. El arado de cincel es el que produce menos partición de los propágulos y, además, sirve para arrancar malezas que tengan rizomas o estolones superficiales. En cambio, los arados y rastras de discos fraccionan los propágulos, diseminando aun más a estas plantas.

Otra alternativa para controlar malezas en la preparación de suelo es la rastra vibrocultivadora, que remueve el suelo sin invertirlo, arrancando y picando los propágulos, dejándolos expuestos en la superficie para su deshidratación (consultar Ormeño, 1999; Carrasco, 2000).

El control mecánico-manual con el cultivo ya emergido es la forma más tradicional de control de malezas y se puede realizar con cultivadores de tiro animal o con tractor, complementados con limpiezas manuales sobre las hileras de plantas. Se debe evitar que las semillas de malezas que se encuentran a mayor profundidad salgan a la superficie, por lo que estas labores deben ser superficiales.

8.5. Control químico de malezas en producción integrada

8.5.1. Manejo de herbicidas tendiente a restringir su uso e impacto ambiental

En el caso que sea imprescindible el empleo de herbicidas, se recomiendan las siguientes medidas tendientes a minimizar su uso e impacto ambiental:

a) Seleccionar los herbicidas de menor toxicidad, esto es, los productos que, de acuerdo con la clasificación toxicológica reglamentaria vigente en Chile (SAG, Resol. Exenta N° 2.196 del año 2000), sean identificados con etiqueta verde (grupo IV, ligeramente tóxicos) y etiqueta amarilla (grupo III, moderadamente tóxicos). En lo posible, evitar los grupos de mayor toxicidad (I y II).

Al mismo tiempo, evitar el uso de herbicidas de alta persistencia y de fácil lixiviación. Los herbicidas autorizados en Chile para los cultivos del proyecto se muestran en el Anexo 3.

b) Usar las dosis mínimas recomendadas en la etiqueta del fabricante, para lo cual es fundamental que la aplicación se efectúe en el momento de máxima sensibilidad de las malezas (activo crecimiento), con buenas condiciones de humedad de suelo, uso de boquillas adecuadas y equipo pulverizador en buen estado y calibrado.

c) Priorizar las aplicaciones en las entrehileras, complementando con control manual sobre las hileras, en los casos de cultivos ya emergidos.

d) Ante la imposibilidad física de realizar control manual sobre las hileras del cultivo, se debe preferir los herbicidas selectivos autorizados para el cultivo y, de todas formas, mojar lo menos posible el cultivo, procurando su aplicación a la base de las plantas y utilizar campana protectora.

e) De ser estrictamente necesario el uso de herbicidas suelo-activos, aplicar sobre suelo bien preparado, mullido, con buena humedad, y sólo sobre las bandas de siembra o de plantación, complementando con control mecánico entre ellas. Este tipo de herbicidas no se recomienda para suelos arenosos, por el mayor peligro de lixiviación a las capas inferiores del suelo y los mayores riesgos de toxicidad para los cultivos.

f) Tomar precauciones para evitar la dispersión de gotas finas, como por ejemplo, no aplicar con viento, usar pantalla protectora, boquilla antideriva o de espuma, pulverizar a una altura máxima de 40-60 cm, considerar los herbicidas de menor volatilidad y mantener los equipos de aplicación y boquillas.

g) Se debe considerar todas las normativas de BPA respecto al manejo de uso y aplicación de pesticidas definidas en los protocolos vigentes (ejemplo, GlobalGAP versión 3.0).

8.5.2. Consideraciones técnicas para la aplicación de herbicidas

La utilización de herbicidas para lograr un efectivo control de las malezas requiere de algunas consideraciones técnicas que se describen a continuación.

a) Reconocimiento de las malezas: las malezas pueden ser clasificadas como de hoja angosta (gramíneas) o de hoja ancha, anuales o perennes, de invierno o de verano. Esto es particularmente importante, porque los productos selectivos no controlan todas las malezas.

b) Selectividad y modo de acción: la selectividad de un herbicida está dada por lo que se conoce como tratamiento selectivo, es decir, que para lograr el objetivo de dañar a las malezas y no al cultivo, considera varios aspectos, como el tipo de producto, el modo de acción, el momento y forma de aplicación, entre otros. De este modo, en ciertos casos puede usarse un producto como glifosato, que daña a cualquier especie, mediante una aplicación localizada, mientras que en otros se puede realizar una aplicación general con un producto que no afecte al cultivo en particular, como ocurre con algunos graminicidas utilizados en cultivos de hoja ancha.

Por su modo de acción, los herbicidas pueden ser de contacto, sistémicos o residuales (también llamados suelo-activos). Los de contacto actúan sólo en el tejido vegetal en que se depositan, pero no circulan dentro de la planta. En cambio, los sistémicos ingresan al tejido vegetal y se movilizan por toda la planta, incluyendo los órganos subterráneos, por lo que se recomiendan para el control de malezas perennes. Finalmente, los de acción residual se aplican al suelo, donde permanecen actuando por un período prolongado sobre malezas en germinación y, secundariamente, sobre plantas nuevas.

c) Métodos: según el área en que se distribuyan, se clasifican en:

- Cobertura total: consiste en aplicar un herbicida uniformemente a toda un área, con o sin el cultivo presente.

- En bandas: rociar el herbicida solamente a lo largo de las melgas, mesas o hileras de los cultivos, o bien, únicamente a lo largo de las entrehileras.
- Directa o dirigida: se realiza sobre la hilera y en la base de las plantas, cerca de los tallos.
- En manchas o focalizada: se efectúa sobre sectores específicos con mayor grado de infestación.

d) Momento: la oportunidad del tratamiento corresponde a uno de los puntos más importantes en el control químico de las malezas, ya que el grado de éxito va a depender no sólo de haber elegido correctamente el herbicida y su dosis, sino además de cómo y cuándo se emplea en el terreno. Las principales alternativas son las siguientes:

- Presiembra o pretrasplante: aplicación de productos residuales al suelo en forma previa a la siembra o trasplante. Se recomienda en algunos casos la incorporación mediante un rastraje superficial.
- Preemergencia: el herbicida se utiliza después de realizada la siembra, pero antes de la emergencia del cultivo. Este momento es muy utilizado en papa.
- Postemergencia al follaje: la sustancia se aplica indistintamente sobre plantas de maleza y cultivo. Se practica en casos muy específicos, en que el producto es inocuo al cultivo.
- Postemergencia dirigido: la aspersión va dirigida a las entrehileras, protegiendo al cultivo mediante campanas de aplicación.



Foto 7. Aplicación de herbicida dirigida a la base del cultivo con campana de protección.

e) Dosificación correcta: para dosificar correctamente se debe respetar los rangos indicados por el fabricante. Las dosis inferiores no harán un buen control de malezas y las excesivas provocarán daño o muerte del cultivo y un mayor impacto ambiental. Para asegurar la proporción correcta se debe calibrar el equipo de aplicación (Anexo 3).

f) Precaución hacia cultivos vecinos y futuros: los herbicidas de tipo auxínicos u hormonales, como el 2,4-D y el MCPA, pueden actuar en muy pequeñas concentraciones y provocar daño en cultivos cercanos, por efecto de la deriva del pulverizado, lo que corresponde al movimiento no gravitacional de las microgotas. Como precaución, se debe cuidar de no aplicar con viento ni con presión excesiva de la bomba (por sobre las 40 lb/pg²).

En el caso de los herbicidas suelo-activos, se debe cuidar que el efecto residual del producto no sobrepase la duración del cultivo actual, porque puede afectar a los venideros. Conocido es el daño a los cultivos establecidos después de maíz que haya recibido tratamiento con atrazina. De modo similar, agricultores reportan daños en poroto y pepino ensalada establecidos a continuación de tomate tratado con metribuzina.

9. Evaluación económica de la producción integrada

En los mercados mundiales, en general, la producción integrada no genera un producto diferenciado, salvo casos especiales en que existe un acuerdo entre el productor y cliente para comercializar bajo este rótulo. Estos productos no suelen alcanzar sobrepuestos y, puesto que los rendimientos obtenidos en producción integrada son similares a los de la producción convencional, el ingreso por venta es similar para ambos tipos de producción.

Los costos de la producción integrada no son muy distintos a la producción convencional. El uso de tecnologías, como riego por goteo y conducción de plantas, es independiente al manejo convencional o integrado. Las mayores diferencias se producen debido a la utilización de programas de monitoreo de plagas, análisis de agua y de suelo, y la incorporación de materia orgánica en cantidades relativamente altas, todo lo cual significa un incremento de los costos.

Por el contrario, estas prácticas de manejo significan una disminución en el uso de pesticidas y de las dosis de fertilizantes, entre 30% y 50%. Incluso hay casos en que no se emplean pesticidas o las aplicaciones son mínimas (uno o dos). Pero no es posible asegurar que siempre se presentarán condiciones de baja presión de plagas y enfermedades, por lo cual el número de aplicaciones puede variar notablemente de una temporada a otra.

El monitoreo de plagas no es un servicio usual en Chile. Su precio está en función de las horas dedicadas, a un valor de entre \$ 3.000 y \$ 5.000 por hora (valores correspondientes a abril de 2008), variando de acuerdo con la duración del cultivo y el número de plagas a monitorear. Sin embargo, es posible adiestrar al personal del predio para realizar estas labores, con lo cual el costo disminuye.

A continuación se presentan fichas técnico-económicas de radicchio, melón, poroto verde, pimiento, lechuga y papa, cultivadas en un sistema de producción

integrada para las condiciones de la Provincia de Elqui, Región de Coquimbo. En estas fichas no se incluyen costos de amortización de riego tecnificado, arriendo de terrenos, implementación y certificación de BPA, ya que no son peculiaridades de la producción integrada. Por otra parte, hay algunos costos generales, como análisis de agua y aplicación de materia orgánica, que pueden ser asignados a diferentes cultivos, ya que no son insumos de un cultivo en particular.

El ejercicio se realizó bajo el supuesto de comercializar el producto tanto en mercado internacional como en destino nacional, dependiendo de la especie analizada. Los costos de intermediación a consumidor internacional los absorbe la empresa exportadora.

9.1. Ficha agroeconómica de radicchio

Destino: exportación, con sistema BPA y producción integrada. Cifras para 1 ha, en pesos de abril de 2008.

CULTIVO	Radicchio
Variedad	Leonardo
Establecimiento y sistema de cultivo	Almácigo y trasplante
Período del cultivo	Verano
Método de riego	Surco
Marco de plantación	0,75 m x 0,2 m
Densidad de plantas	66.600 plantas/ha

SERVICIOS PROFESIONALES	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo plagas (cuncunillas, minadora y pulgón)	24	H	3.000	72.000
Subtotal servicios profesionales				99.000
MANO DE OBRA				
Paleo acequia	0,5	JH	8.000	4.000
Riego pretrasplante	2	JH	8.000	16.000
Trasplante	6	JH	8.000	48.000
Riegos (12)	12	JH	8.000	96.000
Limpia manual	12	JH	8.000	96.000
Aplicación fertilizante (2)	1	JH	8.000	8.000
Aplicación fitosanitarios (2)	4	JH	8.000	32.000
Aplicación compost	2	JH	8.000	16.000
Cosecha	12	JH	8.000	96.000
Preparar producto	8	JH	8.000	64.000
Embalaje y carga	5	JH	8.000	40.000
Subtotal mano de obra	64,5			516.000
JORNADAS ANIMAL				
Cultivador control de malezas	1,5	JA	15.000	22.500
Subtotal jornadas animal	1,5		15.000	22.500
MAQUINARIAS				
Aradura	0,4	JM	60.000	24.000
Rastraje	0,4	JM	60.000	24.000
Subtotal maquinaria	0,80			48.000

INSUMOS				
Almácigos (speedling)	70.000	Unidad	20	1.400.000
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Trampas para monitoreo plagas (cuncunas, minadora y pulgón)	3	Unidad	3.000	9.000
Urea	155	kg	340	52.700
Superfosfato triple	100	kg	583	58.300
Sulfato de potasio	240	kg	470	112.800
Insecticida: Point Permetrina 50 CE	0,5	L	19.500	9.750
Fungicida: Status SL	1,5	L	39.980	59.970
Subtotal insumos (valor neto)				1.912.520
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				2.598.020
Imprevistos 5%				129.901
TOTAL COSTOS DIRECTOS				2.727.921

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (unidades/ha)	Precio (\$/unidad)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
60.000	80	4.800.000	2.072.079
50.000	80	4.000.000	1.272.079
60.000	70	4.200.000	1.472.079
50.000	70	3.500.000	772.079

Cálculo del precio de venta, estimado en base al valor de:

1. Precio promedio en abril de 2008: FOB US\$ 1,076/kg (Fuente: ODEPA, mayo 2008).
2. Promedio 3 radicchios por kg.
3. Tasa de cambio al 30 de abril de 2008: 459 \$/US\$ (Fuente: Banco Central).
4. Se consideró que el precio pagado a productor corresponde al 50% del precio FOB pagado a intermediario.

9.2. Ficha agroeconómica de melón variedad Galia

Destino: exportación, en verano de Chile, con sistema BPA y producción integrada. Cifras para 1 ha, en pesos de abril de 2008.

CULTIVO		Melón
Variedad	Regginaldo (tipo Galia)	
Establecimiento y sistema de cultivo	Trasplante, botado al aire libre con mulch	
Periodo del cultivo	Primavera – verano	
Método de riego	Goteo a doble cinta	
Marco de plantación	1,5 m x 0,3 m	
Densidad de plantas	22.000 plantas/ha	

SERVICIOS PROFESIONALES	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo plagas (pulgón, mosca minadora, trips, araña, mosquita blanca, otros)	40	H	3.000	120.000
Subtotal servicios profesionales				147.000
MANO DE OBRA				
Preparación de suelos	1	JH	8.000	8.000
Aplicación de compost y fertilizantes	2	JH	8.000	16.000
Preparación de mesas	5	JH	8.000	40.000
Colocación de cintas de riego	4	JH	8.000	32.000
Colocación de mulch	15	JH	8.000	120.000
Trasplante	15	JH	8.000	120.000
Riego y fertirrigación	7	JH	8.000	56.000
Limpia malezas manual entre mesas (1)	2	JH	8.000	16.000
Aplicación fitosanitarios (4)	5	JH	8.000	40.000
Arreglo de guías	3	JH	8.000	24.000
Cosecha y acarreo	30	JH	8.000	240.000
Selección y embalaje	8	JH	8.000	64.000
Subtotal mano de obra	97			776.000
JORNADAS ANIMAL				
Cultivador control de malezas (1)	2	JA	12.000	24.000
Subtotal jornadas animal	2			24.000
MAQUINARIA				

Preparación de suelos	1	JM	80.000	80.000
Melgadura	0,15	JM	80.000	12.000
Acarreo	0,5	JM	80.000	40.000
Subtotal maquinaria	1,65			132.000
INSUMOS				
Semilla híbrida	23.000	Unidad	30	690.000
Confección de almácigos	23.000	Unidad	12	276.000
Súper fosfato triple	220	kg	583	128.260
Urea	200	kg	340	68.000
Sulfato de potasio	200	kg	470	94.000
Ácido fosfórico	50	kg	1.100	55.000
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Materiales trampas para monitoreo plagas	6	Unidad	3.000	18.000
Insecticidas	1	kg	33.000	33.000
Acaricida	1	L	45.000	45.000
Azufre mojable prevención oídio	10	kg	2.000	20.000
Fungicida curativo oídio	1	kg	30.000	30.000
Arriendo colmenas de abejas	6	Unidad	30.000	180.000
Mulch control de malezas y protección frutos	350	Kg	1.700	595.000
Energía eléctrica riego	4	mes	20.000	80.000
Subtotal insumos (valor neto)				2.522.260
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				3.601.260
Imprevistos 5%				180.063
TOTAL COSTOS DIRECTOS				3.781.323

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (unidades/ha)	Precio (\$/unidad)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
44.000	200	8.800.000	5.018.677
33.000	200	6.600.000	2.818.677
44.000	120	5.280.000	1.498.677
33.000	120	3.960.000	178.677

9.3. Ficha agroeconómica de poroto verde

Destino: exportación, en verano de Chile, con sistema BPA y producción integrada. Cifras para 1 ha, en pesos de abril de 2008.

CULTIVO	Poroto Verde
Variedad	Coyunda INIA
Sistema de cultivo	Conducido
Período del cultivo	Primavera - verano
Método de riego	Goteo a doble cinta
Sistema de siembra	Siembra directa por golpes de 5 semillas
Marco de plantación	Doble hilera en mesas a 1,5 m y 3 golpes por m lineal
Densidad de siembra	160.000 plantas/ha

SERVICIOS PROFESIONALES	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total Neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo plagas (pulgón, mosca minadora, trips, araña, mosquita blanca, otros)	40	H	3.000	120.000
Subtotal servicios profesionales				147.000
MANO DE OBRA				
Preparación de suelos (aradura, rastrajes)	1	JH	8.000	8.000
Aplicación de compost	4	JH	8.000	32.000
Siembra manual	4	JH	8.000	32.000
Melgadura y acequiadura	1	JH	8.000	8.000
Postura de cintas de riego	4	JH	8.000	32.000
Empitado para conducción	8	JH	8.000	64.000
Riego y fertirrigación	6	JH	8.000	48.000
Control manual malezas (3 limpias)	6	JH	8.000	48.000
Aplicación fitosanitarios (5)	2	JH	8.000	16.000
Cosecha y acarreo	16	JH	8.000	128.000
Subtotal mano de obra	52			416.000
MAQUINARIA				
Melgadura y acequiadura	0,3	JM	80.000	24.000
Acarreos	0,2	JM	80.000	16.000
Subtotal maquinaria	0,5			40.000

INSUMOS				
Semilla corriente	100	kg	2.300	230.000
Urea	141	kg	340	47.940
Sulfato de potasio	100	kg	470	47.000
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Materiales trampas para monitoreo plagas	6	U.	3.000	18.000
Insecticidas mosca minadora (1 aplicación)	1	Kg	30.000	30.000
Insecticidas pulgón (2 aplicaciones)	1,5	L	10.000	15.000
Acaricida (2 aplicaciones)	1	L	45.000	45.000
Azufre mojable prevención oídio	10	kg	2.000	20.000
Energía eléctrica riego	2	mes	30.000	60.000
Subtotal insumos (valor neto)				722.940
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				1.325.940
Imprevistos (5%)				66.297
TOTAL COSTOS DIRECTOS				1.392.237

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (kg/ha)	Precio (\$/kg)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
30.000	200	6.000.000	4.607.763
20.000	200	4.000.000	2.607.763
30.000	100	3.000.000	1.607.763
20.000	100	2.000.000	607.763

9.4. Ficha agroeconómica de pimiento

Destino: exportación, en verano de Chile, con sistema BPA y producción integrada. Cifras para 1 ha, en pesos de abril de 2008.

CULTIVO	Pimiento
Variedad	Balera (tipo Lamuyo)
Establecimiento y sistema de cultivo	Trasplante, sin conducción
Periodo del cultivo	Primavera - verano
Método de riego	Surcos
Marco de plantación	0,75 m x 0,3 m
Densidad de plantas	45.000 plantas/ha

SERVICIOS PROFESIONALES	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total Neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo plagas (pulgón, mosca minadora, araña, mosquita blanca, gusanos cortadores y trips)	70	H	3.000	210.000
Subtotal servicios profesionales				237.000
MANO DE OBRA				
Preparación de suelos (aradura, rastrajes)	1	JH	8.000	8.000
Aplicación de compost y fertilizantes (3)	4	JH	8.000	32.000
Trasplante	15	JH	8.000	120.000
Melgadura y acequiadura	1	JH	8.000	8.000
Paleo acequias	1	JH	8.000	8.000
Aporca (1)	1	JH	8.000	8.000
Riegos (18)	18	JH	8.000	144.000
Control manual malezas (3 limpias)	18	JH	8.000	144.000
Cultivadora, uñetas, cuchillón y limpia	2	JH	8.000	16.000
Aplicación fitosanitarios (7)	7	JH	8.000	56.000
Cosecha y acarreo	80	JH	8.000	640.000
Subtotal mano de obra				1.184.000
JORNADAS ANIMAL				
Melgadura y acequiadura	1	JA	12.000	12.000
Cultivadora, uñetas, cuchillón y limpia	2	JA	12.000	24.000
Aporca	1	JA	12.000	12.000
Subtotal jornadas animal	4			48.000
MAQUINARIA				

Preparación de suelos (aradura y rastrajes)	1	JM	80.000	80.000
Acarreos	0,3	JM	80.000	24.000
Subtotal maquinaria				104.000
INSUMOS				
Semilla	63.000	Unidad	10	630.000
Confección almácigos	63.000	Unidad	6	378.000
Urea	200	Kg	340	68.000
Sulfato de potasio	150	Kg	470	70.500
Superfosfato triple	200	Kg	583	116.600
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Materiales trampas para monitoreo plagas	6	Unidad	3.000	18.000
Insecticidas plagas del follaje	2	L	10.000	20.000
Acaricida	1	L	45.000	45.000
Azufre mojable prevención oídio	13	kg	2.000	26.000
Fungicida curativo oídio	0,5	kg	30.000	15.000
Fungicida botritis	1,5	kg	20.000	30.000
Subtotal insumos (valor neto)				1.627.100
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				3.200.100
Imprevistos (5%)				160.005
TOTAL COSTOS DIRECTOS				3.360.105

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (unidades/ha)	Precio (\$/unidad)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
45.000	200	9.000.000	5.639.895
35.000	200	7.000.000	3.639.895
45.000	100	4.500.000	1.139.895
35.000	100	3.500.000	139.895

9.5. Ficha agroeconómica de lechuga tipo Escarola en otoño

Destino: mercado mayorista fresco, con sistema BPA y producción integrada.
Cifras para 1 ha, en pesos abril de 2008.

CULTIVO		Lechuga
Variedad	Cool Green	
Establecimiento y sistema de cultivo	Almácigo y trasplante	
Periodo del cultivo	Otoño	
Método de riego	Surcos	
Marco de plantación	0,75 m por 0,25 m	
Densidad de plantas	53.000 plantas/ha	

Servicios profesionales	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total Neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo plagas (cuncunas, minadora y pulgón)	60	H	3.000	180.000
Subtotal servicios profesionales				207.000
MANO DE OBRA				
Paleo acequia	1	JH	8.000	8.000
Riego pretrasplante	2	JH	8.000	16.000
Trasplante	10	JH	8.000	80.000
Riegos	10	JH	8.000	80.000
Limpia manual	12	JH	8.000	96.000
Aplicación fertilizante (2)	1	JH	8.000	8.000
Aplicación fitosanitarios (2)	4	JH	8.000	32.000
Aplicación compost	2	JH	8.000	16.000
Cosecha	12	JH	8.000	96.000
Preparar producto	6	JH	8.000	48.000
Embalaje y carga	5	JH	8.000	40.000
Subtotal mano de obra				520.000
MAQUINARIA				
Aradura	0,5	JM	60.000	30.000
Rastrajes	0,8	JM	60.000	48.000
Acequiadura	0,15	JM	60.000	9.000
Aplicación de compost	1	JM	60.000	60.000
Aplicación de herbicida	0,4	JM	60.000	24.000
Melgadura	0,5	JM	60.000	30.000

Subtotal maquinaria				201.000
INSUMOS				
Almácigos (speedling)	60.000	Unidad	20	1.200.000
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Materiales trampas para monitoreo plagas	6	Unidad	3.000	18.000
Urea	250	kg	340	85.000
Superfosfato triple	210	kg	583	122.430
Sulfato de potasio	140	kg	470	65.800
Contenedores para traslado	5.000	Un.	50	250.000
Herbicida: Spectro 33 EC	4	L	7.390	29.560
Insecticida: Actara	0,2	kg	117.700	23.540
Fungicida: Cercobin M	2	kg	12.000	24.000
Fungicida: Status SL	0,75	L	39.980	29.985
Subtotal insumos (valor neto)				2.058.315
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				2.986.315
Imprevistos 5%				149.316
TOTAL COSTOS DIRECTOS				3.135.631

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (unidades/ha)	Precio (\$/unidad)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
50.000	100	5.000.000	1.864.369
40.000	100	4.000.000	864.369
50.000	80	4.000.000	864.369
40.000	80	3.200.000	64.369

9.6. Ficha agroeconómica de papa, variedad Cardinal

Destino: mercado mayorista fresco en Chile, con sistema BPA y producción integrada. Cifras para 1 ha, en pesos abril de 2008.

CULTIVO	Papa consumo
Variedad	Cardinal
Establecimiento y sistema de cultivo	Tubérculo semilla certificada
Periodo del cultivo	Mayo a septiembre
Método de riego	Surco
Marco de plantación	0,75 x 0,33 m
Densidad de plantas	40.000 plantas/ha

Servicios profesionales	Cantidad	Unidad	Valor (\$)	Total Neto (\$)
Análisis de suelo (cada 2 años)	0,5	Unidad	30.000	15.000
Análisis químico de agua (cada 2 años)	0,5	Unidad	24.000	12.000
Monitoreo (polilla y mosca minadora)	60	H	3.000	180.000
Subtotal servicios profesionales				207.000
MANO DE OBRA				
Plantación	2	JH	8.000	16.000
Cosecha	15	JH	8.000	120.000
Carga de sacos	2	JH	8.000	16.000
Paleo acequia	1	JH	8.000	8.000
Riego (13)	13	JH	8.000	104.000
Aplicación fertilizante	3	JH	8.000	24.000
Aplicación fitosanitarios	15	JH	8.000	120.000
Subtotal mano de obra				408.000
MAQUINARIA				
Preparación de suelo	1	JM	80.000	80.000
Plantación	1,13	JM	80.000	90.400
Fertilización y aporca	1	JM	80.000	80.000
Cosecha (rozadura y partidura melga)	2	JM	80.000	160.000
Subtotal maquinaria				410.400
INSUMOS				
Semillas	2.500	kg	350	875.000
Urea	250	kg	340	85.000
Superfosfato triple	130	kg	583	75.790
Sulfato de potasio	150	kg	469	70.350

Herbicida preemergencia	1	L	20.000	20.000
Insecticidas mosca minadora (3 aplicaciones)	375	g	160	60.000
Insecticidas polilla (2 aplicaciones)	2	L ó kg	20.000	40.000
Fungicidas tizón (4 aplicaciones)	6,5	kg	12.000	78.000
Materiales trampas para monitoreo plagas	6	Unidad	3.000	18.000
Compost (1/3 de dosis anual)	6	T	35.000	210.000
Subtotal insumos (valor neto)				1.532.140
SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS				2.557.540
Imprevistos 5%				127.877
TOTAL COSTOS DIRECTOS				2.685.417

MARGEN BRUTO PROBABLE POR HECTÁREA, según precio a productor y rendimiento.			
Rendimiento (sacos/ha)	Precio (\$/saco de 50 kg)	Ingreso (\$/ha)	Utilidad (\$/ha)
640	9.000	5.760.000	3.074.583
500	9.000	4.500.000	1.814.583
640	8.000	5.120.000	2.434.583
500	8.000	4.000.000	1.314.583

Bibliografía consultada

Asociación Nacional de Fabricantes e Importadores de Productos Fitosanitarios Agrícolas A.G (AFIPA), Importadores y Productores de Productos Fitosanitarios para la Agricultura A.G. (IMPRA). 2006. Manual Fitosanitario 2006-2007. p. 1.160. Impresora Laser S.A. Santiago, Chile.

Allen, R., L. Pereira, D. Raes y M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 300 p.

Angulo, A., T. Olivares y G. Weigert. 2006. Estados inmaduros de lepidópteros noctuidos de importancia económica, agrícola y forestal en Chile (Lepidoptera: Noctuidae). 154 p. Universidad de Concepción. Chile.

Artigas, J. 1994. Entomología Económica, Vol. I, II. 1.226 p. Ediciones de la Universidad de Concepción. Chile.

Carrasco, J., y J. Ormeño. 2000. Control mecánico de malezas en presiembra. Tierra Adentro 30: 42-44.

Consejería del Medio Ambiente, Agricultura y Agua. 1998. Producción integrada. Alimentos sanos y garantizados. 147 p. Normativa reguladora Región de Murcia, España.

Doorenbos, J., y W. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements, FAO irrigation and drainage paper 24 (2 Ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 156 p.

Espinoza, N. 2000. Normas técnicas en el uso de herbicidas en hortalizas. En: Limitantes de productividad y competitividad de cultivos hortícolas. p. 79-87. Boletín INIA N° 25. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco, Chile.

González, R. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola cuarentenaria en Chile. 310 p. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago, Chile.

Organización Internacional para la Lucha Biológica e Integrada contra los Animales y las Plantas Nocivos. Guidelines for Integrated Production of Pome Fruits. 2002. Directrices para la producción integrada de frutas de pepita. On line. Disponible en http://www.iobc.ch/pomme_fruit/Pome_Fruits_SPANISH.pdf Conectado el 15 de julio de 2008.

Larraín, P. 2003. Plagas de la papa y su manejo. 110 p. Colección Libros INIA N° 9. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Intihuasi. La Serena, Chile.

Ministerio de Agricultura. 2003. Especificaciones Técnicas de buenas prácticas agrícolas en Hortalizas de fruto al aire libre. 48 p. FUCOA, Santiago, Chile.

Ormeño, J., y J. Carrasco. 1999. El laboreo del suelo y su efecto sobre las malezas. Tierra Adentro N° 29. p. 40-43.

Prado, C., E. 1991. Artrópodos y enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. 207 p. Boletín Técnico N°169. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina, Santiago, Chile.

Riquelme, J., y J. Carrasco. 2006. Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos de Colín. 106 p. Boletín INIA N° 155. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Raihuén. Talca, Chile.

Ruiz de Azúa, A., y J. Pascualena. 2000. Producción integrada de patata en el País Vasco. 12 p. Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario. Madrid, España.

Valdés, R. 2001. Control de malezas. p. 59. En: Agenda del Salitre SOQUIMICH. Santiago, Chile.

ANEXO 1.

Fichas técnicas de plagas principales y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

A) Plagas de lechuga y radicchio

PLAGAS DE LECHUGA Y RADICCHIO

Mosca minadora de las chacras *Liriomyza huidobrensis* (Bl.)
(Díptera: Agromyzidae)

Descripción: moscas pequeñas, de 1,8 a 2,3 mm de longitud. Color negro brillante, con escutelo (placa dorsal triangular), lados del tórax y mitad de la cabeza de color amarillo. Su ciclo se completa aproximadamente en 23 días, a 27°C y 70% de HR.



Daño: es causado principalmente por las larvas, las que horadan entre las superficies superior e inferior de las hojas. Al principio los túneles son angostos y luego, a medida que la larva crece, aumentan de tamaño.

Otro daño, pero de menor magnitud, son las numerosas perforaciones que hacen las hembras en el follaje con su ovíscapo. Dichas perforaciones, por donde se libera savia, corresponden en su mayoría a sitios de alimentación de hembras y machos, y sólo el 4% son sitios de ovipostura.

Control biológico: en el valle del Elqui se ha determinado que el responsable del 95,3% del parasitismo en esta especie es el eulófido *Chrysocharis phytomyzae*. También se ha determinado la presencia de los parásitos *Halticoptera patellana*

y *Ganaspidium sp.* Este complejo de parasitoides se desarrolla desde fines de primavera y logran regular la población de moscas durante los meses de verano. Las aplicaciones de insecticidas de primavera deberían considerar la elección de productos selectivos hacia estos parasitoides.

Control cultural: un adecuado manejo del riego, fertilización y control de malezas, permite disminuir el desarrollo potencial de la plaga, ya que plantas sanas y vigorosas resisten mejor el ataque de insectos y otras plagas.

Cultivos como papa, haba, arveja, apio, son hospederos preferidos de *L. huidobrensis*, por lo que estos cultivos no deberían estar cercanos, ya que constituirán el foco primario de infestación del cultivo, potenciando el desarrollo de esta plaga desde temprano.

La eliminación inmediata del rastrojo después de cosecha evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos cercanos posteriores.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.1.

Monitoreo: debe hacerse desde el inicio del cultivo. Las trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a los estados adultos de este insecto. Se recomienda recuentos directos en un mínimo de 25 plantas por ha para estimar población de larvas o daños.

Niveles de daño económico o criterios de control: los pesticidas para controlar a las moscas minadoras deben utilizarse únicamente cuando el nivel de individuos adultos capturados por trampa de monitoreo sea igual o superior a 60, en un período de un día.

PLAGAS DE LECHUGA Y RADICCHIO

Pulgón de la lechuga *Nasonovia ribisnigri* (Hemíptera: Aphididae)

Descripción: las formas aladas son negruzcas, mientras que las ápteras, que constituyen colonias sobre las lechugas, son de color verde amarillo rosáceo, con una fila de cortas manchas transversales a cada lado del dorso del abdomen. Las patas traseras son largas y delgadas.



Daño: es de tipo cosmético, pues no parece ser un vector importante de virus. Se alimenta profundamente al interior de la planta, hacia el centro, sobre hojas más jóvenes.

Control biológico: en la Región de Coquimbo se ha establecido que los sírfidos de los géneros *Allograpta* y *Platycheirus* corresponden a los principales enemigos naturales. Aparecen de forma espontánea en primavera, en aquellos cultivos de lechuga que no han tenido tratamientos químicos. También se ha registrado la presencia de parasitoides del género *Lysiphlebus* parasitando a ninfas del pulgón.

Control cultural: la eliminación inmediata del rastrojo después de cosecha evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos posteriores.

Recomendable favorecer la presencia de enemigos naturales, disponiendo especies florales en las cercanías del cultivo, de manera de favorecer la obtención de alimento por parte de los estados adultos de *Syrphidae* y otros depredadores.

Control químico: es efectivo sumergir las bandejas de almácigos en piscinas tratadas con Actara o Confidor justo antes del trasplante. Este tratamiento otorga protección a las plantas por al menos 1 mes.

Monitoreo: trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a individuos alados, o bien trampas de agua. Asimismo, se debe realizar recuentos directos en 25 plantas por ha para estimar número de individuos ápteros.

Niveles de daño económico o criterios de control: de acuerdo a las capturas semanales registradas en las trampas de monitoreo, aplicar con un promedio de 1 individuo por planta.

PLAGAS DE LECHUGA Y RADICCHIO

Pulgonas:

Pulgón verde del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer
(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón de las solanáceas: *Aulacorthum solani* (Kalt.)
(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón de la papa: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)
(Hemíptera: Aphididae).

Descripción: pulgón del duraznero (en la foto), hembra alada abdomen verde amarillento con una mancha dorsal negra; cabeza, antenas, tórax, cornículos y cauda negros. Hembra áptera de color verde pálido, cuerpo aplanado en el dorso; abdomen con finas arrugas dorsalmente.

Pulgón de las solanáceas y pulgón de la papa, ver en ficha de papa.



Daño: la presencia de gran número de pulgones, causa problemas cosméticos al contaminar las lechugas. Además, el pulgón del duraznero es vector de severos virus que atacan a la lechuga, como es el caso del virus del mosaico de la lechuga.

Control biológico: en Chile se registran numerosas especies de depredadores y parasitoides como controladores biológicos de esta especie de áfido. Entre los depredadores destacan las chinitas *Eriopis connexa* e *Hippodamia convergens*,

en forma conjunta con los sírfidos *Allograpta hortensis* y *Allograpta pulchra*, las cuales en sus estadios larvarios y adultos pueden consumir gran cantidad de pulgones. De las especies de parasitoides destacan las avispidas *Lysiphlebus testaceipes* y *L. fabarum*.

Control cultural: la eliminación inmediata del rastrojo después de cosecha evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos posteriores. También se recomienda favorecer la presencia de enemigos naturales, disponiendo especies florales en las cercanías del cultivo, de manera tal de favorecer la obtención de alimento de los estados adultos de Syrphidae, chinillas y otros enemigos naturales de esta especie.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.1.

Monitoreo: para controlar oportunamente a esta plaga es recomendable monitorear a su población desde el inicio del cultivo. Para ello son efectivas las trampas adhesivas amarillas, o bien trampas de agua.

Niveles de daño económico o criterios de control: antes de la formación de la “cabeza”, no hacer tratamiento, a menos que la población de áfidos por planta exceda los 20 individuos.

PLAGAS DE LECHUGA Y RADICCHIO

Cuncunillas:

Gusano medidor del repollo: *Trichoplusia ni* (Hübner)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Cuncunilla de las hortalizas: *Copitarsia decolora* (Guenée)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Descripción: el adulto del gusano medidor del repollo (izquierda) posee una expansión alar de 35 mm, color pardo oscuro algo cobrizo; alas anteriores con el característico estigma plateado en forma de U abierta, bajo el cual se encuentra unido o no al pequeño óvalo plateado.



El adulto del gusano del choclo (centro) tiene una extensión alar de 30 a 35 mm; alas anteriores color amarillo pajizo a pardo verdoso amarillento, con el margen más pálido; mancha reniforme poco definida y de color pardo claro.

El adulto de la cuncunilla de las hortalizas (derecha) posee una expansión alar de 30 a 42 mm; alas anteriores color pardo con hileras negras en zigzag y la mancha orbicular en la mitad de la lámina, rodeada por un margen blanco; mancha reniforme igualmente rodeada de blanco.

Daño: en estas especies los perjuicios son provocados por las larvas al alimentarse de hojas y tallos tiernos, desde el borde o desde el centro. Además, el abundante excremento retenido entre las hojas deprecia el producto.

Control biológico: las cuncunillas tienen numerosos controladores biológicos capaces de reducir sus poblaciones bajo los niveles de daño económico. De ahí la necesidad de realizar monitoreos antes de realizar aplicaciones con pesticidas poco selectivos. Se citan como enemigos naturales los dípteros de la familia Tachinidae: *Actinoplagia koehleri*, *Archytas scutellatus*, *Gonia pallens*, *Incamiya charlini*, *Incamiya spinicosta*, *Peleteria pygmaea* y *Stomatomyia parvipalpis*. Los himenópteros Braconidae *Meteorus chilensis*, *Ichneumonidae Campoletis flavicincta* e *Hyposoter sp.* Y finalmente, los himenópteros Trichogrammatidae *Trichogramma brasiliensis* y *T. minutum*.

Control cultural: eliminación de malezas y rastrojos de cultivos. Utilización de trampas de luz para capturar adultos de ambas especies.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.1.

Monitoreo: muestrear de manera semanal 25 plantas por ha, buscando la presencia de larvas, huevos, daños o excretas, que permitan señalar la presencia de cuncunillas. Llevar los registros de manera escrita para generar información

de las condiciones particulares de la presencia de plagas.

Niveles de daño económico o criterios de control: cuando un porcentaje igual o superior a 10% de las plantas presente daños, se recomienda realizar un control químico.

PLAGAS DE LECHUGA Y RADICCHIO

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.
(Thysanoptera: Thripidae).

Descripción: las hembras adultas miden de 1,2 a 1,4 mm y los machos, de 0,9 a 1,2 mm. Presenta una apariencia frágil, cuerpo alargado y dos pares de alas, con prolongaciones finas como flecos. Antenas con 8 artejos. Las hembras de verano de esta especie se caracterizan por una coloración parda anaranjada del tórax, ojos de color rojo y ocelos anaranjados. Las hembras de invierno son de color marrón oscuro, con el protórax y la cabeza más claros que el abdomen.



Daño: el principal daño asociado a la presencia de *F. occidentalis* en un cultivo comercial de lechugas corresponde a su participación como vector del virus del bronceado del tomate, el cual se evidencia a través de machas foliares, inicialmente cloróticas y posteriormente necróticas e irregulares.

Control biológico: entre los depredadores se encuentran especies del orden Hemiptera, que incluye la familia Anthocoridae, representada por el género *Orius*, existiendo en Chile las especies endémicas *Orius tricolor*, *Orius elegans*, *Orius reedi*, *Orius insidiosus*.

Se cita, además, la presencia en el país de *Ceranisuus menes*, parasitoide de larvas de primer y segundo estadio.

Control cultural: un adecuado manejo del riego, fertilización y control de

malezas permite disminuir el desarrollo potencial de la plaga, ya que plantas sanas y vigorosas resisten mejor los ataques.

La eliminación inmediata del rastrojo después de cosecha evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos cercanos posteriores.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.1.

Monitoreo: trampas adhesivas azules son efectivas para monitorear individuos adultos. Recuentos directos en 25 plantas para estimar ninfas y daño.

Niveles de daño económico o criterios de control: con un 2% o más de plantas con síntomas del virus sería recomendable realizar control químico.

B) Plagas de poroto verde

PLAGAS DE POROTO VERDE

Arañitas:

Arañita bimaculada: *Tetranychus urticae* Koch
(Acariformis: Tetranychidae).

Arañita carmín: *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)
(Acariformis: Tetranychidae).

Descripción: en el caso de la arañita bimaculada (imagen superior), los huevos son esféricos, al principio translúcidos, pero se tornan opacos antes de la eclosión. De los huevos emerge una larva de seis patas y luego atraviesa por dos estadios ninfales (proto y deutoninfa), de ocho patas. Estos tres estadios son más pequeños, pero similares a los adultos en apariencia. Las hembras adultas miden 0,45 mm y son de color verdoso a ámbar.

Presentan dos manchas oscuras en la mitad del dorso. Los machos son similares a las hembras, pero más pequeños y con el extremo del abdomen puntiagudo.



En otoño, al disminuir las temperaturas, estos ácaros se tornan anaranjados.

En cuanto a la arañita carmín (imagen inferior), la hembra es globosa, oval, color rojo carmín con manchas internas negras, con finas setas blancas. El macho es más pequeño que la hembra y de color más pálido.



Daño: todos los estados móviles presentan piezas bucales picadoras, con las cuales perforan las células superficiales de las hojas y succionan sus fluidos. La mayoría de los ácaros se encuentra en el envés de las hojas. El daño por la alimentación de ácaros deja a menudo un punteado blanco o moteado en las superficies de las hojas. Después las hojas se tornan amarillas, con áreas bronceadas, y pueden caer. Altas poblaciones producen tela, la cual puede cubrir completamente a las hojas.

Control biológico: varias especies de ácaros depredadores controlan a la arañita bimaculada, destacando las especies *Phytoseiulus persimilis* y *Cydnodromus chilensis*. También es depredada por los coleópteros *Stethorus histrio* y *Olygota pygmaea*, así como por el díptero *Aphidoletes* sp.

Control cultural: mantener el área adyacente al cultivo (10 m perímetro) libre de malezas y de otros hospederos preferidos es muy importante, ya que estas arañitas son muy polífagas. Arrancar o tratar las plantas infestadas.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: revisar el envés de las hojas con una lupa de aumento mínimo de 10x permitirá detectar la presencia de arañitas.

Niveles de daño económico o criterios de control: con un promedio igual o superior a 5 individuos por hoja debiera realizarse un control químico.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Pulgonés:

Pulgón negro de la alfalfa: *Aphis craccivora* Koch

(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón de la haba: *Aphis fabae* Scopoli

(Hemíptera: Aphididae).

Descripción: los individuos alados del pulgón negro de la alfalfa poseen una longitud de 1,8 a 2,4 mm, son de color negro brillante; tibias claras, excepto en la porción distal; cornículos y cauda negros. Las hembras ápteras (sin alas) son de color negro ligeramente verdoso; ninfas neonatas, pardo verdoso; tegumento dorsal reticulado.



La hembra vivípara del pulgón de la haba (foto) mide 2 a 2,5 mm de largo, color verde oliva oscuro a negro mate, con patas (especialmente las tibias) blancas, con el ápice negro. Hembras ápteras, negro mate a verdoso, tibias amarillentas con la extremidad gris oscura, tarsos negros.

Daño: infestaciones severas de estas especies provocan, en general, menor desarrollo de brotes, aborto de flores y de frutos pequeños. Además son transmisoras de más de 30 virus patógenos.

Control biológico: estos áfidos presentan un buen número de parásitos y predadores que regulan su población. Entre los parasitoides destacan *Aphidius colemani* Vier., *A. matricariae* Hald., y *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson). Entre los predadores destacan *Adalia bipunctata* (Germ.), *A. deficiens* (Germ.), *Coccinellina reflexa* (Germ.), *Eriopis connexa* (Germ.), *Hippodamia convergens* Guerin, *Hyperaspis sphaeridiodes* Mulsant, *Scymnus bicolor* (Germ.), *Chrysoperla* sp., *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.), *Allograpta hortensis* (Phil.) y *A. pulcra* Shannon.

Debido a que gran parte de los enemigos naturales necesita tiempo para incrementar sus poblaciones y causar un efecto regulador de la plaga, es aconsejable la aplicación temprana de aficidas selectivos para evitar el daño

de las primeras colonias, y al mismo tiempo permitir el desarrollo posterior de esta entomofauna benéfica.

Control cultural: se debe mantener el área adyacente al cultivo (10 m perímetro) libre de malezas y de otros hospederos preferidos. Revisar cuidadosamente las plantas antes de ser trasplantadas y verificar que se encuentren libres de esta plaga. Arrancar o tratar las plantas infestadas.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: revisión del follaje por el haz y envés de las hojas. Determinar presencia de parasitoides y depredadores.

Niveles de daño económico o criterios de control: no existen estimaciones de NDE; sin embargo, es recomendable controlar focos de altas poblaciones.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Polilla del frejol: *Epinotia aporema* Walsingham
(Lepidóptera: Tortricidae).

Descripción: adulto de 14 a 16 mm de expansión alar; alas anteriores gris oscuro con escamas negras, alternadas con pardo amarillento; en el borde externo distal existen 3 manchas, cada una en forma de doble arco negro; margen posterior con una angosta banda blanco amarillenta.



Daño: el consumo de hojas y tallos no tiene importancia económica; sí lo tiene la perforación de los capis (vainas) y el consumo de granos verdes. El tejido dañado, además de los excrementos depositados en el interior junto a los granos, es buen sustrato para el desarrollo de hongos y bacterias causantes de pudriciones.

Control biológico: se citan como controladores biológicos el díptero *Tachinidae Eucelatoria australis*, el hemíptero *Nabis punctipennis* y los himenópteros *Encarsia porteri*, *Agathis sp.*, *Apanteles sp.*, *Campoletis perdistinctus*, *Trichogramma brasiliensis* y *Trichogramma sp.*

Control cultural: realizar siembras tempranas; inmediatamente posterior a la cosecha, incorporar el material vegetal remanente; no realizar siembras cercanas a campos de alfalfa.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: muestrear semanalmente un número de 25 plantas por ha, buscando la presencia de larvas, huevos, daños o excretas que permitan señalar la presencia de la polilla.

Niveles de daño económico o criterios de control: un 10% de brotes con daño y/o presencia de la plaga puede ser utilizado como decisión de control químico.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Mosca del poroto: *Delia platura* (Meigen) (Diptera: Anthomyiidae).

Descripción: hembra de 5 mm de largo, gris oscura, con máculas negras en el tórax; alas hialinas sin máculas. Macho de 4,5 mm, negro grisáceo especialmente en el abdomen. En ambos sexos el borde interno de los ojos, así como la región post-orbital, es de color amarillo grisáceo, que contrasta con los ojos pardos rojizos.



Daño: esta especie provoca el mayor daño al momento de la germinación y emergencia de plántulas. Durante la siembra, el adulto de esta mosca ovipone en el suelo, cerca de o sobre las semillas, dando

lugar a pequeñas larvas de color blanco amarillento, que perforan y penetran las semillas germinadas, dañando los cotiledones, horadando el tallo y las hojas primarias. Dependiendo de la intensidad del ataque, pueden producir muerte de la plántula, plantas débiles y anormales o retrasar su crecimiento.

Control biológico: no hay registros de controladores biológicos para esta especie.

Control cultural: con el fin de reducir el atractivo del campo para las posturas de huevos, arar temprano en la temporada, incorporando residuos de cosechas anteriores y destruyendo e incorporando malezas. Asegurar, a través de labores de cultivo apropiadas, la rápida germinación de la semilla.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: realizarlo en forma periódica inmediatamente después de la siembra, en áreas donde el ataque de esta plaga no esté registrado.

Niveles de daño económico o criterios de control: la mosca del poroto es una de las pocas plagas en que se debe tratar las semillas preventivamente en zonas donde se haya registrado ataques, de modo de evitar el daño económico.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Cuncunillas y gusanos cortadores:

Cuncunilla verde del frejol: *Rachiplusia nu* (Guenée)
(Lepidóptera: Noctuidae).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie)
(Lepidóptera: Noctuidae).

Cuncunilla negra de las chacras: *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel)
(Lepidóptera: Noctuidae).

Gusano cortador de la papa: *Agrotis bilitura* Guenée
(Lepidóptera: Noctuidae).

Descripción: el adulto de la cuncunilla verde del fréjol, adulto de 25 a 28

mm de expansión alar; alas anteriores color pardo ligeramente rojizo, opaco, con estigma plateado en forma de letra gamma. El adulto del gusano del choclo (fotografía) tiene una extensión alar de 30 a 35 mm; alas anteriores amarillo pajizo a pardo verdoso amarillento, con el margen más pálido; mancha reniforme poco definida y de color pardo claro.



El adulto de la cuncunilla negra de las chacras, presenta una expansión alar de 30 a 40 mm; alas anteriores color pardo grisáceo oscuro, excepto hacia el margen posterior, que muestra una amplia banda parda amarillenta; mancha reniforme, triangular, parda oscura.

En el caso del gusano cortador de la papa, el individuo adulto posee 35 a 40 mm de expansión alar; alas anteriores pardo amarillentas, con una notoria mancha rectangular a triangular, de color pardo fuerte, en la mitad del ala; alas posteriores hialinas.

Daño: las cuncunillas se alimentan de hojas, tallos tiernos o vainas, desde el borde o desde el centro. Además, el abundante excremento retenido entre las vainas deprecia el producto.

Las larvas de los gusanos cortadores consumen bajo tierra el cuello de las plantas, llegando a cortarlas o dañando alrededor del cuello, lo cual debilita la planta, llegando a ocasionar su muerte.

Control biológico: se cita como controladores biológicos a los dípteros *Protopochaeta fidelis*, *Bonnetia comta*, *Gonia pallens*, *Archytas cirphis*, *Carcelia formosa*, entre otras especies de Tachinidae, y a los himenópteros *Meteorus sp.*, *Trachysphyrus nigricornis*, *Apanteles bourquini*, *Macrocentrus collaris*, entre otras especies.

Control cultural: realizar buenas preparaciones de suelos, que permitan una eliminación mecánica de larvas de gusanos cortadores presentes en el suelo.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: muestrear de manera semanal 25 plantas por ha, buscando la

presencia de larvas, huevos, daños o excretas que permitan señalar la presencia de cuncunillas. Excavar los primeros centímetros de suelo alrededor de la planta en busca de gusanos cortadores.

Niveles de daño económico o criterios de control: cuando un porcentaje igual o superior al 10% de las plantas presente daños, se recomienda realizar un control químico.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.
(Thysanoptera: Thripidae).

Ver descripción de la plaga y alternativas de control cultural biológico y químico en ficha de lechuga.

Daño: en frejol, los brotes afectados se deforman, apareciendo entrenudos más cortos y arrepollados. En las vainas, las puestas se traducen en puntos necróticos con halos blanquecinos alrededor.

Monitoreo: trampas adhesivas azules son efectivas para monitorear individuos adultos. Recuentos directos en 25 plantas para estimar ninfas y daño.

Niveles de daño económico o criterios de control: si se observan hojas deformadas por trips y/o un 5% de vainas con presencia de daños, se recomienda control químico.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Mosquita blanca de los invernaderos: *Trialeurodes vaporariorum*
(Westwood)
(Hemíptera: Aleyrodidae).

Descripción: adulto de 1,5 mm de largo. Cuerpo amarillo pálido cubierto de polvillo blanco; adultos con alas muy blancas.

Daño: se alimenta succionando savia de las plantas. Tanto adultos como estados inmaduros se encuentran en el envés de las hojas. Cuando esta plaga se desarrolla en altas poblaciones, las plantas pierden vigor y se debilitan. Adultos y ninfas excretan mielcilla, sustancia pegajosa que sirve como medio de cultivo a un hongo conocido como fumagina. Ambos, mielcilla y fumagina, al encontrarse en exceso, reducen la comercialización de los frutos.



Control biológico: se cita como controladores biológicos de esta especie a los *hymenópteros* *Encarsia haitiensis*, *Encarsia luteola*, *Encarsia lycopersici*, *Encarsia porteri* y *Eretmocerus corni*. Asimismo, en la Región de Coquimbo es común encontrar gran cantidad de individuos de *Coenosia* sp. alimentándose de estados adultos de mosquita blanca en gran cantidad, tanto en cultivos al aire libre como en invernaderos. *Coenosia* corresponde a un díptero de la familia Muscidae, importante depredador de mosquitas blancas, trips y otros insectos pequeños.

Control cultural: un adecuado manejo del riego, fertilización y control de malezas, permite disminuir el desarrollo potencial de la plaga, ya que plantas sanas y vigorosas resisten mejor los ataques.

La eliminación inmediata del rastrojo después de cosecha evita el desarrollo de nuevas generaciones del insecto, disminuyendo su ocurrencia en cultivos cercanos posteriores.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.2.

Monitoreo: las trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear estados adultos de esta plaga. Se recomienda la revisión de 25 plantas por ha, considerando que las ninfas se localizan en las hojas más viejas y los huevos y adultos, en los brotes.

Niveles de daño económico o criterios de control: la decisión de utilizar insecticidas químicos puede basarse en un nivel de infestación con adultos y ninfas de 10% de las plantas.

PLAGAS DE POROTO VERDE

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.)
(Díptera: Agromyzidae).

Ver descripción del insecto y alternativas de control biológico, cultural y químico en ficha de lechuga.

Daño: el principal perjuicio es causado por las larvas, las que horadan entre las superficies superior e inferior de las hojas. Al principio los túneles son angostos y luego, a medida que la larva crece, aumentan de tamaño. Estas galerías –que carecen de un patrón específico de construcción– reducen la capacidad fotosintética de las plantas y ocasionan la muerte prematura de las hojas atacadas. En ataques severos, las plantas se marchitan y pueden perder la mayor parte del follaje.

Otro daño, pero de menor magnitud, son las numerosas perforaciones que hacen las hembras en el follaje con su ovíscapo. Dichos orificios, por donde se libera savia, corresponden en su mayoría a sitios de alimentación de hembras y machos, y sólo el 4% a sitios de ovipostura.

Monitoreo: las trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a este insecto. Junto a lo anterior, se debe realizar recuentos directos en 25 plantas por ha para estimar población de larvas o daños.

Niveles de daño económico o criterios de control: el uso de pesticidas para controlar a las moscas minadoras debe utilizarse solamente cuando la población alcance niveles que sobrepasen el 50% de las hojas afectadas.

C) Plagas del melón

PLAGAS DEL MELÓN

Pulgón del melón: *Aphis gossypii* (Glover) (Hemíptera: Aphididae).

Descripción: la hembra áptera virginópara presenta un cuerpo ovoide de 1,0 a 1,8 mm de largo, de color variable –puede ser café ocre o verde oscuro moteado, o incluso azulado–; antenas café con la mitad crema; cauda y cornículos café negruzco.

La hembra alada virginópara posee cabeza, tórax, antena, cauda y cornículos de coloración negra; abdomen con la misma variación cromática que en la forma áptera. La longitud del cuerpo alcanza a entre 1,2 y 2,0 mm.



Daño: infestaciones severas de esta especie provocan, en general, un menor desarrollo de brotes y un aborto de flores y frutos pequeños. Además, pueden transmitir virus.

Control biológico: este áfido presenta en Chile un buen número de párasitos y predadores que regulan su población. Entre los parasitoides destacan *Aphidius colemani* Vier., *A. matricariae* Hald., y *Lysiphlebus testaceipes* (Cresson). Entre los predadores se encuentran *Adalia bipunctata* (Germ.), *A. deficiens* (Germ.), *Coccinellina reflexa* (Germ.), *Eriopis connexa* (Germ.), *Hippodamia convergens* Guerin, *Hyperaspis sphaeridioides* Mulsant, *Scymnus bicolor* (Germ.), *Chrysoperla* sp., *Aphidoletes aphidimyza* (Rond.), *Allograpta hortensis* (Phil.) y *A. pulcra* Shannon.

Control cultural: se debe mantener el área adyacente al cultivo (10 m perímetro) libre de malezas y de otros hospederos preferidos; revisar cuidadosamente las plantas antes de ser trasplantadas y verificar que se encuentren libres de esta plaga; arrancar o tratar las plantas infestadas.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.3.

Monitoreo: revisar 25 plantas por ha para detectar colonias e individuos ápteros. El uso de trampas amarillas es efectivo para detectar migraciones tempranas de individuos alados.

Niveles de daño económico o criterios de control: no hay NDE definidos para esta especie; sin embargo, dado que es difícil controlarla con insecticidas, se recomienda realizar aplicaciones tempranas y localizadas a los focos de infestación.

PLAGAS DEL MELÓN

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.
(Thysanoptera: Thripidae).

Ver descripción del insecto y alternativas de control biológico, cultural y químico en ficha de lechuga.

Daño: las picaduras realizadas en órganos en crecimiento provocan deformaciones y distorsiones. En los órganos florales, los daños por picaduras se pueden traducir en su desecación y caída, o en el aborto o alterar los procesos de fecundación.

Monitoreo: trampas adhesivas azules son efectivas para monitorear adultos de este insecto. Realizar recuento directo en 25 plantas por ha para observar ninfas y daños.

Niveles de daño económico o criterios de control: se recomiendan aplicaciones sólo en caso de infestaciones severas.

PLAGAS DEL MELÓN

Mosquita blanca de los invernaderos: *Trialeurodes vaporariorum*
(Westwood)

(Hemíptera: Aleyrodidae).

Ver descripción del insecto, los daños que ocasiona y alternativas de control biológico, cultural y químico en ficha de poroto verde.

Monitoreo: se realiza a través de la revisión del follaje y el uso de trampas cromáticas amarillas. Recomendable determinar la presencia de parasitoides y depredadores.

Niveles de daño económico o criterios de control: realizar una aplicación de insecticida al registrarse 10% de las plantas infestadas con adultos y ninfas.

PLAGAS DEL MELÓN

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.)
(Díptera: Agromyzidae).

Ver descripción del insecto y alternativas de control biológico, cultural y químico en ficha de lechuga.

Daño: el principal perjuicio es causado por las larvas, las que horadan entre las superficies superior e inferior de las hojas. Al principio los túneles son angostos y luego, a medida que la larva crece, aumentan de tamaño. Estas galerías –que carecen de un patrón específico de construcción– reducen la capacidad fotosintética de las plantas y ocasionan la muerte prematura de las hojas atacadas. En ataques severos, las plantas se marchitan y pueden perder la mayor parte del follaje.

Otro daño, pero de menor magnitud, son las numerosas perforaciones que hacen las hembras en el follaje con su oviscapto. Dichos orificios, por donde se libera savia, corresponden en su mayoría a sitios de alimentación de hembras y

machos, y sólo el 4% a sitios de ovipostura.

Monitoreo: las trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a este insecto. Asimismo, se debe realizar recuentos directos en 25 plantas por ha para estimar población de larvas o daños.

Niveles de daño económico o criterios de control: capturas iguales o mayores a 30 individuos/trampa/día.

PLAGAS DEL MELÓN

Mosca del poroto: *Delia platura* (Meigen)
(Diptera: Anthomyiidae).

Consultar ficha de poroto verde para descripción del insecto y del daño que provoca; monitoreo y alternativas de control biológico, cultural y químico.

PLAGAS DEL MELÓN

Arañitas:

Arañita bimaclada: *Tetranychus urticae* Koch
(Acarinoformes: Tetranychidae).

Arañita carmín: *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)
(Acarinoformes: Tetranychidae).

Consultar ficha de poroto verde para descripción del insecto y del daño que provoca; monitoreo y alternativas de control biológico, cultural y químico.

PLAGAS DEL MELÓN

Gusanos cortadores y cuncunillas:

Cuncunilla negra de las chacras: *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel)

(Lepidóptera: Noctuidae)

Gusano cortador de la papa: *Agrotis bilitura* Guenée

(Lepidóptera: Noctuidae).

Gusano medidor del repollo: *Trichoplusia ni* (Hübner)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Gusano del choclo: *Helicoverpa zea* (Boddie)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Cuncunilla de las hortalizas: *Copitarsia decolora* (Guenée)

(Lepidóptera: Noctuidae).

Consultar fichas de lechuga y poroto verde para ver descripción de las especies y del daño que provocan; así como monitoreo y niveles de daño económico, y alternativas de control biológico, cultural y químico.

D) Plagas del pimiento

PLAGAS DEL PIMIENTO

Trips:

Trips de California: *Frankliniella occidentalis* P.

(Thysanoptera: Thripidae).

Trips de la cebolla: *Trips tabaci* Lindeman

(Thysanoptera: Thripidae).

Descripción: en el caso del trips de California, consultar ficha de lechuga y radicchio.

Respecto al trips de la cebolla, adulto de 1 a 1,2 mm, color amarillo pálido con pequeñas zonas ligeramente grisáceas. Antenas de 7 artejos. Alas largas, poco

pilosas, de color gris perla a amarillo. Abdomen alargado y angosto, de color amarillo limón o amarillo grisáceo.

Daño: larvas y adultos pican el tejido vegetal, inyectan saliva y, a continuación, extraen por bombeo el contenido celular. En las hojas provocan manchas de aspecto plateado. En caso de ataques fuertes, pueden apreciarse deformaciones en hojas y frutos. Igualmente, se ha comprobado su capacidad transmisora de algunas enfermedades producidas por virus, como el virus del bronceado del tomate (TSWV).

Control: consultar ficha de lechuga para ver alternativas de control biológico, cultural y químico.

Monitoreo: trampas adhesivas azules son efectivas para monitorear individuos adultos. Recuentos directos en 25 plantas por hectárea para estimar número de ninfas y daño.

Niveles de daño económico o criterios de control: con la presencia de un promedio de uno o más trips por flor debiera realizarse un control químico para prevenir la infección de TSWV.

PLAGAS DEL PIMIENTO

Pulgón del melón: *Aphis gossypii* (Glover)
(Hemiptera: Aphididae).

Pulgón del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer
(Hemiptera: Aphididae).

Descripción: para el pulgón del melón, ver descripción en ficha de melón. Para el pulgón del duraznero, ver descripción en ficha de lechuga y radicchio.

Daño: los adultos atacan al pimiento por el envés de las hojas, a las que pican y, al extraerles la savia, producen deformaciones características que llegan, en casos de ataques fuertes, hasta el completo debilitamiento de las plantas. Suelen depositarse también sobre los tallos y sobre los brotes tiernos, los

cuales, al igual que las hojas, se recubren de una sustancia pegajosa y dulce que atrae a las hormigas, y en la que pueden desarrollarse determinados hongos conocidos como fumagina. Asimismo, se sabe que estas especies pueden actuar como insectos vectores de numerosos virus, como son el virus del mosaico del pepino (CMV) y potyvirus (PYV).

Control biológico: estos áfidos presentan en Chile un buen número de parásitos y depredadores que regulan su población. Consultar fichas de lechuga y melón.

Control cultural: se debe mantener el área adyacente al cultivo (10 m perímetro) libre de malezas y de otros hospederos preferidos. Revisar cuidadosamente las plantas antes de ser trasplantadas y verificar que se encuentren libres de esta plaga. Arrancar o tratar las plantas infestadas.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.4.

Monitoreo: revisar 25 plantas por ha para detectar colonias e individuos ápteros. El uso de trampas amarillas es efectivo para individuos alados.

Niveles de daño económico o criterios de control: es relevante la protección de plántulas durante los primeros meses de desarrollo para prevenir la infección con virus. Tratar almacigueras de manera similar a la descrita para el pulgón de la lechuga.

E) Plagas de la papa

PLAGAS DE LA PAPA

Polilla de la papa: *Phthorimaea operculella* (Zeller)
(Lepidoptera: Gelechiidae).

Descripción: en su estado adulto tiene un tamaño de 8-10 mm de largo y 15 mm de expansión alar. Las alas están cubiertas con escamas de color pardo, mezcladas con grises plateadas y con pequeñas pecas negras. Presenta flecos

en los extremos de éstas.

La larva atraviesa por cuatros estadios, que varían de tamaño entre 1 y 15 mm de largo. Son de color blanco cremoso y antes de pupar adquieren un tono rosado.



Daño: la larva posee un aparato bucal masticador-mordedor con el que se alimenta y produce galerías en hojas, tallos, brotes y tubérculos, causando un daño directo a los tejidos, lo que debilita a la planta, provoca muerte de centros de crecimiento y quiebre de tallos.

Control biológico: en Chile se ha identificado a *Encarsia porteri* (Mercet), *Trichogramma brasiliensis* (Ashm.), *Trichogramma spp.* y *Copidosoma desantisi* (Ann & May) parasitando huevos de la polilla de la papa. En estado de larva la polilla puede ser parasitada por *Apanteles spp.* y por *Dineulophus phthorimaea* (De Santis).

Control cultural: todas las medidas de limpieza y selección que lleven a una reducción del foco inicial de infestación son importantes al comienzo del cultivo:

- Nunca utilizar semilla infestada.
- Uso de variedades resistentes o más tolerantes al daño de polilla de la papa.
- La rotación de cultivos con especies que no sean hospederas contribuye a una reducción de la población de polilla en la localidad.
- Cultivo sano, con fertilización y riego adecuado, le confiere a la planta mayor tolerancia al ataque de este y otros insectos.
- Control de malezas solanáceas, hospederas de la polilla, y de plantas de papa que crecen espontáneamente.
- La preparación del suelo con un aporque alto evitará que los tubérculos queden cerca de la superficie, constituyendo una barrera para la infestación.
- Una cosecha de papas de forma rápida y oportuna es extremadamente importante para disminuir la probabilidad de que la larva infeste un mayor número de tubérculos.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.5.

Monitoreo: para este insecto está a la venta su feromona sexual, la cual puede utilizarse en diferentes tipos de trampas. Estas últimas se ubican inmediatamente por sobre la altura máxima de las plantas y deben revisarse por lo menos 2 veces a la semana. Superficies inferiores a 5 hectáreas deben disponer de 2 trampas, mientras que superficies superiores a 5 hectáreas deben contar con 4 trampas. Complementar con revisiones semanales de 50 plantas por hectárea, escogidas al azar.

Niveles de daño económico o criterios de control: capturas en trampas de feromonas superiores a 250 machos por trampa por día indican niveles potenciales de la plaga de provocar daño. Sobre estos niveles se debe complementar la información con el recuento de larvas de polillas en la planta.

PLAGAS DE LA PAPA

Mosca minadora de las chacras: *Liriomyza huidobrensis* (Bl.)
(Díptera: Agromyzidae).

Ver descripción del insecto y alternativas de control biológico, cultural y químico en ficha de lechuga y radicchio.

Daño: las hembras realizan numerosas perforaciones en el follaje con su ovíscapo. Las larvas, con sus ganchos mandibulares, crean galerías entre la superficie superior e inferior de las hojas.

Monitoreo: trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a este insecto. Asimismo, se debe realizar recuentos directos en 25 plantas por hectárea para estimar población de larvas o daños.

Niveles de daño económico o criterios de control: capturas diarias de 130 adultos por trampa al día o superiores son consideradas críticas para este cultivo.

PLAGAS DE LA PAPA

Pulgonés:

Pulgón verde del duraznero: *Myzus persicae* Sulzer

(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón de la papa: *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas)

(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón de las solanáceas: *Aulacorthum solani* (Kalt.)

(Hemíptera: Aphididae).

Pulgón subterráneo de las gramíneas: *Rhopalosiphum rufiabdominalis*

(Sasaki) (Hemíptera: Aphididae).

Descripción: pulgón verde del duraznero, ver descripción entregada para plagas de la lechuga y radicchio.

Pulgón de la papa (en la foto), hembras ápteras presentan cuerpo alargado de aproximadamente 3 mm, comúnmente de color verde claro, pero también pueden ser amarillas o rosadas. Las aladas, de color semejante a los pulgones ápteros.

Pulgón de las solanáceas, la hembra áptera tiene el cuerpo con forma de pera, de 2,2 mm de largo.

Color variable, pero normalmente verde o amarillo uniforme, con áreas más oscuras alrededor de la base de los cornículos. Los individuos alados son bastante diferentes en color, presentando la cabeza y el tórax de color café oscuro y las antenas, patas y cornículos más oscuros.

Pulgón subterráneo de las gramíneas, la hembra áptera es de 2,3 mm de largo, con un cuerpo brillante en forma de pera. La cabeza es gris oscura, casi negra con rostro café verdoso. El abdomen es verde oscuro, con una mancha café rojiza en la parte dorsal posterior, especialmente en la base de los cornículos.



Daño: los pulgones pueden dañar directamente a las plantas de papa, al alimentarse de savia, y también indirectamente, al transmitirles varias enfermedades virósas. Al menos diez virus que atacan a la papa son transmitidos por áfidos. Entre los más importantes están el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), el virus Y de la papa (PVY), el virus del mosaico del pepino (CMV).

Por su parte, el pulgón subterráneo afecta la nutrición de las plantas al dañar raíces y raicillas.

Control biológico: en Chile se señala como parasitoides del pulgón del duraznero a las avispidas *Aphidius colemani*, *A. ervi* y *Ephedrus persicae*. Además, se identifica al hongo *Entomophthora aphidis*. También se mencionan numerosos depredadores de las familias Chrysopidae, Coccinelidae, Cecidomyiidae, Syrphidae y chinches de la familia Nabidae, las cuales se alimentan de los pulgones del duraznero, de la papa y de las solanáceas.

Control cultural:

- El uso de semilla certificada, libre de virus, disminuye la dispersión potencial de enfermedades virosas transmitidas por los áfidos vectores.
- Las malezas presentes en canales de riego, bordes de caminos y otras áreas no cultivadas deben ser eliminadas, ya que contribuyen directamente con el problema de áfidos.
- Eliminar las plantas voluntarias de papa y las plantas enfermas con virus.

Control químico: ver insecticidas registrados para esta plaga en Cuadro 1.5.

Monitoreo: trampas adhesivas amarillas son efectivas para monitorear a individuos alados, o bien trampas de agua. Igualmente, se debe realizar recuentos directos en 25 plantas por ha para estimar número de colonias o individuos ápteros.

Niveles de daño económico o criterios de control: el criterio de capturas superiores a 10 áfidos por trampa por semana, complementado con análisis directos de plantas en busca de colonias, puede ser utilizado como decisión de control.

F) Control químico para las plagas referidas en los cultivos del proyecto

En los cuadros 1.1 a 1.5 se presentan algunos de los insecticidas y acaricidas efectivos en el control de las plagas descritas para los cultivos de lechuga, radicchio, poroto verde, melón, pimiento y papa.

La utilización apropiada de insecticidas permite proteger contra algunas plagas que pueden ocasionar pérdidas económicas.

Antes de utilizar alguno de los insecticidas o acaricidas señalados siempre se debe leer cuidadosamente la etiqueta, siguiendo las indicaciones y observando las precauciones de seguridad.

Los insecticidas o acaricidas deben emplearse sólo cuando el monitoreo de campo indique que son necesarios para evitar pérdidas.

En caso que se requiera hacer aplicaciones repetidas para el control de una o más plagas, se debe rotar con insecticidas o acaricidas de grupos químicos diferentes, para evitar la aparición de resistencia.

Cuadro 1.1. Insectos plagas de lechuga y radicchio.

Plaga	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Mosca minadora	Fast 1.8 EC	0,5 L/ha	Contacto, ingestión, translaminar	10
	Trigard 75WP	100-150 g/ha	Contacto e ingestión	14
Pulgones	Confidor forte 200 SL	200-500 mL/ha	Sistémico y de contacto	3
	Punto 70 WP	10-15 g/hL	Sistémico y de contacto	3
	Confidor 350 SC	120-250 mL/ha	Sistémico y de contacto	3
	Pirimor	200-300 g/ha	Contacto e inhalación	3
	Actara 25 WG	200 g/ha	Contacto e ingestión	7

Cuncunillas	Point permetrina 50 CE	390-460 mL/ha	Contacto, ingestión y repelencia	1 a 15
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar	1 a 14
Trips	Diazinon 40 WP	1-2 kg/ha	Contacto, ingestión e inhalación	15

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 1.2. Insectos y ácaros plagas de poroto verde.

Plaga	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Araña bimaclada	Cyhexathin 60 SC	1-2,5 L/ha	Contacto	30
Pulgon	Diazinon 40 WP	1-2 kg/ha	Contacto, ingestión e inhalación	15
	Diazinon 600 EC	0,7-1 L/ha	Contacto e ingestión	15
	Confidor 350 SC	120-250 mL/ha	Sistémico y de contacto	3
	Pirimor	200-300 g/ha	Contacto e inhalación	3
	Pirimor	200-300 g/ha	Contacto e inhalación	3
Polillas, cuncunillas y gusanos cortadores	Halmark 75 EC	150-250 mL/ha	Contacto e ingestión	7
	Cyren 48 EC	0,8-1,2 L/ha	Contacto, ingestión e inhalación	14
	Decisdan 328 EC	1-1,25 L/ha	Contacto e ingestión	14
	Alsystin 480 SC	100-200 mL/ha	Ingestión, inhibe la síntesis de quitina	10
	Baythroid 050 EC	150-400 mL/ha	Contacto e ingestión	14
Mosca del poroto	Force 20 CS	150 ml/100 kg de semilla	Inhalación, contacto e ingestión	No corresponde
	Gaucha 600 FS	150-200 mL/100 kg de semillas	Sistémico, contacto e ingestión.	No corresponde
	Master	250 mL/100 kg de semilla	Contacto, ingestión e inhalación.	No corresponde

Trips	Diazinon 40 WP	1-2 kg/ha	Contacto, ingestión e inhalación	15
	Dimetoato 40	0,5-1 L/ha	Sistémico y de contacto	14
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	3
Mosquita blanca	Confidor 350 SC	40-60 mL/hL	Sistémico y de contacto	3
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar.	1 a 14
	Actara 25 WG	200 g/ha	Contacto e ingestión	14
Mosca minadora	Thionex 35 EC	1,5-2 kg/ha	Contacto e ingestión	3
	Trigard 78 WP	100-150 g/ha	Contacto e ingestión	14

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 1.3. Insectos y ácaros plagas del melón.

Plaga	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Pulgones	Confidor Forte 200 SL	200-500 mL/ha	Sistémico y de contacto	3
	Actara 25 WG	100-200 g/ha	Contacto e ingestión	3
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	7
	Pirimor	200-300 g/ha	Contacto e inhalación	3
Trips	Diazinon 40 WP	1-2 kg/ha	Contacto, ingestión e inhalación	no
	Dimetoato 40	0,5-1 L/ha	Sistémico y de contacto	14
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	7
Mosquita blanca	Confidor 350 SC	40-60 mL/hL	Sistémico y de contacto	3
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar.	1 a 14
	Actara 25 WG	300-400 g/ha	Contacto e ingestión	3
Mosca minadora	Fast 1.8 EC	0,6 L/ha	Contacto, ingestión y translaminar	3
	Trigard 78 WP	100-150 g/ha	Contacto e ingestión	14
	Thionex 35 EC	1,5-2 kg/ha	Contacto e ingestión	3

Arañas	Fast 1.8 EC	0,6 L/ha	Contacto, ingestión, translaminar	3
Gusanos cortadores	Halmark 75 EC	150-250 mL/ha	Contacto e ingestión	3
	Metomil 90 PS	0,5-1 kg/ha	Contacto, ingestión y translaminar	3
Polillas y cuncunillas	Point permetrina 50 CE	50 mL/hL	Contacto, ingestión y repelencia	1 a 15
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar	1 a 14
	Metomil 90 PS	0,25-0,5 kg/ha	Contacto, ingestión y translaminar	3

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 1.4. Insectos y ácaros plagas del pimiento.

Plaga	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Pulgones	Confidor Forte 200 SL	200-500 mL/ha	Sistémico y de contacto	3
	Actara 25 WG	100-200 g/ha	Contacto e ingestión	3
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	7
Trips	Diazinon 40 WP	1-2 kg/ha	Contacto, ingestión e inhalación	no
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	3
	Dimetoato 40 EC	0,75-1 L/ha	Sistémico y de contacto	10 a 35
	Succes 48	125-150 mL/ha	Afecta el sistema nervioso del insecto	7
Mosquita blanca	Confidor 350 SC	40-60 mL/hL	Sistémico y de contacto	3
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar.	1 a 14
	Actara 25 WG	300-400 g/ha	Contacto e ingestión	3
Gusanos cortadores	Halmark 75 EC	150-250 mL/ha	Contacto e ingestión	7
	Metomil 90 PS	0,5-1 kg/ha	Contacto, ingestión y translaminar	3
Cuncunillas	Point permetrina 50 CE	50 mL/hL	Contacto, ingestión y repelencia	1 a 15
	Balazo 90 SP	0,5-1 kg/ha	Actividad sistémica y translaminar	1 a 14
	Metomil 90 PS	0,25-0,5 kg/ha	Contacto, ingestión y translaminar	3

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 1.5. Insectos plagas de la papa.

Plaga	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Pulgones	Actara 25 WG	100-200 g/ha	Contacto e ingestión	3
	Pirimor	200-300 g/ha	Contacto e inhalación	3
	Thionex 50 WP	1-1,5 kg/ha	Contacto e ingestión	7
Mosca minadora	Trigard 78 WP	100-150 g/ha	Contacto e ingestión	14
	Thionex 35 EC	1,5-2 kg/ha	Contacto e ingestión	3
Polilla de la papa	Fenos 480 SC	100-125 cc/ha	Contacto e ingestión	7
	Halmark 75 EC	150-250 mL/ha	Contacto e ingestión	7
	Neres 50 WP	1-1,5 kg/ha	Sistémico, contacto e ingestión	7
	Cyren 48 EC	0,8-1,2 L/ha	Contacto, ingestión e inhalación	14
	Alsystin 480 SC	100-200 mL/ha	Ingestión, inhibe la síntesis de quitina	10
	Baythroid 050 EC	150-400 mL/ha	Contacto e ingestión	14

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

ANEXO 2.

Fichas técnicas de enfermedades principales y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

A) Enfermedades de lechuga y radicchio

ENFERMEDADES DE LECHUGA Y RADICCHIO

Botritis: *Botrytis cinerea*

Descripción y daño: esta enfermedad afecta principalmente a lechuga y minoritariamente a radicchio. Los síntomas comienzan en las hojas más viejas, sobre las cuales aparecen unas manchas de aspecto húmedo algo amarillentas que se cubren de moho gris, el que genera enorme cantidad de esporas. La penetración en hojas o tallos tiene lugar a través de heridas o grietas de crecimiento. La botritis requiere de alta humedad relativa para su reproducción e infección y una temperatura entre 20°C y 22°C.

Si la humedad relativa aumenta, las plantas quedan cubiertas por un micelio blanco, pero si el ambiente está seco se produce una putrefacción de color pardo o negro.



Signo de *Botrytis cinerea* en hojas.

Control: la incidencia de esta enfermedad se puede disminuir fundamentalmente evitando excesos de humedad y apozamientos de agua. También contribuye el usar un marco de plantación adecuado a la variedad, que permita una mayor aireación, como es la hilera simple en las variedades de lechuga repolladas

(tipo escarola). En caso de presentarse condiciones predisponentes y observar inicio de ataque, se puede recurrir a fungicidas específicos autorizados para cada especie (ver Cuadro 2.2).

ENFERMEDADES DE LECHUGA Y RADICCHIO

Esclerotinia: *Sclerotinia sclerotiorum*

Descripción y daño: se trata de una enfermedad principalmente del suelo, por lo que las tierras nuevas están exentas de este patógeno, o con infecciones muy leves.

La infección se empieza a desarrollar sobre los tejidos cercanos al suelo, a partir de esclerocios, que son cuerpos de resistencia que permanecen en el suelo. Estos esclerocios se mantienen inactivos hasta el momento en que son llevados a la superficie por labores del cultivo. Necesita temperaturas que van desde 18°C a 25°C para su desarrollo.

La enfermedad produce un marchitamiento lento en las hojas, iniciándose en las más viejas, y continuando hasta que toda la planta queda afectada. En el tallo aparece un micelio algodonoso que se extiende hacia arriba por el tallo principal.

Los esclerocios pueden germinar, originando un micelio que, a su vez, puede generar apotecios, los cuales producen esporas trasmisibles por el aire hacia otras plantas.



Pudrición basal provocada por *Sclerotinia* en lechuga.

Control: el manejo más efectivo es evitar la repetición del cultivo en el mismo suelo. Rotaciones de 3 años sin plantas sensibles (este hongo puede afectar también a pimiento, tomate y poroto) es lo ideal, pero se ha observado que tiempos menores también producen una disminución del inóculo del suelo. De igual forma, la aplicación periódica de materia orgánica (compost) contribuye a disminuir la agresividad de *Sclerotinia*. El control químico en la producción convencional no ha mostrado ser suficiente por sí solo.

En el caso que se espere incidencia de la enfermedad, se puede recurrir a la aplicación de fungicidas específicos, incluyendo la aplicación en el almácigo y en el trasplante de formulaciones de *Trichoderma spp*, que es un controlador biológico recomendado. En un ensayo realizado en el marco del proyecto, este producto mostró un control similar a la protección química permanente, ambos por sobre las plantas no tratadas, pero en una condición de baja presión e incidencia de la enfermedad, por lo cual los resultados no son concluyentes.

ENFERMEDADES DE LECHUGA Y RADICCHIO

Mildiu Velloso: *Bremia lactucae*

Descripción y daño: en el haz de las hojas aparecen unas manchas de un centímetro de diámetro, y en el envés aparece un micelio velloso. Las manchas llegan a unirse unas con otras y se tornan de color pardo.

Los ataques más importantes de este hongo son comunes entre otoño y primavera, que es cuando suelen presentarse periodos de humedad prolongada. Las conidias del hongo son transportadas por el viento, dando lugar a nuevas infecciones.



Micelio velloso de *Bremia Lactucae* en hojas

Control: para combatir esta enfermedad se recomienda el uso de variedades más tolerantes y la aplicación de fungicidas, teniendo en cuenta que dichas aplicaciones sobre infecciones cuyo desarrollo foliar cubre completamente el suelo tienen una eficacia limitada.

B) Enfermedades de poroto verde

ENFERMEDADES DE POROTO VERDE

Antracnosis: *Colletotrichum lindemuthianum*

Descripción y daño: el hongo sobrevive de un año para otro en restos del cultivo y en semillas. La diseminación ocurre a través de semillas contaminadas que se transportan de un campo a otro, y también mediante el viento, insectos u otros agentes dispersantes.

La enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad (92-100%) y temperaturas medias (18-22°C).

Los síntomas de la enfermedad se manifiestan sobre todos los órganos aéreos de la planta y consisten en lesiones de color café oscuro con contornos rojizos en condiciones de tiempo húmedo. En las hojas las lesiones se localizan en las nervaduras, siendo alargadas y más visibles en la superficie inferior. En los tallos y pecíolos las lesiones son alargadas y hundidas, pudiendo causar la caída de las hojas y muerte de las plantas. En las vainas se forman lesiones pequeñas e irregulares de color anaranjado, alcanzan un diámetro de uno a 10 mm. Las lesiones pueden profundizar traspasando la vaina, afectando la semilla, en la que se forman manchas superficiales.

Control: en cultivo conducido de variedades trepadoras, esta enfermedad tiene escasa incidencia en la Región de Coquimbo. El control cultural considera el uso de semillas sanas, y, fundamentalmente, la rotación de cultivos de 2 a 3 años para eliminar el inóculo que permanece en el suelo o en residuos del cultivo. El control químico, al igual que en otras enfermedades, se realiza con fungicidas, cuando existen condiciones predisponentes y se detectan los primeros indicios de ataque.

ENFERMEDADES DE POROTO VERDE

Oídio: *Erysiphe polygoni*

Descripción y daño: este hongo se desarrolla en un rango de temperatura de entre 10 y 35°C, con óptimo alrededor de 26°C, y humedad relativa moderada,

siendo el óptimo de de 70%. Se propaga por conidias que se producen sobre las hojas, tallos y vainas. Las conidias se desprenden y pueden ser transportadas por el viento, lluvias e insectos.

El oídio afecta a todas las partes de la planta, principalmente la zona aérea. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo, llegando a invadir la hoja entera. También afecta a tallos y pecíolos, e incluso a frutos en ataques muy fuertes.

Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan. Como consecuencia, las vainas crecen atrofiadas y deformadas, con tendencia a desprenderse.

Las malezas, cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos, son las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad.

Control cultural: usar semillas provenientes de plantas sanas y evitar siembras tardías en localidades en donde la enfermedad sea problema.

Control químico: aplicar al follaje con productos específicos al aparecer los primeros indicios. En este caso es posible utilizar aplicaciones preventivas de azufre al follaje.



Presencia de micelio veloso en hojas de poroto.

ENFERMEDADES DE POROTO VERDE

Roya o Polvillo: *Uromyces phaseoli*

Descripción y daño: esta enfermedad es considerada como una de las más problemáticas del cultivo en las grandes zonas de producción de grano, ya que se han estimado reducciones de 40% a 80% en rendimiento y de 40% a 50% en el peso seco de la planta.

Las pérdidas en rendimiento son mayores cuando las plantas son infectadas durante los periodos de floración o prefloración (entre 30 y 45 días después de la siembra). Una infección severa puede provocar que la hoja se seque y se desprenda prematuramente.

La infección se ve favorecida por temperaturas entre 17-27°C y una humedad relativa 95% (entre 10-18 h).

La diseminación se realiza por esporas que en invierno sobreviven en residuos de cosecha y pueden ser transportadas por el viento a grandes distancias. No se transmite por semilla. El riesgo aumenta si se siembra cerca de parcelas donde, en temporadas anteriores, se presentó la enfermedad.

Los primeros síntomas aparecen en el haz o en el envés de las hojas, en forma de puntos pequeños de color blancos, levemente levantados, que aumentan de tamaño hasta formar pústulas de color pardo o rojizas. Hacia el final de la temporada toman una coloración café oscura.

Control cultural: se ejerce mediante la rotación de cultivos, la eliminación de residuos de cosecha que puedan contener esporas viables y evitando las siembras tardías.

Control químico: en porotos del tipo trepador evaluados en el proyecto, para producción de vainas verdes, la enfermedad suele presentarse ya avanzada la cosecha, por lo que no tiene mayor incidencia. En caso de ataque temprano, apareciendo los primeros signos se puede aplicar fungicidas específicos para esta enfermedad, muchos de los cuales también controlan oídio.

C) Enfermedades del melón

ENFERMEDADES DEL MELÓN

Mildiu: *Pseudoperonospora cubensis*

Descripción y daño: las principales fuentes de inóculo de esta enfermedad son los restos vegetales, siendo diseminados por el campo por medio de agentes como el viento y la lluvia, pudiendo llegar a recorrer grandes distancias.

Los síntomas se manifiestan como salpicaduras de color verde claro algo translúcidas y aceitosas al principio, que recuerdan a un mosaico, haciendo su aparición en los bordes de los limbos. Las manchas se necrosan siguiendo las nervaduras, adquiriendo progresivamente un aspecto acartonado de color marrón oscuro, que puede llegar a secar toda la hoja. En el envés de la hoja aparece una especie de afieltrado de color oscuro, en ocasiones con tonalidades moradas.

Las condiciones más favorables para el ataque de este hongo son una humedad relativa del 80-90% y una temperatura entre 16-22°C, siendo los 18°C la temperatura óptima para una rápida penetración del hongo en la hoja. Los rocíos nocturnos y las nieblas matinales permitirán el desarrollo del mildiú; temperaturas inferiores a 8°C o superiores a 40°C lo frenarán.

Las condiciones descritas como propicias son similares a las que se encuentran en la parte baja del valle de Elqui en pleno verano. No obstante, durante tres temporadas en que se cultivó diversas variedades de melón, esta enfermedad no fue detectada y no fue necesario recurrir a aplicaciones de fungicidas.

Control preventivo y técnicas culturales:

- Eliminar las malas hierbas y restos de cultivo.
- Evitar el exceso de humedad.
- Implementar un marco de plantación no muy denso.
- Eliminar las plantas afectadas al final del cultivo.

Control químico: ejercer sólo en caso de presentarse indicios de ataque, con aplicación de fungicidas.

ENFERMEDADES DEL MELÓN

Oidiosis: *Erysiphe cichoracearum*, *Sphaerotheca fuliginea*

Descripción y daño: hongos que afectan a varias cucurbitáceas. Se caracterizan por la aparición del micelio blanco (llamado comúnmente “ceniza” o “polvillo”) en el haz de la hoja. El avance de la enfermedad puede terminar en necrosis total de las hojas, lo que incide en baja de rendimiento, bajo calibre o bajo grado de azúcar.

La enfermedad prospera en ambientes cálidos (óptimo de 23-26°C) y secos (humedades de 70% a 80%), ya que no necesita una película de agua sobre el tejido para infectarlo. Se difunde principalmente a través de conidias (esporas), que son llevadas por el viento.



Micelio blanco con apariencia de polvillo.

Control preventivo y técnicas culturales: el principal método de control debe ser la resistencia varietal, para lo cual se cuenta con variedades comerciales con resistencia. Esta característica debe ser considerada dentro de los aspectos destacados de las variedades. A ello se suma la eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, para disminuir la presión de inóculos, y la utilización de plántulas sanas.

Control químico: aplicación de oidicidas al aparecer los primeros indicios de ataque. En casos de no contar con una variedad resistente, se puede considerar aplicaciones preventivas semanales con azufre. En invernaderos de Almería, España, se está comenzando a utilizar sublimadores de azufre, aparatos que por calor liberan azufre gaseoso, que es el principio activo de este producto.

D) Enfermedades del pimiento

ENFERMEDADES DEL PIMIENTO

Marchitez o seca: *Phytophthora capsici*

Descripción y daño: este hongo puede atacar en el almácigo y a la planta grande. El ataque puede ser distinto dependiendo de diversos factores, como son las condiciones climáticas, cantidad de inóculo, variedad, suelo, estado vegetativo de la planta, etc.

La parte aérea manifiesta una marchitez irreversible (sin previo amarillamiento).

En las raíces se produce una podredumbre que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Los síntomas pueden confundirse con la asfixia radicular. Presenta zoosporas responsables de la diseminación acuática.



Pérdida de plantas de pimiento por *Phytophthora capsici*.

Control cultural: esta enfermedad es un claro ejemplo de las dificultades o el fracaso del control químico. A pesar que existen numerosos productos recomendados para su control, el éxito no es posible sin cumplir una serie de medidas de tipo cultural, como las siguientes:

- Utilización de plántulas y sustratos sanos.
- Rotación de cultivos de al menos 3 años sin volver a colocar pimiento.
- Eliminación de restos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello.
- Emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación.
- Aplicar el máximo control del riego, evitando regar con agua portadora de esta enfermedad y que se moje el cuello de las plantas, sea cual sea el sistema usado.
- Preferencia por variedades que tengan mayor resistencia a la enfermedad.
- En ciertas condiciones, como en invernaderos, aplicar solarización y/o biofumigación.

Control químico: es sólo complementario y considera la inmersión de plántulas en soluciones fungicidas antes del trasplante. Aplicaciones de soluciones fungicidas al cuello, por sí solas, no son efectivas.

ENFERMEDADES DEL PIMIENTO

Oidiosis: *Leveillula taurica*

Descripción y daño: hongo que afecta a pimiento, tomate y berenjena. El patógeno presenta un desarrollo parcialmente interno y sus conidióforos salen al exterior por los estomas. Es una enfermedad de evolución muy rápida. Se presenta como manchas amarillas en el haz de la hoja con necrosis en el centro de la mancha acompañado de la presencia de un fieltro blanquecino en el envés. En ataques muy fuertes, las hojas se secan y caen, quedando la planta desfoliada. La enfermedad se desarrolla en ambientes cálidos (26°C) y secos. También se favorece por humedades nocturnas entre 70% y 80%.



Micelio de *Leveillula taurica* presente en hojas

Control preventivo y técnicas culturales: eliminación de malas hierbas y restos de cultivo; utilización de plántulas sanas.

Control químico: aplicación de oidicidas al aparecer los primeros indicios de ataque.

ENFERMEDADES DEL PIMIENTO

Pudrición gris: *Botrytis cinerea*

Descripción y daño: patógeno inespecífico que ataca a un amplio número de cultivos hortícolas.

Sobre hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en las que se observa el micelio gris del hongo. En plantas, tallo y pecíolos aparecen lesiones pardas, sobre todo en los restos de poda y heridas, invadiendo el tejido del tallo y provocando el colapso de la planta y su muerte.

Las principales fuentes de inóculo son las conidias y los restos vegetales dispersados por el viento, lluvia o agua de riego. La temperatura y humedad relativa tienen influencia en la enfermedad de forma separada o conjunta (en general son óptimas humedades relativas del 95% y temperaturas de 17°C a 23°C), así como la fenología de la planta, la cual puede hacerla aun más susceptible al ataque. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

Control preventivo y técnicas culturales:

- Retirar restos de cultivo y plantas afectadas por la enfermedad.
- Se requiere especial cuidado en la poda y cuando se entresacan hojas al ras del tallo. Para tales ocasiones, la aplicación de una pasta fúngica en las heridas es una medida recomendable para el control de esta enfermedad.
- Controlar el nitrógeno en el suelo para evitar excesos de vigor.
- Usar marcos de plantación adecuados que permitan la aireación de las plantas.
- Manejar adecuadamente la ventilación y el riego.

Control químico: aplicar fungicidas específicos cuando las condiciones sean propicias para la enfermedad y aparezcan los primeros indicios de ataque.

E) Enfermedades de la papa

ENFERMEDADES DE LA PAPA

Tizón tardío de la papa: *Phytophthora infestans*

Descripción y daño: esta enfermedad es la principal limitante fitosanitaria que afecta al cultivo de papas en la Región de Coquimbo. El hongo pasa el invierno como micelio, sobre tubérculos o sobre plantas voluntarias (“papas huachas”). Después de la emergencia de las plantas, el hongo invade algunos brotes en desarrollo, donde esporula y produce el inóculo primario.

Bajo condiciones favorables, el patógeno presenta un gran potencial destructivo, afecta hojas, tallos y tubérculos. El daño sobre hojas se manifiesta como lesiones necróticas grandes de color castaño a negro, que pueden causar la muerte del folíolo y progresar por el pecíolo hasta el tallo, matando la planta completa. A menudo, es posible detectar un halo de color verde claro que rodea el área necrótica de la lesión. Los tallos y los tubérculos también son infectados rápidamente. Sobre estas estructuras el patógeno produce una esporulación blanca vellosa.

Las condiciones ambientales que favorecen su desarrollo son largos períodos de alta humedad relativa (> 90%) y bajas temperaturas (12-15°C), las cuales se dan en forma casi constante durante el período de otoño a primavera en las zonas productoras de la Región de Coquimbo.



Phytophthora infestans en hojas, formando zonas café atizonadas irregulares, con desarrollo de micelio en el envés de la hoja.

Control: se debe insistir en medidas agronómicas y culturales, tales como:

- Uso de semilla sana, evitando la contaminación de tubérculos sanos por el contacto con tubérculos enfermos, tanto en la bodega como al momento de la siembra.
- Manejo del rastrojo, eliminando las plantas infectadas antes de la cosecha

y destruyendo las plantas voluntarias y todo desecho relacionado con el cultivo.

- Utilización de variedades menos sensibles a la enfermedad.

ENFERMEDADES DE LA PAPA

Tizón temprano de la papa: *Alternaria solani*

Descripción y daño: esta enfermedad se desarrolla con humedad menor y temperaturas más altas que el tizón tardío (entre 20°C y 30°C), y una humedad relativa superior a 95%. Las lluvias le favorecen.

El hongo inverna en el suelo y en restos de follaje o tubérculos infectados, produciendo, bajo las condiciones indicadas, abundantes conidias que son transportadas por el viento hasta el nuevo cultivo.

La infección primaria ocurre en las hojas inferiores de más edad,

causando pequeñas lesiones café-negruzcas semejantes a pecas. Las hojas nuevas y de mediana edad tienen una resistencia relativa, porque pueden estar infectadas, pero los síntomas no aparecen hasta después de varias semanas.

El síntoma característico de la enfermedad son las lesiones similares a anillos concéntricos, formados por tejido necrótico. Alrededor de las lesiones, el tejido se vuelve clorótico. En los tubérculos, las lesiones son oscuras, hundidas de forma circular. La pulpa debajo de la lesión es seca, de textura coriácea a corchosa y de color amarillo. El hongo produce toxinas que destruyen tejido más allá del área colonizada, causando la muerte de la hoja completa.

Sobre el cultivo, los ataques más severos se presentan después de floración o durante la tuberización. En esa época coincide el tejido foliar senescente y



La mancha negra causada por el hongo *Alternaria solani* produce lesiones pequeñas y concéntricas. Su ataque se inicia en las hojas mas viejas.

una abundante propagación secundaria por conidias del hongo desarrolladas a partir de las primeras lesiones.

La enfermedad se desarrolla rápidamente bajo condiciones ambientales que alternan períodos secos y húmedos, como ocurre en la Región de Coquimbo, cuando el cultivo es conducido bajo riego por aspersión en primaveras o veranos muy secos.

Con suficiente humedad en el suelo, las esporas del hongo pueden germinar e infectar los tubérculos a través de heridas, pero su mayor infección se produce durante la cosecha. La lesión aparece como una mancha irregular, oscura y hundida.

Control: existen variedades con distinto nivel de susceptibilidad. No hay resistencia completa a la enfermedad.

Control cultural: basado en los registros ambientales, algunos modelos de predicción desarrollados para el tizón tardío han incorporado la curva de crecimiento del cultivo. En el caso de *Alternaria solani*, esta información puede ser utilizada para determinar con precisión la época a partir de la cual las plantas son más susceptibles a la infección. Se recomienda:

- Usar semilla sana.
- Implementar la rotación de cultivos.
- Mantener una fertilización y humedad apropiada para el cultivo.
- Cosechar los tubérculos maduros.
- Eliminar del predio los tubérculos infectados.

Control químico: el control químico es eficiente cuando se ha diseñado un programa de aplicación de fungicidas que coincida con la diseminación secundaria de la enfermedad. El uso de fungicidas en etapas tempranas del cultivo, antes que se produzca el inóculo secundario, tiene muy poco efecto sobre la diseminación de esta enfermedad.

Se recomienda el empleo de fungicidas en forma preventiva, cuando se den las condiciones propicias para su proliferación. La aplicación debe hacerse cada 10 días, mientras duren las condiciones.

ENFERMEDADES DE LA PAPA

Carbón de la papa: *Angiosorus solani*

Descripción y daño: la infección por este hongo se caracteriza por la presencia de tumores carbonosos en los tubérculos. Este fenómeno puede afectar a un alto porcentaje de tubérculos, los cuales pierden su valor comercial. En cambio, sobre la parte aérea de la planta el patógeno no produce síntomas visibles.

En los tallos, los tumores carbonosos están localizados en los tejidos ubicados bajo la línea del suelo.

Los tumores carbonosos en los tallos generalmente son más grandes que los que se desarrollan en estolones y tubérculos.

El hongo es capaz de sobrevivir por 8 años o más en el suelo, lo que significa que puede ser diseminada a otros predios y/o zonas libres de la enfermedad, a través de tierra adherida a los tubérculos, sacos usados, implementos de maquinaria agrícola, ruedas de tractores, herramientas de trabajo, agua de riego o escurrimiento superficial de aguas de lluvia. Sin embargo, la gran diseminación de la enfermedad se realiza a través de tubérculos de papa semilla.

El hongo, al infectar la planta, se desarrolla al interior de ésta y también al interior de los tubérculos semillas, los cuales, al ser sembrados, originarán una nueva planta enferma en la próxima temporada, que contaminará el suelo con esporas del hongo. El suelo infectado, a su vez, dará origen a más plantas con carbón en los siguientes cultivos.



Daño de *Angiosorus solani* en tubérculo.

Control cultural: el uso de tubérculos-semillas sanos, procedentes de campos sanos y especialmente de zonas que han sido establecidas por ley en el país para la producción de semilla de papa, es un factor clave para el control de la enfermedad y así evitar su incremento y diseminación. La rotación de cultivos generalmente disminuye la población de inóculo que se encuentra en el suelo y constituye la mayor posibilidad de reducir el daño sobre el cultivo.

Control químico: no existe una alternativa eficaz de control químico compatible con la producción integrada, mientras que para el manejo convencional la posibilidad de aplicación de fumigantes al suelo resulta antieconómica. Experimentos de desinfección de semillas conducidos bajo las condiciones de la Región de Coquimbo no mostraron un efecto consistente sobre la productividad del cultivo, como tampoco en la disminución de tumores desarrollados en suelos infectados.

F) Control químico para las enfermedades referidas en los cultivos del proyecto

Cuadro 2.1. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades de lechuga y radicchio.

Enfermedad	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Botrytis y Sclerotinia	BC - 1000 Líquido	150-180 mL/hL	Contacto	No tiene
	Status SL	130-180 mL/hL	Contacto	No tiene
	Botran	2,5 kg/ha	Contacto	15
	Rovral	1-2 L/ha	Contacto	7
	Cercobim M	0,5-1 kg/ha	Sistémico	3
Mildiú	Galben M	2-3 kg/ha	Sistémico	No determinada
	Metalaxil MZ 58	2 kg/ha	Sistémico y contacto	21
	Proplant 72 SL	2-3 L/ha	Sistémico	No determinada

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 2.2. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades en poroto verde.

Enfermedad	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Antracnosis	Captan 80 WP	2 kg/ha	Contacto	1
	Dithane M 45	1,5-2,5 kg/ha	Contacto	10
	Mancozeb 80 %	180-240 g/hL	Contacto	10
	Folpan 50 WP	2,5-3,5 kg/ha	Contacto	7
	Pugil 50 SC	2,5-5 L/ha	Contacto	7
Oídio-roya	Bayleton 25 WP	0,5 kg/ha	Sistémico	15
	Noble	0,5 kg/ha	Sistémico	15
	Thiovit jet	4-8 kg/ha	Contacto	0
	Topas 200 EW	150-250 mL/ha	Sistémico	7

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 2.3. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades del melón.

Enfermedad	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Oídio	Acoidal WG	250 g/hL	Contacto	0
	Amistar	200-250 g/ha	Sistémico y contacto	1
	Azufre floable AN 600	2-3 L/ha	Contacto	3
	Bayleton 25 WP	0,3-0,5 kg/ha	Sistémico	3
	Kumulus	250 g/hL	Contacto	0
	Matador 375 EC	0,3-0,5 kg/ha	Sistémico y contacto	35
	Noble	0,3-0,5 kg/ha	Sistémico	3
	Tacora MAS	50-75 mL/hL	Sistémico	
	Thiovit jet	4-8 kg/ha	Contacto	0
	Topas 200 EW	150-250 mL/ha	Sistémico	3
Mildiu	Aliette	3-5 kg/ha	Sistémico	60
	Metalaxil MZ 58	2 kg/ha	Sistémico y contacto	21
	Proplant 72 SL	2-3 L/ha	Sistémico	No determinada
	Pugil 50 SC	2,5-3 L/ha	Contacto	7

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 2.4. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades del pimiento.

Enfermedad	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Marchitez por Phytophthora	Acrobat MZ 690 WP	1,5-2 kg/ha	Sistémico	7
	Aliette	3-5 kg/ha	Sistémico	15
	Metalaxil 25 DP	4-8 kg/ha	Sistémico y contacto	No corresponde (aplicación al inicio)
	Previcur	150-200 mL/hL	Sistémico	14
	Proplant 72 SL	150-200 mL/hL	Sistémico	No determinada
	Ridomil Gold MZ 68 WP	2,5 kg/ha	Sistémico y contacto	15
	Ridomil Gold Plus 42.5 WP	3,75 kg/ha	Sistémico y contacto	14
Oídio	Benex	0,5-1 kg/ha	Sistémico	5
	Rally 2EC	120-200 mL/ha	Sistémico	7
	Sythane 2 EC	120-200 mL/ha	Sistémico	21
	Topas 200 EW	150-250 mL/ha	Sistémico	7
Botritis	BC - 1000 Líquido	150-180 mL/hL	Contacto	No tiene
	Benex	0,5-1 kg/ha	Sistémico	5
	Cercobim M	0,7-1 kg/ha	Sistémico	3
	Point Benomyl 50 PM	0,4-1 kg/ha	Sistémico	5
	Polyben 50 WP	0,5-1 kg/ha	Sistémico	5
	Status SL	130-180 mL/hL	Contacto	No tiene
	Switch 62.5 WG	0,8-1 kg/ha	Sistémico y contacto	21

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

Cuadro 2.5. Pesticidas autorizados para el control de enfermedades de la papa.

Enfermedad	Pesticida	Dosis recomendada por fabricante	Modo de acción	Carencia (días)
Oídio	Acoidal WG	250 g/Hl	Contacto	0
	Bayleton 25 WP	0,3-0,5 kg/ha	Sistémico y contacto	15
	Rally 2 EC	120-200 mL/ha	Sistémico	3
	Score 250 EC	400-500 mL/ha	Sistémico	14
	Sythane 40 WP	80-100 g/ha	Sistémico	7
	Tacora MAS	50-75 mL/hL	Sistémico	14
	Tattoo C	2,5-2,7 L/ha	Sistémico y contacto	14
	Topas	250 mL/ha	Sistémico	30
Tizón temprano y tizón tardío	Amistar	150-200 g/ha	Sistémico y contacto	1
	Acrobat MZ	1,5-2 kg/ha	Sistémico	7
	Euparen	2-3 kg/ha	Contacto	3
	Bordo 25 WP	1-3 kg/ha	Contacto	14
	Bravo 720	0,9-1,35 L/ha	Contacto	0
	Comet	0,5 L/ha	Contacto	3
	Curzate M-8	1,5-2 kg/ha	Contacto	14
	Dithane M-45	180-240 g/ha	Contacto	7
	Mancozeb 80 PM	1,5-2,5 kg/ha	Contacto	7
	Galben	2,5-3 kg/ha	Sistémico y contacto	s/i
	Manzate 200	1,5-2,5 kg/ha	contacto	7
	Melody Med 69 WP	2-2,5 kg/ha	Sistémico y contacto	7
	Metyalaxil cobre	1-1,5 kg/ha	Sistémico y contacto	7
	Metalaxil MZ 58 WP	2 kg/ha	Sistémico y contacto	7
	Moxan MZ WP	1,5-2 kg/ha	Sistémico y contacto	8
	Oxicup WG	2-4 kg/ha	Contacto	14
	Point clorotalonil 50	1,5-2,5 kg/ha	Contacto	0
	Polyram DF	1,5-2,5 kg/ha	Contacto	10
	Pomarsol Forte 80 WG	1-2 kg/ha	Contacto	s/i
	Pugil	1,3-1,9 kg/ha	Contacto	7

Fuente: Manual Fitosanitario 2006-2007.

ANEXO 3.

Calibración de equipos de aplicación de herbicidas y productos autorizados para el control químico en Chile, en los cultivos del proyecto.

La calibración consiste en determinar el volumen de agua que bota un equipo en condiciones normales de trabajo sobre un área conocida (1 ha), para establecer una relación entre dicho volumen y la cantidad de producto recomendado para la misma superficie. De este modo se llega a dosificar el producto por volumen de agua para cada caso particular; por ejemplo, gramos de producto para un estanque de 500 L, o gramos de producto para un tambor de 200 L.

La calibración se hace se ejecuta en tres pasos.

Paso 1. Prueba del equipo para determinar el volumen de aplicación:

La prueba de aplicación debe hacerse en condiciones normales de velocidad y presión. En el caso de las aplicaciones con máquina de espalda, los aplicadores deben mantener un paso lo más regular posible.

1°. Llenar hasta el tope el estanque del equipo.

2°. Se recorre una distancia y se multiplica por el ancho de aplicación.

Ejemplo: 100 m de recorrido x 6 m de ancho de la barra = 600 m² aplicados.

3°. Se mide el gasto en ese recorrido. Esto puede hacerse rellenando el estanque

o recogiendo en bolsas plásticas el pulverizado de las boquillas durante un tiempo igual al que demora en recorrer los 100 m.

Ejemplo: Si en los 600 m² se midió un gasto de 36 L de agua, entonces el gasto de agua por hectárea fue:

$$\frac{36 \text{ L}}{600 \text{ m}^2} \times 10.000 \text{ m}^2 = 600 \text{ L/ha}$$

Paso 2. Se define la dosis de producto por hectárea a aplicar, de acuerdo con la información del fabricante:

Ejemplo: Herbadox 330 EC, 4 L/ha

Paso 3. Se hace la relación de producto por volumen de agua:

Cantidad de producto para una hectárea = 4 L

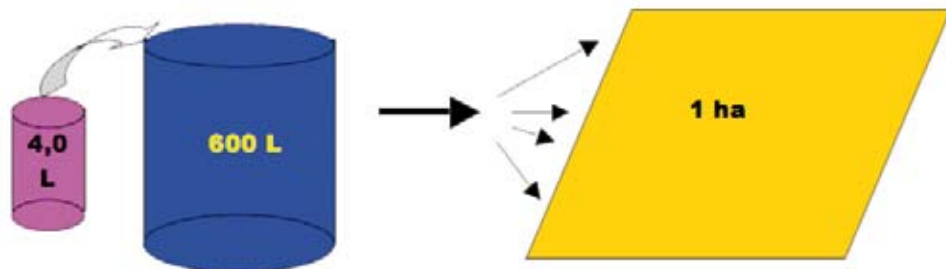
Cantidad de agua para una hectárea = 600 L

Relación producto/agua = 4 / 600 = 0,0067 L de herbicida por cada 1 L de agua. Esto equivale a 0,67 L de herbicida por cada 100 L de agua.

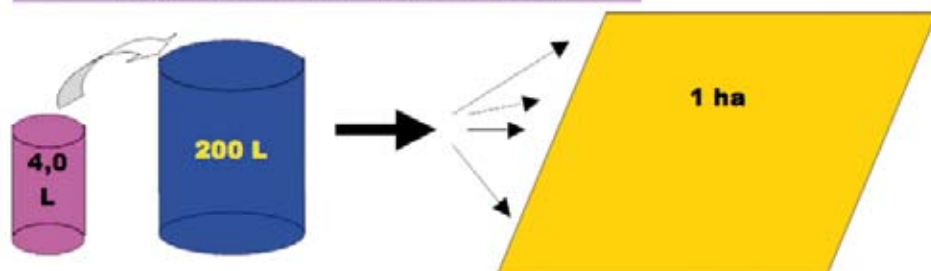
Si la mezcla se prepara en un tambor de 200 L, se requiere: 2 x 0,67 = 1,34 L de herbicida por cada tambor y se deberá preparar 3 tambores para cada ha. Lo importante es que al aplicar los 600 L de agua a 1 ha, se logra aplicar, con una buena distribución, la cantidad requerida del herbicida (en este caso, los 4L).

Si la calibración del equipo indica que se va a aplicar otro volumen de agua por hectárea, por ejemplo, 200 L, lo importante es que se siga aplicando los mismos 4 L de herbicida. La dosificación es correcta en ambos casos, ya que se ha aplicado 4 L de Herbadox por hectárea, en un caso con 600 L de agua y en el otro, con 200 L.

4 L/ha aplicado con 600 L de agua



4 L/ha aplicado con 200 L de agua



Cuadro 3.1. Herbicidas autorizados para el control de malezas en los cultivos del proyecto.

Cultivo	Ingrediente activo	Tipo malezas que controla (1)	Selectividad y modo de acción	Toxicidad (2)	Forma de aplicación herbicida (3)	Observaciones y precauciones
Lechuga	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	Ninguna.
	Kerb 50 W	Anuales G y HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI	Antes del próximo cultivo, arar profundo.
	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRESI	No aplicar en suelos arenosos o con menos de 2% de materia orgánica.
Melón	Command 4 EC	Anuales HA y G	Selectivo, residual	Grupo II	PRES	Recomendado sólo para siembra directa y cultivos al aire libre.
	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	En melón, no usar más de 0,5 L de Assure Plus /ha.
Pimiento	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI, PRET	Con transplante por speedling, aplicarlo incorporado (PRETI).
	Dual Gold 960 EC	Anuales G y algunas HA, Chufa	Selectivo, residual	Grupo II	PRET, PRETI, POSTDIR	De preferencia incorporar con riego (PRET).
	Treflan	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI, POSTDIR	En post-transplante, dirigirlo a la base (POSTDIR).
	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	Ninguna.

Poroto verde	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRESI	No aplicar en suelos arenosos o con menos de 2% de materia orgánica.
	Dual Gold 960 EC	Anuales G y algunas HA, Chufa	Selectivo, residual	Grupo II	PRES, PRESI,	Ninguna.
	Treflan	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRESI, POSTDIR	En post-transplante, dirigirlo a la base (POSTDIR).
	Alanex 48% EC	Anuales G y algunas HA	Selectivo, residual	Grupo II	PRESI	Incorporación superficial (5 cm.)
	Linurex 50 SC	Anuales HA y algunas G	Selectivo, sistémico y residual	Grupo IV	PRE, POSTF	Aplicar inmediatamente después de sembrar.
	Flex	Anuales HA	Selectivo, contacto	Grupo III	POSTF	No sembrar otros cultivos hasta 7 meses después.
	Basagrán	Anuales de HA	Selectivo, contacto	Grupo III	POSTF	Puede existir variedades susceptibles (hacer prueba).
	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	Ninguna.
	Galant Plus R	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo II	POSTF	Ninguna.
	Kerb 50 W	Anuales G y de HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI	Antes del próximo cultivo, arar profundo.
	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas de HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI	Ninguna.
	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	Ninguna.
Radiccio	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas de HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRETI, PRET	Con transplante por speedling, preferir PRETI.

Papa	Sencor 480 SC Bectra 48 SC Lexone 75 DF	Anuales HA y G	Selectivo, sistémico, contacto y residual	Grupo II	POSTF, PRE	Aporcar antes de aplicar como PRE. En variedades de piel blanca, no aplicar como POSTF.
	Herbadox 330 EC	Anuales G y algunas de HA	Selectivo, residual	Grupo IV	PRE, POSTDIR	Aplicar sólo después de la siembra.
	Dual Gold 960 EC	Anuales G y algunas HA, Chufa	Selectivo, residual	Grupo II	PRESI, PRES	Para Chufa, incorporar a mayor profundidad (15 cm).
	Linurex 50 SC	Anuales HA y algunas G	Selectivo, sistémico y residual	Grupo IV	PRE	Aplicar alrededor de 5 días antes que emerja el cultivo.
	Assure Plus	G anuales y G perennes	Selectivo, sistémico	Grupo IV	POSTF	Ninguna.
Para las seis especies	Glifosato Roundup Rango 480 SL	Perennes y anuales de HA y G	No selectivo, sistémico	Grupo IV	NS	Mezclar para ampliar espectro de acción. Priorizar aplicación antes del establecimiento de los cultivos y focalizada. En aplicación post-cultivo, dirigir a las entrehileras y con campana protectora.
	Agil 100 EC	Perennes y anuales G	No selectivo, sistémico	Grupo II	NS	

1. Tipo de malezas: HA = hoja ancha; G = gramíneas.

2. Toxicidad: Grupo I = muy peligroso; Grupo II = moderadamente peligroso; Grupo III = poco peligroso; Grupo IV = normalmente no ofrecen peligro.

3. Formas de aplicación: PRES: pre-siembra, incorporación riego; PRET: pre-trasplante, incorporación riego; PRESI: pre-siembra, incorporación mecánica; PRETI: pre-trasplante, incorporación mecánica; PRE: pre-emergencia, al cultivo o malezas; POSTF: post-emergencia, al follaje; POSTDIR: post-emergencia, dirigido a la base; NS: aplicación no selectiva, sin cultivo presente o localizada con campana protectora.



