

Manuales FIA de Apoyo a la
Formación de Recursos Humanos
para la Innovación Agraria

PARA PROFESIONALES Y TÉCNICOS DEL ÁREA AGROPECUARIA

Técnicas de producción hortícola en el sur de Chile



**Manuales FIA de Apoyo a la Formación de
Recursos Humanos para la Innovación Agraria**

PARA PROFESIONALES Y TÉCNICOS DEL ÁREA AGROPECUARIA

Técnicas de producción hortícola en el sur de Chile



MANUAL

Técnicas de producción hortícola en el sur de Chile

Dirigido a profesionales y técnicos del área agropecuaria

Registro de Propiedad Intelectual N° 188.704

ISBN N° 978-956-328-040-1

Santiago, Chile

Diciembre de 2009

Universidad Católica de Temuco, Escuela de Agronomía

Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

AUTORES:

- **Elizabeth Kehr Mellado.** Ingeniero Agrónomo M.Sc. INIA Carillanca.
- **Rodolfo Pihán Soriano.** Ingeniero Agrónomo. Universidad de la Frontera
- **Gina Leonelli Cantergiani.** Ingeniero Agrónomo M.Sc. Universidad Católica de Temuco
- **Leovijildo Medina Medina.** Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Temuco
- **Jaime Solano Solís.** Ingeniero Agrónomo M.Sc. Universidad Católica de Temuco
- **Ricardo Tighe Neira.** Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Temuco

COLABORADORES:

- **Solange Muñoz Gaete.** Ingeniero Agrónomo.
- **Armin Cuevas Riquelme.** Técnico en Producción Agropecuaria. Universidad Católica de Temuco

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

CORRECCIÓN DE TEXTOS

Óscar Aedo I.

IMPRESIÓN

Salviat Impresores

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Prólogo.....	5
--------------	---

Introducción	7
--------------------	---

CAPÍTULO I. Recursos genéticos

1. Introducción	9
2. Diversidad genética	9
3. Colecciones de recursos genéticos	10
4. Colecta de recursos genéticos	10
5. Caracterización de recursos genéticos	11
6. La conservación de recursos genéticos	11
7. Utilización de los recursos genéticos	15
8. Literatura consultada	18

CAPÍTULO II. Especies y variedades de hortalizas

1. Introducción	19
2. Especies hortícolas y aporte nutricional	19
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>)	20
Berenjena (<i>Solanun melongena</i>)	20
Betarraga (<i>Beta vulgaris</i> L. var. <i>Italica</i> Plenck)	21
Brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.).....	21
Cebolla (<i>Allium cepa</i>).....	22
Espárrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	22
Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>).....	23
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	23
Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.).....	24
Perejil (<i>Petroselinum sativum</i> Hoffm)	24
Pimiento (<i>Capsicum annum</i> L.)	25
Puerro (<i>Allium ampeloprasum</i> L. var. <i>porrum</i> J. Gay).....	25
Rábano (<i>Raphanus sativus</i> L.).....	26
Repollo (<i>Brassica oleracea</i> L.)	26
Tomate (<i>Licopersicon esculentum</i> Mill).....	27
Zanahoria (<i>Daucus carota</i> L. var. <i>sativus</i> (Hoffm) Arcangeli.....	27
Zapallo italiano (<i>Curcubita pepo</i> L.).....	28
3. Importancia para la salud humana	28
4. Clasificación de especies hortícolas	29
5. Identificación de especies y variedades	33
6. Producción a nivel mundial, nacional y regional.	34
7. Superficie de hortalizas en Chile.....	34
8. Especies no tradicionales.....	36
9. Literatura consultada	37

CAPÍTULO III. Cultivos al aire libre

1. Introducción	39
2. Cultivo del ajo	39
3. Cultivo de maíz dulce (choclo).....	55
4. Leguminosas hortícolas.....	60
5. Cultivo de poroto verde.....	61
6. Cultivo de arveja verde.....	65
7. Literatura consultada	67

CAPÍTULO IV.**Manejo agronómico de hortalizas bajo invernadero**

1. Introducción	69
2. Construcción y manejo de invernaderos.....	69
3. Tipos de invernaderos	69
4. Planificación de un invernadero	71
5. Construcción de invernaderos.....	72
6. Consideraciones importantes en un invernadero	74
7. Ejemplo de costo de construcción de un invernadero de madera	78
8. Cultivos bajo invernadero	79
Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	79
Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i> L.)	81
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>cicla</i>)	81
Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).....	83
Pepino (<i>Cucumis sativum</i> L.)	90
9. Literatura consultada	93

CAPÍTULO V.**Producción orgánica**

1. Introducción	95
2. Glosario	95
3. Factores que impulsan el crecimiento de la agricultura orgánica.....	95
4. Certificación	100
5. La certificación en Chile	101
6. Análisis comparativo reglamentos 2029/91 UE y NOP de USA.....	102
7. Sistemas de producción orgánica	104
8. La fertilización en producción orgánica	105
9. Estiércol animal.....	106
10. El compost y su elaboración.....	107
11. El abono verde.....	109
12. Otros fertilizantes orgánicos.....	110
13. Fertilizantes comerciales.....	111
14. Manejo de plagas y enfermedades.....	111
15. Uso de extractos naturales y preparados no tóxicos.....	113
16. Literatura consultada	116

CAPÍTULO VI.**Riego y nutrición de plantas**

1. Introducción	117
2. El riego	117
3. Déficit hídrico y producción	119
4. ¿Cómo regar?.....	120
5. Fertirriego.....	122
6. Técnicas y condiciones para el fertirriego	122
7. Nutrición de cultivos.....	125
8. Función de los nutrientes en las plantas	128
9. Programación del fertirriego	130
10. Deficiencia de nutrientes.....	133
11. Literatura consultada	136

CAPÍTULO VII.**Sanidad de plantas**

1. Introducción	137
2. Enfermedades vegetales	137
3. Desarrollo de una enfermedad vegetal.....	139
4. Enfermedades causadas por hongos	140
5. Enfermedades causadas por bacterias	144
6. Enfermedades causadas por virus.....	146
7. Plagas en hortalizas	148
8. Clasificación toxicológica de productos fitosanitarios	152
9. Uso seguro de productos fitosanitarios	154
10. Resumen de plagas y enfermedades según especie	155
11. Control de malezas en hortalizas.....	159
12. Literatura consultada	161

CAPÍTULO VIII.**Buenas prácticas agrícolas**

1. Introducción	163
2. ¿Qué son las BPA?.....	164
3. Objetivos de las BPA.....	164
4. Manejo y uso de productos fitosanitarios.....	166
5. Sistema de registros	167
6. ¿Porqué implementar BPA?	168
7. Pautas para la implementación de las BPA	168
8. Aplicación de las BPA.....	169
9. Protocolo Eurepgap	170
10. Ítems a cumplir en las BPA.....	170
11. Literatura consultada	174

Prólogo

En el esfuerzo permanente por fortalecer la agricultura del país como una actividad fundamental no sólo desde el punto de vista económico, sino también desde la perspectiva de un desarrollo territorial socialmente justo y ambientalmente sustentable, la innovación ha tomado una importancia creciente en las políticas sectoriales y en la gestión del Ministerio de Agricultura. En concordancia con ello, se han redoblado también los esfuerzos de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), en su objetivo de impulsar la innovación en las distintas actividades de la agricultura del país.

En este sentido, se ha entendido que el fortalecimiento de los procesos de innovación tecnológica requiere fortalecer también las capacidades de todas las personas que intervienen en dicho proceso. Así, la Fundación para la Innovación Agraria, a través de sus iniciativas de formación, ha orientado una parte de sus esfuerzos en financiar la ejecución de diversos cursos, para distintos públicos objetivos, en una amplitud de temas productivos vinculados con el sector.

Específicamente, durante el año 2006, FIA llevó a cabo la ejecución de cursos dirigidos a profesionales, técnicos, profesores de Liceos Técnicos Profesionales de especialidad agropecuaria, y representantes de la Agricultura Familiar Campesina. Como resultado de estos cursos se elaboraron diversos manuales en temas tan diversos como producción ovina, compostaje, elaboración de queso, producción de flores y manejo de agua en frutales.

La Fundación para la Innovación Agraria consciente de la importancia que tiene para los actores del sector agrícola nacional, acceder a información de calidad sobre diversos temas, se propuso editar, publicar y distribuir los manuales elaborados en el marco de los cursos de formación realizados el año 2006.

Específicamente, los manuales que FIA pone a disposición de los actores del sector agrícola son los siguientes:

1. Manuales dirigidos a profesionales y técnicos:

- “Producción ovina: desde el suelo a la gestión”
- “Manual de Técnicas de Producción Hortícola en el sur de Chile”
- “Manual de Producción de Nueces”

2. Manuales dirigidos a productores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina:

- “Manual de Técnicas de Producción Hortícola en el sur de Chile”
- “Manejo de agua en frutales”
- “Utilización de leche de vaca, cabra y oveja en la pequeña empresa”
- “Elaboración de queso chanco en la pequeña empresa”
- “El compostaje y su utilización en agricultura”
- “Producción de flores cortadas, V Región”
- “Producción de flores cortadas, IX Región”

3. Manuales dirigidos a profesores de la enseñanza media técnico profesional de especialidad agropecuaria:

- “Manejo de agua en frutales”
- “Producción ovina”
- DVD complementario al manual de “Producción ovina”
- DVD “Metodología de la enseñanza de técnicas de elaboración de queso chanco”

Finalmente, es importante señalar que estos manuales estarán disponibles para consulta en cada uno de los Centros de Documentos que FIA tiene en el país, y que también será posible acceder a ellos a través del sitio web de la Fundación.

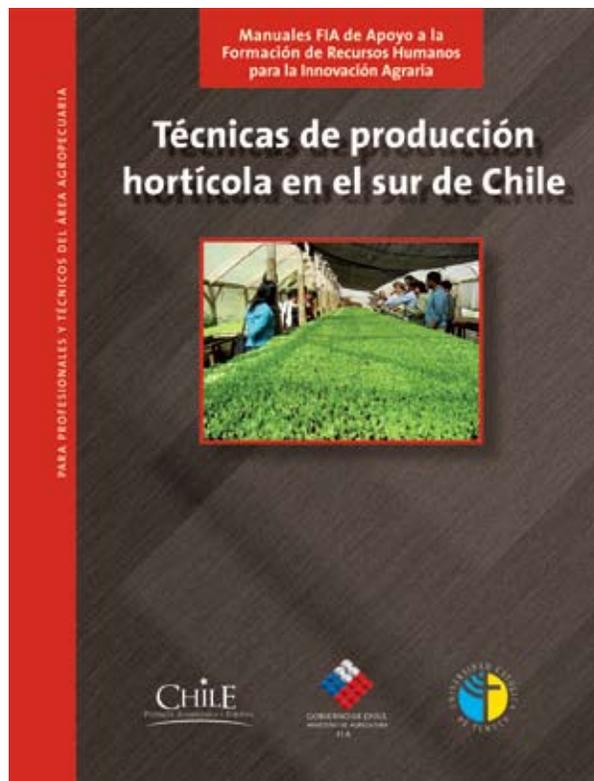
Introducción

Actualmente la horticultura requiere una etapa de crecimiento y cambios cualitativos ante el establecimiento de un nuevo paradigma emergente “las hortalizas han pasado a ser alimentos esenciales para el hombre por su aporte a la nutrición y salud humana”.

En Chile ha ido creciendo la producción de hortalizas, cultivándose un gran número de especies, tanto al aire libre como bajo invernadero, empleando distintos sistemas de cultivo dependiendo de la época del año y de la zona geográfica, para satisfacer la demanda creciente de hortalizas como alimento central en la dieta.

Lo anterior, exige la combinación de factores que implican la mejora continua de aspectos agronómicos en torno a los recursos genéticos, especies y variedades, cultivos al aire libre y bajo invernadero, producción orgánica, riego y nutrición de plantas, sanidad de plantas y buenas prácticas agrícolas.

Considerando los aspectos indicados anteriormente, el objetivo general de este documento de técnicas de producción hortícola en el sur de Chile, dirigido a profesionales y técnicos, es presentar y desarrollar los principales elementos agronómicos, para contribuir al manejo óptimo de los sistemas hortícolas.



CAPÍTULO I. Recursos genéticos

1. Introducción

Los recursos fitogenéticos constituyen la base biológica de la seguridad alimentaria mundial. Estos recursos, a su vez, están formados por la rica diversidad de material genético que contienen las variedades tradicionales y los cultivares modernos, así como las plantas silvestres afines a las cultivadas y otras especies de plantas silvestres utilizadas por el hombre. Éstas constituyen un depósito de adaptabilidad genética que sirve de garantía ante el peligro potencial presentado por los cambios medioambientales y económicos. Por lo anterior, la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos son fundamentales para mejorar la productividad de la agricultura del nuevo siglo, contribuyendo así al desarrollo nacional y mundial y, en gran medida, al alivio de la pobreza y la desnutrición (FAO, 1996).

Por otra parte, los recursos fitogenéticos son importante fuente de diversificación, generando nuevos productos y/o servicios agropecuarios y se definen como aquellos materiales vegetales de uso actual o potencial en beneficio de la humanidad (Cubillos, 1994). La importancia de los recursos fitogenéticos está dada al menos por los siguientes aspectos:

- Contribuyen a conservar la biodiversidad
- Aportan a la sostenibilidad de la agricultura
- Aportan a la reconversión de la agricultura
- Permiten el desarrollo de las biotecnologías
- Mejoran la capacidad de negociación de los países

2. Diversidad genética

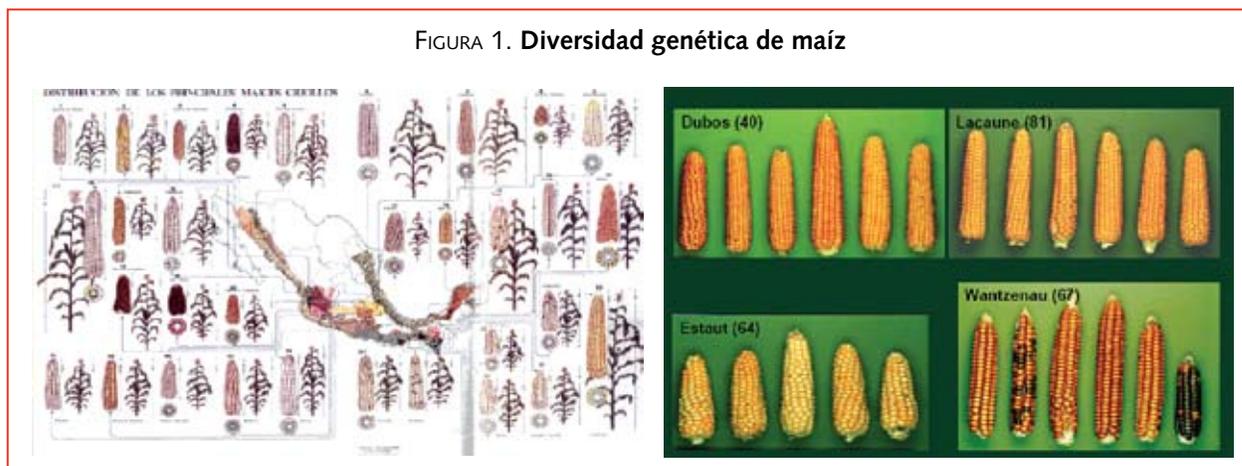
Es la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y otras estructuras de la célula que contienen ADN.

Se considera que la diversidad genética vegetal se erosiona con mucha rapidez a escala mundial, por lo que los recursos genéticos ya se reconocen como de gran importancia para el mejoramiento de los cultivos de importancia alimenticia a nivel global. Los principales factores de la pérdida de diversidad genética están dado por la urbanización, por los proyectos de irrigación, y por la construcción de caminos entre otros.

Los recursos fitogenéticos corresponden a todas aquellas plantas útiles y potencialmente útiles para el ser humano que satisfacen sus necesidades de alimentación, abrigo, salud, etc.

Los recursos fitogenéticos son la base para la creación de nuevos cultivos, variedades, productos farmacéuticos e industriales, etc.

En la Figura 1 se presenta la rica diversidad genética presente en el maíz (*Zea mays*).



3. Colecciones de recursos genéticos

Los recursos fitogenéticos están constituidos por colecciones de:

- variedades cultivadas actualmente y variedades recién obtenidas.
- variedades en desuso.
- variedades, razas locales o primitivas.
- especies silvestres y de malezas, parientes cercanos de variedades cultivadas.
- estirpes genéticas especiales (entre ellas las líneas y mutantes selectos de los fitomejoradores).

Las colecciones conservadas pueden tener distintas estructuras, se ha aplicado preferentemente a colecciones de semilla, en función de su finalidad:

1. Colecciones de base: se conservan a largo plazo (100 años) o mediano plazo (50 años), con escaso manejo para asegurar su permanencia.
2. Colecciones activas: destinadas a intercambio.
3. Colecciones nucleares ("*core collections*"): cantidad mínima de muestra de la colección base que refleja la variabilidad existente en ésta.

Colecciones de trabajo: las de los programa de mejoramiento

En el aprovechamiento de los recursos fitogenéticos al menos se requiere ejecutar las etapas de: colección, caracterización, conservación y utilización.

Los recursos genéticos representan la variabilidad genética existente. En estricto sentido es el bien o medio material que se encuentra en los genes.

Asimismo, el germoplasma representa la variabilidad genética intraespecífica y es cualquier elemento de un ser vivo que tenga la capacidad de reproducción propia y, por tanto, transmitir los genes.

La FAO define los siguientes tipos de recursos genéticos: Especies salvajes y adventicias, cultivares locales y primitivos, variedades obsoletas, variedades modernas y cepas o genotipos especiales (Frankel, 1971).

En el Cuadro 1 se muestran ejemplos de especies que representan a cada una de las categorías en los diferentes tipos de recursos genéticos que se han definido (Campos y Seguel, 2000):

CUADRO 1. Clases y ejemplo de recursos genéticos

Recurso genético	Ejemplo
Especies silvestres	Murtilla Avellano chileno Calafate
Razas o variedades locales	Variedad de manzana del sur de Chile "Cabeza de niño"
Cultivares obsoletos	Variedad de trigo "castaño colorado"
Cultivares modernos	Variedad de trigo "Tukan- INIA"
Genotipos especiales	Planta nulisómica de trigo

4. Colecta de recursos genéticos

La colecta de los recursos genéticos exige la implementación de una ficha de colecta en la cual se indica con precisión el sitio de colecta, conjuntamente con un pasaporte de cada una de las entradas que conformarán la colección final.

Especial cuidado en el proceso de colecta es distinguir el material de propagación de la especie de interés. En este sentido hay que diferenciar material de semilla ortodoxa y recalcitrante.

Especies ortodoxas

Las especies ortodoxas son aquellas que toleran el proceso de secado de la semilla y el reducir su porcentaje de humedad. Constituyen este grupo semillas de cereales, leguminosas, oleaginosas. Pueden ser conservadas sin problemas a bajas temperaturas y baja humedad relativa en bancos de germoplasma.

Ejemplos de este tipo de especies son las semillas de:

- cereales y leguminosas
- trigo
- cebada
- garbanzo
- arroz
- haba

Especies recalcitrantes

Las especies recalcitrantes son aquellas con problemas de conservación, como por ejemplo plantas tropicales perennes cuyas semillas pierden su viabilidad en un corto período de tiempo al ser conservadas por métodos convencionales debido a sus elevados contenidos de humedad y especies de propagación agámica como el ajo.

En general las semillas recalcitrantes son aquellas que no pueden desecarse sin pérdida de viabilidad. No pueden ser mantenidas a bajas temperaturas sin sufrir daños graves.

Ejemplos de semillas recalcitrantes son las siguientes:

- caña de azúcar
- cocotero
- té
- castaño
- caucho

Estas no pueden conservarse vía semilla. Se conservan vía colecciones de plantas vivas. Ejemplo vía cultivo de tejidos *in vitro*.

5. Caracterización de recursos genéticos

La caracterización del germoplasma puede realizarse utilizando una gran variedad de métodos (Cubero, 2003), tales como: Marcadores morfológicos y caracteres agronómicos; marcadores citológicos (cariotipos); marcadores bioquímicos (análisis de isoenzimas, electroforesis de proteínas, metabolitos secundarios) y marcadores moleculares (RFLPs, AFLPs, RAPDs, microsatélites y otros). La tendencia actual es utilizar marcadores moleculares, entendiéndose por tal a todo aquel sistema que permite detectar variabilidad directamente a nivel del ADN.

La información referente a la diversidad genética disponible dentro del germoplasma permite definir estructuras poblacionales y la biología de las poblaciones colectadas, determinando así cómo encauzar la información genética disponible en el germoplasma hacia los materiales de interés agronómico.

6. La conservación de recursos genéticos

El objetivo es conservar la variación genética entre y dentro de poblaciones de especies particulares, de tal manera de no perder e identificar la diversidad genética, la integridad genética manteniendo la viabilidad de las semillas. La conservación de recursos fitogenéticos puede ser *ex situ* o *in situ*.

Conservación *ex situ*

Es la conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de su hábitat natural.

La conservación *ex situ* significa la conservación de ecosistemas y de hábitats naturales, y el mantenimiento y la recuperación de poblaciones viables de especies en su ámbito natural y, en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en el ámbito donde éstas han desarrollado sus características definitivas.

La conservación *ex situ* puede ser de las siguientes formas: bancos de semilla, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos.

Bancos de semilla

Largo plazo: banco base

- Temperatura cámara : -10 a -20 °C.
- Semilla: humedad : 3 – 7 %.
- % germinación superior : 85 %.
- Almacenaje : 70 – 80 años.

Corto plazo: banco activo

- Temperatura cámara : 0 a 15 °C.
- Semilla: humedad : 3 – 7 %.
- % germinación superior : 65 %.
- Almacenaje : 10 – 20 años.

Los bancos de semilla presentan un medio ambiente controlado, donde las semillas pueden desecarse hasta alcanzar un bajo contenido de humedad y almacenarse a temperaturas bajas sin perder su viabilidad.

Otra forma de conservación es *in vitro*, donde se conservan partes de vegetales, tejidos o células en un medio nutritivo y que pueden utilizarse para conservar especies que no producen fácilmente semillas.

Chile posee cuatro bancos de semillas. Un banco base (conserva a largo plazo, 50-100 años) y 3 bancos activos (conserva a mediano plazo, 10 años). En el banco base las semillas son almacenadas en cámaras de frío a -18 °C y 15% de humedad relativa.

En el Cuadro 2 se presenta la disponibilidad y capacidad de los Bancos de germoplasma existentes en Chile.

CUADRO 2. Almacenamiento de semillas en Chile

Tipo de Instalación	Temperatura (°C)	Control de HR	Tipo de envase	Capacidad
Banco Base (1992)	-12	30 %	frasco de polivinilo	50.000
Banco Activo La Platina (1992)	-2	40 %	frasco de polivinilo	30.000
Banco Activo Quilimapu (1993)	-2	40 %	frasco de polivinilo	30.000
Banco Activo Carillanca (1993)	-2	40 %	frasco de polivinilo	30.000

Fuente: Cubillos (1995)

FIGURA 2. Banco Base del INIA (Vicuña, Chile).
a) y b) Bunker Banco Base; c) y d) muestras conservadas



En la Figura 2 se presentan imágenes correspondientes al Banco Base de Chile, dependiente del Ministerio de Agricultura a través del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Vicuña, IV Región.

Conservación *in situ*

La conservación *in situ* comprende el ambiente, considera el cambio climático, permite que continúe la evolución de las plantas y considera la selección por generaciones de agricultores.

Tipos de conservación *in situ*:

- la conservación en granjas o fincas (*on farm conservation*) dirigida al mantenimiento de variedades locales o criollas en los sistemas agrícolas tradicionales.
- la conservación en quintas (*home garden*) se refiere a áreas menores, involucra la conservación de ornamentales, frutales, medicinales, etc.

- Conservación de especies silvestres en sitios representativos de la diversidad genética: bosques, praderas, medicinales, etc.

En el Cuadro 3 se presenta el número y superficie de áreas silvestres protegidas del Estado en Chile.

CUADRO 3. Número y superficie de áreas silvestres protegidas del Estado.

Unidad	Número	Superficie (ha)
Parques Nacionales	32	8.495.261
Reservas Nacionales	43	5.496.751
Monumentos Naturales	12	14.661
Total	87	13.979.673

A continuación se presentan dos ejemplos de conservación *in situ* en Chile: Parque Nacional Fray Jorge (Figura 3) y Parque Nacional Juan Fernández (Figura 4).

FIGURA 3. Parque Nacional (1941): Bosque Fray Jorge
a) bosque; b) y c) camanchaca.



Algunas de las principales características del Parque Nacional Fray Jorge:

- Se encuentra en la Región de Coquimbo, sobre el cordón de cerros de la cordillera de la costa denominados Altos de Talinay.
- Corresponde a un bosque boreal mixto, formado por especies siempre verdes y laurifolias propias del bosque valdiviano, que crece dentro de un clima semiárido (100 mm año) donde crecen especies xerofíticas.
- Las especies son consideradas reliquias preglaciales.
- En 1977, UNESCO las declaró reserva de la biosfera.

Especies que se encuentran en este parque:

- Petrillo, *Myrceugenia correifolia*
- Olivillo, *Aextoxicon punctatum*
- Canelo, *Drimys winteri*

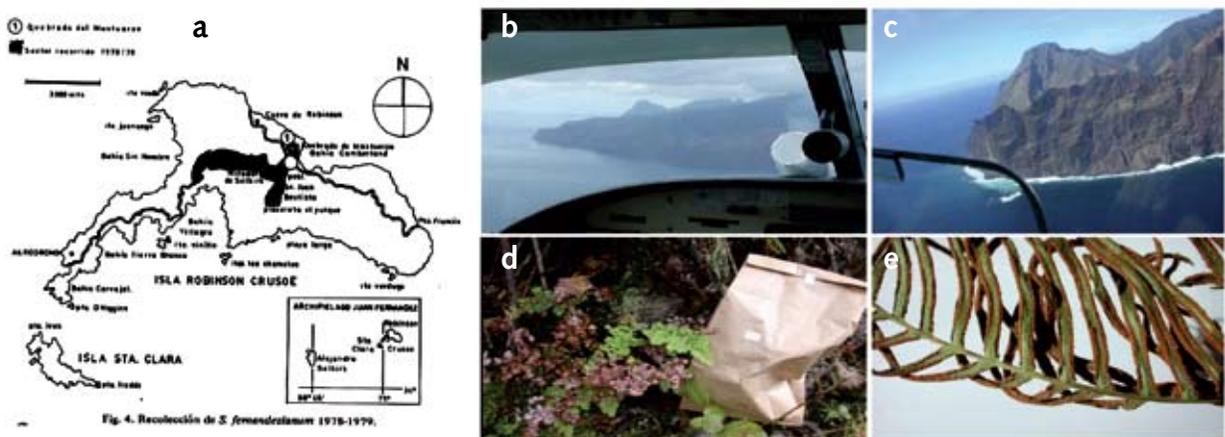
En la figura 4 se presenta el mapa del Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández y fotografías que dan cuenta de la topografía del paisaje y de los helechos endémicos.

En la figura 5 se presenta diferentes variedades nativas de papa que son conservadas *in situ* por los agricultores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina de diferentes comunas de la provincia de Chiloé.

FIGURA 5. Variedades nativas de papa



FIGURA 4. Parque Nacional Archipiélago de Juan Fernández
a) mapa del archipiélago; b) y c) vista aérea de Robinson Crusoe; d) y e) helechos endémicos.



En la figura 6 se presenta la conservación *in situ*, que del Ají Cacho de Cabra realizan un importante número de campesinos de las Comunas de Purén y Lumaco.

En la Figura 7 se presentan diversas especies de helechos que crecen en diferentes regiones de Chile.

En la Región de la Araucanía, principalmente a nivel

de la huerta casera, existen recursos genéticos de especies hortícolas adaptadas a la zona que por años han sido cultivadas, conservadas y seleccionadas por los agricultores, las cuales pueden tener un potencial interesante para el desarrollo de variedades con características específicas.

Entre las especies que los productores seleccionan en su propia huerta se encuentran: acelga, rabanito, lechuga, cilantro, perejil, tomillo, puerro, ají Cacho de Cabra, comino, cebolla, poroto verde, entre otros.

FIGURA 6. Ecotipos locales de Ají Cacho de Cabra



¿Qué potencial tiene esto?

Esta forma de conservación del material genético podría tener insospechados usos potenciales en la agricultura y la alimentación, por lo que es importante fomentar su preservación y conservación *in situ*.

En la actualidad se observan algunas demandas nacional e internacional, para este tipo de productos en el mercado gourmet de países desarrollados como Estados Unidos y Francia, en lo que se ha denominado "productos gourmet", "productos culturales", "productos nativos", "productos étnicos", etc.

FIGURA 7. Helechos de Chile



7. Utilización de los recursos genéticos

La gran inversión que requieren los trabajos de colección, conservación, caracterización y evaluación de los recursos genéticos se recupera ampliamente con el lanzamiento de nuevas variedades, por lo cual es necesario diseñar adecuadas estrategias para su aprovechamiento.

La utilización de los recursos genéticos puede ser en una de las siguientes formas:

Directo. Incorporándolo a la agricultura y alimentación como lo hacen muchas comunidades de los países en desarrollo que mediante su cultivo en huertos *in situ* están haciendo un verdadero aporte directo a la conservación.

En mejoramiento vegetal. Para este fin se requiere de la caracterización de los recursos genéticos y hoy día mediante la aplicación de las modernas biotecnologías se están identificando los caracteres agronómicos que permitirán seguir avanzando en la creación de variedades mejoradas para superar los problemas bióticos y abióticos de hoy, de esta forma los recursos genéticos se transforman en una importante fuente de genes para el mejoramiento.

En este contexto las nuevas variedades son creadas por el fitomejoramiento genético aplicando las leyes de la genética y la selección dirigida, siendo la base de estos procesos los recursos genéticos.

Estos recursos son las diferentes plantas que pueden ser utilizadas como padres en el mejoramiento del cultivo. En estricto sentido, son los bienes o medios materiales (recursos) que se encuentran en los genes. O, de otro modo, la variabilidad genética almacenada en los cromosomas y otras estructuras de las células que contienen ácido desoxirribonucleico.

Un ejemplo de un recurso genético de Chile, las papas de Chiloé

Varietades antiguas de papas en Chile

Siendo Chile un subcentro de la papa cultivada, coexisten en el país material genético nativo e introducido. Lo anterior da cuenta de un rico patrimonio que el país debe caracterizar y conservar para finalmente utilizar. Actualmente, el número de variedades chilenas antiguas que se encuentran comercialmente en manos de agricultores son pocos ecotipos, los cuales están siendo conservados *in situ* por diferentes Comunidades y Organizaciones No Gubernamentales. Por otra parte, desde 1962, con la introducción de la

variedad Desiree, más de 50 variedades han llegado al país, principalmente desde Europa.

La papa es conocida en América desde hace 10.500 años, siendo su domesticación y cultivo eventos mucho más recientes (Huamán *et al.* 1977; Hijmans y Spooner, 2001). En este continente surgieron dos pueblos cuya alimentación básica fue la papa. Los Colla, que habitan el Altiplano junto al lago Titicaca; y los Araucanos, que vivían al sur del río Biobío (Montaldo, 1984). El autor señala que la papa tuvo dos centros de origen; el de Chiloé para *Solanum tuberosum* y Ecuador, Perú y Bolivia, para la papa cultivada andina *Solanum andigena*. Las papas cultivadas están constituidas por un gran número de especies o híbridos naturales que pertenecen a la familia Solanaceae, la cual comprende aproximadamente 150 especies tuberíferas. La más común de las papas *Solanum tuberosum* es un tetraploide a la que se le considera compuesta por las subespecies (ssp) *tuberosum* y *andigena*, que son completamente fértiles entre sí. La supervivencia de esta especie en condiciones silvestres sólo se realiza en casos excepcionales y ambas subespecies han resultado y sobrevivido probablemente por la selección hecha por el hombre.

La perpetuación de muchas características genéticas diversas en papa es atribuible a la propagación asexual por medio de tubérculos. Tal variabilidad existente dentro de los diferentes grupos de papa se cree que ha sido originada por las siguientes causas:

- a) hibridación entre los diversos tipos;
- b) duplicación de cromosomas; mutación genética; mutación somática y perpetuación en la forma de quimeras.

En Chile, y en especial la zona sur del país presenta una gran diversidad genética de papa antigua cultivada, la cual ha influido en el mejoramiento de la especie en todo el mundo. Especies y series de papa silvestre de Chile incluyen la serie Juglandifolia, serie Cuneolata, serie Etuberosa y la serie Tuberosa (Contreras, 2004).

Las especies silvestres y las formas primitivas cultivadas pueden contribuir con genes de resistencia a las enfermedades de la papa comercial; también pueden ser usadas por su amplio rango de adaptación, otorgando resistencia a sequía, heladas y ambientes extremos.

Por otra parte, las papas nativas de Chiloé se caracterizan por presentar una rica variabilidad de colores, tanto de la pulpa como de la piel, que abre muchas posibilidades para la elaboración de novedosos pro-

ductos. El color de estos será rojo, azul o púrpura, debido a las antocianinas, o amarillo/naranja por acciones de los carotenoides, su producción podría aportar beneficios a la salud, teniendo en cuenta la actividad de los antioxidantes, de los antocianos y carotenoides.

Igualmente, diversos autores señalan que el betacaroteno en las papas y zanahoria puede bloquear la formación de tumores. En la actualidad existen en la literatura cientos de estudios clínicos que demuestran el valor preventivo de muchos nutrientes contra el cáncer, especialmente de los antioxidantes.

Uso en alimentación de la papa en Chiloé

Con respecto al uso de las papas nativas de Chiloé en diferentes dietas alimenticias, diversas son las formas de preparado y consumo. La forma más extendida es el consumo de papas frescas hervidas en agua con sal y que se conoce como “papas mayo” y que en las zonas reemplaza al pan. La llamada “cielito” es una de las sabrosas.

El “Milcao” es otra forma de preparar papas, que se puede cocinar frito, hervido, al rescoldo o al horno. También hay un milcao que se prepara con chuño o lío y que se cuece en agua hirviendo, al que en Chiloé se le llama “Guaeme”. Otra forma es el denominado pan “Chuañe”, que se prepara con masa de papa cruda, rallada y exprimida con el paño, para luego mezclar con harina de trigo.

La “Chochoca” es otro pan preparado con papa cocida en agua y sal, a la cual se le agrega harina y un poco de manteca para amalgamar.

El “Chapalele” es otro pan a base de papa y habitualmente se cuece en conjunto con el curanto, se prepara a partir de papa cocida molida que se mezcla con harina de trigo y sazónada.

Otras formas de preparación de papa que se pueden señalar son “papas buña”, “papitas al humo” y “El lío”, entre otros.

El valor alimenticio de la papa y su aporte nutricional

La papa es un tubérculo cuyo valor nutritivo ha sido subestimado. La mayoría de la gente la considera como un alimento nutritivamente pobre. Esto es completamente falso. La papa aporta más nutrientes que energía al organismo. La papa es fuente de una serie de elementos nutritivos dentro de los cuales destacan:

- Vitaminas, proveyendo cerca del 40% de la dosis diaria recomendada para la vitamina C. También contiene vitaminas del complejo B (Cuadro 4).
- Es rica en algunos minerales, como el potasio.
- Fuente de fenoles, compuestos que pueden tener un papel importante en la salud.
- Virtualmente libre de grasa.
- Casi libre de azúcares solubles.
- De baja densidad energética, la papa ‘llena’ con muy pocas calorías. Una toma diaria de 150 -300 gr de papa proporciona solo 4 - 8% de las calorías requeridas por un adulto.
- Es un alimento de rápida digestión.
- Una fuente de proteína de alta calidad, así sea deficiente en metionina, aminoácido esencial.

Por otro lado, la papa puede también contener glicoalcaloides en su interior (frecuentemente encontrados en tubérculos verdes), aunque el riesgo de intoxicación es mínimo. Existe en la actualidad un interés por el mejoramiento de la papa en casi todos los aspectos de su producción. Estos cambios pueden ser llevados a cabo a través del cruzamiento tradicional, ingeniería genética y/o prácticas culturales durante su cultivo y en la postcosecha. Su calidad nutricional puede mejorarse si se incrementan los niveles de aminoácidos esenciales, beta-caroteno (precursor de la vitamina A) y de otros antioxidantes. Los glicoalcaloides pueden ser removidos o limitados. Las variedades de papa pueden desarrollarse con un determinado color con el fin de que absorban la menor cantidad de grasa durante el proceso de fritura o para que se haga un mejor uso de los productos de desecho. La papa tiene también un gran potencial en la producción de vacunas y fármacos.

Los nutrientes de la papa son controlados en su gran mayoría por los genes. Sin embargo, la edad y la madurez de los tubérculos, el clima, el suelo y las prácticas culturales realizadas durante su cultivo, almacenamiento y procesamiento, son factores que también tienen un efecto sobre los nutrientes. La materia seca en la papa representa casi el 24% de su peso; el resto es agua.

Carbohidratos: La mayor parte de la materia seca del tubérculo se encuentra en forma de almidón, azúcares y polisacáridos no almidones. El 75% de la materia seca de la papa está compuesta por almidón; cuando la papa se consume caliente, el almidón es rápidamente digerido por el organismo; si se consume fría, la digestibilidad del almidón se reduce.

Con respecto a los compuestos nitrogenados, éstos constituyen el segundo componente de la papa, con 3 a 15% de la materia seca (estos se incrementan con la madurez del tubérculo). Cerca de la mitad del total del nitrógeno en la papa se deriva de las proteínas. La calidad de las proteínas es alta (aunque es deficiente en metionina, un aminoácido esencial) y su cantidad es comparable con la del arroz y trigo. El valor de la proteína no se afecta significativamente al cocinar la papa.

Lípidos: El porcentaje de lípidos o grasa cruda en la papa "en fresco" es muy bajo.

CUADRO 4. Contenido de vitamina en tubérculos de papa

Vitamina	Substancia	Contenido $\mu\text{g}/100\text{g}$
Soluble		
C	Ac. Ascorbico + Ac. Dehidroascorbico	1000-54000
B1	Tiamina	24-180
B2	Riboflavina	7-200
B6	Piridoxina	900*
PP	Niacina	360-3300
Acido pantoténico		190-320
Acido fólico		5-33
H	Biotina	0.6
Insoluble		
Provitamina A		11-56

* En materia seca

Fuente: Lisinska y Leszczynski (1989).

Finalmente, estudios etnobotánicos realizados por Cárdenas (2003) y Cárdenas y Villagrán (2005), permiten listar algunas de las siguientes variedades nativas presentes entre los agricultores y campesinos del Archipiélago de Chiloé. Las variedades autóctonas de Chile se pueden agrupar en papas de color de piel blanco, rosada, morada y variegada. Son variedades de piel blanca: tonta, Quila, Siete Flores, Ojitos Lindos, Sureña, Costa, Mantequilla Blanca, Estrella, etc. Son variedades de piel rosada: Noventa días, Corahíla, Mantequilla colorada, Murta, Frutilla, Chulla, Guapa, Oro, Alerce, etc. Son variedades de piel morada: Cielo, Azul, Corazón, Chamizuda, Huilcaña, Viscocha, etc. Son variedades variegadas: Camota, Cabritas, Clavelas, Cauchao, Pachacoña, Ñocha, Clavela Azul, entre otras.

8. Literatura consultada

- Campos, H. y I. Seguel. 2000. Biotecnología y Recursos genéticos vegetales. *Agro Sur* 28(1):13-24.
- Cárdenas, R. 2003. La papa, patrimonio de la humanidad. *Revista de la papa*. Año 5, N° 15:14-15.
- Cárdenas, R. y C. Villagran. 2005. Chiloé botánica de la cotidianidad. Gráfica Lascar. Archivos Bibliográficos y Documentales Chiloé. Consejo Nacional del Libro y la Cultura. Chile. 365p.
- Contreras, A. 2004. Recurso genético: Papa, antecedentes históricos. *Tierra Adentro* (57):16-19.
- Cubero, J.I. 2003. Introducción a la mejora Genética Vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda edición. 567 pp.
- Cubillos, A. 1994. Recursos Fitogenéticos de la diversidad chilena: Una proposición de priorización para su preservación. *Simiente* 64:229-235.
- Cubillos, A. 1995. Chile: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos filogenéticos. Santiago. Chile. 107 pp.
- Frankel, O.H. 1971. The significance utilization and conservation of crop genetic resources. FAO. Rome. Italy. 29 pp.
- Hijmans, R. J. y D. Spooner. 2001. Geographic distribution of wild potato species. *American Journal of Botany*. Vol. 88, no. 11, p. 2101-2112.
- Huamán, Z.; J. Williams; W. Salhuana y N. Vincent. 1977. Descriptors for the cultivated potato and for the maintenance and distribution of germoplasm collections. Consultative Group on Internacional Agricultural Research. Rome. International Board for Plant genetic Resources (I.B.P.G.R.), 47 pp.
- Lisinska, G. y W. Leszcynski. 1989. *Potato Science and Technology*. Elsevier Applied Science. Elsevier Science publishers Ltd. 391 pp.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y mejoramiento de la papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José. Costa Rica. 676 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1996). Conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: Plan de acción mundial e informe sobre el estado de los recursos fitogenéticos en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia. 10 pp.

CAPÍTULO II. **Especies y variedades de hortalizas**

1. Introducción

La producción de hortalizas en Chile representa una de las actividades más tradicionales, ya sea del punto de vista económico como social. Su importancia histórica radica en razones de índole nutricional, de salud, entre otras.

Las hortalizas son vegetales que sirven para la alimentación del hombre y que, generalmente, se consumen en estado fresco. Los productos hortícolas son componentes claves en la dieta balanceada, porque proporcionan cantidades significativas de minerales y vitaminas con un aporte mínimo de calorías, razón por la cual en los últimos años se ha puesto hincapié en la importancia que poseen éstas en la nutrición humana.

2. Especies hortícolas y aporte nutricional

Cuando se habla de especies nos referimos al grupo de plantas que tiene características propias que la diferencian de otros grupos de plantas, éstas a su vez transmiten a sus descendientes sus mismas características. Las variedades son aquellas plantas que, perteneciendo a una misma especie, poseen características diferentes entre sí, ya sea en su forma, color, tamaño o desarrollo, resistencia a enfermedades entre otros (Leonelli, 1997).

En la alimentación humana se distinguen diferentes grupos básicos de alimentos; las hortalizas junto a las frutas conforman uno de ellos, suministrando ele-

mentos que no están presentes o son deficientes en otros (Krarup y Moreira, 2003).

La tendencia mundial en alimentación, además del valor nutritivo de las hortalizas, está orientado al estudio de otros beneficios en el organismo humano (Escaff *et al.*, 2006); como lo son los fitoquímicos que actúan como antioxidantes, evitando que radicales libres causen estrés oxidativo, daño o envejecimiento de las células vegetales, éstos tienen una acción similar en los seres humanos, especialmente cuando las defensas del organismo disminuyen debido al envejecimiento (Krarup, 2006).

Desde el punto de vista nutritivo, las hortalizas (y frutas) no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajo de carbohidratos (exceptuando batata, papa, yuca y otros órganos subterráneos), de proteínas (salvo las leguminosas y algunas crucíferas) y de lípidos (excepto palta), pero son, en general, una buena fuente de minerales y vitaminas. Éstas son particularmente ricas en fotoquímicos, como los terpenos (carotenoides en frutos de color amarillo, naranja y rojo y limonoides en cítricos), fenoles (los colores azul, rojo y violeta de las cerezas, uvas, berenjenas), lignanos (brócoli), y tioles (compuestos que poseen azufre, presentes en ajo, cebolla, puerro y otros alliums y en repollos y coles en general) (FAO, 2003).

A continuación se presentan algunas hortalizas con sus propiedades y su composición nutricional.



Acelga (*Beta vulgaris var cicla*)

- Tiene un efecto suavemente diurético y al mismo tiempo alivia la irritación de las vías urinarias.
- Verdura calmante ante problemas digestivos e intestinales.
- Contiene ácido oxálico por lo que se debe consumir con moderación en caso de cálculos renales o litiasis renal.
- Aporta hierro por lo que hemos de tenerla presente en casos de anemia.
- Su riqueza en fibra la hace ideal contra el estreñimiento.

- Su efecto alcalinizante es muy importante para ayudar a remineralizarnos y a mejorar problemas de piel como el acné.

Fuente: Macua *et al.*, 2007; Pamplona, 2007; infoagro.com.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	16	27,78	Kcal.
Agua	92	89	%
Proteína	1,8	2,78	gramos
Grasa	0,2	Trazas	gramos
Azúcar (total)	1,3		gramos
Otros CHO	0,2	5,56	gramos
Vitamina A	3300	5.097,22	UI
Tiamina	0,04	0,12	mg
Riboflavina	0,09	0,29	mg
Niacina	0,4	0,49	mg
Vitamina C	30	25	mg
Ca	51	113,89	mg
Fe	1,8	2,0	mg
Mg	75		mg
P	46	40,97	mg
K	240	909	mg
Na	250	240,97	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Berenjena (*Solanum melongena*)

- Gran sensación de saciedad por su consistencia pulposa.
- Aporta muy pocas calorías.
- Propiedades diuréticas y laxantes, así como estimulantes del hígado y el páncreas.
- Útil en dietas para bajar de peso.
- Recomendada en caso de: estreñimiento, Litiasis renal (cálculos), edemas, hipertensión arterial y afecciones cardíacas relacionadas. Digestión pesada y disquinesia biliar.

Fuente: Barone, 2001. Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Unidad
Energía	28	Kcal.
Agua	92,7	%
Proteína	1,1	gramos
Grasa	0,1	gramos
Azúcar (total)	3,3	gramos
Otros CHO	0,7	gramos
Vitamina A	70	UI
Tiamina	0,12	mg
Riboflavina	0,48	mg
Niacina	0,6	mg
Vitamina C	2,2	mg
Ca	7	mg
Fe	0,4	mg
Mg	16	mg
P	25	mg
K	210	mg
Na	3	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Betarraga (*Beta vulgaris* L. var. *crassa* (Alef.) J. Helm)



- Regula y vigoriza la función de las glándulas superiores, la tiroides, la apófisis.
- Calmante.
- Despierta un hígado inactivo.
- Estimula el corazón, combate desarreglos de la sangre.
- Beneficiosa en enfermedades inflamatorias, la fiebre y la tos.

Fuente: Pamplona, 2007; Infoagro.com.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	37	30	Kcal.
Agua	87,7	91	%
Proteína	1,9	1,0	gramos
Grasa	0,2	Trazas	gramos
Azúcar (total)	5,9	---	gramos
Otros CHO	0,4	7,0	gramos
Vitamina A	---	10,0	UI
Tiamina	0,01	0,03	mg
Riboflavina	0,04	0,01	mg
Niacina	0,2	0,30	mg
Vitamina C	6,4	6,0	mg
Ca	45	11	mg
Fe	1,1	0,60	mg
Mg	19	---	mg
P	45	31	mg
K	198	312	mg
Na	70	49	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por Krarup y Moreira, 2003

Brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck)



- Buen constructor de huesos y dientes.
- Calmante.
- Alivia inflamaciones del tubo digestivo.
- Diurético.
- Recomendable para los anémicos, la xeroftalmia, el escorbuto.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	26,49	27,78	Kcal.
Agua	91	90	%
Proteína	2,65	2,78	gramos
Grasa	0,66	0,56	gramos
Azúcar (total)	1,6	--	gramos
Otros CHO	5,30	5,56	gramos
Vitamina A	1543,05	1411,11	UI
Tiamina	0,07	0,08	mg
Riboflavina	0,12	0,21	mg
Niacina	0,66	0,78	mg
Vitamina C	93,38	62,78	mg
Ca	47,68	113,89	mg
Fe	0,86	1,17	mg
Mg	39	--	mg
P	66,23	47,68	mg
K	325,17	162,78	mg
Na	27,15	11,11	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por Krarup y Moreira, 2003

Cebolla (*Allium cepa*)

- Favorece la eliminación de líquidos corporales, siendo muy adecuada en casos de reumatismo, gota, hidropesía, edemas y vejiga.
- Bactericida.
- Loción capilar.
- Osteoporosis.
- Anticancerígeno.
- Favorece la digestión, al estimular el hígado, la vesícula y el páncreas.
- Alivia las picaduras de insectos.

Fuente: Barone, 2001; Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	38	28,57	Kcal.
Agua	83,3	92	%
Proteína	0,8	0,95	gramos
Grasa	0,2	Trazas	gramos
Azúcar (total)	6,3	--	gramos
Otros CHO	0,2	6,19	gramos
Vitamina A	0	0	UI
Tiamina	0,06	0,04	mg
Riboflavina	0,02	0,01	mg
Niacina	0,3	0,0	mg
Vitamina C	9	5,71	mg
Ca	35	27,14	mg
Fe	0,1	22,86	mg
Mg	16	--	mg
P	29	27,14	mg
K	236	151,9	mg
Na	12	8,10	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Espárrago (*Asparagus officinalis*)

- Bajo en calorías y provee una cantidad considerable de dos antioxidantes: vitamina A y C.
- Diurético.
- Aperitivas.
- Efecto laxante.
- Efecto antitumígeno.
- Realmente es una fuente de folate y también tienen mucha fibra.

Fuente: Pamplona, 2007. Consumer Eroski.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Valor energético	25	25	Kcal.
Agua	93	92	%
Carbohidratos	0,2	5	gramos
Proteínas	1,9	3,30	gramos
Lípidos	0,2	Trazas	
Calcio	16	23,30	mg
Fósforo	52	61,40	mg
Fierro	1,1	0,70	mg
Potasio	--	310	mg
Sodio	--	3,30	mg
Vitamina A	50	833	UI
Tiamina	0,11	0,10	mg
Riboflavina	0,08	0,11	mg
Niacina	1,1	1,0	mg
Acido ascórbico	28	26,60	mg

Fuente: Krarup, 1970. Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por Krarup y Moreira, 2003.

Espinaca (*Spinacia oleracea*)

- Vigoriza las defensas orgánicas, purifica la sangre.
- Remineralizante.
- Baja la presión arterial.
- Buena para los nervios.
- Ayudan a hacer la digestión y alivia el estreñimiento gracias a la fibra.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	18,18	22,22	Kcal.
Agua	92	91	%
Proteína	3,64	2,78	gramos
Grasa	Trazas	Trazas	gramos
Azúcar (total)			gramos
Otros CHO	3,64	3,89	gramos
Vitamina A	6709,09	8188,89	UI
Tiamina	0,07	0,09	mg
Riboflavina	0,18	0,23	mg
Niacina	0,73	0,50	mg
Vitamina C	27,27	10	mg
Ca	98,98	136,11	mg
Fe	2,73	3,56	mg
Mg	103	---	mg
P	49,09	56,11	mg
K	558,18	466,11	mg
Na	78,18	70	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por Krarup y Moreira, 2003

Lechuga (*Lactuca sativa*)

- Contra la tos y catarros.
- Refrescante.
- Hipnótico laxante.
- Es útil para la dispepsia, desarreglos sexuales, como impotencia, esterilidad, enfermedades de la matriz.
- Emoliente.
- Fortalecedor del estómago.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Great Lakes	Milanesa	Costina	Unidad
Energía	13	15	---	Kcal.
Agua	96	96	94	%
Carbohidratos	2,04	1,20	2,10	gramos
Proteínas	0,93	1,20	1,60	gramos
Lípidos	0,16	0,20	0,20	gramos
Calcio	18,92	40	68	mg
Fósforo	20,04	31,00	45,00	mg
Hierro	0,50	1,10	1,10	mg
Potasio	158,07	270,00	400,17	mg
Sodio	9,09	10,00	9,00	mg
Vitamina A	330,24	1200	2600	UI
Tiamina	0,05	0,07	0,10	mg
Riboflavina	0,03	0,07	0,10	mg
Niacina	0,19	0,20	--	mg
Acido ascórbico	3,90	9,0	24,0	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988. Citado por Krarup y Moreira, 2003

Pepino (*Cucumis sativus* L)



- Limpia los intestinos al regular la flora intestinal.
- Reduce las arrugas.
- Cuidado extremo de la piel.
- Relaja los ojos cansados.
- Rebaja peso.
- Reparador de la mucosa intestinal.

Fuente: Barone, 2001; Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Unidad
Energía	17,85	Kcal.
Agua	96	%
Proteína	T	gramos
Grasa	Trazas	gramos
Azúcar (total)	2,5	gramos
Otros CHO	3,50	gramos
Vitamina A	35,7	UI
Tiamina	0,04	mg
Riboflavina	0,04	mg
Niacina	0,36	mg
Vitamina C	3,57	mg
Ca	14,30	mg
Fe	10,35	mg
Mg	15	mg
P	17,85	mg
K	150	mg
Na	3,60	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Perejil (*Petroselinum sativum* Hoffm)



- Incrementa el deseo sexual.
- Abre el apetito.
- Elimina mal olor de boca.
- Diuréticos.
- Cálculos o piedras en el riñón.
- Dolores de oído, muelas y dolores en los tendones, como la tendinitis o bursaritis.

Fuente: Barone, 2001; Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Unidad
Energía	50	Kcal.
Agua	88	%
Proteína	2,2	gramos
Grasa	0,3	gramos
Azúcar (total)	1,1	gramos
Otros CHO	10	gramos
Vitamina A	5200	UI
Tiamina	0,10	mg
Riboflavina	0,10	mg
Niacina	1,00	mg
Vitamina C	90	mg
Ca	130	mg
Fe	6	mg
Mg	79	mg
P	40	mg
K	540	mg
Na	40	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Pimiento (*Capsicum annuum* L.)

- Fuente excelente de vitamina C.
- Antioxidantes.
- Estimula el apetito.
- Dietas de adelgazamiento.
- Antidiarreicas y antivomitivas.
- Propiedades analgésicas.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Unidad
Energía	27	Kcal.
Agua	93	%
Proteína	1,35	gramos
Grasa	Trazas	gramos
Azúcar (total)	4,5	gramos
Otros CHO	5,40	gramos
Vitamina A	526	UI
Tiamina	0,08	mg
Riboflavina	0,05	mg
Niacina	0,54	mg
Vitamina C	128	mg
Ca	5,40	mg
Fe	1,20	mg
Mg	13	mg
P	21,60	mg
K	194	mg
Na	10,80	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Puerro (*Allium ampeloprasum* L. var. *porrum* J. Gay)

- Es útil en el mal de piedra, retenciones de orina y la hidropesía.
- Antiánemicas.
- Estimula la secreción de la saliva y de los jugos gástricos.
- Tonicificante.
- Expectorante y detergente en inflamaciones de las vías respiratorias, bronquios, laringe y faringe.
- Favorable contra la desnutrición y diabetes.

Fuente: Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Unidad
Energía	52	Kcal.
Agua	85,40	%
Proteína	2,20	gramos
Grasa	0,30	gramos
Azúcar (total)	4,5	gramos
Otros CHO	11,20	gramos
Vitamina A	40	UI
Tiamina	0,10	mg
Riboflavina	0,60	mg
Niacina	0,50	mg
Vitamina C	17	mg
Ca	52	mg
Fe	0,20	mg
Mg	28	mg
P	50	mg
K	347	mg
Na	5.0	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Rábano (*Raphanus sativus* L.)

- Combate la urticaria y la artritis crónica, de origen hepático, así como piedras del hígado y la ictericia.
- Diurético.
- Calmante.
- Alcalizante.
- Aperitivo.
- Antioxidante.
- Tónico para los músculos y disolvente de cálculos biliares.

Fuente: Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Unidad
Energía	27,78	Kcal.
Agua	95	%
Proteína	0,6	gramos
Grasa	0,1	gramos
Azúcar (total)	2,5	gramos
Otros CHO	5,56	gramos
Vitamina A	Trazas	UI
Tiamina	Trazas	mg
Riboflavina	0,06	mg
Niacina	0,56	mg
Vitamina C	22,22	mg
Ca	22,22	mg
Fe	0,56	mg
Mg	22	mg
P	16,67	mg
K	233,33	mg
Na	22,22	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Repollo (*Brassica oleracea* var *capitata*)

- Controla la flatulencia.
- Potente diurético y depurativo.
- Afecciones respiratorias.
- Regula la función intestinal
- Alteraciones de la glándula tiroides.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Repollo liso	Repollo morado	Repollo savoy	Unidad
Energía	21,43	28,57	28,57	Kcal.
Agua	93	92	91	%
Carbohidratos	5,71	5,71	5,71	gramos
Proteínas	1,43	1,43	1,43	gramos
Lípidos	Trazas	Trazas	Trazas	
Calcio	47,14	51,43	35,71	mg
Fósforo	22,86	41,43	41,43	mg
Fierro	0,57	0,43	0,43	mg
Potasio	245,71	205,71	230	mg
Sodio	18,57	11,43	28,57	mg
Vitamina A	128,57	42,86	1000	UI
Tiamina	0,06	0,06	0,07	mg
Riboflavina	0,03	0,03	0,03	mg
Niacina	0,29	0,29	0,29	mg
Acido ascórbico	47,14	57,14	31,43	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

- Desintegra las masas de tumor, las piedras y cálculos en los riñones.
- Controla la neuritis.
- Evita el raquitismo y dolencias del hígado.
- Evita el escorbuto.
- Favorece el crecimiento.
- Depura la sangre.
- Previene la descalcificación de los huesos y la caída temprana de los dientes.
- Vigoriza el organismo en general.
- Es beneficioso para el cerebro.

Fuente: Pamplona, 2007.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Unidad
Energía	20,32	Kcal.
Agua	94	%
Proteína	0,80	gramos
Grasa	Trazas	gramos
Azúcar (total)	3,5	gramos
Otros CHO	4,0	gramos
Vitamina A	1130	UI
Tiamina	0,06	mg
Riboflavina	0,05	mg
Niacina	0,56	mg
Vitamina C	18	mg
Ca	7,30	mg
Fe	0,50	mg
Mg	10	mg
P	22,76	mg
K	183	mg
Na	8,0	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Zanahoria (*Daucus carota* L. var. *sativus* (Hoffm.) Arcangeli)

- Limpia las vías respiratorias y alivia los ataques de asma.
- Es diurético.
- Ayuda en casos de reumatismo y gota.
- Purificador de la sangre.
- Es efectivo para la desnutrición, anemia, infecciones crónicas, úlceras, desórdenes gástricos e intestinales.
- Vigorizante y restauradora de los nervios.
- Laxante y tónico.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo**Cantidad por 100 g de porción comestible**

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	41,67	44,87	Kcal.
Agua	88	87	%
Proteína	1,39	1,28	gramos
Grasa	Trazas	Trazas	gramos
Azúcar (total)	6,2	--	gramos
Otros CHO	9,72	10,26	gramos
Vitamina A	28125	24.551,28	UI
Tiamina	0,10	0,03	mg
Riboflavina	0,06	0,06	mg
Niacina	0,97	0,51	mg
Vitamina C	9,72	2,56	mg
Ca	26,39	30,77	mg
Fe	0,56	0,64	mg
Mg	17	--	mg
P	44,44	30,13	mg
K	323,61	226,92	mg
Na	34,72	66,03	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

Adaptado de Gebhardt y Matthews, 1988 Citado por Krarup y Moreira, 2003

Zapallo Italiano (*Cucurbita pepo* L.)



- Antiprostática.
- Insuficiencia renal, nefritis o glomérulo nefritis, edemas (retención de líquidos), cálculos renales.
- Evita la acidez de estómago, estreñimiento, fermentaciones o putrefacciones intestinales.
- Antiinflamatoria, Urinaria.
- Ayuda a fortalecer el sistema inmunitario por su riqueza en antioxidantes.

Fuente: Pamplona, 2007; Consumer Eroski.

Aporte nutritivo

Cantidad por 100 g de porción comestible

Componente	Fresca	Cocida	Unidad
Energía	13	19,25	Kcal.
Agua	95	94	%
Proteína	1,2	1,10	gramos
Grasa	0,1	0,55	gramos
Azúcar (total)	1,8		gramos
Otros CHO	0,2	4,40	gramos
Vitamina A	340	286	UI
Tiamina	0,07	0,04	mg
Riboflavina	0,03	0,04	mg
Niacina	0,4	0,50	mg
Vitamina C	9,0	5,50	mg
Ca	15	27	mg
Fe	0,5	0,33	mg
Mg	21		mg
P	32	38,50	mg
K	220	190	mg
Na	3,0	1,10	mg

Fuente: Krarup, 1970. Schmidt-Hebbel *et al.*, 1992. FAO, 2002.

3. Importancia para la salud humana

Las hortalizas, como ya hemos visto, juegan, por sus cualidades nutritivas, un papel trascendental en el equilibrio de nuestra dieta. Los expertos en nutrición recomiendan consumir como mínimo 400 gramos de hortalizas y verduras al día.

Las hortalizas y verduras son sinónimo de salud por varias razones:

- Por su alto contenido de agua. Facilitan la eliminación de toxinas de nuestro organismo y nos ayudan a mantenernos bien hidratados.
- Por su aporte de fibra. Ayudan a regular la función de nuestro intestino y a evitar o corregir el estreñimiento. La fibra tiene un gran interés dietético porque además posee efectos beneficiosos tanto en la prevención como en el tratamiento de ciertas enfermedades: exceso de colesterol, diabetes, obesidad, cálculos en la vesícula biliar, hemorroides y venas varicosas, divertículos y cáncer de colon.
- Son fuente casi exclusiva de vitamina C y de provitamina A y ricas en folatos.
- Contienen antioxidantes, que se sabe con certeza que son un factor protector frente a ciertas enferme-

dades relacionadas con la degeneración del sistema nervioso, enfermedades cardiovasculares e incluso el cáncer. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha confirmado en los últimos años los resultados de diversos estudios de investigación que ponen de manifiesto los efectos anticancerígenos de las hortalizas y verduras, en particular contra el cáncer del tracto gastrointestinal y contra el de pulmón. Según datos de dichos estudios, uno de cada diez pacientes afectados por algún tipo de cáncer ha mantenido una insuficiente alimentación a base de hortalizas y verduras.

Según datos entregados por la FAO, el consumo de hortalizas en Chile es de 102 kg/habitante/año; la cual es una cifra relevante comparándolas con los otros países (Cuadro 1).

CUADRO 1. Consumo de hortalizas en diferentes países (kg per cápita/año).

Argentina	76	Grecia	239
Bolivia	57	Italia	186
Brasil	39	Portugal	177
Colombia	40	Nueva Zelandia	141
Ecuador	26	Francia	131
Perú	50	Estados Unidos	126
Uruguay	48	Australia	99
Chile	102	Reino Unido	84

Fuente: FAO

4. Clasificación de especies hortícolas

La forma más elemental de agrupar las hortalizas y, al mismo tiempo, quizás una de las más importantes, es la clasificación taxonómica. La taxonomía reconoce categorías o grupos hasta el nivel de variedad botánica. Sin embargo, en la producción de cultivos y muy especialmente en la horticultura, se identifican las formas cultivadas de una especie como **variedad cultivada**, **cultivar**, o **variedad hortícola**, para referirse a poblaciones dentro de una determinada especie que poseen una o más características productivas particulares (Krarup y Moreira, 2003).

La clasificación relativa a las partes del vegetal que se utiliza como alimento distingue a dos grupos: El primero corresponde a especies en el que el producto comestible es una parte vegetativa, es decir, lo que se consume es lo que se produce sobre o bajo suelo antes de la etapa de floración o fecundación natural de la especie, como es el caso de hojas, tallos y partes florales que no alcanzan floración (sobre suelo) y raíces, tubérculos y bulbos (bajo suelo); el segundo grupo corresponde a especies en que el producto comestible es un fruto inmaduro, es decir, lo que se produce después de la floración y fecundación y siempre



sobre tierra (Krarup, 1982). Según dicha clasificación podemos mencionar nueve subgrupos según su órgano de consumo (Cuadro 2).

Las características de arraigamiento propias de las especies hortícolas, obviamente, varían según las condiciones físicas y químicas del suelo en que se desarrollan y según las prácticas de manejo. En términos prácticos, es importante conocer la profundidad del arraigamiento o enraizamiento (Cuadro 3) para determinar la factibilidad de cultivar una especie en un suelo dado.

CUADRO 2. Clasificación de hortalizas según órgano de consumo

Órgano de consumo	Hortalizas
Raíz	Betarraga, camote, nabo, pastinaca, rabanito, rábano, raíz picante, rutabaga, salsifí, zanahoria.
Tubérculo	Papa, topinambur.
Tallo	Colirabano, espárrago.
Bulbo	Ajo, cebolla, cebollín y chalota.
Hoja	Acelga, achicoria, berro de agua, cebollino japonés, ciboulette, cilantro, col crespita, chalota, diente de león, endibia, espinaca, hinojo, lechuga, perejil, puerro, radicchio, repollito de Bruselas, repollo, repollo chino.
Pecíolo	Apio, ruibarbo.
Inflorescencia	Alcachofa, brócoli, coliflor.
Fruto inmaduro	Ají, chayote, choclo, lufa, okra, pepino, pimienta, poroto pallar, poroto verde, zapallito italiano.
Fruto maduro	Ají, alcayota, berenjena, melón, pepino dulce, pimienta, sandía, tomate, zapallo.
Semilla inmadura	Arveja, haba, poroto granado, poroto lima, poroto pallar, soya verde.

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

CUADRO 3. Clasificación según profundidad de arraigamiento

Tipo de arraigamiento	Hortalizas
Superficial (< 60 cm)	Achicoria, ajo, apio, brócoli, cebolla, coliflor, espinaca, lechuga, maíz dulce, papa, perejil, puerro, rábano, repollito de Bruselas, repollo.
Medio (90-120 cm)	Acelga, arveja, berenjena, betarraga, melón, nabo, pepino, pimienta, poroto, rutabaga, zanahoria, zapallito italiano.
Profundo (>120 cm)	Alcachofa, camote, espárrago, melón, pastinaca, poroto lima, sandía, tomate, zapallo.

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

El crecimiento de las plantas se ve fuertemente influenciado por las condiciones de pH del suelo, es decir, las plantas requieren que la reacción del suelo sea apropiada a sus necesidades, a fin de obtener de él los elementos nutritivos indispensables para su buen crecimiento y desarrollo (Krarup, 1982).

Las hortalizas del grupo ligeramente tolerantes pueden desarrollarse exitosamente en suelos sobre suelos pH 7; prosperan bien hasta pH 7,6 si no existen deficiencias de nutrientes esenciales. Calcio, Fósforo y Magnesio son los nutrientes más factibles de ser deficientes en suelos más ácidos que pH 6. La tolerancia relativa a la acidez del suelo y rango aproximado de la reacción del suelo deseable para el buen crecimiento se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Clasificación según la tolerancia a la acidez

Moderadamente tolerante (pH 6.8 - 6.0)	Ligeramente tolerante (pH 6.8 - 5.5)	Altamente tolerante (pH 6.8 - 5.0)
Acelga	Ajo	Achicoria
Apio	Arveja	Diente de león
Berro de agua	Berenjena	Chalota
Betarraga	Calabaza	Endivia
Brócoli	Col berza	Hinojo
Cebolla	Col crespá	Papa
Coliflor	Colirrábano	Ruibarbo
Espárrago	Choclo	Sandía
Espinaca	Mostaza	
Lechuga	Nabo	
Melón	Pepino	
Okra	Perejil	
Pastinaca	Pimentón	
Puerro	Poroto lima	
Repollo	Poroto verde	
Repollo chino	Rábano	
Salsifí	Raíz picante	
	Repollito de Bruselas	
	Rutabaga	
	Tomate	
	Zanahoria	

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

El exceso de sales en el suelo afecta la germinación y desarrollo de las plantas, alcanzando niveles de alta toxicidad que pueden producir la muerte de los vegetales. Una de las especies más sensibles a la salinidad y que puede servir como indicadora de exceso de sales es el frejol, la cual se ve afectada con concentraciones superiores a 2.000 ppm (0.2%) (Krarup, 1982). Por ende es importante conocer la respuesta de las especies hortícolas a este factor.

Algunas especies hortícolas requieren de días de un mínimo o máximo de horas de luz para prosperar



adecuadamente en su crecimiento y desarrollo (germinación, estolonización, elongación de tallos, floración, etc.). Si estas condiciones no se dan, la planta no produce un producto adecuado. Por ejemplo, el fotoperíodo requerido para la floración (Cuadro 5) de muchas especies pasa a ser fundamental en un sistema de cultivos hortícolas.

CUADRO 5. Clasificación según fotoperíodo requerido para la floración

Plantas de día largo (luz creciente)	Plantas neutras (indiferente)	Plantas de día corto (luz decreciente)
Achicoria	Ají	Ají rocoto
Betarraga	Apio	Camote
Colirrábano	Arveja	Soya
Endivia	Cebolla	Topinambur
Espinaca	Choclo	Zapallito italiano
Lechuga	Haba	
Rábano	Lechuga	
Radicchio	Melón	
Repollo chino	Papa	
Papa	Pepino	
	Pimiento	
	Poroto verde	
	Sandía	
	Tomate	
	Zanahoria	
	Zapallo	

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

En la programación del uso eficiente del suelo es importante conocer el tiempo que transcurre entre el inicio o siembra de un cultivo y su cosecha. A su vez, podemos mencionar la existencia de cultivares precoces, intermedios y tardíos, que permiten disponer de mejor forma la época de siembra conociendo las condiciones climáticas asociadas a cada una de ellas, el establecimiento a través de siembra directa o almácigo y trasplante, especie hortícola puedan presentar períodos de siembra a cosecha bastante variables (Cuadro 6).

CUADRO 6. Clasificación según período de siembra a cosecha

Número aproximado de días de siembra a cosecha

< 60	60 -120	121 - 180	> 180
Acelga	Achicoria	Ají	Ajo
Cebollín	Arveja	Apio	Alcachofa
Cilantro	Betarraga	Endibia	Cebolla
Espinaca	Brócoli	Haba	Chalota
Lechuga	Coliflor	Papa	Espárrago
Nabo	Choclo	Pimiento	Pepino de fruta
Perejil	Lechuga	Puerro	Raíz picante
Rábano	Melón reticulado	Repollito de Bruselas	
Zapallito italiano	Pepino	Repollo	
	Poroto verde	Rutabaga	
	Poroto granado	Tomate	
	Repollo	Zanahoria	
	Tomate	Zapallo	

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

En Chile, el sistema de establecimiento de las hortalizas es variable (Cuadro 7) pudiendo emplearse siembras directas, almácigo trasplantes o plantación de partes vegetativas. Esto dependerá de la tecnología disponible y de la especie utilizada, ya que en algunas se pueden utilizar más de una.

CUADRO 7. Sistemas de establecimiento de las hortalizas

Plantación (partes vegetativas)	Siembra directa	Siembra (semillas) Almácigo y trasplante
Ajo (bulbillos)	Acelga	Ají
Alcachofa (hijuelos)	Apio papa	Alcachofa
Camote (raíz tuberosa)	Arveja	Apio
Chalota (bulbillos)	Betarraga	Berenjena
Papa (tubérculos)	Cebollín	Berro
Pepino de fruta (estacas)	Ciboulette	Brócoli
Raíz picante (raíces)	Cilantro	Cebolla
Ruibarbo (hijuelos)	Comelotodo	Coliflor
Topinambur (tubérculos)	Chayote	Choclo
	Endivia	Espárrago
	Espinaca	Lechuga
	Haba	Pimiento
	Hinojo	Puerro
	Lechuga	Repollito de Bruselas
	Melón	Repollo
	Nabo	
	Okra	
	Pastinaca	
	Pepino Sandía	
	Zanahoria	
	Zapallito italiano	
	Zapallo	

Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

Las especies vegetales, en general, toleran temperaturas de 0 °C a 35 °C, bajo y sobre éstas mueren o son afectadas en tal grado que dejan de producir lo que de ellas queremos obtener. Los procesos vitales de las hortalizas tienen su óptimo a temperaturas intermedias, de 15 °C a 18 °C para aquellas de estación fría (especies originarias de zonas templadas o mediterráneas y no presentan susceptibilidad a daño por enfriamiento, con sólo algunos estados puntuales del desarrollo susceptible a daño por heladas) y de 21 °C a 27 °C para las de estación calurosa (especies originarias de zonas tropicales o subtropicales y presentan susceptibilidad a daño por enfriamiento ("chilling injury") y a daño por heladas ("freezing injury"); estos procesos incluyen la absorción de agua y nutrientes, fotosíntesis, transpiración, respiración y el crecimiento. Los rangos mínimos, óptimos y máximos tienen influencia en las plantas de la siguiente manera:

a) mínima = temperatura bajo la cual el crecimiento se detiene,

b) óptima = temperatura a la cual el crecimiento es más rápido, y

c) máxima = temperatura sobre la cual el crecimiento se detiene.

Dentro de las hortalizas de estación fría y estación calurosa podemos mencionar cinco subdivisiones (Cuadro 8).

CUADRO 8. Termoclasificación de las hortalizas

Hortalizas de estación fría	Hortalizas de estación cálida
<p>GRUPO A: Las hortalizas que pertenecen a este grupo poseen temperaturas óptimas de crecimiento entre 15 y 18 °C. No toleran temperaturas promedio mayores a 24 °C y sólo toleran heladas suaves. Ejemplos: berro de agua, brócoli, betarraga, col berza, col crespita, colirrábano, espinaca, haba, nabo, pastinaca, rábano, raíz picante, repollito de Bruselas, repollo, ruibarbo, rutabaga y salsifí.</p>	<p>GRUPO D: Este grupo se adapta a temperaturas que van entre los 18 y 27 °C y no toleran heladas en ningún momento de su desarrollo. Ejemplos: calabaza, chayote, espárrago, melón, maíz dulce, pepino, pimiento, poroto granado, poroto lima, poroto verde, tomate y zapallo.</p>
<p>GRUPO B: Las hortalizas de este grupo sólo se diferencian de las del grupo anterior en que son susceptibles a heladas cerca de su madurez. Ejemplos: acelga, chicoria, alcachofa, apio, apio papa, arveja, cardo, coliflor, endibia, hinojo, lechuga, papa, perejil, repollo chino y zanahoria.</p>	<p>GRUPO E: Este grupo sólo se diferencia del anterior en que sus temperaturas óptimas son mayores, por sobre los 21°C. Ejemplos: ají, berenjena, camote, okra y sandía.</p>
<p>GRUPO C: Las hortalizas que pertenecen a este grupo están adaptadas a temperaturas entre 13 y 24 °C y son tolerantes a heladas. Ejemplos: ajo, cebolla, cebollín, cebollino japonés, chalota y puerro.</p>	

Fuente: Adaptado de MacGillivray, 1961. Citado por Krarup y Moreira, 2003.



5. Identificación de especies y variedades

Especie	Semillas por ha (kg)	N° semillas por gramo	Sistema de siembra	Fecha de siembra	Fecha de trasplante	Distancias de siembra (plantación)	Rendimiento comercial (ton/ha)	Madurez normal	Plantas por ha	Variedades	Enfermedades	Plagas
Aceituna	6	40-50	Directa, almácigo-trasplante	Jun-agos (invern) Sept-nov (aire libre)	Septiembre a febrero	E.H. 40-50 cm S.H. 20-30 cm	40-50	65-75 días DDS	60-80 mil	Verde Penca, Blanca, Silverado, Cercospora	Caida de plántulas, virosis,	Áfidos, minadores y babosas
Betarraga	8-10	60-70	Directa	Septiembre - Noviembre		E.H. 30-40 cm S.H. 10-15 cm	25-35	55-75 días DDS	300-400 mil	Chata de Egipto, Crosby, Detroit	Mancha ocular, Cercospora y virosis	
Brócoli	300 gr	20-250	Directa y almácigo-trasplante	Agos (inv) Sept-dic (aire libre)	Enero-febrero Sept.-octubre	E.H. 50-60 cm S.H. 40-50 cm	30-40	55-110 días DDS	40-50 mil	Marathon, Shogun, Sumatray	Oidio, Mildiú	Áfidos, cuncumillas
Cebolla	2-3	250-300	Almácigo-trasplante	Julio-agos	Septiembre-noviembre	E.H. 30-40 cm S.H. 10-12 cm	40-60	100-130 días DDS	300-400 mil	Valenciana	Oidio, Mildiú	Trips
Cilantro	60-80	80-90	Directa	Mar-agos (inv) Sept-febrero (aire libre)		E.H. 10-20 cm	12-15	50-70 días DDS		Santo, común bonanza		
Espinaca	10-25	80-100	Directa	Jun-agos (inv) Sept-nov (aire libre)		E.H. 30-40 cm S.H. 15-20 cm	20-25	60-90 días DDS	300-400 mil	Hojas lisas	Mildiú	Minadores y áfidos
Lechuga	200-500 gr	800-900	Directa y Almácigo-Trasplante	Julio - marzo	1 mes después de la siembra	E.H. 40 cm S.H. 20-30 cm	30-40	55-110 días DDS	70-80 mil	De hojas, largas, Repolladas	Mildiú, Sclerotinia	Pulgones, caracoles y babosas
Pepino	3	30-40	Almácigo-Trasplante	Agos-sep (inv) Oct-nov (aire libre)	Octubre - diciembre	E.H. 120-150 cm S.H. 20-30 cm	30-40	55-75 días DDS	40-50 mil	Marketer, Alaska	Oidio, mildiú	
Perejil	6-8	600	Directa	Abr-ago (inv) Sept-dic (aire libre)		E.H. 20-30 cm	20-30	70-90 días DDS		Liso Crespo	Cercospora	
Puerro	3	350-400	Directa y Almácigo-Trasplante	Oct-dic.	2-3 meses después de la siembra	E.H. 30-50 cm S.H. 15-20 cm	25-35	130-150 días DDT	300-400 mil	American, gigante	Oidio, mildiú	Trips
Rabanito	30-40	100-120	Directa	Abr-jun (inv) Agos-nov (aire libre)		E.H. 20-30 cm S.H. 2-3 cm	15-20	30-40 días DDS	400-600 mil	Punta roja, punta blanca		Áfidos
Repollo	250 gr	240-250	Directa y Almácigo-Trasplante	Dic-enero Agosto-sept.	Enero-febr. Sept. - Oct.	E.H. 50-70 cm S.H. 40-60 cm	30-40	55-110 días DDS	40-50 mil	Corazon de buey, quintal	Oidio, mildiú	Áfidos, cuncumillas
Tomate	60-120 gr	300-350	Almácigo-Trasplante	Ago-sept (inv) Oct-nov (aire libre)	Octubre-diciembre	E.H. 120-180 cm S.H. 30-50 cm	60-120	80-120 días DDT	10-30 mil	Hábito determinado e indeterminado	Tizón, virosis, oídio, botritis	Polillas, mosca del tomate y otras
Zanahoria	2-5	600-700	Directa	Sept-dic		E.H. 30-40 cm	40-100	110-180 días DDS	400-500 mil	Nantes, Chantenay, emperador		Áfidos, minadores
Zapallo italiano	4-6	8-10	Directa y Almácigo-Trasplante	Oct-dic	Diciembre - enero	E.H. 90-120 cm S.H. 40-50 cm	30-40	55-90 días DDS	25-30 mil	Negro chileno	Oidio, fusarium	Polillas, gusanos

Fuente: Toledo y Huatquipán, 1999; González M., 2003.

6. Producción a nivel mundial, nacional y regional

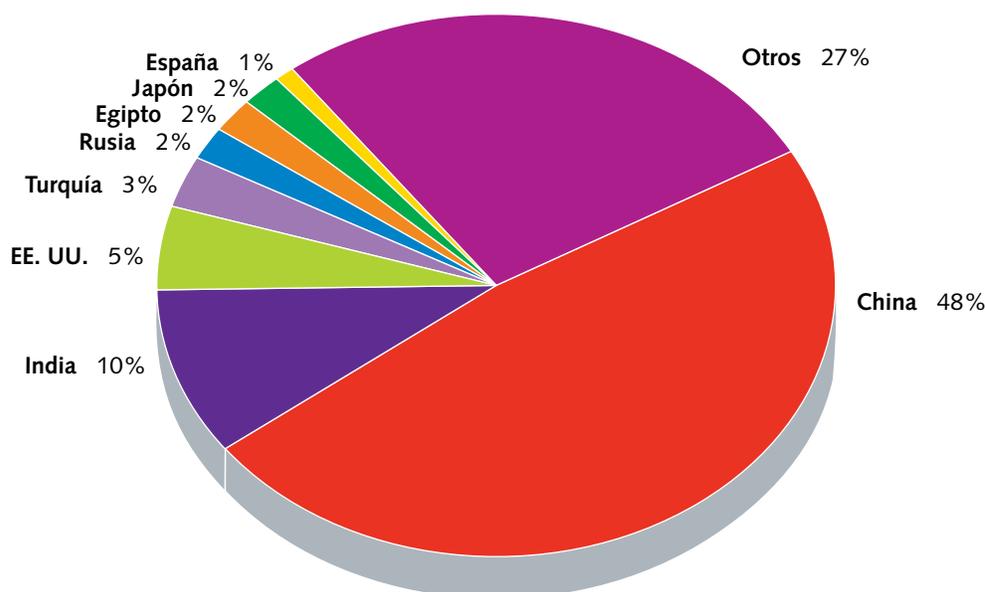
El consumo de frutas y hortalizas es insuficiente tanto en el mundo desarrollado como en los países en desarrollo. Puede ser por falta de disponibilidad, debido a problemas de comercialización o de escasez.

Muchos países participan en la producción de hortalizas, por lo tanto, no hay ningún país que domine la

producción mundial. Los mejores cuatro países productores de hortalizas son: China 48%, India 10%, EE.UU. 5% y Turquía 3% (Gráfico 1).

En Chile, la superficie hortícola total (95.550 ha) es ocupada mayoritariamente por la Región Metropolitana (Tabla 1). Destacándose los principales cultivos (Tabla 2) huerta casera 13.9%, Choclo 11.1%, Lechuga 5.5%, tomate para consumo fresco 6.64% de participación, respectivamente.

GRAFICO 1. Principales países productores de hortalizas



7. Superficie de hortalizas en Chile

TABLA 1. Superficie cultivada con hortalizas, año agrícola 2006/2007, por sistema de cultivo, según región (INE, 2007)

Región	Sistema de cultivo		
	Superficie total (ha)	Aire libre (ha)	En invernadero (ha)
Total país	95.550,26	93.971,29	1.578,97
I de Tarapacá	582,84	582,30	0,54
II de Antofagasta	349,70	349,03	0,67
III de Atacama	1.651,95	1.580,00	71,95
IV de Coquimbo	11.399,35	11.293,46	105,89
V de Valparaíso	10.190,74	9.303,94	886,80
VI de O'Higgins	13.083,31	12.973,20	110,11
VII del Maule	11.707,77	11.511,34	196,43
VIII del Biobío	9.378,17	9.351,33	26,84
IX de la Araucanía	4.526,05	4.488,90	37,15
X de los Lagos	2.273,92	2.256,65	17,27
XI Aysén	155,41	139,99	15,42
XII de Magallanes y Antártica	83,99	64,72	19,27
Región Metropolitana de Santiago	25.347,96	25.290,61	57,35
XIV de los Ríos	1.727,45	1.717,65	9,80

Fuente: Censo Agropecuario 2007

TABLA 2. Superficie cultivada con hortalizas, año agrícola 2006/2007, por sistema de cultivo, según país

Especie	Superficie total (ha)	Participación %
Total país	95.550,26	100,00
Huerta casera	13.278,51	13,90
Choclo	10.554,38	11,05
Lechuga	7.026,49	7,35
Tomate consumo fresco	6.349,20	6,64
Zapallo temprano y de guarda	5.216,80	5,46
Alcachofa	5.150,29	5,39
Cebolla de guarda	4.130,19	4,32
Zanahoria	3.974,81	4,16
Melón	3.097,25	3,24
Arveja verde	3.031,06	3,17
Sandía	2.964,44	3,10
Poroto verde	2.951,73	3,09
Poroto granado	2.804,95	2,94
Espárrago	2.614,81	2,74
Otras hortalizas	2.099,69	2,20
Cebolla temprana	2.021,61	2,12
Haba	1.976,01	2,07
Pimiento	1.655,38	1,73
Repollo	1.600,14	1,67
Coliflor	1.368,54	1,43
Ají	1.358,41	1,42
Ajo	1.223,46	1,28
Betarraga	1.201,24	1,26
Zapallo italiano	1.109,45	1,16
Apio	825,50	0,86
Brócoli	822,08	0,86
Espinaca	806,94	0,84
Cilantro	786,07	0,82
Acelga	697,88	0,73
Orégano	664,33	0,70
Pepino dulce	635,61	0,67
Pepino de ensalada	488,56	0,51
Radicchio	280,40	0,29
Perejil	186,29	0,19
Achicoria	97,20	0,10
Puerro	72,98	0,08
Albahaca	63,01	0,07
Berenjena	47,53	0,05
Rábano o Nabo	44,93	0,05
Ciboulette	42,47	0,04
Chalota	38,61	0,04
Repollito de Bruselas	34,80	0,04
Rabanito	32,67	0,03
Endibia	31,00	0,03
Rúcula	27,70	0,03
Camote	27,58	0,03
Alcayota	19,20	0,02
Hortalizas miniatura (baby)	7,93	0,01
Ruibarbo	4,85	0,01
Comino	2,30	0,00
Apio de papa	1,50	0,00
Berro	1,50	0,00

Fuente: Censo Agropecuario 2007

TABLA 3. Superficie cultivada con hortalizas en la Región de la Araucanía según especie

Región y especie	Superficie total (ha)	Aire libre (ha)	En invernadero (ha)
Total Región de la Araucanía	4.526,05	4.488,90	37,15
Acelga	44,14	42,70	1,44
Ají	7,94	7,30	0,64
Ajo	15,20	15,20	0,00
Albahaca	1,18	1,10	0,08
Alcachofa	15,00	15,00	0,00
Apio de papa	0,03	0,00	0,03
Arveja verde	320,00	320,00	0,00
Berenjena	0,00	0,00	0,00
Betarraga	58,56	58,30	0,26
Brócoli	0,93	0,90	0,03
Cebolla de guarda	22,80	22,80	0,00
Cebolla temprana	7,20	7,20	0,00
Chalota	0,02	0,00	0,02
Choclo	120,55	120,50	0,05
Ciboulette	0,62	0,60	0,02
Cilantro	76,84	72,50	4,34
Coliflor	4,54	4,40	0,14
Espárrago	82,50	82,50	0,00
Espinaca	18,69	17,90	0,79
Haba	43,70	43,70	0,00
Hortalizas miniatura (baby)	0,08	0,00	0,08
Huerta casera	2.871,90	2.871,90	0,00
Lechuga	105,38	99,50	5,88
Otras hortalizas	32,84	25,20	7,64
Pepino de ensalada	3,90	2,00	1,90
Pepino dulce	0,01	0,00	0,01
Perejil	7,64	7,20	0,44
Pimiento	1,69	1,40	0,29
Poroto granado	57,50	57,50	0,00
Poroto verde	146,98	143,00	3,98
Puerro	32,21	32,20	0,01
Rabanito	3,72	3,70	0,02
Rábano o Nabo	0,01	0,00	0,01
Repollo	20,27	19,80	0,47
Sandía	1,00	1,00	0,00
Tomate consumo fresco	169,16	161,60	7,56
Zanahoria	206,37	206,00	0,37
Zapallo italiano	16,51	16,10	0,41
Zapallo temprano y de guarda	8,44	8,20	0,24

Fuente: Censo Agropecuario 2007.

8. Especies no tradicionales

CUADRO 10. Especies hortícolas no tradicionales



GOLDLOCK

Radicchio
(*Cichorium
intybus* L.)

Especie adaptada a crecer en condiciones de clima frío, su desarrollo depende del mercado externo.



Chalota
(*Allium cepa* L.
var. *aggregatum*
G. Don)

Planta de gran adaptación bajo condiciones de clima frío, se cultivan variedades rústicas en la IX y X Región.



ROLF-KRAHL

Hinojo
(*Foeniculum vulgare*
Miller)

El hinojo de huerta, que se cultiva para la obtención de los pecíolos carnosos, que forman un “bulbo” falso, que son consumidos en forma fresca o de encurtidos. Especie de consumo en ensaladas en países europeos, en Chile crece en la zona sur como maleza, por lo que podrían no adaptarse bien las variedades cultivadas.



NINO BARBIERI

Alcachofa
(*Cynara scolymus*)

Planta de amplia adaptación a la zona sur, se cultiva en los huertos caseros desde la llegada de los colonos europeos, tiene buenas perspectivas para ser industrializada.



FOREST & HILL STARR

Endibia
(*Cichorium endivia*
var. *Crispa*)

Especie adaptada al crecimiento en climas fríos, actualmente se está desarrollando en forma industrial en la VIII Región. Las endibias son hortalizas que están disponibles en el mercado durante todo el año, pero sobre todo en la época que va desde otoño hasta principios de verano, siendo su temporada óptima la que abarca los meses de invierno y la primavera.

9. Literatura consultada

- Barone, L. 2001. Plantas que curan. Editorial. Cultural Librería Americana S.A. p. 354.
- CONSUMER EROSKI. Disponible en <http://www.consumer.es/alimentacion>. Leído marzo 2009.
- Escaff, M., G. Saavedra, C. Blanco. 2006. La demanda por alimentos funcionales fuentes de nutracéuticos. Tierra Adentro N° 71 p. 12-14.
- FAO, 2003. La calidad en frutas y hortalizas Cap. 5.
- FAO / LATINFOODS. 2002. Tabla de Composición de Alimentos de América Latina". Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/default.htm>. Leído el 30 de enero del 2009.
- González A., María Inés. 2003. Nuevas fichas horticolas, área centro sur. Boletín INIA No. 109, 62 p.
- Herbotecnia. Hinojo, 2009. Dispone en <http://www.Herbotecnia.com.ar>. Leído 16 febrero 2009.
- HORTALIZAS - INIA LA PLATINA, 2009. Chalota. Disponible en <http://www.inia.cl/hortalizas/chalota/chalota.htm>. Leído 6 enero 2009.
- INE. Censo Agropecuario 2007.
- Infoagro.com - Portal líder en agricultura. 2009.
- Pamplona, J. 2007. El poder medicinal de los alimentos. Ed. Asociación Casa Editora Sudamericana. p. 383.
- Krarp C., I. MOREIRA. 2003. Hortalizas de Estación Fría [en línea]: <http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/>. Fecha de consulta: 20 agosto 2008.
- Krarp, C. 2006. El siglo de las hortalizas. El Campesino N° 5 p. 18-21.
- Krarp, A. 1982. Curso general de hortalizas. Secretaría Ministerial de Educación. Universidad Austral de Chile. p. 57.
- Krarp C.; Moreira I. 2003. Hortalizas de Estación Calurosa. Disponible <http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/>. Leído 6 enero 2009.
- Leonelli, G. 1997. Manual de introducción a la horticultura. p. 52.
- Macua, J., I. Lahoz, F. Betelu, E. Díaz, S. Calvillo. 2007. Acelga: variedades para la industria. p. 4.
- Schmidt-Hebbel H., I. Pennacchiotti, L. Masson, M. Mella. 1992. TABLA DE COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALIMENTOS CHILENOS. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Departamento de Ciencias de los Alimentos y Tecnología Química Universidad de Chile. Disponible en http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/schmidt03/parte02/tabla%20cont.9.html. Leído el 02 febrero 2009.
- Stephens James M. Radicchio - *Cichorium intybus* L. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
- Toledo, F. y Huaiquipán, J. (eds.) 1999. Manual "Manejo de Especies Horticolas". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N° 79. 103 p.

CAPÍTULO III. Cultivos al aire libre

1. Introducción

El cultivo de hortalizas al aire libre es un sistema muy utilizado, ya que es el más económico debido a que no se necesita de una gran infraestructura. Este tipo de cultivo está orientado a cultivos hortícolas más extensivos o para fines agroindustriales.

Las especies hortícolas bajo este sistema pueden ser cultivadas por métodos de almácigo-trasplante y siembra directa en terreno definitivo. Dentro de estas especies cultivadas podemos mencionar: ajo, maíz dulce, arveja y poroto verde.

2. Cultivo del ajo

El ajo es una especie perenne cultivada anualmente a través de propagación agámica, ya que los clones cultivados no producen semilla verdadera. El diente que inicia el cultivo es un pequeño bulbo de forma

alargada y de color blanco, rosado o púrpura según los clones. Su estructura está compuesta por: un pequeño disco basal (tallo verdadero) con una yema central, una hoja protectora externa coriácea que da color al diente, una hoja depósito de reservas que constituye 80% a 85% de peso, una hoja de brotación y protección que es la que aparece al brotar, protegiendo como una vaina al follaje en su desarrollo a través del suelo, varias hojas de follaje que decrecen de tamaño el primordio del disco. La raíz es fascicular, blanca y tierra, alcanzando los 50 cm de profundidad. El tallo es subcónico en forma de platillo. Las hojas en una planta joven están representadas por tres tipos: hojas de reserva agotadas, de brotación y de follaje. La inflorescencia es una umbela simple en el extremo de un escapo de 40 -50 cm de largo, posee flores estériles. El bulbo compuesto presenta una estructura en corte transversal 5-15 hojas estériles membranosas que no forman dientes en sus axilas, 1-8 hojas fértiles en cuyas axilas se forman, según el clon, 3-30 dientes (Vegliola *et al.*, 1998).

FIGURA 1. Descripción de partes del ajo



Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

Composición nutritiva

El ajo se utiliza principalmente como condimento, cuya importancia nutritiva en la dieta cotidiana es prácticamente insignificante (Vegliola, 1998; García *et al.*, 2000). Destaca por su alto contenido de materia seca (30-50%), que en general en los ajos chilenos es de 37% (Krarup y Moreira, 2003). Los principales componentes activos del ajo son los aminoácidos (ácido glutamínico, arginina, ácido aspártico, leucina, lisina, valina), minerales (principalmente: manganeso, potasio, calcio y fósforo, en cantidades menores: magnesio, selenio, sodio, hierro, zinc y cobre), vitaminas (principalmente: vitamina B6, también vitamina C y, en cantidades menores: ácido fólico, pantoténico y niacina), aceite esencial con muchos componentes sulfurosos, aliína que, mediante la enzima alinasa, se convierte en alicina, ajoeno, producido por condensación de la alicina, quercetina, así como azúcares (fructosa y glucosa) (De Luis y Aller, 2008).

También, desde muy antiguo se le reconocen efectos farmacológicos, como bactericida, acción anticoagulante y antiolesterol, y sus efectos benéficos en el tratamiento del asma, cáncer, diabetes, y otros (Sosa, 1999). El ajo se consume fresco, deshidratado, salsa, píldoras, extractos y cápsulas que contienen ajoína y otros compuestos activos.

Tipos y variedades

Las variedades corresponden a selecciones hechas a partir de ecotipos, ya que los ajos conocidos no producen semilla botánica que permita realizar el mejoramiento tradicional (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998). El ajo tiene gran variabilidad fenotípica debido a las condiciones ambientales, y una gran variabilidad genética. Ya que no existen variedades para cultivar en la zona sur, el ajo utilizado como "semilla" proviene de materiales que se han seleccionado por su adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona, los que se han denominado "ecotipos regionales" (Seguel, 1999).

Los principales tipos de ajo cultivados en la actualidad en Chile son el Rosado y el Chino, siendo este último un tipo cuyo cultivo en el país se ha expandido en forma importante desde hace unos seis años, representando en la actualidad más del 50% de la superficie sembrada, a pesar de que fue introducido como ajo consumo (Aljaro, 2001).

Ajo rosado

Es el de mayor demanda interna, siendo el típico ajo de guarda, cuya duración en poscosecha en condiciones apropiadas, ya sea en la cocina de la casa o en una bodega, puede llegar a 8-9 meses. Son ajos tardíos, cosechados maduros entre fines de noviembre y principios de diciembre en la zona central, y entre diciembre y enero en la zona sur. En Chile está representado por el cultivar Valenciano Rosado, con túnicas externas blancas, con 10 a 15 dientes o bulbillos violáceos a morados, y con un resto de escapo floral presente en medio del bulbo. Otros cultivares son Rosado Argentino, Rosado INIA y California Late (Aljaro, 2001).



Ajo blanco

Es más rústico, de mayor productividad, de bulbos y dientes de mayor tamaño, achatados y desuniformes. Las túnicas externas son blancas, con bulbillos de color blanco-rosado a pardo claro, precoces o semiprecoces, de cosecha temprana (Giacconi y Escaff, 1994). Se cultiva principalmente orientado a la demanda del mercado interno, y también para exportación. Destacan los cultivares Valenciano Blanco y Blanco Argentino.



Ajo chino

Los bulbos son de un tamaño considerablemente mayor a los otros tipos, con rendimientos potenciales de 18-20 ton/ha, de corta vida en poscosecha. Su producción se destina a la exportación y al mercado interno, donde se comercializa principalmente en rama. Es el tipo de ajo que predomina hoy en explotaciones comerciales de la zona central (González, 2006).

También existe el **ajo morado**, el cual es menos cultivado en Chile. Este tipo es considerado de inferior calidad, y de una rusticidad que permite cultivarlo en condiciones extremas de suelo (salinidad, pH), y tiene bajo requerimiento de horas de frío para bulbificar; firmes para el desgrane y no se ramalean. Se cultiva principalmente en las zonas centro-norte y norte, e incluso se ha encontrado en el extremo austral del país (Giacconi y Escaff, 1994).



Reproducción

La reproducción del ajo es agámica (vegetativa) (Mujica y Mogollon, 2004), mediante bulbillos o dientes "semilla", lo que lleva a una tasa de multiplicación muy baja dado que cada planta forma un bulbo que puede contener entre 10 a 30 bulbillos dependiendo del cultivar, siendo los de mayor tamaño los utilizados como "semilla". La reproducción vegetativa implica una constante acumulación de enfermedades sistémicas tales como, virus, micoplasmas y algunos nematodos, lo que año tras año de cultivo va provocando disminuciones de rendimiento, que pueden llegar a 50% a través de varias generaciones, y a una costosa selección de material sano (Kehr, 1999).

Características de ecotipos locales (sur de Chile)

En general, una característica de los ecotipos regionales cultivados en el sur es que no apitonan, es decir, no emiten tallo floral (Giacconi y Escaff, 1994), a diferencia de los ajos cultivados en la zona central que producen un porcentaje variado de floración, debiendo en algunos casos suprimirse el "pitón", lo cual implica un costo adicional en mano de obra.

Requerimientos climáticos

Los requerimientos climáticos son fundamentales de completarse, ya que de ellos dependen las magnitudes de los crecimientos, tanto de la parte foliar aérea de las plantas como de la parte inferior, correspondientes a los bulbos o cabezas de los ajos (Aljaro, 2001). En relación a necesidades hídricas, para lograr los máximos rendimientos se requiere de una adecuada dotación de agua desde la plantación hasta los primeros signos de madurez del cultivo. La presencia de humedad durante la maduración provoca podredumbre de las catáfilas de protección de la cabeza y dificulta la cosecha (Vegliola *et al.*, 1998). En regiones con buena distribución de precipitaciones es factible cultivar el ajo en secano (Kehr, 1999).

Del punto de vista de la producción de "semilla", la bulbificación sufre la influencia de las temperaturas que reciben los "dientes" durante el almacenamiento o las plantas en el cultivo. En la primera etapa de desarrollo requiere clima fresco a frío (8-16 °C), tolera temperaturas bajo 0 °C y 4 °C a inicios de brotación. Para la inducción a formar dientes es deseable que existan temperaturas menores a 10 °C. La "semilla" debe tener una exposición a una temperatura promedio inferior a 4,4 °C durante un período de 6 a 8 semanas, para promover la bulbificación y el desarrollo de dientes. El fotoperíodo interactúa con la temperatura para la bulbificación (Kehr, 1999).

Después de la inducción de frío requiere clima con temperaturas de 18-20 °C, junto a días luminosos y más largos. Desde brotación hasta el inicio de la bulbificación y para un crecimiento vigoroso requiere temperaturas medias mensuales de 13-24 °C y medias nocturnas inferiores a 16 °C. El bulbo comienza a formarse por un estímulo termo-fotoperiódico en dos etapas: la primera, llamada inductiva, en que el frío o los días largos serían factores imprescindibles, y la segunda etapa, o "morfológica", en que las condiciones termo o fotoperiódicas sólo son capaces de modificar la velocidad del proceso de bulbificación. Ecotipos adaptados a zonas australes (40° LS) tienen mayores requerimientos de frío y fotoperíodo, recibiendo el estímulo fotoperiódico con alrededor de 14 horas de luz (septiembre-octubre), pudiendo ser cosechados en diciembre-enero. Estos son de mejor calidad, presentación comercial y características de conservación (Aljaro, 1999; Aljaro, 2001).

Dormancia de los bulbillos

Con la maduración, el bulbo entra en dormición, que decrece con el tiempo (Vegliola *et al.*, 1998). Éste estado de suspensión temporal del crecimiento visible es causado por factores internos, fisiológicos. La duración de esta etapa puede ser más o menos larga dependiendo del cultivar o clon, de 90 a más de 240 días, siendo los requerimientos de frío menores en los cultivares de dormancia corta, los que a su vez presentan menores rendimientos que los de dormancia larga. Todos los dientes de un bulbo no maduran simultáneamente, es decir, no todos están aptos para sembrarse simultáneamente, y tienen distinto peso y tamaño, por lo que no tienen el mismo estado de dormancia. Los dientes externos y más grandes superan más rápido esta etapa, y estos son justamente los más recomendados para "semilla" (Kehr, 1999; Kehr, 2002).

Brotación

La dormancia de los bulbillos puede romperse en forma natural o artificial, con una temperatura de 7 °C por un tiempo variable según el cultivar, recomendándose mantener los bulbos destinados para semilla en almacenaje a 5 -10 °C, por unos 25 días previo a la siembra en campo. Este rango de temperatura durante un período determinado es óptimo para obtener adecuada brotación y generar plantas capaces de desarrollar bulbos. En nuestra zona esta capacidad de rompimiento de la dormancia puede alcanzarse perfectamente en condiciones de almacenaje en campo, en un ambiente fresco y seco, evitando la contaminación por hongos como *Penicillium* (Kehr, 1999; Kehr, 2002).

Crecimiento y desarrollo

En esta etapa, los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta están orientados a formar raíces y hojas, durante otoño e invierno, no existiendo desarrollo del bulbo. Depende fundamentalmente de las reservas nutricionales del diente semilla, las que son almacenadas y posteriormente liberadas por la hoja de reserva (Kehr, 1999; Kehr, 2002). Este aporte se mantiene por bastante tiempo, aun después de que las plantas han emergido y se encuentran fotosintetizando.

Bulbificación

La inducción y desarrollo del bulbo requiere de un período de bajas temperaturas, denominado vernalización, posterior al cual es necesario fotoperíodos largos. Esto implica que a medida que se avanza hacia el sur, demandan días más largos para bulbificar. Así, cultivares adaptados a zonas cálidas tienen un umbral de 11-12 horas, hasta 33° de LS entre 13 y 14 horas y los cultivados hasta los 44° LS entre 14,5 y 15 horas. A medida que los inviernos son más rigurosos, la inducción del bulbo se anticipa por efecto de bajas temperaturas. En caso de siembras tardías, donde es probable que la planta no haya recibido las horas de frío necesarias en forma completa, puede generarse una estructura bulbosa sin diferenciación de dientes denominada vulgarmente "aja". Estos bulbos imperfectos son muy parecidos a una cebolla, tunicados a base de capas concéntricas, y que no corresponden a una estructura normal del ajo. La duración del período vegetativo en general se estima entre 60 y 100 días (Aljaro, 1999; Kehr, 1999; Kehr, 2002).

En relación con la fenología de los ecotipos, la emergencia del cultivo tiene una duración aproximada de 20-30 días, iniciándose la bulbificación en torno a los 90-100 días después de la plantación. El inicio de la bulbificación está directamente relacionado con el frío que los bulbos semilla hayan recibido durante el almacenaje. Mientras más frío en ese período, más temprano será el inicio de la bulbificación, acortándose el período vegetativo. Cuando los bulbos no han recibido frío en almacenaje, menor es la velocidad inicial de crecimiento de la planta, alargándose el ciclo vegetativo. En cultivos que no han recibido tratamientos de frío previo a la plantación, en general la bulbificación se inicia entre septiembre y octubre, período que se prolonga por 70-90 días, luego de lo cual se inicia la senescencia del cultivo. Por lo anterior se puede señalar que la duración del ciclo de cultivo en la región varía de 210-240 días desde plantación a cosecha (Kehr, 2002).

Es importante identificar especialmente el inicio de la bulbificación, período a partir del cual se produce la máxima absorción de nutrientes y de agua.

Preparación de suelos



El cultivo de ajo se adapta a una amplia gama de suelos, siendo los más adecuados los sueltos, con buen drenaje, que permitan la adecuada evacuación del agua en exceso, de buena capacidad de retención de humedad, lo más nivelados posible para facilitar el riego en zonas donde es necesario regar, y pH de 5,8 a 7 (Vegliola *et al.*, 1998). De acuerdo a evaluaciones realizadas por INIA Carillanca en diferentes sectores, los mejores resultados en cuanto a calibre de bulbos se han obtenido en trumaos y graníticos transicionales (Kehr, 1999-2002).

El ajo tiene arraigamiento superficial, por lo cual la profundidad del suelo no es un factor de relevancia. Sin embargo, es fundamental el drenaje para evitar anegamientos (Giacconi y Escaff, 1994), lo que influye sobre la producción y desarrollo de enfermedades fungosas en el suelo. La preparación de suelos es importante para la obtención de buenos rendimientos. Debe ser anticipada, para permitir buen control de malezas en preplantación (Aljaro, 1999-2001).

Los principales objetivos de la preparación de suelos son obtener las condiciones óptimas para asegurar buena brotación de los dientes-semilla, mejorar las condiciones físicas, circulación de aire y agua, controlar malezas, mejorar la capacidad de retención de agua, incorporar residuos vegetales y fertilizantes y destruir plagas. La cama de semillas debe tener suficiente humedad y temperatura, libre de malezas, la estructura debe permitir penetración de raíces, suelo no compacto, y tener más de 20 cm de profundidad (Kehr, 1999-2002).

Existen variadas alternativas de equipos para laboreo. Si el cultivo anterior es una pradera o algún cereal con un importante residuo de malezas, se recomienda utilizar un herbicida que posea como ingrediente activo glifosato. Luego un arado de disco o vertedera para realizar una labor primaria, posteriormente una pasada de arado cincel. La preparación de suelos finaliza con la eliminación de terrones y mullimiento

de la cama de semillas. Esta labor puede realizarse con rastra de clavos o con vibrocultivador, que remueve el suelo sin invertirlo, y reemplaza a las rastras de clavos, de discos, rotativas, rodillos, etc. El vibrocultivador permite controlar malezas de reproducción vegetativa, romper el sellamiento superficial del suelo y nivelar el terreno en forma progresiva (Giaconi y Escaff, 1994; Kehr, 1999-2002).

Una vez preparado adecuadamente el suelo, se procede a surcar con maquinaria o surcador manual, no más de 15 cm de profundidad, luego se aplican los fertilizantes fosfatado y potásico al surco de siembra, se hace una segunda pasada del surcador que permita dejar una capa de suelo sobre el fertilizante antes de la plantación, evitando el contacto directo con los dientes-semilla (Kehr, 1999-2002).



Rotación de cultivos

En el sur de Chile se recomienda realizar rotaciones largas, no menores de cuatro años con todas las especies del género *Allium* (ajo, cebolla, puerro, chalota). En aquellos suelos donde se han detectado ataques de pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum*), se sugieren rotaciones largas de más de 10 años para volver con un *Allium*. Los mejores pre cultivos para ajo, básicamente por las malezas, son los escardados, como papa, maíz y otras hortalizas, ya que la planta es muy mala competidora con las malezas debido a su arquitectura (Kehr, 1999-2002).

Selección de semilla

En una especie como ajo, cuya reproducción es agámica, la descendencia es genéticamente idéntica a la del bulbo madre, por lo cual son de gran importancia las condiciones en que la semilla se ha desarrollado. Semillas provenientes de plantas con nutrición deficiente, cosechadas en la época inadecuada, ya sea muy temprano o muy tarde, de bulbos con un proceso de curado deficiente, y mal almacenados, van a originar plantas débiles, de bajo calibre, afectando el rendimiento del cultivo. Por otro lado, se produce transmisión de patógenos sistémicos a la descenden-

cia, tales como virus y micoplasmas. Del punto de vista geográfico, se debe tener mucho cuidado cuando se adquiere semilla de otras localidades con clima diferente al del lugar donde se sembrará, puesto que si la semilla proviene de zonas más cálidas, necesitará someterse a bajas temperaturas para la acumulación del frío necesario para la bulbificación (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

La selección de semilla debe hacerse inmediatamente al finalizar el curado y limpieza de bulbos, eligiendo los bulbos de mayor tamaño, de apariencia sana, sin daños mecánicos. Dependiendo del tamaño del bulbo, es el número de dientes "semilla" que contiene y el peso de ellos. Un bulbo de categoría flor de ajo rosado como los ecotipos regionales, normalmente contiene 6-8 dientes semilla, y uno de categoría primera entre 9 - 10. Es importante destacar que el número de dientes depende del clon. En años menos fríos disminuye el número de dientes, sin afectarse el diámetro del bulbo. Es recomendable utilizar dientes sobre 3,0 g, independientemente del tamaño del bulbo madre (Kehr, 1999-2002).

Desgrane

Debe realizarse cuidadosamente, para evitar el daño mecánico a la semilla, seleccionar el material sano, el de mayor tamaño, y eliminar dientes dobles. Una vez desgranado y seleccionado el material, la semilla debe desinfectarse, ya sea sumergiéndola en mallas en una solución fungicida, o en un tambor revoledor. Esta labor es necesaria para protegerla del ataque de enfermedades fungosas, especialmente *Penicillium*, que se presenta en el almacenaje, y de aquellos hongos que pudieran atacar la semilla y plántula en sus primeros estados de desarrollo. Es importante insistir en la importancia de realizar el desgrane lo más cercano posible al momento de la siembra. El material desgranado es muy susceptible al ataque de hongos en almacenaje (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).



Época de plantación

La época de plantación adecuada para la Región de la Araucanía corresponde a abril-mayo, para el Valle Central en junio, y un poco más tarde para la Precordillera y Cordillera. Estas épocas se cumplirán en la medida que los materiales hayan roto la dormancia y que las condiciones climáticas permitan realizar las labores y siembra oportunamente (Giaconi y Escaff, 1994; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

Sistemas de plantación y densidad de siembra

En la zona central del país, normalmente las siembras se realizan en platabandas de 3 a 4 hileras, utilizando riego por surcos, o en hilera simple a 30-40 cm y 7 cm sobre la hilera. Para las condiciones de suelo de la Región de la Araucanía, el método de siembra más utilizado es el de hileras simples a 30 - 40 cm x 10 cm sobre la hilera, lo que implica una población de 200-250 mil plantas/ha. En experiencias realizadas en Carillanca y Renaico, en las temporadas 1995/96 y 1996/97, respectivamente, se utilizaron diferentes sistemas y densidades de plantación. En ambas localidades la plantación en platabandas con dos hileras obtuvo los mayores rendimientos totales, y una alta concentración de bulbos en las categorías flor y primera (Giaconi y Escaff, 1994; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

Fertilización

El nitrógeno es el nutriente que el cultivo de ajo extrae en mayor cantidad, independiente del tipo de suelo en que se desarrolle. La respuesta a fósforo de este cultivo está más claramente vinculada al tipo de suelo. Para el caso de suelos pobres en fósforo (menos de 5 ppm) de la zona central se recomiendan 45 a 90 kg P_2O_5 /ha para alcanzar altos rendimientos (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002). Respecto a la respuesta a potasio, existe información escasa y contradictoria a nivel nacional.

El crecimiento de la planta de ajo es lento durante los primeros cien días (Gráfico 1), lo que determina una baja absorción de nutrientes. La extracción de macronutrientes (Gráfico 2) acompaña el crecimiento de la planta, siendo escasos los primeros tres meses, ya que la planta se nutre a expensas de las sustancias de reserva provenientes del diente semilla. Dicha absorción se hace más intensa a partir de los cien días, prolongándose hacia el final del desarrollo del cultivo (Kehr, 1999 - 2002).

GRÁFICO 1. Crecimiento de la planta de *Allium sativum* L.

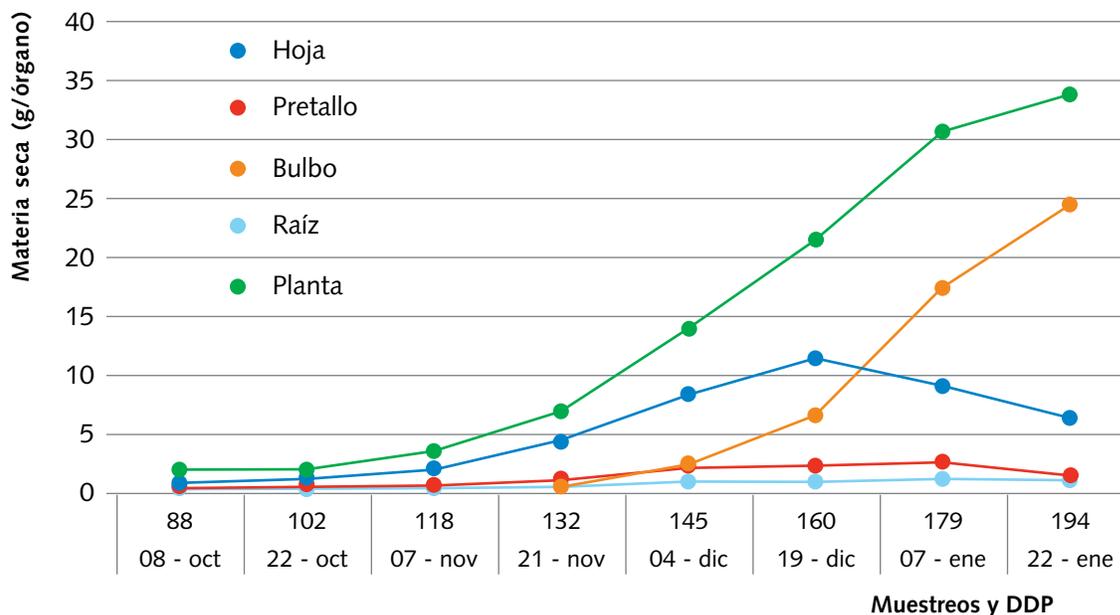
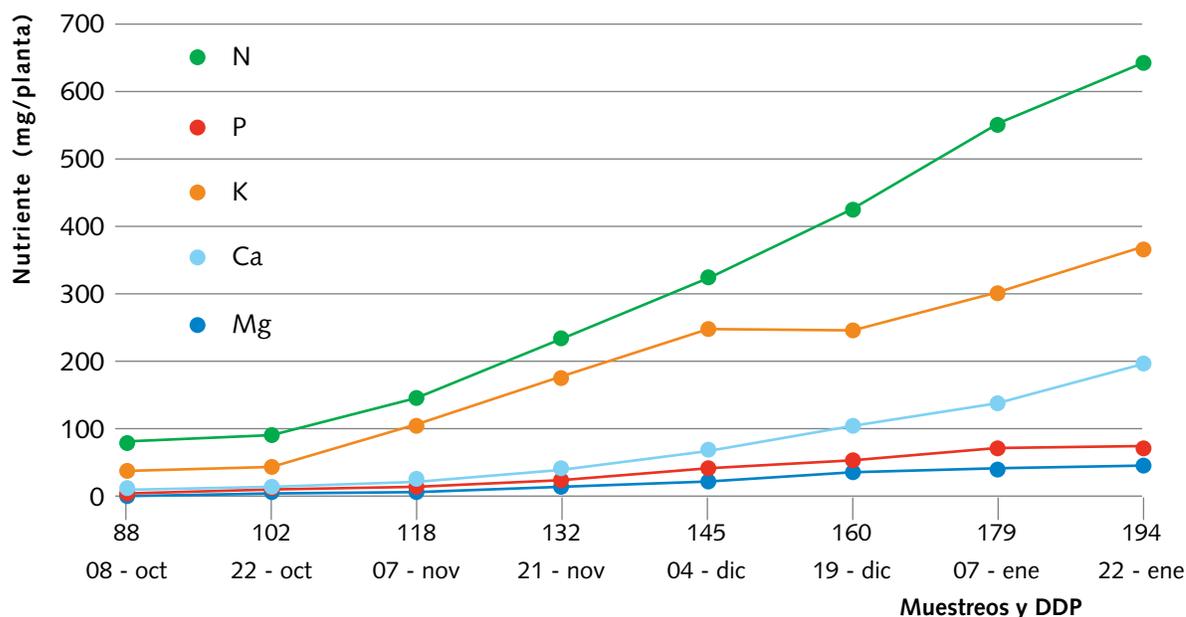


GRÁFICO 2. Absorción de macronutrientes en el desarrollo de *Allium sativum* L.

La absorción de micronutrientes sigue el mismo patrón anterior, con una baja extracción inicial y un fuerte incremento a partir de los cien días, situación que se prolonga hasta la cosecha. Los micronutrientes absorbidos en mayores proporciones son el manganeso y zinc, seguidos por el cobre y boro (Gráfico 3) (Kehr, 1999 - 2002).

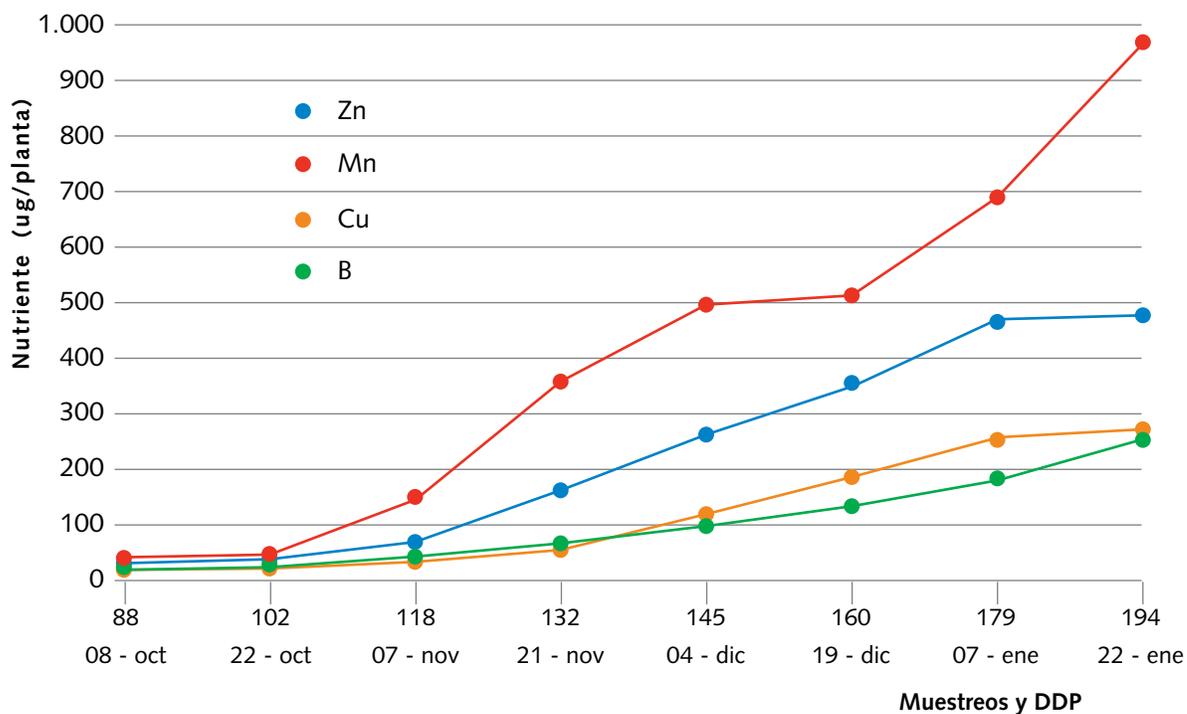
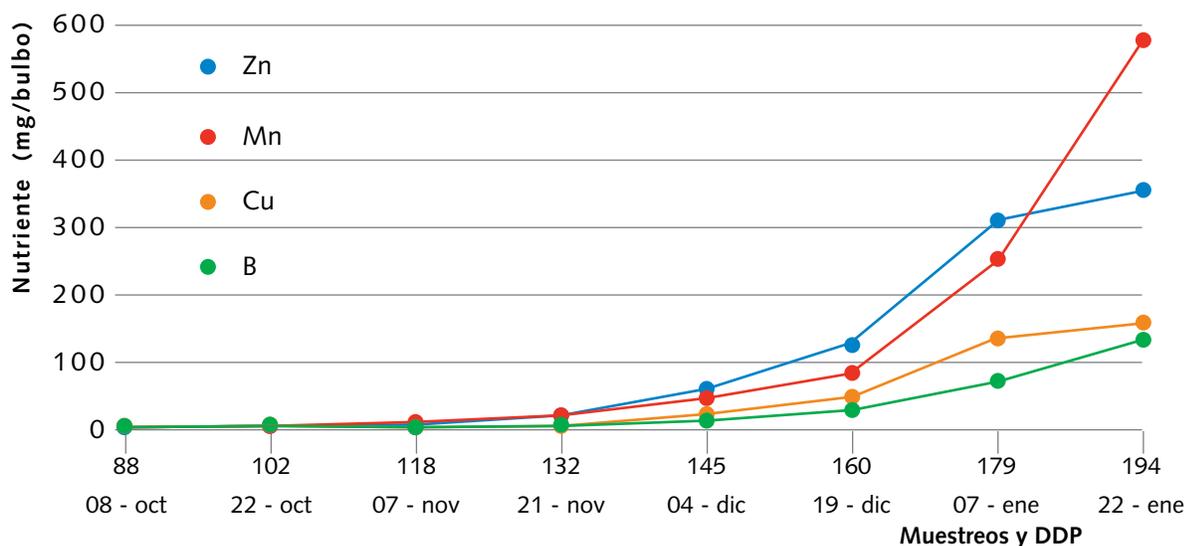
GRÁFICO 3. Absorción de micronutrientes en *Allium sativum* L.

GRÁFICO 4. Absorción de micronutrientes en bulbo de *Allium sativum* L.

La curva de absorción de nutrientes del bulbo también se presenta sincronizada con la curva de crecimiento de este órgano. Durante los primeros 130 DDP, la absorción de macronutrientes es bastante pequeña. A partir de esa fecha se incrementa fuerte y de manera sostenida hasta la cosecha. Los macronutrientes absorbidos en mayor cantidad son también nitrógeno y luego potasio, seguidos en orden decreciente por calcio, fósforo y magnesio (Kehr, 1999 - 2002).

En el caso de micronutrientes, ocurre algo similar a la absorción de macronutrientes. Sólo a partir de los 130 DDP hay un aumento importante de la absorción, la que se prolonga hacia el término de la tem-

porada (Gráfico 4). En este caso, los micronutrientes absorbidos en mayor proporción son manganeso y zinc, seguidos por cobre y boro (Kehr, 1999 - 2002).

Fertilización nitrogenada

En estudios realizados por INIA Carillanca, (Cuadros 1 y 2) se presenta la producción total y por calibre. Las mayores producciones totales y de calibre flor se obtuvieron con 120 kg N/ha (200 kg P₂O₅/ha, seguido por el tratamiento 5 (la misma dosis de N pero con 100 kg P₂O₅/ha). Sin embargo, esta combinación produjo una tonelada menos de calibre flor que el anterior tratamiento (Kehr, 1999 - 2002).

CUADRO 1. Producciones totales de ajo (ton/ha) y distribución por calibre. Niágara, 1999/2000.

Trat.	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	Rendimiento (ton/ha)					
			Total	Flor	Primera	Segunda	Tercera	Desecho
1	0	200	6.97 c	1.44	3.29	2.08	0.12	0.04
2	60	200	7.79 b	1.99	4.03	1.67	0.09	0.01
3	120	200	8.79 a	3.59	4.02	1.19	0.00	0.00
4	240	200	7.41 bc	1.01	3.57	2.29	0.41	0.14
5	120	100	8.23 ab	2.56	4.04	1.61	0.02	0.01

(*) Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0.05) según Prueba de Tukey.

CUADRO 2. Producción total (ton/ha) y distribución por calibre. Carillanca, 1999/2000.

Trat.	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	Rendimiento (ton/ha)					
			Total	Flor	Primera	Segunda	Tercera	Desecho
1	0	220	7.53 c	3.62	3.02	0.79	0.10	0
2	50	220	8.55 c	4.64	3.10	0.75	0.06	0
3	100	220	8.88 bc	3.74	3.96	1.06	0.06	0.06
4	150	220	10.01 ab	5.28	3.84	0.80	0.06	0.05
5	200	220	10.13 ab	6.01	3.22	0.85	0.03	0.01
6	250	220	10.37 a	5.37	4.30	0.68	0	0.02

(*) Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (P < 0.05) según la Prueba de Tukey.

Riego

El ajo, al igual que el resto de las especies hortícolas, debe manejarse en condiciones de riego, siendo un factor vital de producción para el éxito del cultivo, y la necesidad de riego es un factor crítico especialmente a partir de la bulbificación de la planta, que se inicia en octubre en la zona sur. Adicionalmente, el cultivo del ajo presenta un arraigamiento muy superficial, por lo cual el volumen de agua retenido útil para el cultivo es pequeño, lo que exige riegos frecuentes en caso de sequías o ausencia de lluvias por períodos de más de una semana.

La necesidad neta corresponde a la evapotranspiración y se refiere al agua usada por la planta en transpiración, crecimiento y aquella evaporada directamente desde el suelo, incluyendo el agua depositada por el rocío y la lluvia, que se evapora sin ser usada por las plantas, que se mide en mm/día o mm/mes. Los requerimientos netos del cultivo de ajo varían entre 1.925 m³/ha y 3.300 m³/ha dependiendo de la localidad y zona del país (Giacconi y Escaff, 1994; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

La eficiencia de aplicación del riego depende de varios factores, entre otros: calidad del diseño, habilidad del regador que maneja el sistema, características físicas del suelo, calidad de las estructuras de distribución.

Método de riego a utilizar

El más utilizado es el riego por surcos, cuando no hay limitaciones de dotación de agua, y mano de obra. Para regar por surcos, las pendientes del terreno deben ser menores a 1,5%, la textura debe permitir una frecuencia de riego de al menos 3 días o más, y los suelos deben poder nivelarse. Si estas condiciones no se cumplen, se recomienda utilizar riego presurizado (cinta o goteo) o por aspersion, que debe ser de bajo volumen para evitar daños al cultivo. Se recomienda su uso en condiciones de riego eventual para suplementar las precipitaciones de verano, como puede ser en las regiones de la Araucanía y de los Lagos (Giacconi y Escaff, 1994; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).



Frecuencia de riego

Puede determinarse la humedad del suelo, tomando muestras a diferentes profundidades e inspeccionar ocularmente y al tacto el contenido de humedad, siendo éste un método que sólo entrega estimaciones con un error de 15-20% del contenido de humedad del suelo. Este método puede provocar errores importantes, por lo cual no se recomienda su uso.

El cultivo del ajo en la Región de la Araucanía, en un año normal, comienza a regarse en septiembre en el Secano Interior y Costero y en octubre en el Valle Central y Precoyuntura. En años en que ocurre una primavera lluviosa, el inicio del riego puede ser 1-1.5 meses más tarde (Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

Cuánto regar

Profundidad de riego: Una manera práctica es conociendo la profundidad de raíces del cultivo. El tiempo de riego corresponde al período que debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que penetre hasta la profundidad de raíces. En el Cuadro 3 se entregan tiempos de riego según textura de suelo, considerando un contenido de humedad inicial equivalente al 50% de su humedad aprovechable.

Tiempo de riego para diferentes texturas de suelo para mojar 20 cm de profundidad, usando riego superficial

Textura	Tiempo de riego
Arcilla poco densa	3 - 5 horas
Arcillo arenosa	2 - 3 horas
Franco arcillo arenosa	1 - 2 horas
Franco arenosa	0.2 - 1 hora

Fuente: Ferreyra y Peralta, 1991.

Para obtener un resultado exitoso del riego superficial, hay que regar uniformemente, con adecuados sistemas de conducción y distribución de agua, utilizando acequias niveladas con tubos rectos o sifones, mangas de polietileno o tuberías portátiles, conocido como "californiano móvil".

Control de malezas

Las malezas compiten por nutrientes del suelo, agua y luz, también obstruyen el proceso de cosecha y aumentan los costos de tal operación. En el manejo de las malezas en el cultivo del ajo, la escarda manual es utilizada y útil para controlarlas, siempre que se disponga de mano de obra abundante y barata. Sin embargo, el largo ciclo del cultivo, su escasa o nula agresividad para cubrir el suelo en conjunto con las condiciones climáticas imperantes en la zona sur, difi-

cultan el éxito en términos de oportunidad y eficacia de los controles mecánicos o manuales. En este sentido, el control químico de malezas, constituido por herbicidas, puede constituirse en una herramienta eficaz para el manejo de éstas y a un adecuado costo (Giaconi y Escaff, 1994; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

En la zona sur de Chile, el ajo se establece entre otoño y mediados de invierno, cosechándose en verano, por lo cual es vulnerable a la competencia de malezas por largo tiempo. La escasa habilidad del ajo para enfrentar y contrarrestar la competencia de malezas por tener un follaje delgado y erecto, que no le permite cubrir completamente el suelo y, a un lento crecimiento invernal (Kehr, 1999 - 2002).

El efecto de la competencia de malezas en el cultivo del ajo se manifiesta en una reducción del tamaño de bulbos, lo que para la zona central puede significar una pérdida de 50 a 94% de bulbos comerciales. Para la zona sur, y en el ámbito experimental, se han observado disminuciones promedio de 60% en el rendimiento total de bulbos. Las malezas más comunes encontradas se pueden observar en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Malezas más comunes en el cultivo del ajo en la Zona Sur.

Especie	Nombre común	Hábito / emergencia
Latifoliadas		
<i>Spergula arvensis</i>	Pasto pinito	A/I-V
<i>Stellaria media</i>	Quilloi-quilloi	A/I
<i>Silene gallica</i>	Calabacillo	A/I
<i>Anthemis cotula</i>	Manzanillón	A/I
<i>Crepis capillaris</i>	Flor amarilla	A-B/I
<i>Senecio vulgaris</i>	Hierba cana	A/I-V
<i>Brassica rapa</i>	Yuyo	A/I
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rábano	A/I
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Bolsita del pastor	A/I
<i>Chenopodium album</i>	Quinguilla	A/I-V
<i>Plantago lanceolata</i>	Siete venas	P/I
<i>Fallopia convolvulus</i>	Porotillo	A/I
<i>Veronica persica</i>	Verónica	A/I-V
<i>Vicia sp.</i>	Arvejilla	A/I
<i>Polygonum aviculare</i>	Sanguinaria	A/I-V
<i>Polygonum persicaria</i>	Duraznillo	A/I-V
<i>Rumex acetosella</i>	Vinagrillo	P/I-V
<i>Viola arvensis</i>	Pensamiento	A/I
Gramineas		
<i>Agrostis capillaris</i>	Chépica	P/I
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Pasto cebolla	P/I
<i>Avena fatua</i>	Avenilla	A/I
<i>Lolium sp</i>	Ballica	A/I
<i>Poa annua</i>	Piojillo	A/I

Hábito de crecimiento: A (anual), B (bianual), P (perenne). Época de emergencia: I (invierno), V (verano)

Fuente: INIA Carillanca, 1997.



Una vez establecido el cultivo y para evitar la competencia de las malezas, se deben realizar labores de control. En esta etapa, las malezas se pueden controlar a través de escarda manual, para lo cual se requiere una alta cantidad e intensidad de mano de obra, lo que puede restarle tiempo y dedicación a otras actividades productivas. En general, se necesitan entre 2 a 3 picas o limpias con azadón (28 a 42 JH/ha) durante el ciclo de desarrollo del ajo y, en que la eficacia y oportunidad dependerá del tipo de malezas y factores climáticos (Kehr, 1999 - 2002).

Los herbicidas actúan en forma curativa con eficacia y rapidez, y constituyen un buen complemento de otros métodos de control (Cuadro 5). Deben conocerse las malezas a controlar, tener un equipo de pulverización en buen estado y adecuada calibración. Esto último es fundamental para aplicar en forma precisa y distribuir uniformemente el producto, y así los herbicidas cumplan eficazmente su misión de controlar las malezas sin causar daños al cultivo.

CUADRO 5. Herbicidas recomendados en ajo

Nombre técnico	Época de aplicación	Rangos de dosis (p.c./ha)
Bromoxinil	POST	1,0 - 2,0 L
Clethodim	POST	0,4 - 0,8 L
Fuazifop-p-butil	POST	0,75 - 2,0 L
Linuron	PRE y POST	0,8 - 1,5 kg
Metabenzthiazuron	PRE y POST	2,0 - 3,0 kg
Oxadiazon	PRE y POST	2,5 - 3,0 L
Oxifluorfen	POST	0,5 - 1,5 L
Pendimetalin	PRE	4,0 - 5,0 L
Propaquizafop	POST	0,5 - 1,0 L
Quizalofop-etil	POST	0,5 - 2,25 L
Quizalofop-p-etil	POST	0,25 - 1,125 L
Setoxidim	POST	1,25 - 2,0 L
Trifluralina	PSI	1,0 - 3,0 L

POST: postemergencia, PRE: preemergencia; PSI: presiembrado incorporado; p.c.: producto comercial.

Fuente: Adaptado de AFIPA (1998).

CUADRO 6. Niveles de control de herbicidas en las principales malezas latifoliadas (hoja ancha) en el cultivo de ajo para la Zona Sur

Maleza	Herbicida				
	Linuron	Metabenzthiazuron	Oxifluorfen	Pendimetalin	Trifluralina
Pasto pinito	B	B	B	B	R
Quilloi-quilloi	D	B	R	R	B
Calabacillo	B	B	B	B	B
Manzanillón	B	R	B	R	D
Hierba cana	R	B	B	R	R
Yuyo	B	R	B	D	D
Rábano	B	R	B	R	D
Bolsita del pastor	B	R	B	D	D
Quinguilla	B	R	B	B	B
Siete venas	R	R	R	R	R
Porotillo	B	R	B	B	B
Verónica	R	B	B	B	B
Arvejilla	D	D	B	D	D
Sanguinaria	R	R	B	B	B
Duraznillo	R	R	B	R	R
Pensamiento	B	D	B	R	D

B: buen control; R: regular control; D: deficiente control.

Fuente: INIA Carillanca, 1997.

Un control adecuado de malezas en el cultivo del ajo pasa por implementar un programa que debe iniciarse con una adecuada preparación del suelo. Es esencial conocer el tipo y especie de malezas, herbicidas disponibles para ajo en el mercado, malezas que controlan y la época en que deben ser aplicados. La eficacia de un herbicida en el control de malezas y su selectividad en el cultivo (Cuadro 6) dependen en gran medida de la dosis, para lo cual es fundamental la calibración y manejo del equipo pulverizador al momento de la aplicación. También, debe considerarse la disponibilidad y capacidad para realizar aplicaciones sucesivas de herbicidas, o complementar con otro método de control.

En la utilización de los herbicidas, como cualquier producto fitosanitario, debe tenerse en cuenta los implementos de seguridad personal durante su aplicación (guantes, mascarilla, botas y traje de agua) y, posteriormente, un manejo de los residuos y envases, a objeto de evitar riesgos de contaminación para el medio ambiente (Kehr, 1999 - 2002).

FIGURA 2. Control mecánico de malezas (limpia o escarda manual o "pica")



FIGURA 3. Comparación del nivel de enmalezamiento entre control mecánico (a la izquierda) y control químico (a la derecha)



Enfermedades

Moho azul

Aparición de manchas amarillo-pálidas, hundidas, que se hacen evidentes al desprender la túnica protectora del diente. El desarrollo de moho azul verde en la superficie de las lesiones, acompañado de deshidratación del bulbillo, puede llegar a causar una completa desintegración del bulbo en estados avanzados. En la fase temprana de la enfermedad, los síntomas en campo pueden incluir clorosis, marchitez y detención del crecimiento de plantas. Si la pudrición ocurre antes de la germinación, se traduce en una disminución en el número de plantas. El agente causal es el hongo *Penicillium corymbiferum* Westling (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Apablaza, 1999; Celis y Gutiérrez).

Para reducir la incidencia de la fase temprana se recomienda usar semilla seleccionada, reducir al máximo las heridas en los dientes en el desgrane, sembrar prontamente una vez realizado el desgrane, tratar los dientes semilla por inmersión durante 15 minutos en una solución que incluya, entre otros, los siguientes fungicidas (g i.a./100 L): Benomil (100) + TMTD (240) o Carbendazima (100) + TMTD (240). Además, resulta efectiva y económica la inmersión de los dientes en una solución de hipoclorito de sodio al 2% por 5 minutos.

FIGURA 4. Moho azul en ajo



M. PUTNAM

Pudrición blanca

El hongo provoca pudriciones de raíces y bulbillos, detención del crecimiento y clorosis del follaje, el cual colapsa y finalmente se seca. Sobre las lesiones se desarrolla micelio blanco, fino y de apariencia algodonosa. Posteriormente se forman pequeños corpúsculos globosos, en sus inicios de una coloración blanco-grisáceo, pero que finalmente se tornan negros y

compactos, correspondientes a esclerocios o estructuras de sobrevivencia del hongo. Es causada por el hongo *Sclerotium cepivorum* Berk. Los esclerocios de *S. cepivorum* permanecen dormantes en forma constitutiva por uno a tres meses. Posteriormente pueden continuar en esa condición por muchos años, siempre y cuando raíces de plantas huéspedes como ajo y otras especies del género *Allium* no induzcan su germinación (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Apablaza, 1999).

Figura 5. Pudrición blanca en ajo



La germinación de los esclerocios es óptima a temperaturas de 14 a 18 °C, y es inhibida completamente a 24 °C. A partir de un suelo infestado, todas aquellas labores de manejo del cultivo que causen arrastre de partículas de un área a otra, así como también el movimiento superficial de agua de riego, pueden diseminar los esclerocios a suelos no contaminados. De igual forma, el uso de bulbos portadores de esclerocios son vías efectivas de diseminación. Otro mecanismo conocido es aquel que se produce por contacto radical entre plantas enfermas y sanas.

En suelos sin historial de pudrición blanca, asegurarse de emplear semilla sana o libre del patógeno. De igual forma, restringir el movimiento de maquinaria, implementos agrícolas, animales y otros medios que puedan arrastrar esclerocios desde áreas o suelos contaminados. Cuando el cultivo en un suelo determinado presenta por primera vez la enfermedad, lo que normalmente se caracteriza por una baja incidencia, se recomienda remover y quemar las plantas enfermas, junto a los residuos y el suelo que rodea la zona afectada.

Nematodo del tallo y del bulbo

En la planta se produce un retraso de crecimiento y clorosis foliar. Las hojas tienden a curvarse e hincharse. Los bulbos pierden peso, producto de la desecación del tejido. Asociado a lo anterior se acompaña una pudrición blanda, que produce un olor caracte-

rístico. Es causada por *Ditylenchus dipsaci*, que penetra la semilla en germinación, pudiendo migrar a diferentes partes de la planta. Además, persisten en la semilla residuos de cosecha, plantas voluntarias de ajo, y en otros hospederos que incluyen algunas malezas. En prospecciones realizadas en el sur de Chile se han determinado poblaciones altas tanto en bulbos como en suelos. Niveles tan bajos como 10 nematodos/500 g de suelo pueden causar daño (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Apablaza, 1999; Celis y Gutiérrez.).

Figura 6. Ataque de nematodos (*Ditylenchus dipsaci*), en ajo



Se recomiendan rotaciones no inferiores a 4 años, empleando cultivos no hospederos, eliminar residuos de cultivos enfermos y plantas voluntarias de ajo, realizar un buen control de malezas, especialmente de aquellas que pueden ser hospederos de *D. dipsaci*. Como el nematodo puede ser diseminado a través de la semilla, es fundamental que sea sana o certificada. Un tratamiento físico estándar a la semilla consiste en sumergirla por 30-45 minutos en agua a 38 °C, seguido de 20 minutos a 49 °C, para finalizar con 10-20 minutos a 18-22 °C. Este último tratamiento puede mejorar significativamente si se aplica, entre otros, productos como formaldehído al 1%. Es importante que una vez terminado el tratamiento, los ajos se siembren lo más rápido posible.

Plagas

Thrips tabaci

Lindeman

Conocido con el nombre común de trips de la cebolla o trips del tabaco, en estado adulto mide entre 1 y 1,5 mm de largo, tiene los ojos rojos y su aparato bucal corresponde a un insecto raspador chupador, pero es asimétrico debido a que la mandíbula derecha se encuentra atrofiada. Los estadios ninfales son amarillos



a café oscuros, parecidos en su forma a los adultos, pero sin alas. La prepupa y pupa tienen el aparato bucal atrofiado y presentan sólo esbozos de alas. Se reproduce por partenogénesis y por vía sexual, sin embargo la presencia de machos es escasa. Cada hembra puede depositar sobre 80 huevos en las hojas tiernas.

El ciclo vital de huevo a adulto se cumple en 11 días a 28 °C; también se señala que a 30 °C el ciclo se cumple en 11 días. Los adultos viven casi 30 días, pudiéndose desarrollar continuamente cuando la temperatura no baja de 12 °C. Cuando las condiciones ambientales no les son favorables a su desarrollo y la temperatura se mantiene a 5 °C, entran en un período de quietud, tanto el juvenil como el adulto; de tal manera que el número de generaciones anuales va a depender de estas condiciones. Ataques intensos de trips se manifiestan en deformaciones foliares, que suelen ocurrir por la acción directa del insecto o por su capacidad de transmitir virus (Vegliola *et al.*, 1998; Kehr, 2002).

El control químico es la forma más común de control y la más recomendada. Para ello se puede recurrir a los insecticidas asinfosmetil, diazinon, malation, metomil o permetrina, sin olvidar considerar el período de carencia establecido para cada producto en el cultivo.

Mosca de la cebolla (*Delia antiqua* Meig)

Es un díptero considerado plaga primaria y secundaria en ajo. Aunque su principal hospedero es la cebolla, también ataca la chalota. El adulto mide 6 a 7 mm de largo, la hembra



deposita sus huevos cerca de la base de las plantas o los deja en grietas del suelo. Los huevos son blancos, alargados y pueden eclosionar entre los dos a siete días, dependiendo de la temperatura y humedad. Cuando emergen las larvas, pueden alimentarse inicialmente de materia orgánica y posteriormente dirigirse a los bulbillos consumiendo y destruyéndolos, dejando solamente la envoltura externa. Cuando lo daña parcialmente, una vez cosechado el bulbo se producen problemas por pudrición durante el almacenaje. El ataque de este insecto se ve favorecido bajo condiciones ambientales con alta humedad, principalmente en el suelo, más aún cuando el contenido de materia orgánica es alto y el terreno se encuentra fertilizado con fósforo muy cerca del período de plantación de los bulbillos (Aljaro 2001; Kehr, 2002).

Como acciones orientadas al control, es recomendable, en terrenos donde se ha cultivado cebolla, ajo o chalota, sacar el rastrojo y no amontonarlo en el potrero porque constituye un medio de multiplicación para la mosca y una fuente de contaminación para el nuevo cultivo. Es conveniente quemar el desecho, enterrarlo o llevarlo a un sector alejado del lugar donde se hará la nueva plantación de ajo. Si esto no es factible, la alternativa es aplicar aceite de petróleo al montón de basura para matar las larvas.

El control químico puede efectuarse al momento de la plantación, aplicando al surco productos granulados como clorpirifos, diazinon, fonofos, phoxim o mezclando los bulbillos con clorpirifos, diazinon, imidacloprid o teflutrina, más un adherente. Una vez emergidas las plantas, puede aplicarse asinfosmetil, malation o metomil.

Cuncunillas

Los nóctuidos forman un grupo de insectos cuyos adultos o mariposas se caracterizan por volar al crepúsculo o de noche. Las larvas de nóctuidos, en general nominados gusanos, poseen una cabeza expuesta. La pupa o crisálida es café, del tipo obtecta, con sus antenas, patas y alas pegados al cuerpo y dos espinas en su extremo posterior cuya apariencia, junto con la abertura anal, se utilizan para diferenciar las especies.

La cuncuna o cuncunilla de las hortalizas, *Copitarsia turbata* (Herrich-Schaeffer) (= *C. consueta*) es una de dos especies de *Noctuidae* registradas en ajo. Se conoce además como cuncuna o cuncunilla de la vid y cuncuna copitarsia. Plaga primaria o secundaria.

C. turbata al estado larvario es controlada por varios insectos entomófagos del orden Diptera, familia Tachinidae, géneros *Ateloglutus*, *Incamiya* y *Wintemia*, y orden Hymenoptera, familia Ichneumonidae, género *Thymebatis*. También existe registro de un parasitoide de huevos del orden Hymenoptera, familia Trichogrammatidae, género *Trichogramma*.

Si es necesario recurrir a insecticidas para su control, se recomienda aplicar productos de contacto e ingestión como asinfosmetil, diazinon, metomil, permctrina o lambdacihalotrina. Los inhibidores de quitina o reguladores del crecimiento del grupo acilureas se sugiere aplicarlos cuando las larvas se encuentran en sus primeros estadios de desarrollo.

El otro nóctuido mencionado para ajo es la especie *Pseudaletia impuncta* (Guenée), conocida como cuncunilla de los pastos y también como cuncunilla de las hortalizas, sin embargo su apariencia es distin-

ta a *C. turbata*. La importancia de *P. impuncta* en ajo es secundaria y en el país su distribución geográfica abarca de la Región de Coquimbo a la Región de los Lagos. Como enemigos naturales entomófagos se menciona a tres dípteros taquínidos, *Archytas piliifrons*, *A. scutellatus* y *Prosopochaeta anomala* (Kehr, 2002).

Gusano cortador

El gusano cortador corresponde a la especie *Agrotis ipsilon* denominado también gusano de tierra, gusano grasiento o gusano rosca. El adulto es una mariposa de hábito de vuelo nocturno y como en la mayoría de los nóctuidos predominan en su cuerpo los colores oscuros. La hembra coloca sus huevos en grupos separados, de preferencia en el suelo, ocultos en los terrones, rastrojo o lugares protegidos de la planta. La hembra puede poner hasta 1.500 huevos en sus 15 a 20 días de vida. Los huevos son blanco-amarillentos, de 0,6 mm de diámetro y 0,3 mm de alto (Vares *et al.*, 1987).



El daño que provocan los gusanos cortadores en plantas recién emergidas es apreciable. En plantas de mayor tamaño el daño se evidencia en las hojas. El ataque al cultivo se incrementa a medida que la larva se desarrolla.

El control artificial está dado por la preparación de suelos. Al arar se deja en la superficie larvas y pupas, permitiendo la acción natural de agentes controladores bióticos y abióticos. El control químico debe aplicarse cuando sea estrictamente necesario, existiendo en el mercado una amplia oferta de insecticidas para controlar esta plaga, como piretroides, fosforados, carbamatos, fenilureas y nitroguanidinas (Kehr, 2002).

Ácaros

El eriófido de los bulbos, *Eriophyes tulipae*, es cosmopolita presente en Chile de la Región de Tarapacá a la Región de la Araucanía. Común y perjudicial en bulbos de alliáceas. En ajo se considera plaga secundaria, pudiendo comportarse como plaga primaria si las condiciones ambientales son favorables. En otros cultivos puede desarrollar su capacidad como vector de virus.

Los adultos miden 0,23 mm de largo, sin ojos; cuerpo blanco. Sus colonias se ubican preferentemente sobre los dientes de los bulbos. En campo pueden producir deformaciones en las hojas con manchas amarillas longitudinales. Los bulbos se afectan en tamaño y permanecen blandos. En almacenaje se ubican bajo las túnicas superiores y por su actividad alimentaria producen lesiones en bulbos, deshidratación y manchas cafés. Los dientes de ajo, si se usan como semilla, sirven de vehículo para diseminar la plaga en campo; reducen la emergencia, producen plantas cloróticas y enrollamiento de hojas. En estas condiciones, pueden causar muerte de plantas.

Para prevenir ataques en campo, es muy conveniente seleccionar prolijamente la semilla, desechando los dientes blandos. El material desechado debe destruirse a través de la quema. Si los dientes no están blandos y presentan eriófidos, pueden eliminarse sumergiendo los bulbos un par de horas en agua caliente a 45 °C. También con control químico por inmersión de bulbos por 15 minutos en una solución de tiometon en dosis de 1,5 cc por kilo de semilla o fenamifos en dosis de 40 cc por 100 litros de agua. Posteriormente la semilla se deja secar extendida en un lugar seguro, donde el acceso de personas sea restringido, para evitar envenenamientos. Después de 24 horas, se siembra, sin olvidar tomar las medidas de seguridad que el caso requiere para la aplicación de pesticidas (Vegliola *et al.*, 1998; Kehr, 2002).

Después de la cosecha, y antes de almacenar los bulbos, se pueden tratar con un producto fumigante y posteriormente tratarlos con malation al 5%.

Cosecha

La cosecha se inicia a fines de diciembre, para terminar la segunda quincena de enero y eventualmente a mediados de febrero.

Para evitar pérdidas de rendimiento y calidad, es importante destacar la importancia de una cosecha oportuna. Una cosecha atrasada puede provocar disminución de rendimiento por sobremaduración, pérdida de catáfilas envolventes del bulbo, desgrane de bulbos. Por el contrario, una cosecha adelantada no permite un desarrollo completo del bulbo, produciendo pérdidas de rendimiento por disminución de calibres.

Para iniciar la cosecha, es necesario señalar que existen algunos indicadores que se pueden observar en el cultivo y que ayudan a definir si está en el momento oportuno de ser arrancado. Para ello, debe hacerse un muestreo aleatorio de plantas, abarcando toda la superficie de cultivo para aplicar estos indicadores. Si tres de ellos se cumplen, se puede cosechar. Estos indicadores son:

- a) relación del diámetro del bulbo: falso tallo, con un valor entre 1:3,5 y 4,0 para ajo común y 1:4,0 y 4,5 para ajo chilote.
- b) porcentaje de la sección ocupada por los bulbillos o dientes en el diámetro total del bulbo, cuyo valor debe ser como mínimo de 90%.
- c) el grosor de 2 mm del conjunto de catáfilas envolventes con no más de dos de ellas secas, lo que tiene directa relación con la capacidad del bulbo para resistir el manipuleo en postcosecha.
- d) grado de desecación del follaje entre 50 y 60%, con variación de color del follaje de verde a café.

En cultivos de riego, éste debe suspenderse unos veinte días antes de iniciar la cosecha, para permitir el secado natural del follaje y de las catáfilas que cubren el bulbo. Previo a la arranca, se deben soltar los bulbos, usando un arado de vertedera, o una herramienta manual llamada chope. Posteriormente, se procede a arrancarlos en forma manual, evitando daños por esta labor (Giacconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

Curado

Luego de la arranca, debe realizarse un tiempo de curado para terminar con el proceso de secado del follaje y cutículas de los bulbos. En este proceso, si se hace artificialmente, se somete a los bulbos a altas temperaturas (alrededor de 36 °C) y baja humedad relativa (menos de 70%). El curado puede hacerse a campo abierto o bajo protección. Si las condiciones climáticas lo permiten, el curado se puede realizar a potrero, disponiendo las plantas en rumas, evitando la exposición directa de los bulbos al sol. Para ello, las rumas deben ser de tal forma que los bulbos queden cubiertos con el follaje. El suelo debe estar seco, limpio, libre de malezas y vegetación verde para evitar la humedad. Se considera que los bulbos están "curados" cuando el cuello está cerrado y las catáfilas externas están secas y crujientes. Estas condiciones se alcanzan cuando un bulbo ha perdido entre 3 y 5% de su peso. Si no se realiza este proceso, tanto en ajos como cebolla, los bulbos serán más susceptibles a pudriciones durante el almacenaje.

Lo más recomendable para las condiciones climáticas de la Región de la Araucanía, donde existen riesgos de lluvias en verano, es realizar el curado bajo techo, en un lugar limpio, ventilado, con baja humedad, temperado, cuidando que los bulbos no queden expuestos al sol. Para ello, la estructura más utilizada es una tipo ruca, donde las plantas se disponen arrumadas en los costados con el follaje expuesto al sol protegiendo los bulbos. Dependiendo de las condiciones climáticas, el proceso de curado demora entre 15-30 días (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

Almacenaje

Las condiciones de almacenaje para ajo semilla deben ser distintas que para ajo consumo. Las condiciones de almacenaje para ajo semilla deben ser de 14-18 °C y 60% de humedad relativa.

Para lograr un buen almacenaje deben evitarse daños a los bulbos, realizar un buen "curado", evitando la deshidratación y el ingreso de patógenos. La máxima pérdida tolerada comercialmente es de 10% del peso fresco. Bulbos con buen estado sanitario, cuellos secos y cerrados, catáfilas externas secas y alto contenido de sólidos presentan mayor vida útil de postcosecha. Las condiciones óptimas de almacenaje para ajo consumo son de 0 °C, 70% de humedad relativa y circulación de aire de 1 m³ de aire por minuto por 3 m³ de ajo. Estas condiciones pueden lograrse en un galpón con ventilación adecuada o en cámara frigorífica.



Se deben tener las siguientes consideraciones:

- Con temperaturas entre 5 y 18 °C el ajo brota fácilmente.
- Humedad superior al 70% favorece la emisión de raíces y aumenta la incidencia de enfermedades; humedad inferior produce pérdida de catáfilas por desecación.
- Temperaturas menores a 0 °C pueden producir daño por congelamiento (punto de congelación del ajo: -1 a -3 °C).
- Una inadecuada ventilación puede provocar disminución excesiva de oxígeno, los bulbos se ponen amarillos, cerosos, arrugados y traslúcidos.
- El producto almacenado en mal estado se debe sacar, por ser fuente de producción de etileno y puede producir brotación.
- Dejar espacio suficiente en el almacenaje para la circulación de aire.

Durante el almacenaje, la dormancia decrece gradualmente a temperaturas de 5-10 °C y menos rápidamente cuando es más elevada o más baja. Posteriormente, los bulbos brotan más rápido y con mayor vigor, mostrando falsos tallos más gruesos y hojas más largas. Las bajas temperaturas provocarían acumulación de citoquininas durante el almacenaje, acelerando la brotación. Los tratamientos de frío pueden producir alteraciones en el crecimiento, como la aparición de rebrote (crecimiento secundario). En general, en Chile el almacenaje de ajos se realiza en galpones y cobertizos en condiciones no controladas, colocados en atados y ristras en estructuras habitualmente de madera, con el objeto de permitir una adecuada circulación de aire y aprovechar bien el espacio cubierto (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998; Aljaro, 1999-2001; Kehr, 1999 - 2002).

3. Cultivo de maíz dulce (choclo)

Introducción

Esta hortaliza tradicionalmente se ha dedicado para consumo interno en estado fresco. Sin embargo se ha comenzado a industrializar, principalmente, como congelado, con lo que se amplía su consumo a todo el año y también abre una vía de exportación hacia algunos mercados externos.

Figura 7.
Cultivo del
maíz (*Zea
mays*).



La producción de maíz dulce puede destinarse al consumo fresco o a la agroindustria. Para consumo fresco se radica en las regiones de Valparaíso y Metropolitana; en cambio, para la agroindustria se cultiva desde la Región Metropolitana hasta la Octava, sector donde se ubican las agroindustrias (Luchsinger y Camilo, 2008).

En Chile los primores se producen en las regiones de Atacama y Coquimbo en noviembre, luego aparece la producción de diciembre en las regiones de Valparaíso y Metropolitana de Santiago y posteriormente a partir de enero en la zona centro sur del país.

Respecto a sus características botánicas, el maíz pertenece a las monocotiledóneas gramíneas.

Las raíces son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias.

El tallo tiene aspecto de caña, con los entrenudos rellenos de una médula esponjosa, erecto, sin ramificaciones y de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura. El maíz tiene escasa capacidad de ahijamiento, de hecho la aparición de algún hijo es un efecto no deseado que perjudica la capacidad productiva.

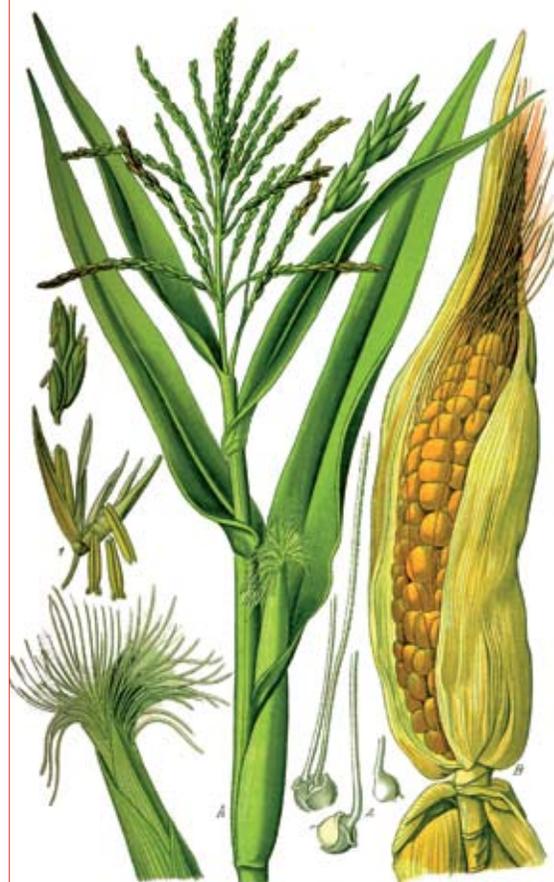
Las hojas son alternas, paralelinervias y provistas de vaina que nace de cada nudo (gramínea). El número de hojas depende de la variedad y del ciclo, de la época de siembra, etc., pero, aunque podrían llegar hasta 30, lo normal es que haya un máximo de 15 hojas. Parece que el número de hojas está relacionado con el potencial de producción.

El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas pero en el mismo pie. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas.

Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso. El número de granos y de filas de la mazorca dependerá de la variedad y del vigor del maíz (Ortiz, 2008).

Planta en antesis

Figura 8. Planta de *Zea mays*



El órgano de consumo del choclo es el grano de maíz al estado inmaduro (Vigliola, 1998). Botánicamente este grano corresponde a un fruto característico de la familia, el que presenta a la semilla fusionada con las estructuras propias del fruto y recibe el nombre de cariopsis (Krarup y Moreira 2003).

La diferencia genética básica entre el maíz dulce y el normal es la presencia del gen recesivo *su* en el cromosoma 4, el cual en estado homocigota da lugar a la condición dulce (Camacho *et al.*, 2001). El maíz dulce son granos con alto contenido de azúcar, de aspecto transparente y consistencia córnea cuando están inmaduros. Al madurar, la superficie se arruga (Acuña. 2001). A su vez, la síntesis de almidón en el grano está inhibida. El mutante recesivo *sugary-1* (*su 1*) detiene la conversión de parte del azúcar en almidón, determinando niveles de sacarosa en el grano del doble o triple del maíz común (E.E.A. INTA Balcarce. 2006).

Requerimientos climáticos

El maíz es una especie de estación cálida, muy sensible a las heladas, sobre todo en período de emergencia, pero con gran poder de recuperación cuando éstas le afectan. Le favorece un verano largo, razón por la cual se deben elegir cuidadosamente las épocas de siembra de cada zona. La temperatura óptima para su crecimiento fluctúa entre los 24 y 30 °C. y para la germinación requiere temperaturas de 18°C. Las plantas tienen un gran crecimiento radicular y vegetativo. Por ser de arraigamiento profundo, debe cultivarse en suelos con más de 40 cm de profundidad, capaces de retener suficientes nutrientes y humedad. (Giaconi y Escaff, 1994; INDAP-PROCECOP, INIA Intihuasi, 1998; Vegliola *et al.*, 1998).

Suelo

En cuanto a los requerimientos de suelos, este cultivo se da en una amplia variedad de ellos, siempre que sean bastante profundos, con buen contenido de materia orgánica, fertilidad más que mediana, bien drenados y buena retención de humedad: además planos y exentos de malezas perennes e invasoras (Giaconi y Escaff, 1994).

Siembra

Para la Región de la Araucanía la fecha de siembra va desde el 15 de octubre al 15 de noviembre, dependiendo de la localidad. En zonas con riesgos de heladas se recomienda la siembra más tardía, pero no más allá del 15 de noviembre. La dosis de semilla, dependiendo de la variedad, va de 15 - 20 kg/ha, siendo más altas en maíces dulces. La densidad de población es de 68.000-70.000 plantas/ha, con un

marco de plantación de 0,7 - 0,8 m entre hileras y 7 plantas por metro lineal para maíz dulce, y menor densidad para maíz choclero con dosis de 20-25 kg/ha (Giaconi y Escaff, 1994). Una vez que han emergido las plántulas se recomienda hacer una pequeña aporca para abrugarlas, de modo de favorecer su crecimiento.

FIGURA 9. Distancia de plantación



Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

Para lograr una buena germinación de la semilla se requiere un suelo mullido, sin terrones que impidan la germinación uniforme. Es aconsejable que previo a la siembra, el suelo se encuentre libre de malezas para que, a la vez, éstas no sirvan de huéspedes de plagas y enfermedades (INDAP-PROCECOP, INIA Intihuasi, 1998; Toledo y Huaiquipán, 1999).

Es un cultivo que compite mal con las malezas en sus primeros estados de desarrollo, por lo cual es recomendable partir con un suelo limpio. Un herbicida recomendado es la Atrazina en presiembra, incorporada al suelo. Se siembra en línea, a mano o a máquina, y para el caso de maíz dulce se recomiendan 6-7 semillas/m lineal, lo que da una población de 60.000-70.000 pl/ha, en surcos distanciados a 60-70 cm, (INDAP-PROCECOP, INIA Intihuasi, 1998).

Deshije

Hasta 3 hijuelos por planta; aumento de rendimiento y tamaño de mazorca. En plantas con 20 cm de alto. Una deshijadura muy tardía lejos de beneficiar a la planta la perjudica (Giaconi y Escaff, 1994). Sin embargo, no es aconsejable deshijar, pues ello sólo representa pérdida de tiempo y gasto inútil de dinero. Además, al desprender el hijuelo de un tirón se descalza la planta, dañando así las raíces. Por lo tanto, la deshijadura produce más perjuicio que beneficio (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Variedades

El maíz es utilizado tanto en alimentación humana como animal, pudiendo obtenerse numerosos productos a partir de las distintas variedades botánicas cultivadas; entre las más importantes destacan (Aldrich, 1986 citado por Prieto *et al.*, 2005):

a) *Zea mays* L. var. *indentata* (Sturtev.) L. H. Bailey: variedad botánica más cultivada en el mundo; comúnmente se le conoce como maíz dentado (*dent corn*), ya que al madurar, sus granos presentan una depresión en el extremo distal. Son muy utilizados en la producción de ensilaje para ganado bovino y, en menor medida, como choclo para consumo humano. Algunas de las variedades comerciales son JX 306, JX 550, Diente de caballo, Híbrido N^a 307, Híbrido N^a 550, Híbrido N^a 581, entre otras.

FIGURA 10.
Zea mays L. var.
indentata (Sturtev.)
L. H. Bailey.



Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

b) *Zea mays* L. var. *indurata* (Sturtev.) L. H. Bailey: son conocidos comúnmente con el nombre de maíces cristalinos (*flint corn*). Sus granos son córneos y duros, vítreos y de forma redondeada o ligeramente aguzada. El color de los granos es típicamente anaranjado y su velocidad de secado es comparativamente más lenta que en el caso del maíz dentado. Su uso está asociado fundamentalmente a la alimentación de aves y cerdos y, en menor medida, a la producción de ensilaje para ganado bovino.

c) *Zea mays* L. var. *saccharata* (Sturtev.) L. H. Bailey: conocidos comúnmente como maíces dulces (*sweet*

FIGURA 11.
Zea mays L. var.
saccharata (Sturtev.)
L. H. Bailey.



Fuente: Krarup y Moreira, 2003.

corn); debido al alto contenido de azúcar que presentan sus granos, lo cual, sumado a su textura y grosor de pericarpio, los hacen muy atractivos para el consumo humano. La variedad botánica saccharata es utilizada para la producción de choclo, tiene un sabor más dulce debido a que posee genes que retardan la conversión de azúcar a almidón, y según el dulzor se pueden clasificar en:

- azúcar normal (gen su-1)
- azúcar aumentada (gen se)
- superdulces (gen sh2).

Variedades de maíz dulce

Rodeo, Gran Rodeo PS7600 PS Sundance, Bonanza, Terminator, Monarca INIA, Jubilee F1, Melody, Sweet Boy, 5005, GH 2041, GH 2757, Spirit, entre otros. Se clasifican según la precocidad en:

- Precoces: Siembras más densas por menor desarrollo vegetativo; menor altura de planta, mazorca más chica y menor rendimiento en grano. Ej. Rodeo.
- Semitardías: Jubilee, Bonanza.
- Tardías: Plantas más altas; ciclo más largo.

Riego

El maíz es una planta de altos requerimientos de agua especialmente en el período de llenado de la mazorca. El riego por surcos es el más usado en la zona central del país, pero también se puede regar por aspersión o por cintas. Esto dependerá básicamente de la disponibilidad de agua de riego y de los costos de implementación (Giaconi y Escaff, 1994; Vegliola *et al.*, 1998).

Plagas y enfermedades

Por ser una especie de siembra directa, es recomendable protegerla de plagas de suelo en sus primeros estados de desarrollo. Por ello, es usual usar un insecticida en polvo al surco, junto con los fertilizantes previo a la siembra, pudiendo utilizarse Lorsban.

Las principales plagas del maíz son: el gusano cortador negro o grasiento (*Agrotis ipsilon*), el gusano del choclo (*Heliothis zea*), el barrenador del maíz (*Elasmopalpus angustellus*), la mosca de la semilla (*Delia platura*) e insectos de almacenamiento, en el Cuadro 8 se presenta un resumen de las plagas que ataca a ese cultivo (Giaconi y Escaff, 1994).

Cuadro 7. Principales plagas que atacan al cultivo de maíz dulce

Insectos del suelo que dañan la semilla

Estos insectos atacan la semilla una vez que ésta ha sido depositada en el suelo y ha absorbido humedad, es decir, está blanda. Las larvas de algunas especies de estos insectos se comen a menudo el grano, dejando sólo la cubierta; otros se comen el germen de la semilla y, finalmente, algunos construyen galerías al interior del grano.

Insectos del suelo que dañan las plantas

Gusanos cortadores: Es una de las plagas más frecuentes del maíz y posiblemente la que más estragos hace en este cultivo. Corresponde a larvas de numerosas especies de mariposas, que cortan las plantas aproximadamente a 2 ó 3 cm del suelo.

Control: Para prevenir su ataque es recomendable el uso de insecticida al suelo a la siembra y a las plántulas, tales como Baythroid 050 EC o Lorsban plus aplicándolo en la base de las plantas.

Gusano barrenador del cuello: Ataca a las plantas cuando ya tienen 10 cm de alto. Actúa justo debajo del suelo, donde horada el tallo tierno y construye galerías hasta 3 a 5 cm sobre el suelo, saliendo al exterior para atacar a otras plantas.

Gusano horador: Ataca el maíz desde que las plantas emergen hasta que tienen aproximadamente 20 cm de altura. Las larvas hacen perforaciones al nivel del cuello de la planta y le destruyen el centro del crecimiento, provocando así la muerte de la hoja central y luego de la planta completa.

Colémbolos: Atacan las plantas justo debajo del nivel del suelo y las cortan.

Gusano Alambre: Producen daños al cuello de las plantas, donde hacen galerías; también destruyen las raíces. Atacan hasta que la planta tiene 40 a 50 cm de altura.

Gusanos blancos: De importancia económica en la zona sur y centro-sur, donde se han detectado serios ataques.

Larvas de burritos: Ocasionalmente se presentan daños por las larvas de este insecto. Hasta la fecha no se le atribuye importancia económica.

Plagas del follaje

Estas plagas son esporádicas, por lo que se recomienda proceder a su control sólo en localidades donde se presentan habitualmente o en casos de ataques intensos; las plagas más importantes son:

Trips: Atacan las hojas chupándoles la savia, aparecen en ellas gran cantidad de pequeñas manchas y luego se producen deformaciones. El daño comienza desde que las plantas alcanzan 20 cm de altura. Mientras más tarde se siembra, mayores son las posibilidades de ataque.

Pulgón de los cereales: Atacan a las plantas ya adultas, aparecen en gran cantidad en las vainas y láminas de las hojas, en las panojas y en las hojas de las mazorcas. Chupan la savia, intoxican y debilitan las plantas, llegando a destruirlas.

Burritos adultos: Destruyen el follaje, produciendo comedoras típicas en los bordes de las hojas; también comen los pelos del choclo, lo que es mucho más grave, porque esto impide una buena polinización.

Arañita bimaculada: Su ataque está asociado en los bordes de los potreros, proviniendo de la infestación de las malezas que abundan en el entorno.

Plagas de la mazorca

Gusano del choclo: Produce pérdidas que pueden llegar al 30% en la cosecha de grano y, en las siembras para consumo en verde, desvaloriza el producto. El insecto adulto deposita sus huevos en los pelos del choclo cuando éstos están recién apareciendo, posteriormente nace el gusano, que primero se alimenta de los pelos impidiendo una buena polinización y, como consecuencia de ello, se obtienen mazorcas mal granadas.

Control: Puede realizarse control químico con productos como Decis EC o Baythroid 050 EC u otros recomendados por las químicas, con alto volumen de agua, apenas aparecen los estilos.

Mosca del choclo: Ataca los granos recién formados, destruyendo o desvalorizando las mazorcas. Cuando los ataques son intensos, también daña las plantas, construyendo galerías superficiales de forma irregular en los tallos.

Rallador del maíz: Actúa desde que los granos están blandos hasta que se endurecen. Es la plaga menos importante.

En el Cuadro 8, se mencionan las enfermedades que afectan a esta planta en el país como lo son: Fusariosis, Carbón, Roya, Mosaico, Mancha foliar y Pudrición de semillas (Giaconi y Escaff, 1994).

Cuadro 8. Principales enfermedades que atacan al cultivo de maíz dulce

Pudrición de semillas: Ocasionado por diferentes hongos habitantes típicos del suelo, tales como: *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*. Las semillas de calidad vienen desinfectadas y protegidas de estos hongos.

Marchitez y/o muerte de plántulas: Esta enfermedad es provocada por el hongo *Pythium*, el que se desarrolla bien en suelos húmedos y fríos. El tratamiento de la semilla con fungicida protege los granos pero no así las raicillas nuevas de la plántula. El ataque de *Pythium* no es frecuente, pero puede ser grave.

Fusariosis: Ocasionada principalmente por *Fusarium Moniliforme* y *Fusarium Graminearium*. Estos hongos pueden atacar las plantas en cualquier estado de desarrollo de ellas y afectan casi todas sus partes. Pueden presentarse síntomas tempranos, como pudrición de semillas mal procesadas y desinfectadas deficientemente; marchitez de plántulas; pudrición seca de raíces; lesiones rosáceas en la base de la caña, con aparente madurez prematura y quebradura o tendadura de ella; apariencia verde grisácea de las hojas, las que toman aspecto de carencia de agua y finalmente amarillean y mueren; podredumbre seca de la mazorca; granos agrietados, de color rojo con presencia de sustancias polvillentas o algo donosas.

Polvillo colorado (Roya): Es producida por el hongo *Puccinia sorghi*. Se presentan como pústulas aisladas de color castaño o café rojizo, que aparecen sobre hojas o vainas. Cuando el ataque es intenso, se agrupan de modo que aparentan cubrir las hojas.

Carbón: Se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo de las plantas en todas las partes aéreas de ellas. Se manifiestan primero como protuberancias grisáceas de pocos milímetros, que pueden crecer hasta alcanzar tamaño considerable, de varios centímetros, con apariencia de tumores o agallas. Cuando las esporas maduran, la membrana grisácea que las cubre se desgrana y deja escapar un polvo negro que son las esporas del hongo. Los granos atacados se deforman.

Fuente: Toledo y Huaiquipán, 1999; Apablaza, 1999.

Malezas que dañan el cultivo del maíz

Según Toledo y Huaiquipán (1999), las malezas que más dañan el cultivo de maíz son:

Malezas de hoja ancha: Correhuela, chamico, bledo, rábano, quingüilla, malvilla, yuyo, sanguinaria, etc.

Malezas de hoja angosta: Pega-pega, hualcacho, chepica, maicillo, chufa.

El control de malezas puede ser químico o mecánico, dentro del control químico se pueden usar herbicidas de pre-siembra, de pre-emergencia y de post-emergencia.

Cosecha y rendimiento

La madurez óptima se obtiene cuando el porcentaje promedio de humedad en los granos es de alrededor de 75%. Sin embargo, los agricultores usan como índice de madurez la inspección visual, que consiste en que la mazorca se retira cuando los pelos están de color café oscuro. Previamente se va chequeando el estado de madurez abriendo las hojas de algunas

mazorcas. (INDAP-PROCECOP, INIA Intihuasi, 1998; Vegliola *et al.*, 1998). El maíz para fresco se debe cosechar al estado de grano lechoso, y en general la maduración es dispereja, por lo cual se hacen varias recolecciones en la temporada.

El rendimiento varía según la densidad de plantas, entre 1-1,5 mazorcas/planta, con lo cual el rendimiento esperado es de 50.000 choclos/ha (INDAP-PROCECOP, INIA Intihuasi, 1998). En un estudio realizado en la estación experimental INIA Carillanca podemos observar los rendimientos de este cultivo (Cuadro 10).



CUADRO 9. Antecedentes de producción y rendimiento de variedades de maíz dulce. Carillanca, 1993/94.

Variedad	Rdto. Mazorca completa (ton/ha)	Rdto. grano/mazorca (gr)	Rdto. Grano (ton/ha)	Dulzor (° Brix)
Rodeo	17.0	121.4	6.4	26.8
Goal F1	14.6	122.1	5.9	14.3
Fast F1	17.8	125.9	7.1	23.3
Winner F1	17.5	89.5	4.9	14.5
Reward	14.5	115.2	6.2	25.9
Success F1	16.7	119.6	6.5	25.0
Seneca Arrow	16.0	134.3	7.1	24.3
Terminator	20.5	158.9	9.7	25.8
Bonanza	23.0	148.2	8.3	19.3
Sunset	15.8	117.3	4.3	14.0
Monarca INIA	19.1	116.1	7.1	23.8
Rely	21.5	184.5	10.0	25.5
Jubilee F1	18.5	158.0	9.5	28.8
Proud F1	18.5	151.9	7.4	13.3
Stylepack	18.0	183.9	8.8	25.0
Shield Crest	17.0	194.0	10.5	28.0
Cornucopia	19.5	191.7	9.8	23.0

Fuente: INIA Carillanca.

4. Leguminosas hortícolas

Las actuales tendencias de mercado señalan que es necesario agregarle valor a la producción de hortalizas. Una de las alternativas importantes y que crece día a día es la producción de hortalizas para la agroindustria. En Chile, es importante la producción de hortalizas congelado, consumo que a nivel mundial crece de manera importante y nuestro país no puede estar ajeno a esta realidad. Por ello, un grupo importante de especies lo componen las leguminosas hortícolas, las que se cosechan al estado verde principalmente para abastecer la industria del congelado, y también para la conservería.

El poroto verde es una interesante alternativa de producción, aun cuando está limitado a ciertas áreas de clima más benigno, ya que es afectado por las heladas en cualquier estado de desarrollo de la planta, reduciendo considerablemente los rendimientos (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998). Este cultivo se desarrolla en el período de primavera-verano, debido a que es una planta sensible a las heladas y su crecimiento se afecta por temperaturas inferiores a 10 °C (Bascur, 2003).

Por otro lado, surge la alternativa del haba, producto de menor consumo, pero de alta rentabilidad.

Una de las características comunes a este grupo de hortalizas es que a través de la presencia de bacterias benéficas en sus raíces tienen la capacidad de realizar fijación simbiótica de nitrógeno, lo que implica que las plantas tienen requerimientos bajos de este nu-

triente como fertilizante adicional, con la consiguiente reducción de costos y el beneficio de aumentar la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo que viene en la rotación (Urzúa, 2005).

En cuanto a los requerimientos de fósforo, es necesario señalar que junto con el potasio, son nutrientes esenciales especialmente en los primeros estados de desarrollo ya que en gran medida son los responsables de un buen desarrollo radicular, por lo que es necesario incorporarlos al suelo en el surco antes de la siembra. Además, ambos nutrientes son necesarios para el crecimiento y eficiente proceso de fijación de nitrógeno.



5. Cultivo de poroto verde

Descripción

El poroto (*Phaseolus vulgaris* L.) es una especie que se encuentra adaptada desde el extremo norte del país, Arica (18°28 lat. sur) hasta la provincia de Chiloé por el sur (42°29 lat. sur) (Bascur y Tay, 2005).

FIGURA 12. Cultivo del *Phaseolus vulgaris* L. indeterminado



La producción de leguminosas hortícolas como porotos verdes (*Phaseolus vulgaris* L.) ha alcanzado niveles de importancia tanto para consumo interno, como para exportación (agroindustria del congelado y enlatado) en la zona central de Chile (Urzua *et al.*, 2003).

El poroto tierno se cultiva, en su mayor parte, en época normal, la siembra se debe hacer una vez que ha pasado el riesgo de heladas, ya que este es un factor que provoca un retraso en la germinación y el crecimiento, lo que implica que el inicio de cosecha se atrase hasta los 90-100 días en comparación a los 60-70 días en época normal (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998). Cultivo de siembra directa, y en la Región de la Araucanía se siembra entre octubre y noviembre; en el Cuadro 11 se indican los requerimientos de temperatura por etapa fenológica.

CUADRO 10. Temperaturas incidentes en el crecimiento

Etapa fenológica	Temperatura (°C)		
	Mínima	Máxima	Óptima
Siembra-emergencia	2	35	30
Emergencia-botón	8	30	22
Botón floral-floración	15	30	20
Floración-madurez	17	30	20

Fuente: Escaff, 2001.

Variedades

Las variedades destinadas a producción comercial corresponden en su mayoría a genotipos mejorados, existiendo una gran diversidad de tipos, de los cuales algunos son utilizados sólo para el consumo en el país y otras clases comerciales destinadas al mercado externo. El poroto es consumido al estado fresco (vainas verde y granada) y en grano seco (Bascur y Tay, 2005).

El factor más determinante en la elección de las variedades es que tengan las características adecuadas al hábito de consumo chileno.

El estudio agronómico clasifica en varios tipos, de los cuales en Chile se cultivan los siguientes:

Tipo I. variedades arbustivas determinadas, por ejemplo Astro INIA: con un tallo principal fuerte y ramificaciones secundarias erectas, que en ensayos ha alcanzado una altura entre 45 a 50 cm. Este tipo de planta se mantiene erecta hasta la madurez co-

FIGURA 13. Vainas de poroto verde



mercial para grano seco. El follaje es de color verde oscuro. Las flores presentan dos colores, con el estandarte morado claro y las alas de color lila (Tay *et al.*, 2006).

Varietades con alturas no más allá de 1,20 generalmente se siembran al aire libre, no requieren conducción de plantas y en siembras de gran superficie la cosecha puede ser mecanizada para abaratar costos de mano de obra. Dentro de las variedades de enrame conocidas se encuentran: Apolo INIA, Enriqueta, Tauro, Gorrión, Magnum, Summit. Apolo INIA es una de las variedades más utilizadas en Chile, de vaina plana y alto rendimiento. El poroto verde Summit es un poroto cilíndrico apto para industria.

Tipo II. Varietades arbustivas indeterminadas, por ejemplo coscorrón granado INIA, Cimarrón Vaina Roja.

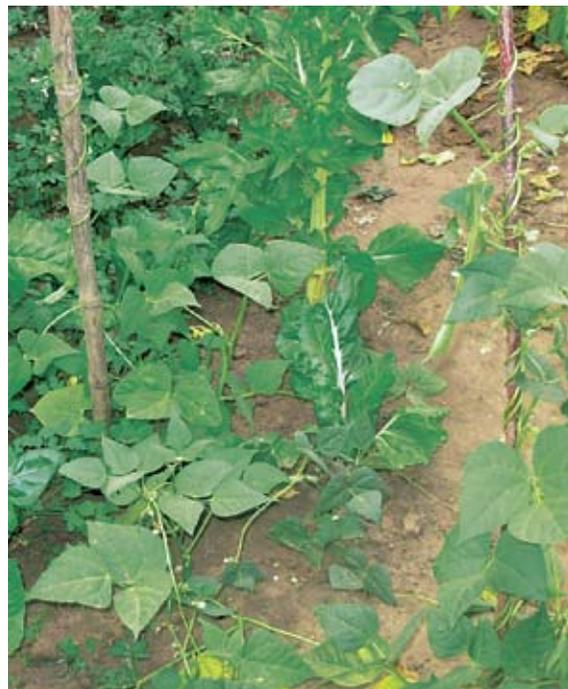
FIGURA 14. Cultivo de poroto, variedad indeterminada



Tipo III. Varietades indeterminados postrados (guiadoras), por ejemplo coscorrón corriente. Poseen numerosos tallos secundarios, con una guía vegetativa en su parte terminal; tienen una altura mayor a 60 cm, y están postradas sobre el suelo desde el inicio del llenado de grano. Este tipo de planta dificulta su manejo agronómico, especialmente el uso de altas densidades de plantas, el riego tecnificado y la cosecha mecanizada (Tay *et al.*, 2006).

Requieren soporte para crecer en altura, son las utilizadas para la producción en invernaderos. Dentro de las variedades conocidas están Trepador INIA, Dadee (Indeterminado) y Brío.

FIGURA 15. Varietades indeterminados postrados (guiadoras)



Siembra

El poroto se establece en siembra directa, que puede hacerse a mano o en forma mecanizada, en ambos casos en línea, mateado o a chorro continuo.

La dosis de semilla de 100-120 kg/ha según densidad de plantas.

Las hileras van separadas a 0,60 -0,70 m y a una profundidad no mayor de 4-5 cm.

Para proteger a la semilla y a la plántula en sus primeros estados de desarrollo se recomienda hacer desinfección de semilla, en una mezcla de Pomarsol Forte en dosis de 250 gr/100 kg de semilla y Lorsban 4-E en dosis de 100 cc/100 kg de semilla, aplicados por vía húmeda con 0,5 -1,0 litros de agua (Escaff, 2001).

Fertilización

Este cultivo no requiere grandes cantidades de fertilizante y, por lo regular, no presenta respuesta a aplicaciones, excepto en el caso de suelos muy pobres; debido a su condición de leguminosa, tiene que satisfacer la necesidad de N a través de la fijación de N del aire, lo que se realiza a través de las bacterias del género *Rhizobium* que viven en los nódulos de sus raíces (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998). Como en todas las siembras de hortalizas, es neces-

rio antes de sembrar realizar un análisis químico del suelo de modo de conocer la disponibilidad de nutrientes del suelo. En general se pueden recomendar dosis de 20-40 kg/ha de Nitrógeno, 40-60 kg/ha a la siembra de fósforo y 50-60 kg/ha de potasio en caso de necesidad.

Control de malezas

En Chile lo más utilizado es el control mecánico manual, a través de escarda con cultivador y limpieas con herramientas de mano. Un manejo combinado de control químico y mecánico es altamente eficaz a través de la aplicación de herbicidas (cuadro 12) de presiembra, que otorgan un control durante el inicio del cultivo, y a continuación una o dos limpieas mecánico-manuales.

Cuadro 11. Control químico de malezas en *Phaseolus vulgaris* L.

Ingrediente activo	Dosis y período de aplicación	Malezas que controla
Trifluralina	1 lt I.A./ha en presiembra incorporado	Anuales de hoja ancha y gramíneas
EPTC	3,5-4,5 lt I.A./ha en presiembra incorporado	Anuales de hoja ancha y gramíneas
Alacloro	1,9-3,5 lt I.A./ha	Anuales de hoja ancha y gramíneas
Linuron	0,5- 1,0 kg I.A./ha en preemergencia	Anuales de hoja ancha
Bentazon	1,0-1,5 lt I.A./ha en post-emergencia	Anuales de hoja ancha
Fomesafen	0,25-0,375 lt I.A./ha en post-emergencia	Anuales de hoja ancha
Propaquizafop	0,075-0,2 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas
Quizalofod-etil	0,05-0,3 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas
Quizalofod-P-tefuril	0,05-0,3 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas
Haloxyfop-metil	0,05-0,19 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas
Fluazifop-P-butil	0,13-0,7 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas
Clethodim	0,1-0,34 lt I.A./ha en post-emergencia	Gramíneas

Fuente: Adaptado de Escaff, 2001

Riego

Las principales consideraciones para el riego del poroto son las siguientes:

- Dar un riego de presiembra profundo, que suministre de agua al cultivo durante su primera etapa y permita retrasar el primer riego hasta que el tamaño de las plantas posibilite realizar surcos y aporcar.
- Los períodos más críticos son a inicio de botón, durante la floración, en la cuaja de frutos y durante el desarrollo de vainas. En general se riegan por surcos en zonas donde hay disponibilidad de agua para ello, pero también se puede regar con riego presurizado.
- Regar después de las recolecciones para revitalizar las plantas (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998; Escaff, 2001).

Enfermedades y plagas

Numerosas enfermedades afectan al poroto. Dentro de las que destacan:

- virus mosaico común del frejol, el cual es transmitido por semillas y áfidos;
- virus del mosaico amarillo del fréjol, sólo por áfidos;
- virus del mosaico del pepino, y
- el virus del mosaico de la alfalfa.

Una de las formas de controlar la transmisión de virosis es a través del control de vectores que normalmente son áfidos y a través del uso de variedades resistentes, tales como Apolo-INIA, Venus-INIA y Magnum (INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998; Escaff, 2001). Podemos mencionar varias enfermedades de mayor o menor gravedad entre las que destacan: *Fusariosis*, *Rhizoctoniasis*, *Antracnosis*, *Bacteriosis común*, *Roya*, *Oídio*, *Alternariosis*, *Tizón ceniciento* y *Esclerotiniosis* (Giaconi y Escaff, 1994). Según Giaconi y Escaff (1994) - Escaff (2001).

FIGURA 16. *Alternaria alternata* (Fr) Keissler



FIGURA 17.
***Sclerotinia* spp.**



FIGURA 18.
***Pythium* spp.**



Según Giaconi y Escaff (1994) - Escaff (2001), las principales plagas que atacan el cultivo son:

Mosca del poroto (*Delia platura*)

Es una de las plagas importantes y provoca el mayor daño al momento de la germinación y emergencia de plántulas. Durante la siembra, el adulto pone huevos en el suelo cerca o sobre las semillas, nacen las larvas que son de color blanco amarillento, las que perforan y penetran las semillas germinadas dañando los cotiledones, pudiendo producir la muerte de las plántulas o retrasar su crecimiento. La plaga se ve favorecida por temperatura templada (primaveras frías) y suelos con alto contenido de materia orgánica o rastros.

Gusanos cortadores (*Agrotis* sp. y *Feltia* sp.)

Las larvas se desarrollan en el suelo y se alimentan del cuello o zona radicular de las plantas, cortándolas. Es

una plaga que permanece en el suelo, y se presenta al momento del establecimiento y emergencia del cultivo.

Gusano barrenador del cuello (*Elasmopalpus angustellus*)

La larva inicialmente se alimenta de raíces y de las hojas, luego penetra a la planta haciendo una galería por el interior del tallo, dejando un capullo de seda en el orificio de entrada. La sintomatología es una marchitez y posterior muerte de la planta. Las siembras tardías se afectan más que las de épocas normales. El control debe ser preventivo aplicando insecticidas a la semilla con adherente en el momento de la siembra, dirigidas al control de la mosca de la semilla y primeros ataques de barrenador y cortador. Las aplicaciones foliares y al suelo disminuyen también los niveles de infestación de las tres plagas.

En el control de estas plagas se pueden utilizar las alternativas señaladas en el Cuadro 12.

Cosecha

El poroto tierno debe cosecharse en tabla, no permitiendo que engruese como consecuencia de la expansión de sus granos interiores. El granado se cosecha tan pronto las vainas alcanzan desarrollo y color normales y los granos el volumen requerido (Giaconi y Escaff, 1994). El indicador de cosecha es el tamaño comercial de la vaina (15-18 cm de largo), con cosecha normalmente manual, parcializada, con 2 -3 recolecciones por cultivo y se comercializa rápidamente para el mercado fresco. La conservación del producto es de baja temperatura lo más cercana a 0°C y alta humedad relativa, por ser un producto altamente hidratado (Escaff, 2001).

CUADRO 12. Control de la mosca de la semilla, gusanos cortadores y barrenador

Grupo químico I.A.	Dosis	Aplicación
Clorpirifos	100 cc/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
	250 gr/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Diazinon	100 cc/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Acephato	100 gr/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Thiametoxam	357 gr/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Imidacloprid	417 cc/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Fipronil	400 cc/100 kg de semilla	Desinfección de semilla
Clorpirifos	3,5 L/ha	Preventivo al suelo
Acephato	0,7 - 1,0 kg/ha	Preventivo al suelo
Diazinon	20 - 25 kg/ha	Preventivo al suelo
	3,5 - 4 L/ha	Preventivo al suelo
Carbofurano	10 - 30 kg/ha	Preventivo al suelo
	50 kg/ha	Preventivo al suelo
	50 kg/ha	Preventivo al suelo

Fuente: Escaff, 2001.

6. Cultivo de arveja verde

Tras unos diez mil años de domesticación, la arveja (*Pisum sativum* L.) ha acumulado tal variabilidad genética que no sólo ha logrado adaptarse a una diversidad de ambientes para convertirse en una de las principales leguminosas de grano en el mundo (Larraín y Alcalde, 2003). Proporciona producto que se consume fresco, enlatado y congelado. El grano seco se consume como arveja partida, pelada (Giaconi y Escaff, 1994).

FIGURA 19. Vainas de *Pisum sativum*



Es una planta anual, herbácea, trepadora, glabra, de tallo huecos redondos o angulosos, con o sin ramificaciones y de longitud variable, por lo cual se divide en variedades (Vigliola, 1998):

- enanas: menos de 70 cm (pocos entrenudos)
- semienanas: entre 70 y 130 cm (muchos entrenudos y cortos)
- guiadoras: más de 130 cm (muchos entrenudos largos)

Especie que se desarrolla bien en condiciones frías, la planta no debe sufrir deficiencia de agua, pues es susceptible a la falta de este elemento, además es favorecida en zonas de climas con alta humedad (Krup, 1987).

La siembra se efectúa en forma directa, la que puede efectuarse manual o mecanizada.

Dentro de las arvejas se encuentran distintos tipos de follaje (Giaconi y Escaff, 1994; Vigliola, 1998): convencional y áfido. El áfido consiste en que las plantas presentan modificaciones con zarcillos en reemplazo de hojas, de modo que les permite resistir la tendencia facilitando la cosecha y permitiendo mayores rendimientos de vaina.

- Planta convencional de follaje reducido: folíolos y estípulas de tamaño reducido
- Planta áfida: folíolos reemplazados por zarcillos y estípulas grandes
- Planta tipo "leafless": sin folíolos y con estípulas como hilos

FIGURA 20a. Planta convencional *Pisum sativum*



FIGURA 20 b. Plantas áfilas *Pisum sativum*



Según, Giaconi y Escaff, (1994) y Vegliola (1998), podemos encontrar 2 tipos de vaina que inciden en el tipo de grano obtenido.

- Vainas romas o puntudas
- Vainas con granos lisos (ricos en almidón) o granos arrugados (dulces)
- Grano de tamaño muy pequeño o "petit pois"
- Grano pequeño, normal o grande



Variedades

Existen variedades de todos los tipos entre las que podemos mencionar las que se encuentran disponibles comercialmente: Bolero, June, Mariner, NZ 6753, Spring, Bolero, Talbot, Perfect Freezer.

Siembra

Chorro continuo, en agosto-septiembre, 220-240 kg semilla/ha, hileras separadas a 35 cm, 60 semillas/m lineal (Krarup, 1987).

Fertilización

Depende del aporte del suelo. Suelos con altos contenidos de fósforo, aplicar baja dosis inicial; en cuanto a nitrógeno conviene aplicar una dosis inicial de 20-40 kg/ha a la siembra para favorecer la fijación simbiótica. En cuanto a potasio, se requiere una dosis baja a la siembra (Krarup, 1987; Giaconi y Escaff, 1994).

Control de malezas

Simazina en dosis de 1.2 lt/ha en preemergencia y Herbadox en mezcla con Linurex en preemergencia y complementar con Basagran en postemergencia del cultivo.

Enfermedades

Las enfermedades que atacan a este cultivo son *Oidio*, *Botrytis*, *Antracnosis* y *Fusarium* entre otras (Turchi, 1985).

FIGURA 21. *Botrytis cinerea* Pers.



MARITA CANTWELL

FIGURA 22. *Sclerotinia* spp.



7. Literatura consultada

- Acuña, S. 2001. El Maíz y su Transformación en Harina. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos16/maiz-harina/maiz-harina.shtm>. Leído 3 marzo 2009.
- Aljaro, A. 2001. Ajos, conceptos básicos de semillas y su plantación. Inf N° 11. INIA La Platina.
- Bascur, G. 2003. Producción temprana de poroto verde cultivo al aire libre y protegido. Rev. Tierra adentro N° 53.
- Apablaza, G. 1999. Patología de cultivos, epidemiología y control holístico. Ed. Universidad Católica de Chile. p. 338.
- Camacho, Candelario; Alfonzo, Braunnier; Ortiz de Bertorelli, Ligia *et al.* Estudio de la estabilidad de las características químicas, microbiológicas y sensoriales de mazorcas refrigeradas de híbridos de maíz súper dulce. ALAN, jun. 2001, vol.51, N° 2, p.180-186.
- Celis, A., M. Gutiérrez. Principales enfermedades del ajo en la zona sur. Inf. INIA Remehue N° 17.
- Bascur B., Gabriel y Tay U., Juan. Collection, Characterization and Use of Genetic Variation in Chilean Bean Germplasm (*Phaseolus vulgaris* L.). Agric. Téc. [online]. 2005, vol. 65, no. 2 [citado 2009-03-03], pp. 135-146.
- E.E.A. INTA Balcarce. 2006. Calidad del grano de maíz, p. 3.
- Escaff, M. 2001. Hortalizas. Disponible en <http://www.inia.cl/hortalizas/porotoverde/pverde.htm>. Leído 04 marzo 2009.
- García Gómez, L. Jacinto y Sánchez-Muniz, Francisco J. Revisión: Efectos cardiovasculares del ajo (*Allium sativum*). ALAN, set. 2000, vol.50, no.3, p.219-229.
- Giaconi V., M. Escaff. 1994. Cultivo de hortalizas. Ed. Universitaria. p. 335.
- González A, María Inés. Akukeli una Nueva Variedad de Ajo Rosado. Agric. Téc. 2006, vol. 66, no. 2 [citado 2009-03-09], pp. 210-215.
- INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998. Manual de Producción de Hortalizas. La Serena, Chile. p. 182.
- Krarp, 1987. Anuario del campo. Horticultura: moderado optimismo. p. 135-138.
- Krarp C., I. MOREIRA. 2003. Hortalizas de Estación calurosa [en línea]: <http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/>. fecha de consulta: 20 agosto 2008.
- Kehr, E. 1999. Producción y manejo del cultivo de ajo en la zona sur de Chile. INIA Carillanca N°81. p. 39-55.
- Kehr, E. 2002. Cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) para la zona sur de Chile Boletín INIA No. 84, 153 p.
- Luchsinger L, Alfredo y Camilo F, Francisco. Cultivares de maíz dulce y su comportamiento frente a distintas fechas de siembra en la VI Región. Ideasia [online]. 2008, vol. 26, no. 2 [citado 2009-03-09], pp. 45-52.
- Luis DA, Aller R. Ajo y riesgo cardiovascular. An Med Interna (Madrid) 2008; 25: 237-240.
- M.F. Larraín and J.A. Alcalde. Photoperiod sensitive phases of preflowering development in pea (*Pisum sativum* L.),2003. Cien. Inv. Agr. 30 (1): 15-25.
- Mujica, H., N. Mogollon., 2004. Bulbificación *In Vitro* del ajo (*Allium sativum* L.) con adición de citocininas y sacarosa en el medio de cultivo. Bioagro 16 (1): 55-60.
- Ortiz, L. 2008. El cultivo del maíz: fisiología y aspectos generales. Boletín N°7. Agrigan S.A.
- Prieto M, Judith; Méndez M, María A; Román G, Alma D y Prieto G, Francisco. Estudio comparativo de características físicoquímicas de cereales Kellogg's. Rev. Chil. Nutr. [online]. 2005, vol. 32, N° 1 [citado 2009-03-03], pp. 48-59.
- Seguel I., Ajos: Factibilidad comercial y productiva en la IX Región. 1999. Serie Carillanca N° 81.

- Sosa R., 1999. El poder de las plantas medicinales. Asoc. Casa Editora Sudamericana, Primera Edición.
- Snowdon, A. 1991. A Colour Atlas of Post-Harvest Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables. University of Cambridge. p. 416.
- Tay, Juan; France, Andrés y Pedreros, Alberto. Astro-INIA: Primera Variedad de Poroto Granado Tipo Coscorrón de Hábito de Crecimiento Determinado Arbustivo. Agric. Téc. [online]. 2006, vol. 66, no. 4 [citado 2009-03-10], pp. 416-419.
- Toledo, F. y Huaiquipán, J. (eds.) 1999. Manual "Manejo de Especies Hortícolas". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue N° 79. 103 p.
- Turchi, A. 1985. Guía práctica de horticultura. Ediciones Ceac S.A. p. 236.
- Vares, F., J.R. Esteban, P. Del Estal A. Mijares, L. Vares, 1987. Algunas enfermedades y plagas del ajo en la zona productora castellano-manchega de la provincia de Cuenca. Bol. San. Veg. Plagas, 13: 21-52, 1987
- Urzúa, H., L. Barrales, H. Faiguenbaum, M. Gálvez, R. Ormazábal and R. Pizarro. 2003. Fertilización nitrogenada de porotos verdes para uso agroindustrial en la zona central de Chile: indicaciones preliminares. Cien. Inv. Agr. 30 (1): 57-60.
- Urzúa, H. 2005. Beneficios de la Fijación Simbiótica de Nitrógeno en Chile. Cien. Inv. Agr. 32(2) 133-150.
- Vigliola M., 1998. Manual de horticultura. Editorial Hemisferio sur S.A. p.235.

CAPÍTULO IV. Manejo agronómico de hortalizas bajo invernadero

1. Introducción

La producción de cultivos bajo invernadero es una de las técnicas que se utilizan actualmente en la producción agrícola. La ventaja del sistema de invernadero sobre el método tradicional al aire libre es que, bajo invernadero, se establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. El microclima creado permite proteger el cultivo del viento, lluvia, plagas, enfermedades, hierbas y animales. Además el agricultor puede tener un control climático, es decir, condiciones óptimas de luz, temperatura y humedad relativa, claves para obtener la mayor productividad de un cultivo, a su vez aplicar efectivamente control químico y biológico para proteger el cultivo.

El sistema de cultivo bajo plástico permite el abastecimiento de alimentos hortícolas durante todo el año, además de la posibilidad de ofrecer productos que no pueden producirse al aire libre por las condiciones climáticas, lo que hace una atractiva oportunidad para los productores y a su vez disponibilidad en el mercado.

Podemos mencionar que los cultivos más importantes asociados a este sistema son: lechuga, cilantro, pepino, tomate, perejil, acelga, espinaca y poroto verde.

2. Construcción y manejo de invernaderos

Los invernaderos son estructuras construidas para la producción de hortalizas que presentan las siguientes ventajas (Barrios, 2004) respecto de la producción al aire libre:

- Permiten adelantar la producción dando precocidad a los cultivos o primores.
- Permiten cultivar hortalizas en épocas distintas en relación al aire libre.
- Permiten prolongar períodos de cosecha con la posibilidad de hacer siembras escalonadas.
- En general los rendimientos son mayores.
- Se pueden obtener dos o tres cultivos por unidad de superficie por año.
- Se pueden obtener frutos y productos hortícolas de mayor calidad.

3. Tipos de invernaderos

Existe una serie de alternativas de construcción de invernaderos (Cuadro 1), desde los más sencillos con materiales rústicos a los más complejos con materiales de alto costo y con estructuras que justifican la inversión en equipamiento para el control climático interior. Dentro de los modelos conocidos se pueden mencionar los invernaderos semicirculares, los tipo casa de una o más aguas, los de paredes rectas y techo circular, etc. Una variante para la protección de cultivos corresponde a los túneles, que permiten proteger a las plantas del frío en sus estados iniciales en el campo, además de ofrecer una buena alternativa para proteger almácigos.

CUADRO 1. Ejemplo de alternativas de construcción de invernaderos

Tipo capilla



Tipo capilla con lucarnas



Tipo túnel



Túneles

Un túnel es una estructura de protección que puede usarse para proteger almácigo o para proteger cultivos en sus primeros estados de desarrollo. En la Región de la Araucanía pueden construirse en base a coligües, con arcos de fierro o de PVC. Las dimensiones dependerán del ancho y largo de la cancha o del tablón de almácigo, pero normalmente tienen un ancho máximo de 1,20 m que permita un fácil manejo para el control de malezas, riego, etc., y un largo que no debiera ir más allá de 20 m. En general, es más conveniente producir las plántulas en recipientes individuales, ya sea en bolsas, bandejas, vasos, etc., sin embargo, dependiendo de la superficie a plantar y de la especie y de los costos, en especies como puerro y cebolla los almácigos se realizan en general en canchas y el trasplante posterior corresponde a raíz desnuda, es decir, plantas sin sustrato adherido a sus raíces (Barrios, 2004).

Tipos de Túneles

FIGURA 1. Túnel pentagonal

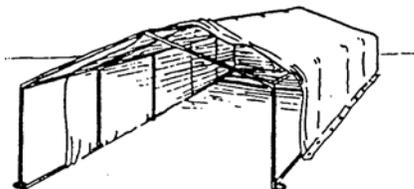


FIGURA 2. Túnel semicircular con coligüe



Gentileza: Liceo Politécnico Metodista "La Granja", Nueva Imperial. Región de la Araucanía.

FIGURA 3. Túnel semicircular con PVC



FIGURA 4. Túnel semicircular con listones laterales



Gentileza agricultores sector Rulo, comuna de Nueva Imperial. Región de la Araucanía.

4. Planificación de un invernadero

Un invernadero es una construcción que puede hacerse de diferentes materiales, como madera, fierro, aluminio, etc., y cuya cubierta puede ser de polietileno, vidrio, poliuretano, siendo la cubierta adecuada la que permita captar la máxima cantidad de radiación solar que permita aumentar la temperatura interior.

En el invernadero se crean condiciones especiales de humedad, luz y temperatura las que aceleran el desarrollo de las plantas permitiendo obtener mayor producción en menos terreno durante los meses fríos (Barrios, 2004).

¿Dónde ubicar el invernadero?

El lugar elegido debe ser con buena exposición al sol, siendo la orientación más adecuada la norte-sur.

El lugar de construcción debe ser sin sombra, evitando la cercanía de construcciones y árboles.

En caso de que el viento predominante sea el sur o norte, como sucede habitualmente en la zona sur del país, la orientación debe ser aquella que permita el mínimo roce del viento, cuyo efecto por un lado es el enfriamiento de las hileras laterales de plantas provocando problemas de bajas temperaturas para el adecuado desarrollo y, por otro, la destrucción de la cubierta de las paredes del invernadero (Barrios, 2004).

Cuando se planifica la ubicación de un invernadero, el lugar escogido para su construcción debe ser lo más asoleado posible, protegido del viento, lo que se puede lograr colocando cortinas cortavientos de árboles o mallas. El terreno debe estar cercado para evitar la

entrada de animales, ubicado cerca de la casa para mantener un buen control del invernadero y cercano a la fuente de agua, de modo que sea fácil regar las plantas.

FIGURA 5. Ejemplo de ubicación de un invernadero

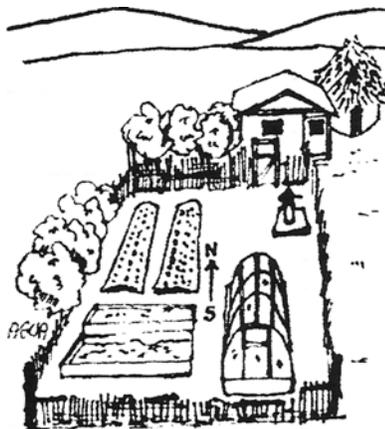


FIGURA 6. Orientación de un invernadero.
Agustín Aljaro, 1993

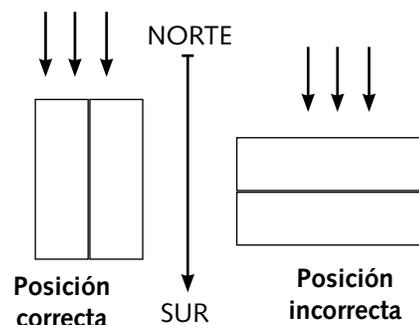


FIGURA 7. Aspectos a considerar en la ubicación, orientación y diseño de los invernaderos

Cercanía a vivienda de personas responsables

Disponibilidad de agua de riego

Suelo nivelado y sin apozamiento



Invernadero rústico de coligüe

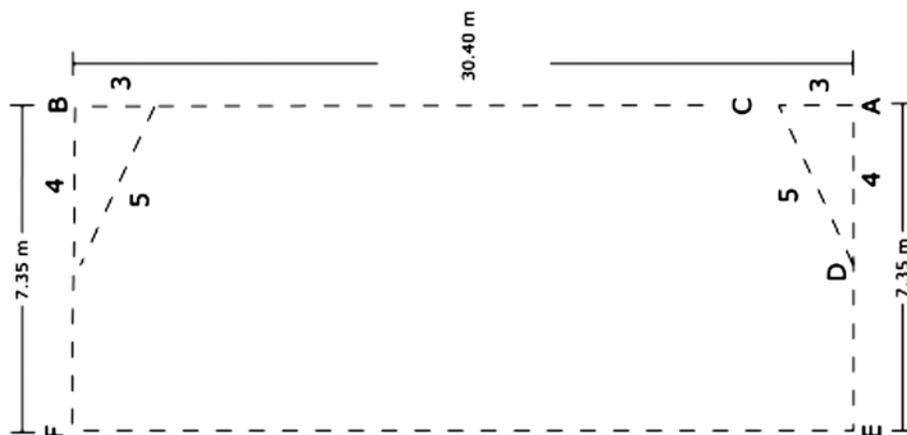
Evitar zonas de niebla

Suelos de buena calidad

Orientación

FIGURA 8. Diagrama del método para cuadrar el terreno donde se instalará el invernadero.

Fuente: Barrios, 2004



5. Construcción de invernaderos

El terreno a elegir para la construcción del invernadero debe ser lo más plano posible, evitando elegir sectores muy altos y con pendientes. Una vez que se tiene seleccionado el terreno, este se debe nivelar, luego se construye el invernadero partiendo por cuadrar el terreno tirando lienzas, luego se cavan las zanjas laterales donde se enterrarán los postes o pies derechos, luego se colocan los laterales, se construye la estructura del techo, se amarra todo con alambres, se instalan las puertas y ventanas y al final se coloca la cubierta. Una vez construido, se debe preparar el suelo para plantar.

Invernadero Semicircular (Macrotúnel)

Es uno de los invernaderos más comunes de encontrar en la zona sur, siendo este diseño uno de los más resistentes al viento ya que la superficie de roce es menor. Este tipo de invernadero puede ser de diferentes tamaños, pudiendo recomendarse una superficie cubierta de 100 m² (20 m de largo x 5 m de ancho), donde se aplica el polietileno en mangas a lo ancho, cuyos traslapes se abren de modo de ventilar la estructura. Es posible fabricarlos de madera y coligüe los más sencillos, hasta de hierro los más complejos. En este diseño, la altura máxima al centro del invernadero es de 2,20 m, lo que permite el movimiento de una persona normalmente en su interior. Las hileras de plantación normalmente se hacen a lo largo del invernadero.

Materiales necesarios para invernadero semicircular

- 25 Kg de polietileno UV, manga de 2 m x 0,2 mm de espesor
- 180 coligües de 5 m de largo y 1,5 mm de diámetro

FIGURA 9. Túnel semicircular con PVC.



Gentileza Universidad Católica de Temuco.

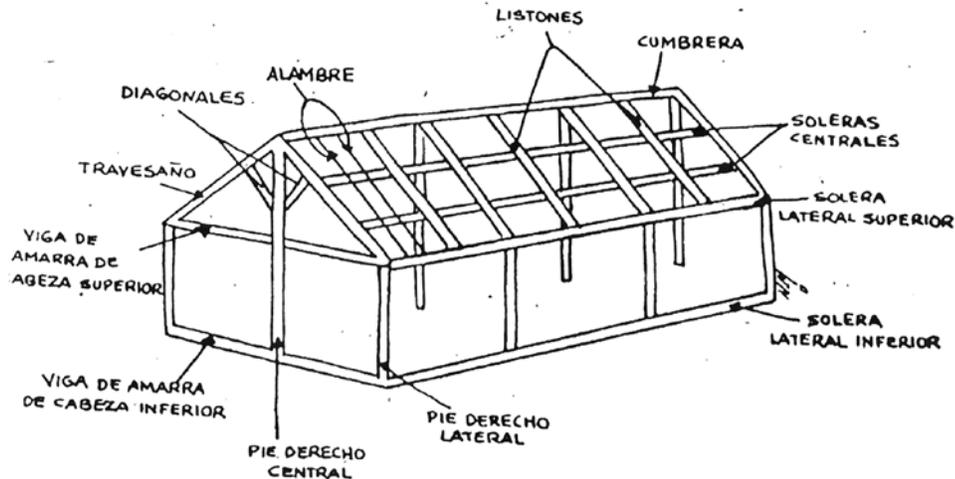
FIGURA 10. Túnel semicircular con coligüe.



Gentileza Liceo Politécnico Metodista "La Granja", Nueva Imperial, Región de la Araucanía.

- 15 piezas de madera de 3,60 m x 1" x 4".
- Piezas de madera de 3,60 m x 4" x 4"-
- Otros materiales (clavos, alambre, hilo).

FIGURA 11. Materiales necesarios para un invernadero de madera tipo casa



Construcción

Para construir el invernadero, primeramente se coloca un marco de madera construido con tablas de 4" que van clavadas a chocos de 4" x 4" enterrados a 0,50 m. Luego se clavan los coligües, uniéndolos con alambre en el centro. Los arcos a su vez van unidos por coligües colocados en forma horizontal y oblicuos con el objeto de darle una mayor firmeza a la estructura.

La estructura del invernadero se termina colocando dos corridas de pie derecho (coligües) en la parte central de la construcción, separados a 0,50 m entre hileras y cada 2 m sobre hileras, los cuales van enterrados y unidos por coligües clavados en la parte superior, que sirven a su vez para amarrar los arcos del invernadero. Finalmente, para dar mayor tirantez a la cubierta, se coloca una cuerda de plástico de 1/8" de espesor en el sentido longitudinal del invernadero.

El plástico utilizado corresponde a una manga de 2 m que abierta aumenta a 4 m y de espesor de 0,15 mm, el cual está cortado en franjas de 9,50 m de largo. Para su colocación se construye una zanja de 0,30 x 0,40 en el borde externo del marco de anclaje. Se debe revisar y eliminar todas las aristas y rugosidades de los coligües que puedan romper el polietileno una vez colocado. Seguidamente, se procede a colocar la primera franja partiendo del extremo sur del invernadero, estirando al máximo el polietileno y apisonando con tierra en el fondo de la zanja construida en el borde extremo del marco. Luego se continúa con la segunda franja, en forma similar a la primera, la que va transplantada 0,30 m y si así sucesivamente hasta llegar al otro extremo. Estas franjas no van pegadas ni cocidas, solamente traslapadas.

Para colocar el plástico en los frentes del invernadero se cortan dos piezas de polietileno, una para cada

FIGURA 12. Dimensiones de un invernadero tipo casa

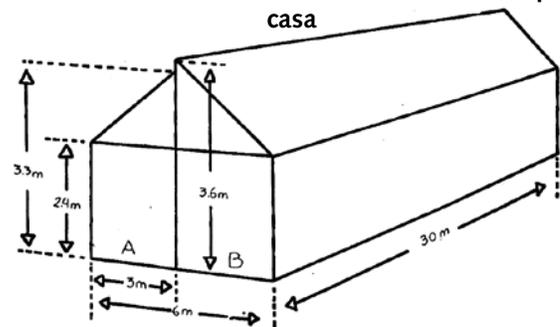


FIGURA 13. Invernadero tipo casa de madera



Gentileza Liceo Politécnico Metodista "La Granja", Nueva Imperial. Región de la Araucanía.

lado de las puertas, uniéndolas con hilo de lana al polietileno del techo y con la parte inferior apisonada con el suelo en forma similar a los costados.

FIGURA 14. Ejemplo de ubicación de plantas en un invernadero



Los frentes se terminan de cerrar con puertas confeccionadas con un marco de madera de la altura del invernadero y con un plástico corcheteado al mismo.

Las dimensiones ideales son 7 m de ancho, 30 m de largo y 4,5 - 5 metros (desde el piso hasta la lucarna). Con estas medidas se puede esperar una buena ventilación, disminuyendo el efecto de enfermedades, además de mantener mejor la temperatura. Hay que recordar que un invernadero se calienta lento y se enfría muy rápido si la altura es muy baja.

Ubicación de las plantas: La mejor ubicación de las hileras dentro del invernadero es en sentido nortesur, de esta manera se iluminan más las plantas en invierno y acumulan más calor.

6. Consideraciones importantes en un invernadero

Pendiente: Todo invernadero al construirse necesita una pendiente, que va a depender del terreno, pero que por lo general es de 10 a 20 cm en los 30 m de canaleta, lo que equivale entre 2 a un 4% de pendiente para facilitar el escurrimiento del agua lluvia, evitando que se acumule en la canaleta. Esta pen-

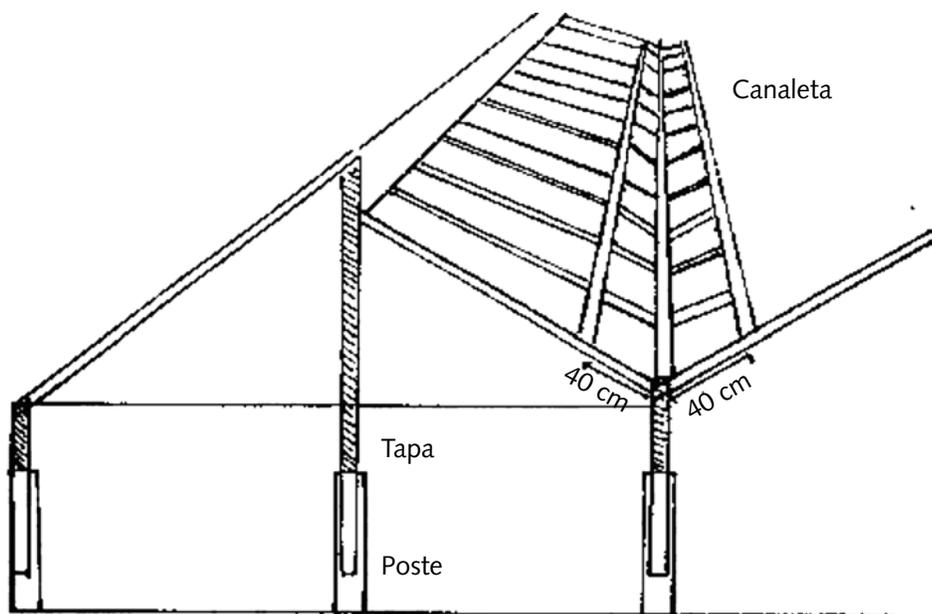
diente la dan las tablas del "suple" no los postes, los cuales van a la misma altura.

Lucarna: La lucarna (ventanas que están en el techo y que se utilizan como ventilación para sacar el aire caliente) debe tener una altura entre 30 a 40 cm. El objetivo es ventilar el invernadero por la parte superior, generando un movimiento de aire ascendente que arrastra la humedad. La lucarna debe estar abierta en sentido contrario al viento norte.

FIGURA 15. Ejemplo de lucarna de un invernadero



FIGURA 16. Modelo de construcción de una canaleta de un invernadero



Canaleta: El ancho de la canaleta varía entre 80 a 100 cm y sirve para recoger las aguas lluvia.

Doble techo: Se usa como una forma de disminuir el riesgo de heladas, logrando provocar un aislamiento del frío y aumentar la temperatura mínima dentro del invernadero en unos 2-3 grados con relación al exterior, pero no asegura evitar daños por heladas. Todo depende de la magnitud de la helada y su duración. El espacio entre el techo y el doble techo debe ser a lo más de 10 cm (el ancho de la tabla) y el plástico debe ser de muy bajo espesor (0,04 mm natural).

Alambres: Se usan como estructura de soporte de las plantas, y para mantener la estabilidad del invernadero. El alambre galvanizado N° 14 va en el mismo sentido de las mesas y se calculan dos por mesa. El

alambre N° 8 es para rodear a la piedra haciendo una argolla alrededor del acerado, la cual se entierra a unos 60 - 70 cm de profundidad y a 1,5 m del invernadero hacia afuera. N° 12 o 14 para longitudinales para colgar plantas, N° 10 para cortinas y techo y N° 8 o 10 para anclaje del invernadero.

Muerto: Se usan muertos por cada poste y uno por cada poste esquina. En total son 32 muertos.

Clavos: La cantidad de clavos y las pulgadas va a depender de quien los haga, pero como regla general los de 2,5" y 3" son para los postes y tablas, los del 2" y 1,5" se usan para las charlatas y los de 4" se usan para los postes que van en sentido diagonal al poste principal del invernadero. Este poste es optativo, pues también se pueden usar tablas.

FIGURA 17. Ejemplo de los postes ubicados en el invernadero y ejemplo de ubicación de los muertos en el invernadero

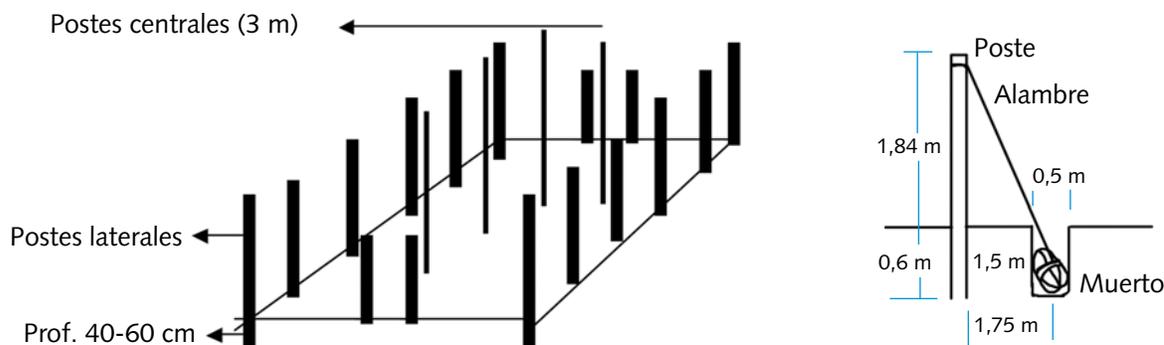


FIGURA 18. Ejemplo de ventilación en invernadero

Vista posterior-lateral



Vista frontal-lateral



Gentileza agricultores sector Rulo, comuna de Nueva Imperial. Región de la Araucanía.

Plástico: Cuando se calcula la cantidad de plástico a usar, toda medida debe siempre darle unos 20 cm más por lado, para los dobleces que se tienen que hacer.

La puesta del plástico en el invernadero es en el siguiente orden: Ventana, canaleta, cortina, techo-lucarna, perrera o botaperro. Una vez listo el plástico, se ponen los alambres.

La ventilación es fundamental dentro del invernadero ya que las plantas están respirando y transpirando constantemente, lo que implica una importante producción de calor cuyo exceso hay que eliminar, y una gran cantidad de humedad que se debe remover. La ventilación por lo tanto tiene un efecto sobre la reducción del exceso de calor y la renovación del aire disminuyendo la humedad relativa dentro del invernadero, lo que ayuda a reducir la proliferación de enfermedades. El movimiento del aire es desde abajo hacia arriba, ya que el aire frío que entra al invernadero desplaza al aire caliente que por ser más liviano y sube, por lo cual es vital tener lucarnas o ventanas en la parte superior de la estructura. En verano, las altas temperaturas dificultan la polinización y cuaja de frutos por lo que se recomienda abrir el máximo posible o retirar el polietileno, colocar malla Rashel y pintar los techos blanco (cal) entrando el verano y lavarlos a salida del verano.

En el sur se justifica calefaccionar los invernaderos, aun cuando la mayoría de los existentes son invernaderos fríos. La instalación de calefacción dependerá de los costos, y de la rentabilidad del cultivo. La combustión puede hacerse a base de estufa a leña, aserrín, petróleo, o gas, y debe construirse un sistema que permita la circulación de aire caliente, que puede ser a través de tuberías con agua caliente.

¿Cómo calcular en forma más exacta cuántos kilos comprar de plástico en manga?

Los kilos de plástico a comprar va a depender de:

- Metros lineales
- Espesor del plástico
- Ancho de la manga

En la tabla de rendimiento de manga doble a comprar salen los rendimientos (metros/kilos), en función del espesor y ancho de manga.

Por ejemplo: ¿Cuántos kilos de plástico necesito comprar para el techo?

Largo: 30 metros

Espesor plástico: 0,15 mm

Ancho manga: 2,2 metros que abre a 4,4 metros.

Busco en la Tabla 1 el espesor y ancho de manga indicado, y el número que corresponde al rendimiento dentro de la tabla es de 1,55 m/kg.

Entonces:

30,4 metros x 2 = 60,8 metros lineales (las dos partes del techo)

Los 60,8 m se dividen por el rendimiento que es 1,55 m y me da los kilos de plástico que necesito para cubrir el techo.

$$\frac{60,8 \text{ metros}}{1,55} = 39,2 \text{ kilos aproximado a } 40 \text{ kg}$$

Cuadro 2. ¿Cómo calcular los kilos de alambre a ocupar?

ALAMBRE	METROS POR KILO
Acerado 17/15	21
Galvanizado del 14"	36
Galvanizado del 8"	9

TABLA 1. Tabla de rendimiento de una manga tubular de polietileno (doble) en metros lineales/kilo

ANCHO MANGA CMS	ESPESOR EN MILIMETROS															
	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	
50	25,54	20,43	17,03	14,59	12,77	11,35	10,22	9,29	8,51	7,86	7,3	6,81	6,38	6,01	5,68	
55	23,22	18,57	15,48	13,27	11,61	10,32	9,29	8,44	7,74	7,14	6,63	6,19	5,8	5,46	5,16	
60	21,28	17,03	14,19	12,16	10,64	9,46	8,51	7,74	7,09	6,55	6,08	5,68	5,32	5,01	4,73	
65	19,64	15,72	13,1	11,23	9,82	8,73	7,86	7,14	6,55	6,04	5,61	5,24	4,91	4,62	4,37	
70	18,24	14,59	12,16	10,42	9,12	8,11	7,3	6,63	6,08	5,61	5,21	4,86	4,56	4,29	4,05	
75	17,03	13,62	11,35	9,73	8,51	7,57	6,81	6,19	5,68	5,24	4,86	4,54	4,26	4,01	3,78	
80	15,96	12,77	10,64	9,12	7,98	7,09	6,38	5,8	5,32	4,91	4,56	4,26	3,99	3,76	3,55	
85	15,02	12,02	10,01	8,58	7,51	6,68	6,01	5,46	5,01	4,62	4,29	4,01	3,76	3,53	3,34	
90	14,19	11,35	9,46	8,11	7,09	6,31	5,68	5,16	4,73	4,37	4,05	3,78	3,55	3,34	3,15	
100	12,77	10,22	8,51	7,3	6,38	5,68	5,11	4,64	4,26	3,93	3,65	3,41	3,19	3	2,84	
105	12,16	9,73	8,11	6,95	6,08	5,4	4,86	4,42	4,05	3,74	3,47	3,24	3,04	2,86	2,7	
110	11,61	9,29	7,74	6,63	5,8	5,16	4,64	4,22	3,87	3,57	3,32	3,1	2,9	2,73	2,58	
115	11,1	8,88	7,4	6,34	5,55	4,93	4,44	4,04	3,7	3,42	3,17	2,96	2,78	2,61	2,47	
120	10,64	8,51	7,09	6,08	5,32	4,73	4,26	3,87	3,55	3,27	3,04	2,84	2,66	2,5	2,36	
125	10,22	8,17	6,81	5,84	5,11	4,54	4,09	3,71	3,41	3,14	2,92	2,72	2,55	2,4	2,27	
130	9,82	7,86	6,55	5,61	4,91	4,37	3,93	3,57	3,27	3,02	2,81	2,62	2,46	2,31	2,18	
140	9,12	7,3	6,08	5,21	4,56	4,05	3,65	3,32	3,04	2,81	2,61	2,43	2,28	2,15	2,03	
145	8,81	7,04	5,87	5,03	4,4	3,91	3,52	3,2	2,94	2,71	2,52	2,35	2,2	2,07	1,96	
150	8,51	6,81	5,68	4,86	4,26	3,78	3,41	3,1	2,84	2,62	2,43	2,27	2,13	2	1,89	
155	8,24	6,59	5,49	4,71	4,12	3,66	3,3	3	2,75	2,53	2,35	2,2	2,06	1,94	1,83	
160	7,98	6,38	5,32	4,56	3,99	3,55	3,19	2,9	2,66	2,46	2,28	2,13	2	1,88	1,77	
165	7,74	6,19	5,16	4,42	3,87	3,44	3,1	2,81	2,58	2,38	2,21	2,06	1,93	1,82	1,72	
170	7,51	6,01	5,01	4,29	3,76	3,34	3	2,73	2,5	2,31	2,15	2	1,88	1,77	1,67	
175	7,3	5,84	4,86	4,17	3,65	3,24	2,92	2,65	2,43	2,25	2,08	1,95	1,82	1,72	1,62	
180	7,09	5,68	4,73	4,05	3,55	3,15	2,84	2,58	2,36	2,18	2,03	1,89	1,77	1,67	1,58	
185	6,9	5,52	4,6	3,94	3,45	3,07	2,76	2,51	2,3	2,12	1,97	1,84	1,73	1,62	1,53	
190	6,72	5,38	4,48	3,84	3,36	2,99	2,69	2,44	2,24	2,07	1,92	1,79	1,68	1,58	1,49	
195	6,55	5,24	4,37	3,74	3,27	2,91	2,62	2,38	2,18	2,01	1,87	1,75	1,64	1,54	1,46	
200	6,38	5,11	4,26	3,65	3,19	2,84	2,55	2,32	2,13	1,96	1,82	1,7	1,6	1,5	1,42	
205	6,23	4,98	4,15	3,56	3,11	2,77	2,49	2,26	2,08	1,92	1,78	1,66	1,56	1,47	1,38	
210	6,08	4,86	4,05	3,47	3,04	2,7	2,43	2,21	2,03	1,87	1,74	1,62	1,52	1,43	1,35	
215	5,94	4,75	3,96	3,39	2,97	2,64	2,38	2,16	1,98	1,83	1,7	1,58	1,48	1,4	1,32	
220	5,8	4,64	3,87	3,32	2,9	2,58	2,32	2,11	1,93	1,79	1,66	1,55	1,45	1,37	1,29	
225	5,68	4,54	3,78	3,24	2,84	2,52	2,27	2,06	1,89	1,75	1,62	1,51	1,42	1,34	1,26	
230	5,55	4,44	3,7	3,17	2,78	2,47	2,22	2,02	1,85	1,71	1,59	1,48	1,39	1,31	1,23	
235	5,43	4,35	3,62	3,1	2,72	2,41	2,17	1,98	1,81	1,67	1,55	1,45	1,36	1,28	1,21	
240	5,32	4,26	3,55	3,04	2,66	2,36	2,13	1,93	1,77	1,64	1,52	1,42	1,33	1,25	1,18	
250	5,11	4,09	3,41	2,92	2,55	2,27	2,04	1,86	1,7	1,57	1,46	1,36	1,28	1,2	1,14	
260	4,91	3,93	3,27	2,81	2,46	2,18	1,96	1,79	1,64	1,51	1,4	1,31	1,23	1,16	1,09	
270	4,73	3,78	3,15	2,7	2,36	2,1	1,89	1,72	1,58	1,46	1,35	1,26	1,18	1,11	1,05	
275	4,64	3,71	3,1	2,65	2,32	2,06	1,86	1,69	1,55	1,43	1,33	1,24	1,16	1,09	1,03	
280	4,56	3,65	3,04	2,61	2,28	2,03	1,82	1,66	1,52	1,4	1,3	1,22	1,14	1,07	1,01	
285	4,48	3,58	2,99	2,56	2,24	1,99	1,79	1,63	1,49	1,38	1,28	1,19	1,12	1,05	1	
290	4,4	3,52	2,94	2,52	2,2	1,96	1,76	1,6	1,47	1,35	1,26	1,17	1,1	1,04	0,98	
300	4,26	3,41	2,84	2,43	2,13	1,89	1,7	1,55	1,42	1,31	1,22	1,14	1,06	1	0,95	
310	4,12	3,3	2,75	2,35	2,06	1,83	1,65	1,5	1,37	1,27	1,18	1,1	1,03	0,97	0,92	
320	3,99	3,19	2,66	2,28	2	1,77	1,6	1,45	1,33	1,23	1,14	1,06	1	0,94	0,89	
330	3,87	3,1	2,58	2,21	1,93	1,72	1,55	1,41	1,29	1,19	1,11	1,03	0,97	0,91	0,86	
340	3,76	3	2,5	2,15	1,88	1,67	1,5	1,37	1,25	1,16	1,07	1	0,94	0,88	0,83	
350	3,65	2,92	2,43	2,08	1,82	1,62	1,46	1,33	1,22	1,12	1,04	0,97	0,91	0,86	0,81	
RDTO/KILO SEGUN ESPESOR	25,54	20,43	17,03	14,59	12,77	11,35	10,22	9,29	8,51	7,86	7,3	6,81	6,38	6,01	5,68	

7. Ejemplo de costo de construcción de un invernadero de madera

CUADRO 3. Costo de construcción de un invernadero

Invernadero de madera (superficie: 210 m ²)		COSTOS DE INVERSIÓN		
Materiales	Unidad	Cantidad Requerida	Costo Unidad (IVA Incluido)	Valor Total
1. Madera				
Postes de eucaliptus sulfatado 3" x 3 m	Un	40	2.065	82.600
Postes de eucaliptus sulfatado 4" x 4,20 m	Un	20	4.130	82.600
Tablas de pino, 5" x 1" x 4 m	Un	45	1.180	53.100
Tablas de pino, 5" x 1" x 3,20 m	Un	42	885	37.170
Tablas de pino, 2" x 1/2" x 3,20 m	Un	50	310	15.500
Tablas de pino, 2" x 5" x 3,20 m	Un	20	1.770	35.400
Listones de pino de 2" x 2" x 3,20 m	Un	50	708	35.400
<i>Subtotal Madera</i>				341.770
2. Polietileno				
Polietileno de 0,15 mm anti UV 6 m de ancho (2 temporadas)	Kg	78	1.416	110.448
Polietileno de 0,15 mm filtro UV 4 m de ancho (2 temporadas)	Kg	42	1.416	59.472
<i>Subtotal Polietileno</i>				169.920
3. Otros insumos				
Clavos 3,5"	Kg	10	480	4.800
Clavos 1,5"	Kg	3	520	1.560
Alambre galvanizado del N° 8	Rollo	1	24.400	24.400
Alquitrán líquido	Gl	1	3.200	3.200
Esmalte al agua	Gl	1	8.600	8.600
<i>Subtotal otros insumos</i>				42.560
4. Mano de Obra				
Construcción y postura de plástico	Jh	14	5.000	70.000
<i>Subtotal Mano de Obra</i>				70.000
5. Otros Costos				
Flete			15.000	15.000
<i>Subtotal Fletes</i>				15.000
TOTAL				639.250

Elaboración propia.

8. Cultivos bajo invernadero

La producción hortícola en cultivos protegidos es altamente dependiente del suministro hídrico artificial debido a los cortos ciclos de producción y a características morfológicas y fisiológicas de estos cultivos (Defilipis *et al.*, 1999).

Lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) tiene un ciclo de 70 a 130 días (Jackson *et al.*, 1999). Por lo que debemos considerar aspectos como:

FIGURA 19. Cultivo de lechuga



Varietades: Los cultivares de lechuga se agrupan según sus características, en cuatro grupos que corresponden a variedades botánicas, en las que podemos mencionar (Giaconi y Escaff, 1994; INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998):

1. Lechugas de hojas	Milanesa, Gallega.
2. Lechugas repolladas	
a. Repolladas crespas	Great Lakes, Salinas.
b. Repolladas lisas	White Boston, Trocadero.
3. Lechugas Cos o Romanas	Conconina, Paris Island cos.
4. Lechugas de cortar	Grand Rapids

Además, se pueden clasificar en variedades de verano y variedades de invierno (Cuadro 4). Esta clasificación no es tan definida como la anterior, ya que algunas variedades muestran cierto grado de adaptabilidad a una estación o a otra, de manera que no es tan fácil ni exacto catalogarlas en un grupo o en otro (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Basándonos en los datos del Cuadro 4 también podemos hablar del ciclo de cultivo y las alternativas más aconsejables.

Ciclo productivo otoñal

Siembra: Julio-agosto

Cosecha: Octubre y diciembre

Se emplean variedades de ciclo muy rápido, y como desarrollan la mayor parte de su ciclo en verano, son resistentes a la subida o flor prematura.

Ciclo productivo invernal

Siembra: Agosto- noviembre

Cosecha: Diciembre - marzo

Las variedades empleadas deben ser resistentes al frío.

CUADRO 4. Clasificación de variedades de lechuga según época

	Varietades de verano	Varietades de invierno
Lechugas de hojas	Milanesa Gallega Crespa Simpson (son de semilla negra)	Gallega Parker Francesa
Lechuga repolladas		
Lisa	Esmeralda	White Boston Big Boston Trocadero Española Loreto
Crespa	Great Lakes 659 Great Lakes 118 Great Lakes R-200 Lucy Brown Lorca	Bix Coolguard
Lechugas Cos o Romanas	Blanca de Paris Parris Island Cos Corsaro	Roja de invierno Verde de invierno
Lechugas de cortar		Grand Rapids

Fuente: adaptado según datos de INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998; Toledo y Huaiquipán, 1999.

Ciclo productivo primaveral

Siembra: Enero- febrero

Cosecha: Abril – junio

Ciclo productivo estival

Siembra: Abril- mayo

Cosecha: Julio-agosto

Se usan variedades de ciclos cortos y resistentes a floración prematura.

Época: Se ejecuta prácticamente todo el año, en forma escalonada y en función de la variedad. Para producto de otoño e invierno, el almácigo se siembra de enero a marzo; para cosechar en primavera y verano, se ejecuta desde julio en adelante (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Dosis de semilla: Más o menos 1,5 gramos por m², el cual debe rendir 800 a 1.000 plantas. En estas condiciones se necesitan alrededor de 150 m² de buen almácigo para plantar una hectárea a las distancias usuales, con un presupuesto de no más de 300 gramos de semilla (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Almácigo: En platabandas o en mesas al aire libre. Prefiéranse las primeras en los almácigos de verano y las segundas en los de invierno. En estos, la mesa, en que la semilla queda depositada sobre una superficie elevada resguardada de los excesos de humedad, ofrece mayor seguridad, ya que los surcos divisorios sirven, a la vez, de desagües (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Transplante: Se procede al transplante cuando las plantitas tienen 8 a 10 cm de altura. La tierra del almácigo debe encontrarse húmeda y mullida, para soltarla superficialmente con laya u horqueta de tierra, permitiendo, así, separar las plantas con todo cuidado y sin dañar su sistema radicular (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Sistemas: El más difundido es el de caballetes o surcos que se plantan a ambos lados. En las explotaciones de poca extensión, en los huertos caseros, se practica la plantación en platabandas (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Distancias: Los caballetes se trazan a 60 – 65 cm de distancia. Las plantas se disponen a ambos costados, sobre la marca que deje el riego previo, a 15-25 cm sobre las líneas. También se pueden plantar a 25 X 25 cm entre y sobre hilera.

En las platabandas de 1,50 a 2 m de ancho, se marcan las líneas 25-30 cm de distancia, sobre las cuales quedan a 15-25 cm entre sí (Toledo y Huaiquipán, 1999).

En general se puede señalar que en los sistemas forzados de producción, las malezas no constituyen mayores problemas para el cultivo si el suelo ha sido previamente esterilizado con un fumigante, los cuales actúan muy bien como herbicidas; además, es posible usar Mulch de polietileno para evitar el desarrollo y competencia de las malezas (Ellena, 1993). Sin embargo, al no utilizar el método anterior es posible controlar las malezas con los siguientes productos (Cuadro 5).

CUADRO 5. Productos para control de malezas en el cultivo de lechuga

Producto	Dosis	Época
Trifluralina	1 – 2,5 L/ha	Pre transplante, incorporado
Kerb	2 – 3 kg/ha	Pre transplante, incorporado con riego
Limpías	1 - 2	Si no se ha usado herbicida

Fuente: González, 2003.

Plagas comunes que atacan a la lechuga, tales como: pulgones, cuncunillas y babosas, entre otras. En este caso, tiene gran importancia cuidar los días de carencia (desde la última aplicación a la cosecha), porque los residuos posibilitan afectar al consumidor de la lechuga fresca (Toledo y Huaiquipán, 1999). El control utilizado se menciona en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Control de plagas en lechuga

Nombre	Control
Pulgones	Aplicar insecticida sistémico, cuando la población sea crítica. (Dimetoato)
Caracoles y babosas	Mesurool cebo a las hileras

Fuente: González, 2003.

Las principales enfermedades que afectan a la lechuga son: mosaico, caída de plántulas, marchitez, mildiú, oídio, moho gris y manchas foliares (Toledo y Huaiquipán, 1999). El control de ellas es utilizar los productos mencionados en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Productos para el control de enfermedades en lechuga

Nombre	Control
Mildiu (<i>Bremia</i>)	Aplicar Dithane M-45 (200 g/ 100 L de agua) en forma preventiva bajo condiciones de alta humedad y temperaturas frescas, o Ridomil MZ 58 (2 kg/ha) cuando aparecen los primeros síntomas.
Pudrición blanca (<i>Sclerotinia</i>)	Benomilo, Rovral, Captan, Ronilan

Fuente: González, 2003.

Cilantro

El cilantro (*Coriandrum sativum* L.) juntos con otras especies vegetales, se clasifican como “hierbas medicinales, aromáticas y de condimento”. Se consumen en forma fresca, cocida o deshidratada en alimentos y preparaciones medicinales, además de ser industrializadas para la extracción de aceites esenciales y productos farmacéuticos (Morales, 1995; Salazar 2008).

FIGURA 20. Cultivo de cilantro



El cilantro es una planta de crecimiento indeterminado, con una raíz pivotante, y muy ramificada. Su ciclo ontogénico se desarrolla en dos etapas: vegetativa y reproductiva. En la primera etapa, durante el establecimiento del cultivo, se produce la aparición de hojas en la base, que son parecidas a las del perejil (Benavides, 2007).

Es una hortaliza muy popular en Chile, especialmente a nivel de la zona sur, la cual se utiliza con condimento en muchas comidas, fundamentalmente al estado fresco. En el país predomina la semilla corriente. Las variedades que se trabajan en la Región de la Araucanía son bonanza, resistente a la subida, santo, variedad de rebrote (Ellena, 1993).

Sistema de siembra

Siembra directa (en línea).

Distancia de siembra

La siembra se hace en líneas a 15-20 cm entre hileras y sobre hilera a chorro continuo, la profundidad de siembra debe ser entre 1,5-2 cm. Se usa una dosis de semilla de 0,8-1,2 gr/m², para producción de hojas (Ellena, 1993).

Época de siembra

Se puede sembrar durante todo el año. En siembras de invierno se puede obtener producción a los 77 días después de ésta realizada.

Para producciones bajo invernadero o túneles, se pueden realizar siembras desde marzo hasta julio para cosechar en otoño-invierno. Cabe señalar que

en estas épocas en la región no es posible debido a las bajas temperaturas obtener un producto de calidad al aire libre, salvo en aquellas localidades con condiciones microclimatizadas (Ellena, 1993).

Fertilización

Esta hortaliza responde a la fertilización nitrogenada y requiere una adecuada disponibilidad de P y K para un buen desarrollo de las plantas. La fertilización de los elementos de P y N va junto al surco de siembra. (Ellena, 1993).

Acelga

La acelga (*Beta vulgaris* var. *cicla*) es una hortaliza de hojas verdes y tallos muy engrosados (Costa et al., 2003). Es una verdura que pertenece a la familia de las Quenopodiáceas y cuyo consumo está muy extendido en los países mediterráneos desde la antigüedad por sus propiedades dietéticas y medicinales. Se cultiva con carácter anual, tanto al aire libre como en invernadero (Macua et al., 2007).

FIGURA 21. Cultivo de acelga



Variedades

La variedad Penca Blanca corresponde a la mayormente cultivada en la zona sur y presenta buenas características de calidad y adaptabilidad para producirla bajo plástico; la cual se destaca por presentar pecíolos de color blanco muy gruesos y hojas de gran tamaño de un color verde intenso (Ellena, 1993).

Según Toledo y Huaiquipán (1999) existen pocas variedades bien definidas, pero se pueden clasificar en:

- a. Acelgas blancas: Tienen pecíolos de color blanco.
 - Fordhook
 - Verde y Penca Blanca
 - Bresanne
- b. Acelgas verdes: tienen el color verdoso de sus tallos.
 - Lucullus
 - Verde corriente

Sistema de siembra

Existe la posibilidad de hacer una siembra directa, y/o de almácigo y trasplante. La decisión por parte del productor depende fundamentalmente de la disponibilidad del invernadero, siendo técnicamente más recomendable un sistema de siembra directa, esta última se puede efectuar tanto a mano como a máquina, dependiendo de la superficie a sembrar (Ellena, 1993; Toledo y Huaiquipán, 1999).

Distancia de siembra

Para un sistema de producción bajo polietileno se recomiendan las menores distancias de siembra, siendo las más adecuadas 25-30 cm entre hileras, y a surco lleno sobre la hilera para posteriormente ralea, dejando una distancia sobre la hilera de 20 cm (Ellena, 1993).

Época de siembra

Se puede sembrar durante todo el año, pero para producción forzada es recomendable sembrarla desde marzo hasta junio para obtener producciones en la época fría en las cuales no es posible obtener un producto de gran calidad al aire libre y, además, existe una mayor demanda en invierno con mejores precios, lo que hace interesante el negocio para el productor (Ellena, 1993). Sin embargo, la época más usual para sembrar el almácigo es de septiembre a febrero. La siembra directa puede hacerse en igual fecha o un mes después de la que correspondería al almácigo (Toledo y Huaiquipán, 1999).

Dosis de semilla

De siembra directa, alrededor de 5 a 6 kilos por hectárea; de almácigo y trasplante, 1 a 2 kilos por hectárea, según se plante uno o dos lados del surco (Toledo y Huaiquipán, 1999; González, 2003).

Fertilización

Como la mayoría de las especies de hortalizas de hojas tiene una alta respuesta a la fertilización nitrogenada y a la aplicación de materia orgánica, ésta debe estar previamente descompuesta, siendo una dosis adecuada entre 4-6 kg por m². En el Cuadro 8 se entregan datos de la fertilización de la acelga bajo plástico.

CUADRO 8. Fórmula de fertilización para acelga cultivada en un sistema forzado

Fertilización	Unidades / ha	Kg/ha	Fuente
Anhídrido fosfórico	184	400	SFT
N	120	800	S. sódico
K	100	200	S. de potasio

Fuente: Carillanca, 1989.

Control de malezas

En el caso de que no se haya efectuado una esterilización del suelo, es recomendable realizar labores superficiales para mantener el cultivo libre de malezas; también es posible recurrir al uso de herbicidas. En el Cuadro 9 se mencionan algunos productos.

CUADRO 9. Control de malezas en acelga

Producto o labor	Dosis	Época
Pyramin DF	4-7 kg/ha	Pre siembra incorporado
Cloridazon 43 F	6-10 L/ha	Pre siembra incorporado
Limpias	1	45-50 días después de siembra

Fuente: González, 2003

Cosecha

La acelga proporciona varias recolecciones, las cuales se hacen cortando las hojas externas a medida que adquieren tamaño comercial (Giaconi y Escaff, 1994).

Rendimiento

Un rendimiento normal es de aproximadamente 400 docenas de atados por corte y por hectárea, en invierno, dándose 3 a 4 cortes en la temporada. En verano, el rendimiento es inferior, estimándose en 200 docenas por corte y por hectárea, con 1 ó 2 cortes en la temporada (Giaconi y Escaff, 1994; González, 2003).

Control de plagas y enfermedades

Varias plagas pueden dañar esta hortaliza, entre ellas: mosca minadora, cuncunillas y moluscos. La más frecuente es la mosca minadora, cuya larva deja galerías claras en las hojas. Cuncunillas, babosas y caracoles dejan orificios en las hojas. En estos casos, se deprecia el valor del producto comercial y por ello es importante detectar el ataque a tiempo, a través de revisiones periódicas, para seleccionar el insecticida o moluscicida adecuado (Giaconi y Escaff, 1994).

Dentro de las enfermedades podemos mencionar caída de plántulas: Es recomendable hacer una desinfección de la semilla para evitar el daño temprano de esta enfermedad, producida por hongos que viven naturalmente en el suelo. Se puede usar fungicidas como Thiram o derivados, Captan u Orthocide, o Bayer 5072 (Giaconi y Escaff, 1994).

Tomate

El tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) es considerado como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sinnúmero de subproductos que se obtienen de él, y las divisas que aporta (Santiago *et al.*, 1998).

- La producción chilena de tomates para consumo fresco se estima en cerca de 300.000 toneladas anuales, de las cuales el 99,9% es destinado al consumo interno, siendo muy pequeño y variable el volumen exportado año a año. Por otra parte, las importaciones son mínimas y esporádicas; por lo tanto, el mercado chileno está determinado fundamentalmente por la oferta interna (ODEPA, 2008).
- Según estimaciones de ODEPA, en la temporada 2006/07 se cultivaron 6.352 hectáreas con tomates para consumo fresco.
- La superficie de tomates se concentra en la zona central, cuya oferta se produce entre diciembre y abril. En esta época, se registran los precios más bajos en los mercados mayoristas de la ciudad de Santiago.
- Las mayores superficies de producción se concentran en las regiones Metropolitana, de O'Higgins y Valparaíso.
- En el sur las producciones son de escasa magnitud, encontrándose sí cultivos de tomates de importancia en Angol, y también en Chile Chico e incluso Punta Arenas.

El tomate en invernaderos

El tomate es, por superficie, la hortaliza más importante producida en Chile, superficie que fluctúa anualmente dependiendo de las expectativas de exportación en fresco y del mercado de productos procesados; en promedio se plantan unas 20.000 ha de tomate al año, de las cuales entre 8 y 10.000 ha son de tomate para procesamiento. En la actualidad el tomate se consume en estado fresco todo el año gracias a los cultivos protegidos y a la producción en zonas extremas (Arica) (Reagícola, 2008).

Según las cifras preliminares del VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal, en la temporada 2006/07 se cultivaron 6.352 ha con tomates para consumo fresco. De la superficie total, 1.067 ha se cultivaron bajo invernadero, el 66% de ellas en la Región de Valparaíso y el 13% en la del Maule (ODEPA, 2008).

FIGURA 22. Cultivo de tomate



La Región de Valparaíso es una de las mayores zonas productoras de tomate a nivel nacional, con una superficie bajo invernadero de 702,67 ha que representan el 65,9 % de la superficie nacional bajo esta modalidad (INE, 2008). El cultivo bajo invernadero es una forma de producción de alto costo, intensiva en uso de tecnología, pero que permite aumentar el período de oferta, obteniéndose cosecha en la provincia en otoño y primavera, época en que se registran los mayores precios.

El norte del país y la producción de invernaderos abastecen el mercado durante el resto del año. En esta época se produce la menor oferta y los precios más altos. La producción de Arica tiene gran presencia en el mercado de la zona central entre agosto y noviembre, mientras que la producción del centro norte del país, que comprende las regiones de Atacama a Valparaíso, ocupa un espacio importante durante todo el año, siendo especialmente relevante su presencia entre mayo y julio, lapso en el cual la oferta proviene de la producción bajo invernadero (ODEPA, 2008).

La producción de la Región de la Araucanía tiene como principal destino de la venta en fresco para consumo regional y para la comercialización hacia regiones vecinas. La zona más importante es Angol, en donde se concentra la producción en los meses de verano y producciones tardías. Por otro lado, la producción no alcanza a abastecer la demanda debido a la estacionalidad y falta de volúmenes, por lo cual se debe acceder a producciones de la zona norte y central para completar su abastecimiento.

Los rendimientos de tomate alcanzan un promedio nacional cercano a los 75 mil kg por ha para los sistemas de producción en invernadero de cultivares para consumo fresco y para uso industrial. Los sistemas de

producción al aire libre de cultivares para consumo fresco tienen un rendimiento promedio nacional significativamente menor, estimado en 40 mil kg por ha.

Tipos de establecimiento

- Siembra directa
- Almacigo tradicional
- Almacigo a raíz cubierta (speedling)
 - Contenedores individuales
 - Estructuras para contenedores individuales
 - Bandejas múltiples
 - Plumavit
 - Plástico endurecido
 - Plástico delgado

Siembra de almaciguera

Se realiza en el campo en canchas especialmente preparadas. Las canchas son de 1,0-1,5 m de ancho y de longitud variable. Generalmente se utiliza tierra de hoja, sustrato que se debe desinfectar (UC-CORFO, 1986).

Desinfección y pregerminación la de semilla (Nuez, 1995; Samperio, 2000).

1. La semilla se remoja en agua tibia, (23 °C), durante 12 hrs. Se agrega un gramo de sal por un litro de agua.
2. Se remoja la semilla en agua tibia (25 °C), con el desinfectante por otras doce horas.
3. Se pone la semilla envuelta en un paño húmedo con calor (ampolleta), a una temperatura de 25 a 30 °C, durante 24 hrs.
4. Luego se siembra en cancha de repique.

Época de siembra

Los almacigos para primores se siembran en mayo-junio en la zona central; en febrero – abril en la zona de Ovalle, Vallenar y Copiapó. Los destinados en época normal se ejecutan desde julio hasta octubre; para tarde se hace en noviembre aún en diciembre, según la variedad (Gianoni y Escaff, 1994).

Dosis de semilla

En bandejas con un gramo se siembran 300-330 celdas de estas, si se tienen bandejas de poliestireno, con 125 celdas se requieren 30 bandejas para plantar 1000 m², de tomate en invernadero.

Para siembras en cancha, para una hectárea se necesitan 50-70 m² de almaciguera (González, 2003).

Germinación

Con temperaturas óptimas de 25 –30 °C la semilla, germina rápidamente en 2 a 3 días. Si la temperatura es menor a 10 °C la semilla no germina. Igual caso sucede si la temperatura es mayor a 35 °C.

Existe un incremento en el número de plantas útiles al aumentar la semilla de 2 a 7 gr/m². Sin embargo, en las mayores densidades, las plántulas tienen menor vigor y menor crecimiento lo que significa que el balance entre cantidad y calidad de plántulas útiles para trasplante se encuentra en los 3 gr/m² (Gianoni y Escaff, 1994).

Siembra

La siembra se hace en canchas, con la semilla sin tratamiento o pre-germinada. Esta semilla se tapa con una pequeña capa de tierra de hoja de no más de un centímetro. Antes de la siembra y después de la siembra, la cancha o las bandejas se deben regar abundantemente, con algún rociador de gota no muy grande para no dañar las semillas pre-germinadas.

Luego de emergidas las plantas con 5 cm de altura y sus cotiledones extendidos se repican a bandejas. Otra forma es transplantar directamente a su lugar definitivo, esto se realiza con plantas de alrededor de 10 cm de altura y a raíz desnuda (UC-CORFO, 1986; Nuez, 1995).

Almacigueras (*speedling*)

Estas almacigueras (Figura 23) consisten en un conjunto de celdillas o alvéolos, ideales para cultivar plantas de distintas especies, durante su primera etapa de desarrollo. Este sistema permite que cada planta esté protegida de los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche proporcionando a las raíces un ambiente térmico favorable para su desarrollo que le ayuda a soportar las condiciones extremas (daños por heladas). Se logra una relación directa entre raíz y planta, se consigue un incremento considerable de raíces, las que permitirán a las plantas un mejor establecimiento en el suelo definitivo (BASF Group, 2004).

FIGURA 23. Almacigos en speedling



FIGURA 24. Modelos usuales de almacigueras



Fuente: Basf.cl

Según BASF Group (2004) las ventajas de este sistema son:

- **Aislación térmica**
La propiedad de aislación térmica de las almacigueras permite que las plantas estén protegidas de los cambios de temperatura, facilita que las semillas cumplan su primera etapa de desarrollo como en una "incubadora", esto mismo adelanta la aparición del primer racimo floral en especies como tomates, pimentones y similares.
- **Llenado**
La rigidez de las almacigueras, y su constitución de verdaderos bloques, permiten llenar las cavidades con sustrato en forma rápida y simultánea, ya sea en forma manual, mecánica o automática.
- **Siembra**
El uso de almacigueras significa mayor rendimiento, mayor uniformidad, madurez más temprana de cultivo y trasplante libre de enfermedades.
- **Vida útil**
Con un manejo adecuado las almacigueras mantienen sus características después de varios usos con una sustancial disminución de los costos por unidad.
- **Sellado**
Las cavidades de las almacigueras pueden ser recubiertas con una Dispersión Cúprica. Esto minimiza la penetración de raicillas en las paredes de las actividades, facilitando la extracción de la planta.
- **Sustrato**
Conviene llenar las almacigueras con un sustrato esterilizado, que tenga las siguientes propiedades: liviano, buena adherencia, capacidad de retención de humedad y entrega y/o aporte nutricional.

Actualmente existen en el país varias empresas que ofrecen sustrato preparado.

Repique

Una vez que las semillas han germinado y las plántulas tengan un tamaño de 5 cm y sus dos cotiledones expandidos, se repican a los contenedores. El repique debe hacerse con mucho cuidado para no dañar las plántulas y raíces. Para lograr esto se utiliza una especie de tenedor de dos dientes para soltar las plantas. Una vez sacadas, se llevan a speedling, ya con el agujero de plantación realizado y regado (UC-CORFO, 1986; Nuez, 1995; Rodríguez, 1997).

Transplante

El transplante a raíz cubierta permite mayor uniformidad de plantas, evita detención del crecimiento (estrés), y al no cortar las raíces y raicillas evita enfermedades radiculares (Giaconi y Escaff, 1994).

El momento del transplante es cuando las plantas tienen 3-4 hojas verdaderas y antes que empiecen a enrollarse las raíces en el fondo del speedling o contenedor (Nuez, 1995).

Dos días antes del transplante se le da el último riego a los speedling o contenedores.

Una buena planta debe tener un ancho igual o mayor a su altura.

Plantación

La densidad de plantación dependerá del desarrollo vegetativo, el cual estará influido, principalmente por: a) el cultivar elegido, b) sus características de crecimiento, c) poda y conducción, d) tipo y fertilidad del suelo, e) disposición y tipo de riego, f) climatología del ciclo elegido y g) mecanización (UC-CORFO, 1986; Nuez, 1995).

En invernadero: Se dispone una hilera a cada lado de la línea de goteo, (30 cm), y entre líneas de riego a 1,50 m. La distancia entre las plantas es de 33 cm. Generalmente se usa una cubierta de polietileno como mulch o acolchado, para evitar la evaporación del agua y desarrollo de malezas (González, 1993; Giaconi y Escaff, 1994).

También se planta en mesas de doble hilera. La distancia entre mesas de centro a centro es de 1.8 m. Y el ancho de la mesa es de 70 cm. Las dos hileras van separadas entre sí a 50-60 cm (González, 2003).

Variedades

Tipo fresco, invernadero: aunque la producción en invernadero es reducida, las condiciones productivas particulares de este sistema (temperatura, manejo, enfermedades, etc.) requieren de cultivares mejorados de manera específica para estos fines. En general, son plantas indeterminadas, capaces de cuajar a bajas temperaturas que responden bien a la poda, de resistencia a múltiples enfermedades, de frutos redondo-achatados, medios a grandes, semiduros y duros, de sabor regular, etc. (Nuez, 1995). Algunos cultivares usados en el país son: Carmelo, Fortaleza, Max, Kastalia y Robin (UC-CORFO, 1986).

Tipo fresco larga vida: Tomate mejorado específicamente para una prolongada conservación en postcosecha, o larga vida en postcosecha. Estos tomates han sido obtenidos a través de cruzamientos con mutantes de maduración lenta o por medios de inge-

niería genética que introducen genes que causan una maduración lenta o regulada. Los cultivares mejorados con mutantes ya se usan en Chile, por ej. FA-144 y Madrila, y los mejorados por biotecnología todavía no han sido introducidos comercialmente en el país, por ej. Flavr Savr o sus derivados Mcgregor y otros. Estos se usan para fresco, al aire libre o en invernaderos, sus frutos son similares a otros, excepto en su larga vida útil en postcosecha y en su gran dureza (Krarup y Moreira, 2003).

- Entre las variedades que han aparecido en el mercado; las de larga vida y de maduración lenta, pueden permanecer 20 días o más en condiciones de conservación adecuada para su consumo (Giaconi y Escaff, 1994).
- Esto ha sido posible gracias al encuentro de mutantes que pueden llevar genes como NR (*never ripe*), RIN (*ripening inhibitor*), Nor (*nonripening*) y alcobaca, que afectan la respiración, la producción de etileno y actividades enzimáticas. Entre estas variedades se encuentra la variedad Rocky, que además, posee resistencia a varias enfermedades, (v, F1, F2 y TMV).

Requerimientos del cultivo

Clima y temperatura: El tomate es una planta muy susceptible a heladas, no tolera temperaturas bajo 0 °C. La temperatura base de crecimiento es de 10 °C y tampoco se comporta bien sobre los 30 °C (UC-CORFO, 1986; Nuez, 1995; Santiago, 1998).

Crecimiento vegetativo. Una vez que la planta ha emergido, los requerimientos de temperatura son menores que los de germinación. La temperatura óptima para el crecimiento vegetativo es de 18 –20 °C en el día y 15 °C en la noche (Giaconi y Escaff, 1994; Santiago, 1998).

Floración y fecundación. Durante la floración y formación de frutos, las temperaturas extremas, bajo 10 °C y sobre 30 °C, produce aborto floral. Las temperaturas muy bajas afectan el desarrollo del polen y el crecimiento del tubo polínico. La temperatura ideal de polinización es alrededor de 21 °C. Esta es importante, ya que la fecundación de los óvulos dará el número de semillas que influenciará el tamaño del fruto (UC-CORFO, 1986; Giaconi y Escaff, 1994; Santiago, 1998).

Una vez cuajado los frutos, temperaturas inferiores a 15 °C promueven la presencia de frutos acostillados y con cicatriz estilar más grande debido a la mayor permanencia del estilo adherido al ovario (Giaconi y Escaff, 1994; Santiago, 1998).

Maduración

La maduración de frutos tiene una temperatura óptima de 25 °C para el desarrollo del licopeno, ya que la clorofila a y b decrece rápidamente y sobre 32 °C se suprime su biosíntesis, por lo que el fruto toma un color amarillo ya que el pigmento β -caroteno queda intacto.

La coloración de los frutos también se ve afectada, no desarrollándose el color rojo con temperaturas inferiores a los 10 °C y superiores a los 30 °C (UC-CORFO, 1986; Giaconi y Escaff, 1994; Santiago, 1998).

Suelo

Se requiere buen drenaje, ya que la raíz es muy sensible a los excesos de agua, es importante que el suelo tenga una profundidad de a lo menos 40 cm, y que no aparezcan napas freáticas sobre los 50 cm. Tiene un buen comportamiento en suelos de pH 6-7, pero tolera de 6-8 (Giaconi y Escaff, 1994).

Mulch

Previo a la plantación es aconsejable colocar un acolchado o Mulch de plástico sobre el camellón o mesa con el objeto de darle una mayor precocidad al cultivo, controlar malezas y evitar una alta humedad relativa dentro del invernadero al llevar el sistema de riego por debajo de este. El plástico debe tener un grosor de 30-40 micrones y puede ser de color naranja, blanco, café, gris humo o negro. La perforación donde va la planta no debería tener más de 10 cm de diámetro

Poda

Podar es cortar o quitar partes de una planta, ya sean vegetativas o reproductivas, por lo tanto, dentro de este concepto se incluirán el desbrote, deshoje, raleo de flores y frutos y despunte o decapitación de la planta (Giaconi y Escaff, 1994; Rodríguez, 1997).

Al podar, en un cultivo forzado, se está inevitablemente causando una herida a la planta y por lo tanto muchas enfermedades importantes ven favorecida su propagación e infección a través de dicha herida. Lo ideal es ocasionar una herida pequeña, de fácil cicatrización y con el menor manipuleo posible. Lo más adecuado es elegir las zonas de abscisión, siempre que sea factible, tratar de desprender los órganos (brotes, hojas, flores, etc.) y no cortarlos (González, 1993).

Labores del cultivo

Las principales labores del tomate son:

- Desbrote
- Deshoje
- Despunte

Desbrote

Poda de Brotes. El manejo de las plantas de tomate implica la eliminación de los brotes axilares o secundarios en forma total o parcial para dejar el eje principal, para evitar tener un exceso de vegetación. Por lo tanto, con la poda se busca un equilibrio entre el volumen de materia vegetal y de aire disponible, aunque sea con la disminución del rendimiento de cada planta, el cual se compensa porque se puede establecer una mayor densidad de plantación.

FIGURA 25. Brote en tomate



FIGURA 26. Eliminación de brote en tomate



El desbrote debe realizarse necesariamente cuando se cultiva dentro de invernadero. El desbrote se inicia cuando la planta tiene tres a cinco hojas verdaderas, contadas desde el cuello de la misma o desde la superficie del suelo, mientras más pequeño sea el brote, al sacarlo, se logra que éste se desprenda desde la base y como sus haces vasculares no están lignificados, cicatrizan rápidamente (Nuez 1995; Rodríguez, 1997).

Al podar un brote necesariamente hacemos una herida, la cual es una vía de contaminación directa para contraer enfermedades como Cancro y Botrytis.

Los métodos de desbrote son manuales y se basan en desprender los brotes de las axilas de las hojas y no cortarlos dejando trozos adheridos a ella. Esto se realiza tomando la precaución de lavarse las manos con algún germicida tras cada hilera de plantas desbrotadas.

Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Asimismo, se determinará el número de ejes a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 ejes, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos (Nuez, 1995).

Poda a un eje

En la poda a un eje se deja el eje central y se eliminan todos los brotes que nacen de este eje. Es un método que tiende a la obtención de una producción concentrada, la cual puede ser mayor o menor según sea el número de racimos que se deje en el eje. Lo normal es que sean cinco o seis racimos por planta.

- La altura a la cual llega la planta dependerá del número de racimos a cosechar, en para maduración concentrada de los frutos se dejan cinco racimos y extensa seis o más.
- Cuando se emplean plantas podadas a un eje suelen utilizarse marcos de plantación más estrechos que en la poda a 2 o más ejes (Rodríguez, 1997)

Poda a un eje modificado

La planta se conduce en un solo eje principal, pero en la zona basal de éste, bajo su primer racimo se deja crecer el brote axilar, este se despunta después de la primera hoja que sigue al primer y único racimo floral que se deja crecer y fructificar (Rodríguez, 1997).

Poda a dos ejes

Indica que se deja crecer un eje axilar paralelamente al eje principal. La planta se desarrolla en dos ejes centrales. Todos los brotes axilares restantes se eliminan (Rodríguez, 1997).

Poda a dos ejes

- En determinadas condiciones se usa la poda a dos ejes con el objeto de incrementar la producción por planta manteniendo densidades normales.
- En esta poda se deja crecer uno de los brotes axilares (a partir de la segunda o tercera hoja tras la primera inflorescencia); con ello se disponen de dos ejes (el principal y el nacido del brote axilar). Una variante de esta es la poda "Hardy" que consiste en despuntar el eje principal 2 ó 3 hojas por encima de la primera inflorescencia y, de los brotes axilares que salen de estas hojas
- Como se deja un segundo eje, este compite con el desarrollo del primero, lo que redundará en un

retraso de la producción. Por lo tanto, se debe utilizar cuando las condiciones permiten un período más largo de crecimiento y producción (Rodríguez, 1997).

Poda de follaje

Consiste en la eliminación de hojas; con ello se favorece la aireación de la planta y se evita la incidencia de enfermedades del follaje; permite además el equilibrio entre el follaje, fecundación y el desarrollo de los frutos. Este tipo de poda se realiza en las hojas que se encuentran cercanas al suelo, por debajo del primer racimo floral y continuando hasta una altura de 0,35 a 0,40 m. Esta práctica debe hacerse con mucho cuidado, para evitar eliminar hojas en exceso.

Deshoje

Para el caso de poda de hoja, existen tres criterios a considerar:

1. Poda de hojas para dar luz a los frutos: Consiste en sacar las hojas que se encuentran cubriendo los racimos ya cuajados y a los cuales no les llega luz, de lo contrario los frutos se dan más pequeños, huecos y más tardíos.

2. Eliminar hojas parásitas: En la medida que las plantas se desarrollen en altura, a las hojas basales les llega menos luz, están envejecidas y además se encuentran en un medio distinto al inicial (más caluroso y seco).

3. Eliminación de hojas dañadas: Independiente de la causa del daño, si éste implica heridas serias y / o necrosis del tejido, se deben eliminar pues quedan propensas a ser atacadas por otras enfermedades o la misma ya presente, siendo esta hoja un foco infeccioso o punto predisponente de enfermedades.

Poda apical

Consiste en eliminar la parte apical del tallo con el objetivo de detener el crecimiento vertical en las variedades indeterminadas, y lograr con ello una mayor precocidad en la producción de frutos. Esta poda puede variar según las características del cultivar, pero generalmente se realiza entre el 6° y 8° racimo floral (Rodríguez, 1997).

Despunte

Las plantas de crecimiento indeterminado, como son las que se usan para el cultivo en invernadero, tienen la capacidad de crecer en forma indefinida si le dan las condiciones adecuadas, esto obliga a cortar este crecimiento, decapitando la planta cuando llega a la altura del sistema de conducción, dejando más o menos 5 ó 6 racimos.

Hay que considerar que el despunte genera cambios en la planta que son importantes, uno de ellos es vigorizar el último racimo dejado, lográndose mayor calibre de frutos en él (González, 1993; Rodríguez, 1997).

Raleo de frutos

- El desarrollo de los frutos es desigual en la inflorescencia y con un cierto grado de competencia. La consecuencia es una maduración desuniforme y desigualdad en el tamaño, con una disminución en el promedio del calibre de los frutos.
- Para obtener frutos uniformes y de mayor tamaño se ralean las flores y frutos pequeños y atrasados del racimo, dejando 5 a 6 frutos por inflorescencia.
- Si se desea vigorizar la planta, se pueden eliminar precozmente frutos, que son centros de atracción de fotosintatos, lo que permitiría desviarlos a centros de crecimiento, frutos ya cuajados. Normalmente, la planta es capaz de mantener 1 kg de peso de frutos en su primer racimo y no más de 600 g en el quinto racimo.
- Si se quiere mejorar el calibre, éste debe manejarse en cada racimo por separado, siendo una cantidad adecuada 4-5 frutos por racimo. Para incidir en la calidad del fruto, el raleo debe hacerse en flor y no en fruto cuajado.
- Inflorescencias muy grandes, es usual suprimir algunas flores o frutos recién cuajados, despuntando la inflorescencia, para limitar el número de frutos, lo que incidirá positivamente en su tamaño y calidad. Es deseable, asimismo, la supresión temprana de flores y frutos defectuosos (Nuez, 1995).

Sistemas de conducción

El objetivo de la conducción en altura es poder desprender del suelo los frutos, reduciendo los riesgos de

FIGURA 27. Sistema de conducción del cultivo de tomate.



daños físicos por plagas y enfermedades, mejorar la exposición a la luz, lo que permite una mejor coloración y más rápida maduración, soporta una mayor densidad de plantación favoreciendo la aireación y facilita todas las labores que se realizan.

La planta de tomate, en cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, puede alcanzar grandes longitudes (que pueden superar los 10 m), pero solo los 2 o 3 m terminales mantienen hojas, flores y frutos; el sistema de poda y tutorado debe permitir la mayor accesibilidad de los operarios a esta parte terminal de la planta para las diversas faenas de cultivo (UC-CORFO, 1986; Rodríguez, 1997).

Fertilización

Las necesidades nutricionales de un cultivo de alta productividad son elevadas y afectan principalmente a los macronutrientes, que son absorbidos en grandes cantidades. En cambio, los llamados micronutrientes, por ser extraídos en menor cantidad no se ven afectados por este mayor requerimiento y su disponibilidad depende en mayor medida de las características del suelo y en particular del pH.

La absorción de nutrientes es muy lenta al principio, tanto en tomates determinados e indeterminados, la absorción fuerte de nutrientes se inicia a comienzos de floración en cambio en variedades indeterminadas coincide con la cuaja del primer racimo.

El único nutriente que causa problemas aplicado a destiempo es el nitrógeno, un exceso de este nutriente al inicio del cultivo, más de 50 ppm en el suelo puede originar una vigorización excesiva de la planta, repercute en la inducción floral, cuaja, desarrollo y calidad de los frutos. Por lo tanto debe cuidarse de los aportes excesivos de guanos de gallina y de las abonaduras de pre-plantación con urea u otros fertilizantes nitrogenados (UC-CORFO, 1986; Giaconi y Escaff, 1994; Nuez, 1995; Rodríguez *et al.*, 1997).

Dosificación de fertilizantes

La cantidad de cada fertilizante debe ser determinada considerando la fertilidad natural del suelo, el sistema de cultivo, la variedad y las expectativas de rendimiento.

Nitrógeno: Las aplicaciones se efectúan parcialmente al trasplante y aproximadamente un mes después (aire libre), en los invernaderos se aplica cada 15 o 20 días, a partir de la cuaja de los primeros frutos.

Fósforo: Se incorpora al suelo antes del trasplante. En invernaderos con riego por goteo se utiliza ácido fosfórico.

Potasio: Es poco usado en plantaciones al aire libre (Giaconi y Escaff, 1994; González, 2003).

Pepino

(*Cucumis sativum* L.)

FIGURA 28.
Cultivo del pepino



Semilla

Las necesidades de semillas varían según el sistema de siembra usado. Para invernadero, se recomienda hacer las plantas en speedling o en bolsas plásticas, para lo cual se necesitan 44.000 plantas por ha.

FIGURA 29. Almácigos de pepino



Un gramo de semilla de pepino Dasher II contiene 40 semillas, por lo tanto se precisa de 1,2 kg/ha más un pequeño porcentaje de reserva en caso que deba replantar. Para siembra al aire libre, se requieren 3,5 - 4 kg/ha, utilizando sembradoras de precisión. Una vez emergida, se ralea a 12 cm cada planta (González, 1997).

Plantación

Recomendamos tanto para invernadero como al aire libre usar el sistema de camellones.

Estos deben tener 1 metro de ancho y sobre este, hileras pareadas separadas a 60 cm entre hilera y sobre hilera variará, si es para invernadero a 30 cm y si es

para el aire libre la separación es 12 cm, una planta de la otra (Giacconi y Escaff, 1994; Toledo y Huaiquipán, 1999).

Particularidades del cultivo

Marcos de plantación

Para cultivos tempranos con intención de quitarlos pronto para realizar un cultivo de primavera, los marcos suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m o 1,2 m x 0,5 m). Si el cultivo es más tardío o se pretende alargar la producción cubriendo los meses de invierno, habrá que ampliar los marcos para reducir la densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación.

Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, mejorando la aireación general de esta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercute en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

FIGURA 30. Tutorado de plantas de pepino



La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios.

Poda

En el caso de dejar caer la planta tras pasar el alambre para coger los frutos de los tallos secundarios, se recomienda no despuntar el tallo principal hasta que éste alcance unos 40 cm del suelo, permitiendo únicamente el desarrollo de dos tallos secundarios,

eliminando todos los demás. Normalmente se suele realizar en variedades muy vigorosas.

En pepino “tipo holandés” se realiza a los pocos días del trasplante debido al rápido crecimiento de la planta, con la eliminación de brotes secundarios y frutos hasta una altura de 60 cm.

Destallado

En pepino “tipo holandés” se suprimen todos los brotes laterales para dejar la planta a un solo tallo. Para los restantes tipos de pepino la poda es muy similar, aunque no se eliminan los brotes laterales, sino que se despuntan por encima de la segunda hoja.

Deshojado

Se suprimen las hojas viejas, amarillas o enfermas. Cuando la humedad es demasiado alta es necesario tratar los cortes con pasta fungicida.

Aclareo de frutos

Deben limpiarse de frutos las primeras 7-8 hojas (60-75 cm), de forma que la planta pueda desarrollar un sistema radicular fuerte antes de entrar en producción. Estos frutos bajos suelen ser de baja calidad, pues tocan el suelo, además de impedir el desarrollo normal de parte aérea y limita la producción de la parte superior de la planta.

Los frutos curvados, malformados y abortados deben ser eliminados cuanto antes, al igual que aquellos que aparecen agrupados en las axilas de las hojas de algunas variedades, dejando un solo fruto por axila, ya que esto facilita el llenado de los restantes, además de dar también mayor precocidad (González, 1993).

Pepino Híbrido Alaska

Alaska es una variedad de pepino híbrido para ensalada del tipo Partenocárpico, también llamados europeos u holandeses; los cuales se caracterizan por no producir semillas, sin espinas exteriores, pudiendo ser consumido sin pelarlo por ser de muy fácil digestión. Es un híbrido especialmente diseñado para producción en invernaderos, de planta muy fuerte, vigorosa y de altos rendimientos. Por ser de tipo Partenocárpico no requiere de abejas para su polinización (Giacconi y Escaff, 1994; Krarup y Moreira, 2003).

Características de frutos y plantas

Los frutos son largos, de aproximadamente 37 a 40 cm, de forma cilíndrica, uniforme, de color verde oscuro, presentan una maduración concentrada, la cual comienza en forma aproximada a los 55 a 60 días después del trasplante. Los frutos presentan una mayor y mejor conservación en el período de potscosecha que los pepinos tradicionales.

Requerimientos Climáticos

Requiere de temperaturas altas, especialmente durante la formación y desarrollo de frutos. El rango de temperaturas oscila entre 15 °C la mínima y 32 °C la máxima. La humedad relativa debe ser alta entre 70 y 90% (González, 2003).

Plantación

Doble hilera sobre camellones. Las distancias entre las plantas varían, dependiendo del sistema de conducción a realizar. Si ésta se realiza a un eje, las distancias deben ser 60 cm entre hileras 40-50 cm sobre la hilera. En ensayos recientes, los mejores resultados han sido con una conducción a dos ejes, para lo cual deben plantarse a 60 cm entre la hilera y 50 cm sobre la hilera (Giaconi y Escaff, 1994).

Plagas y Enfermedades (González, 2003)

Gusanos cortadores y larvas de moscas deben controlarse con productos a base de Carbofurano (Furadan 10 G o Curaterr 10 % GR), se recomienda usar 1,5 a 2 grs. por casilleros al momento de sembrar o transplantar.

Pulgonos y Langostinos deben controlarse con insecticidas a base de Metamidofos, como Tamarón 600 en dosis de 200cc/100 L. agua.

Moscas minadoras de hojas, controlar con productos a base de Endosulfan (Thiodan 50, Thionex 35 EC) en dosis de 0,7 kg de producto activo por ha.

Enfermedades de raíz y cuello de origen fungoso como *Phytophthora* sp, *Fusarium* sp, *Pythium* sp. etc., para lo cual se puede usar Previcur N (Propamocarb HCL) en dosis de 300 cc/100 L. de agua de producto comercial.

Enfermedades de follaje y fruto, de origen fungoso como *Oídio*, se pueden controlar con Bayleton 25 WP (Triadimeton) en dosis de 75 grs./100 L. de agua o Benlate 50 PM (Benomil) en 100 grs./100 litros de agua; en caso de ataque de *Botrytis* deben controlarse con productos como Ronilan (Vincio-zolin), Rovral (Iprodione) y/o Sumis-clex 50% (Procymidone).

Experiencias bajo plástico en la Región de la Araucanía, en un invernadero de 180 m² con producción simultánea de poroto verde, tomate y pepino.

Variedad:	EXOCET
Características :	Pepino híbrido muy precoz 70 días, planta, vigorosa, resistente a virus, muy productiva, Fruto cilíndrico, tamaño 18-20 cm de longitud y 5 cm de diámetro.
Siembra:	Fines de agosto.
Semilla:	10,4 gramos.
Fertilización:	1,8 kg de superfosfato triple 0,9 kg de Kristazul. 1,2 kg de salitre potásico.
Emergencia:	Segunda semana de septiembre.
Conducción:	Segunda semana de noviembre.
Cosecha:	Primera semana de diciembre.

9. Literatura consultada

- Barrios Capdeville, Octavio. FUCOA 2004. Construcción de un invernadero.
- BASF Group. 2004. Especificación modelos usuales de almacigueras. Disponible en http://www.basf.cl/aislapol/productos/almacigueras/cont_mod.html. Leído marzo 12 de 2008.
- Benavides, N. 2007. Guía práctica para la exportación a Estados Unidos. Cilantro (IICA).p.11.
- Costa, S., M. Montenegro, T. Arregui, M. Sánchez, M. Nazareno, B. López. 2003. Caracterización de acelga fresca de Santiago del Estero (Argentina). Comparación del contenido de nutrientes en hoja y tallo. Evaluación de los carotenoides presentes. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23(1): 33-37.
- Defilipis, C., S. Pariani, A. Jiménez, C. Bouzo.1999. Respuesta al riego de lechuga (*Lactuca sativa* L.) Cultivada en invernadero. p. 8
- Ellena, M. 1993. Producción forzada de hortalizas de hoja. Curso-Taller Hortalizas bajo plástico para el sur de Chile. INIA Carillanca. Serie 36. p. 45-72
- Giaconi V., M. Escaff. 1994. Cultivo de hortalizas. Editorial Universitaria. p. 335.
- INDAP-PRODECOP, INIA Intihuasi, 1998. Manual de Producción de hortalizas. La Serena, Chile. p.182.
- González A, María Inés. 2003. Nuevas fichas hortícolas, área centro sur. Boletín INIA No. 109, 62 p.
- INE. 2007. Censo Agropecuario 2007. Disponible en http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censo_agropecuario_07.php. Leído marzo 12 del 2009.
- INFOAGRO. Principales tipos de invernaderos.
- Jackson, L., Mayberry, K., Laemmlen, F., Koike, S.; Schulbach, K., Chaney, W. 1999. "La producción de lechuga de hoja en California", University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 7216 Spanish, Oakland, California, USA. Disponible en <http://vric.ucdavis.edu/selectnewcrop.lettuce.htm>
- Krarp C.; MOREIRA I. 2003. Hortalizas de Estación Calurosa. Disponible <http://www.puc.cl/sw_educ/hort0498/>. Leído 6 enero 2009.
- Santiago, J., M. Mendoza, F. Borrego. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológico. Agronomía Mesoamericana 9(1): 59-65.
- Macua, J., I. Lahoz, F. Betelu, E. Díaz, S. Calvillo. 2007. Acelga: Variedades para industria. Navarra Agraria. p. 20.
- Morales, J. 1995. Cultivo de cilantro, cilantro ancho y perejil. Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. p. 30.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. p.793.
- ODEPA. 2008. Tomates para consumo fresco.
- Rodríguez, R., J. Tabares, J. Medina.1997. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi-Prensa.p.255.
- Redagráfica. 2008. Investigación en Tomate. Edición Nº 6. Disponible en <http://www.redagricola.com/content/view/147/37/>. Leído marzo 18 del 2009.
- Salazar, G. 2008. El cilantro (*Coriandrum sativum*) como planta medicinal emergente. inFÁRMate, año 3, número 17. p. 7.
- Samperio G. 2000. Germinación de semillas. Manual de divulgación para uso en instituciones de educación. p. 9.
- Santiago, J., M. Mendoza, F. Borrego. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana 9(1): 59-65.
- Toledo, F. y Huaiquipán, J. (eds.) 1999. Manual "Manejo de Especies Hortícolas". Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Remehue. Serie Remehue Nº 79. 103 p.
- UC-CORFO. 1986. Monografías hortícolas.99.

CAPÍTULO V. Producción orgánica

1. Introducción

La producción orgánica en Chile ha experimentado un importante crecimiento. Chile cuenta con un abanico de ventajas naturales que son aprovechadas por un segmento limitado de productores, que destinan sus productos al mercado internacional y que con el tiempo han diversificando exponencialmente su oferta. (Chile Orgánico, 2004). Es así como en la temporada 2007/08 se observa un aumento de 1.359 hectáreas en la superficie destinada a cultivos orgánicos (ODEPA, 2008).

2. Glosario

Algunas definiciones importantes (Norma Chilena NCh 2439-1991; Norma Chilena NCh 2880-2004) son:

- **AGRICULTURA ORGÁNICA:** Sistema de producción integral que implica restricciones al empleo de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas). Se trata de un método de producción basado en prácticas de cultivo variadas, cuyo objetivo principal es alcanzar, a largo plazo, una productividad sostenida en base a la conservación y/o recuperación de los recursos naturales.
- **AGRICULTURA CONVENCIONAL:** Es aquel sistema de producción agrícola que utiliza productos químicos tales como fertilizantes y plaguicidas sin restricciones. Por ejemplo cultivo de hortalizas con utilización de Karate® para controlar insectos, Roundup® para controlar malezas, cebos tóxicos para controlar babosas, entre otros.
- **PERÍODO DE TRANSICIÓN:** Para que un predio sea considerado orgánico, debe ser certificado por alguna empresa que cumpla con los requisitos para ello. Es un proceso gradual de convertirse desde una agricultura convencional a una orgánica. Por lo general, tiene una duración de 12 a 36 meses.
- **PRODUCTOS ORGÁNICOS:** Son productos agropecuarios primarios (fertilizantes, humus, semillas,

etc.), que han sido obtenidos de un predio bajo las normas de producción orgánica. También pueden tener la calidad de orgánicos los productos agrícolas provenientes de sistemas silvestres aislados, sin vías de contaminación.

- **PRODUCTOS ORGÁNICOS EN TRANSICIÓN:** Producto agrícola obtenido de una unidad agrícola (predio) en período de transición en la cual se han aplicado las normas técnicas de la agricultura orgánica, a lo menos por un año, pero que no cumplen con los plazos establecidos para adquirir la calidad orgánica.

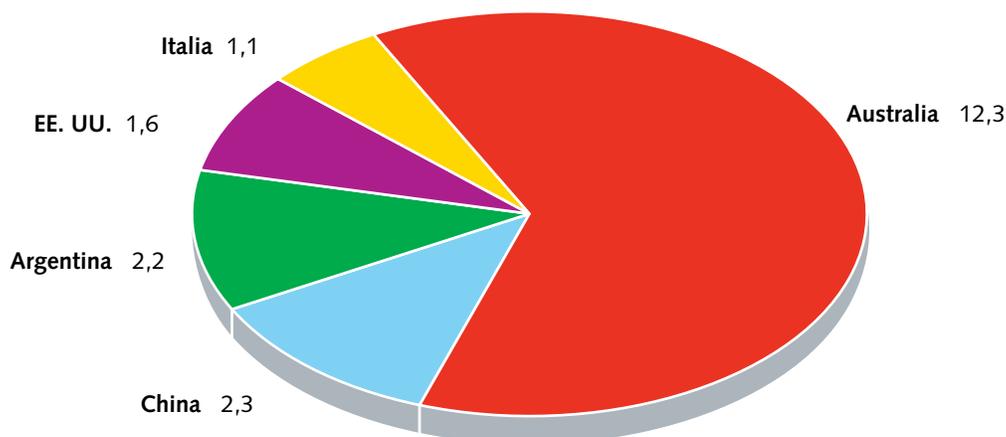
3. Factores que impulsan el crecimiento de la agricultura orgánica

Tendencia de la agricultura orgánica (ODEPA, 2007)

La agricultura orgánica sigue desarrollándose rápidamente. Así lo confirman las estadísticas al respecto, cuya disponibilidad aumenta constantemente a nivel mundial. En la actualidad se conoce información sobre este tipo de producción en 138 países en el mundo, de acuerdo a la última encuesta sobre agricultura orgánica realizada por IFOAM, que cubre el período 2006-2007 que fue recién publicada a principios de 2008. De acuerdo a dicho estudio, se estima que en la actualidad existen 63,4 millones de hectáreas orgánicas en el mundo, en comparación con 51 millones de hectáreas de la temporada anterior. De ellas, 30,4 millones corresponden a cultivos y 33 millones a recolección silvestre.

Esta superficie constituye sólo el 0,65 por ciento del terreno agrícola de los países encuestados. Oceanía posee el 42% de toda la superficie orgánica mundial, seguida por Europa con 24%, y Latinoamérica con 16%. Los países con la mayor cantidad de hectáreas orgánicas son Australia (12,3 millones), China (2,3 millones), Argentina (2,2 millones) y EE.UU. (1,6 millones). Cabe señalar que, al desglosar la superficie orgánica, se observa que dos tercios de ésta corresponden a praderas permanentes y un cuarto a cultivos (Figura 1).

FIGURA 1. Distribución de superficie para los países que disponen de mayores extensiones de hectáreas orgánicas. ODEPA, 2007. Millones de hectáreas.



Fuente: Helga Miller *et al.* The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends. 2008

Las ventas mundiales de alimentos y bebidas orgánicas superaron por primera vez US\$ 40 mil millones en 2007. Las ventas mundiales alcanzaron a US\$ 38,6 mil millones en 2006, el doble de 2000, cuando las ventas llegaron a US\$ 18 mil millones. La demanda por productos orgánicos se concentra principalmente en Norteamérica y Europa (casi el 97% de las ventas). Asia, Latinoamérica y Australia son también importantes productores y exportadores de alimentos orgánicos. La industria de alimentos orgánicos a nivel mundial ha venido experimentando una aguda escasez en la oferta desde 2005. Las excepcionales tasas de crecimiento de la demanda han afectado a casi todos los sectores de la industria de alimentos orgánicos: frutas, hortalizas, bebidas, cereales, granos, semillas, hierbas y condimentos.

Las ventas (Cuadro 1), desde la segunda mitad de la década del noventa junto a una estimación para el año 2010, de alimentos y bebidas orgánicas a nivel mundial alcanzaron a US\$ 11 mil millones en 1997, aumentando a US\$ 21 mil millones el año 2001, para llegar, en la temporada 2004, como se especificó, a ventas superiores a los US\$ 27 mil millones. De acuerdo diversos estudios, se espera que el valor total de las ventas para el año 2010 alcance a US\$ 100 mil millones. La información señala que mien-

tras algunos mercados, como Alemania y Holanda, tuvieron estos últimos años tasas de crecimiento más lentas (menos de un 15%), otros en cambio, como Dinamarca y Suiza, han crecido mucho más rápido (inclusive por sobre un 40% anual en algunos años), siendo el Reino Unido el que ha experimentado uno de los crecimientos más rápidos del último tiempo.

Estas proyecciones a diez años sirven para ilustrar el tipo de tasa de crecimiento que se necesita para alcanzar ciertos niveles o participación en el mercado. Sin embargo, la conclusión de un crecimiento continuo del mercado no queda descartada.

El mercado de alimentos orgánicos certificados en 2000 fue de 16 mil millones de US\$, tomando una medición conservadora del mercado japonés con US\$300 millones (Cuadro 2) (FAO, 2003).

Los escándalos y los temores también podrían provocar caídas en la demanda de los alimentos orgánicos en casos de:

- Fraudes generalizados y repetidos que llevan al descreimiento del consumidor frente a las etiquetas orgánicas.

CUADRO 1. Evolución de las ventas orgánicas a nivel mundial (ODEPA, 2007) en US\$ millones

	1997 (1)	2000 (1)	2001 (1)	2003 (1)	2004 (2)	2005 (3)	2010 (3)
Ventas mundiales productos orgánicos	11.000	17.500	21.000	24.000	27.800	31.000	100.000

Fuente: ODEPA, 2007. (1)The World of Organic Agriculture, SOEL Survey. 2003. (2) The World of Organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2006. Willer, Helga and Minou Youssefi, IFOAM 2006; (3) Organic Consumers Association.

- Una amenaza en la seguridad de los alimentos que no dé a los alimentos orgánicos una mayor ventaja por sobre los convencionales (por ejemplo, la salmonella en brotes de alfalfa en Estados Unidos).

El crecimiento anual de los mercados orgánicos será de alrededor del 20% a mediano plazo.

Superficie orgánica en Chile

Según ODEPA (2008), en la temporada 2006-2007 en Chile se certificaron 28.027 hectáreas. 8.071,3 ha correspondieron a cultivos; 16.797 ha, a recolección silvestre; 2.893,2 ha a vegetación natural; 205,3 ha a tierras en descanso y 60 ha a praderas naturales (Cuadro 3).

Como se puede apreciar, la superficie certificada en Chile disminuyó de 48.043 ha a 28.026,8, es decir, en 20.016 ha. Esta disminución se explica por la menor cantidad de hectáreas de recolección silvestre certificada. Sin embargo, la cantidad de superficie certificada con cultivos aumentó en 382,3 hectáreas. Si a estos valores se agrega la superficie que aún se encuentra en el proceso orgánico no certificado o en transición y aquella certificada por empresas extranjeras, la cifra se eleva considerablemente, lo que demuestra la importancia que este sistema de producción está adquiriendo en el país para los futuros años.

Respecto de la distribución de la superficie para producción, con relación a los rubros productivos (Cuadro 4), se puede mencionar que el rubro que presen-

CUADRO 2. Cálculos para las ventas minoristas de bebidas y alimentos orgánicos en el 2010

País	Índices de crecimiento anual esperado a mediano plazo (%)	Ventas estimadas en 2010* (MUS\$)
Alemania	10-15	5 706-8 900
Reino Unido	25-30	9 313-13 786
Italia	15-20	4 046-6 192
Francia	15-20	3 034-4 644
Suiza	15-20	1 719-2 631
Dinamarca	10-15	908-1 416
Austria	10-15	648-1 011
Países Bajos	10-20	584-1 393
Suecia	20-25	774-1 164
Resto de Europa	10-15	778-1 214
Subtotal (Europa)	-	27 510 - 42 351
EE.UU.	15-20	32 364 - 49 534
Japón	10-15	778-1 214
Australia	10-15	441-688
Nueva Zelandia	10-15	153-239
Argentina	10-15	52-81
China	10-15	31-49
Taiwán	10-15	26-40
Filipinas	10-15	16-24
Total	15-20**	61 372 - 94 220

* Los cálculos del índice de crecimiento en los estados miembros de la Unión Europea se extraen de ITC, 2001. Donde no está especificado, se supone que los índices de crecimiento oscilan entre un 10 y un 15 por ciento anual. Las estimaciones de ventas para 2010 se basan en esos índices de crecimiento, aplicados sobre el más bajo de los cálculos de ventas del año 2000.

**Promedio ponderado.

Fuente: FAO, 2003.

CUADRO 3. Superficie orgánica certificada nacional

Rubro productivo	Superficie (ha) 2005/ 2006	Superficie (ha) 2006/ 2007	Variación (ha)
Praderas naturales	s.i.	60	60
Recolección silvestre	38.578	16.797	-21.781
Cultivos	7.689	8.071	382
Praderas artificiales	1.085	s.i.	-
Tierras en descanso	s.i.	205	205
Vegetación natural	s.i.	2.893	2.893
Bosques	690	s.i.	-
Total	48.043	28.027	-20.016

Fuente: ODEPA con información de empresas certificadoras. 2007

ta mayor superficie corresponde a recolección silvestre con un 59,36%, seguido por cultivos (29,48%), vegetación natural (10,22%) y finalmente praderas (0,21%).

Según la información entregada por las empresas certificadoras, como se visualiza en el Cuadro 5, los principales cultivos durante la temporada 2006-2007 fueron viñas, olivos, manzanos, paltos, hierbas medicinales, berries (especialmente arándanos), kiwis, espárragos, frambuesas, rosa mosqueta y cerezas. Todos los principales cultivos mostraron un aumento en su superficie, siendo las hierbas medicinales (580 ha), los arándanos (335 ha), los olivos (238 ha) y las viñas (230 ha), los que mostraron mayores aumentos en su superficie certificada (ODEPA, 2008).

Viñas y frutales mayores. Dentro de este grupo, la mayor cantidad de superficie orgánica certificada corresponde a viñas, con un total de 2.974 ha, es decir, un 42% de la superficie total de este grupo (Cuadro 6). En segundo lugar se encuentran los olivos, con un total de 1.621 ha (23%), y en tercero los manzanos con 1.052 ha (15%). Es interesante destacar, aunque todavía en pequeñas superficies, la incorporación de nuevas especies, tales como *Physalis peruviana* (5,5 ha), melón cornudo (*Cuke asaurus*) (1,4 ha), pistacho (0,8 ha), entre otras.

CUADRO 4. Distribución de la superficie orgánica por región del país (2006-2007)

Región	Cultivos	Recolección silvestre	Tierra en descanso	Vegetación natural	Praderas	Total
I y XV	17	0	0	0	0	17
IV	251	0	54	0	0	305
V	1.615	0	67	1.655	0	3.337
R.M.	1.061	0	1	0	0	1.062
VI	1.406	0	17	13	0	1.436
VII	1.447	13.651	37	256	14	15.406
VIII	1.813	1.946	4	95	10	3.868
IX	615	1.200	0	0	36	1.850
X y XIV	115	0	25	874	0	1.014
Totales	8.340	16.797	205	2.893	60	28.295
Porcentaje	29,48	59,36	0,72	10,22	0,21	100,00

Fuente: Adaptación según datos de ODEPA con información de empresas certificadoras. 2007.

CUADRO 5. Principales cultivos orgánicos de acuerdo a la superficie certificada (ha)

Cultivo	Temporada 2005-2006	Temporada 2006-2007	Variación (ha)
Viñas	2.474	2.704	230 (+)
Olivos	730	968	238 (+)
Manzanos	755	937	182 (+)
Paltos	700	773	73 (+)
Hierbas medicinales	166	746	580 (+)
Arándanos	197	532	335 (+)
Kiwis	122	285	163 (+)
Espárragos	195	282	87 (+)
Frambuesas	180	240	60 (+)
Rosa mosqueta	165	170	5 (+)
Cerezas	113	164	51 (+)
Otros berries	s.i.	91	-
Hortalizas	s.i.	63	-
Moras	23	60	37 (+)
Quínoa	32	59	27 (+)
Cebada	14	57	43 (+)
Uva de mesa	s.i.	56	-
Total	5.866	8.187	39,6

Fuente: ODEPA con información de empresas certificadoras. 2007.

CUADRO 6. Superficie certificada con viñas y frutales mayores 2007/2008

Cultivo	Superficie (ha)	%
Viñas	2.973,6	42
Olivos	1.621,4	23
Manzanos	1.052,0	15
Paltos	853,5	12
Kiwis	363,9	5
Uva de mesa	69,0	1,0
Cerezos	60,5	0,9
Ciruelos	39,6	0,6
Limoneros	27,1	0,4
Almendros	8,3	0,1
Naranjas	6,5	0,1
Physalis peruviana	5,5	0,1
Tunas	5,0	0,1
Melón cornudo	1,4	0,02
Lúcumos	1,1	0,02
Pistachos	0,8	0,01
Chirimoyos	0,5	0,01
Damascos	0,5	0,01
Nogales	0,4	0,01
Total	7.090,6	100,03

Fuente: ODEPA con información de las empresas certificadoras Argencert, BCS Öko Garantie GMBH, IMO Chile S.A., 2008.

Frutales menores. Como se observa en el Cuadro 7, el total de superficie orgánica certificada de frutales menores alcanza a 1.758 ha. Los arándanos orgánicos ocupan la mayor superficie, con 1.092 ha, es decir, el 62% de toda la superficie dedicada al cultivo berries. En segundo lugar se encuentran las frambuesas orgánicas, con 316 ha (18%). Destacan también las moras orgánicas, con 155 ha (8,8%).

CUADRO 7. Superficie con frutales menores orgánicos 2007/2008

Cultivo	Superficie (ha)	%
Arándanos	1.090,6	62,1
Frambuesa	315,1	18,1
Mora	155,4	8,8
Berries	135,8	7,7
Frutilla	33,5	1,9
Boysenberries	23,5	1,3
Marionberry	2,4	0,1
Total	1.756,3	100

Fuente: ODEPA con información de las empresas certificadoras Argencert, BCS Öko Garantie GMBH, IMO Chile S.A., 2008.

Hortalizas. La superficie total destinada al cultivo de hortalizas orgánicas en Chile alcanza a casi 300 ha (Cuadro 8). Entre ellas el cultivo más importante es el espárrago, con 94 ha, es decir, un 32% de la superficie total de hortalizas. A continuación destacan el pimiento y la cebolla, ambos cultivos con 47 ha, y el radicchio, con 33 ha. En la tabla se puede apreciar la variedad de hortalizas disponibles para el consumidor nacional, especialmente en la Región Metropolitana.

CUADRO 8. Superficie con hortalizas orgánicas 2007/2008

Cultivo	Superficie (ha)	%
Espárrago	94,25	31,56
Pimiento	47,22	15,81
Cebolla	47,16	15,79
Radicchio	33,26	11,14
Otras Hortalizas	26,94	9,02
Espinaca	13,00	4,35
Zapallo	12,22	4,09
Lechuga	7,93	2,66
Arrúgula	7,53	2,52
Tomate	6,93	2,32
Ajo	1,3	0,44
Melón	0,31	0,10
Pepino	0,3	0,10
Cilantro	0,22	0,07
Poroto verde	0,03	0,01
Total	298,6	100,00

Fuente: ODEPA con información de las empresas certificadoras Argencert, BCS Öko Garantie GMBH, IMO Chile S.A., 2008.

Cereales. Llama la atención que por primera vez las empresas certificadoras han entregado cifras acerca de superficie dedicada a la producción de cereales orgánicos (Cuadro 9). Es así como en Chile existen 125 ha de cereales certificadas como orgánicas, entre las cuales destacan 48 ha de quínoa (38%) y 47 ha de cebada (38%).

CUADRO 9. Superficie con cereales orgánicos 2007/2008

Cultivo	Superficie (ha)	%
Quínoa	48,0	38,5
Cebada	47,0	37,6
Avena forrajera	28,9	23,1
Trigo candeal	1,0	0,8
Total	124,9	100

Fuente: ODEPA con información de las empresas certificadoras Argencert, BCS Öko Garantie GMBH, IMO Chile S.A., 2008.

Recolección silvestre. En relación con la superficie orgánica certificada dedicada a la recolección silvestre, ésta alcanza a 16.878 ha y se encuentra distribuida en varios proyectos, entre las regiones del Maule y la Araucanía, dedicados a la recolección de rosa mosqueta, hierbas medicinales y mora, entre otros productos, como se puede observar en el Cuadro 10. Los tres mercados de destino de estos productos son la UE, EE.UU. y Japón.

CUADRO 10. Superficie de productos orgánicos de recolección silvestre 2007/2008

Región	Proyecto	Superficie (ha)	Status	Destino
Maule	Rosa mosqueta	13.651	Org. de Rec. Silv.	UE - EE.UU.
Biobío	Rosa mosqueta	332	Org. de Rec. Silv.	UE
Biobío	Rosa mosqueta	557	Org. de Rec. Silv.	UE - EE.UU.
	Hierbas medicinales			
Biobío	Rosa mosqueta	600	Org. de Rec. Silv.	UE - EE.UU. - Japón
	Hoja de zarzamora			
Araucanía	Crataegus	1.200	Org. de Rec. Silv.	UE - EE.UU. - Japón
	Hypericum			
	Mora			
	Rosa mosqueta			
	Hierbas medicinales	538		
Total		16.878		

Fuente: ODEPA con información de las empresas certificadoras Argencert, BCS Öko Garantie GMBH, IMO Chile S.A., 2008.

Características relevantes en producción orgánica

La agricultura orgánica presenta una serie de características distintivas. Estos rasgos permiten identificar las fuerzas que actúan en el proceso de crecimiento de la producción y las ventas de los productos orgánicos, en los que se encuentran (FAO, 2003):

1. La agricultura orgánica es un sistema de producción orientado a los procesos, más que a los productos, los que:
 - a. Tienen un nivel bajo de residuos de plaguicidas;
 - b. Se cultivan con métodos que son favorables al medio ambiente y que respetan ciertas normas, como por ejemplo, el tratamiento humanitario de los animales;
 - c. Ofrecen pagos justos a los productores, especialmente en los países en desarrollo.
2. El proceso de la agricultura orgánica implica restricciones significativas que elevan los costos de producción y comercialización;
 - a. Fertilizantes y plaguicidas sintéticos para la producción de cultivos y forraje.
 - b. Productos sanitarios sintéticos, estimulantes y hormonas para el crecimiento en la producción de los animales de cría.
 - c. Conservantes sintéticos, y radiación en la manipulación postcosecha.
 - d. Organismos genéticamente modificados, en todas las etapas de la cadena alimenticia.
3. Los consumidores compran los productos principalmente porque perciben los beneficios que aportan a la salud, a la seguridad en los alimentos y al medio ambiente.

4. Certificación (Normativas SAG, 2008)

La certificación es una práctica destinada a proteger los intereses de consumidores y productores orgánicos de manejos fraudulentos que puedan hacer pasar un alimento convencional por orgánico. Es la forma de garantizar que los productos que se presentan como orgánicos han sido producidos conforme a normas y estándares establecidos. Esta certificación puede ser para la totalidad del predio o para una parte de éste y es renovable anualmente.

La certificación es un procedimiento aplicado para comprobar que un producto cumple ciertas normas. Estas normas pueden ser formuladas por organismos privados (organismos), o simplemente por los países a través de la administración pública (norma de la Unión Europea, Japón, EE.UU., etc.).

El proceso de certificación puede dividirse en dos partes:

- A. La inspección: consiste en la revisión en terreno de los procedimientos de producción, procesamiento, transporte y manejo de la documentación. Al final de cada visita, el inspector emite un reporte de inspección para ser analizado por un Comité de Certificación (este último, en la mayoría de los casos, ubicado físicamente en el país de origen de la entidad certificadora).
- B. La certificación: es el estudio de los reportes que realiza el Comité de Certificación, para posteriormente decidir si los procedimientos se ajustan a las normas y así otorgar los certificados correspondientes.

El proceso de certificación comprende las siguientes etapas:

1. **Contacto con la Agencia de Certificación:** El productor contacta la Agencia de Certificación con la que desea trabajar. El criterio con el que se elige una agencia es determinado por el comprador del producto y los requerimientos de su mercado. Este punto es muy importante tener en cuenta, puesto que el productor debe tener claro si en el país de destino de sus productos la certificación es reconocida. Debe llenar una solicitud con información que la agencia evalúa para determinar si el predio o el sistema productivo es certificable o no, por lo que la solicitud puede ser aprobada o rechazada. En caso de aprobación, la agencia enviará a un Inspector Orgánico al predio.
2. **Inspección del Predio:** El inspector revisará las instalaciones físicas y potreros de siembra, también debe inspeccionar registros, libros contables y otros que considere necesarios. El inspector debe conocer las normas de certificación de la agencia que lo ha contratado e informar el cumplimiento de estas normas en el predio inspeccionado. El informe de inspección es enviado a la agencia para que el Comité de Certificación tome una decisión.
3. **Comité de Certificación:** Este comité recopila la información disponible acerca del predio: cuestionario inicial, informe de inspección, fotografías, y en base a esta información resuelve acerca del estado del predio. Las opciones son certificación aceptada, aceptada con condiciones o rechazada.
4. **Uso del sello orgánico:** Si el predio cumple con las normas de la agencia, la solicitud de certificación será aceptada, y el productor puede empezar a comercializar sus productos con el sello orgánico de la Agencia Certificadora.

Organismo de certificación

Un organismo de certificación puede efectuar sus propias actividades de inspección (control), o puede delegar éstas a organismos externos. Si el órgano de certificación utiliza normas propias, generalmente cuenta con un comité encargado de formularlas y revisarlas. Los procedimientos de certificación deben permitir el seguimiento y el control desde la producción primaria, pasando por cada una de las fases de transformación hasta llegar al consumidor final. El agricultor, transformador, comerciante o cualquier otro agente que manipule el producto y que requiera certificación, firma un contrato con el organismo de certificación obteniendo su registro. Los agricultores deben presentar información básica sobre su explotación, como superficie, tipo de cultivos, sistema de

rotación e historial de manejo en los años anteriores. Los transformadores y envasadores deben remitir información sobre todo el proceso, capacidades, operaciones, etc. El control en terreno es realizado por inspectores que se ajustan a una metodología establecida. La inspección de las explotaciones u operadores abarca: registros, documentación, terrenos e instalaciones, prácticas de producción, insumos y otras materias primas utilizadas. Además, el Comité emite diferentes recomendaciones o cambios que deberían ser incorporados por parte de los solicitantes.

5. La certificación en Chile

En Chile, en el año 1999 fue elaborada la Norma Chilena NCh 2439, "Producción, procesamiento, comercialización y etiquetado de alimentos producidos orgánicamente", la que fue modificada, actualizada y creando en 2004 la nueva NCh oficial 2439 denominada "Producción Orgánica - Requisitos" y en septiembre de 2005 fue aprobada la "Ley Orgánica" que faculta al SAG de inspeccionar, controlar a las empresas certificadoras nacionales e internacionales que operan en nuestro país y entregando un sello único de producto orgánico a nivel nacional, siendo éste homologable en los países de la Unión Europea y Estados Unidos.

A partir del 20 de febrero de 2001, en Estados Unidos entró en vigencia el National Organic Program, que aumenta las exigencias para la entrada de productos orgánicos desde el extranjero. Para paliar esta situación y apoyar a las empresas chilenas, el Ministerio de Agricultura está estudiando un convenio a nivel de gobiernos para el reconocimiento del SAG por parte del USDA, de manera que el SAG sea el organismo acreditador de que las empresas certificadoras chilenas cumplen con todas las regulaciones. Antes de la vigencia del NOP, era posible ingresar con productos certificados orgánicos desde Chile en los estados en los que se reconoce a las certificadoras chilenas. En el caso de Japón, al igual que la Unión Europea, se está exigiendo la ISO 65 para la importación de productos orgánicos.

En Chile existen pocas empresas que prestan este servicio. Según el registro del SAG 2009 podemos mencionar las siguientes entidades: IMO Chile (Institute for Marketecology Chile S.A.), BCS ÖKO GARANTIE GMBH, ARGENCERT Instituto Argentino para la Certificación y Promoción de Productos, Sociedad Comercializadora "Tierra Viva" Ltda., CERES-Certification of Environmental Standards GMBH (SAG, 2009). El costo extra que significa el proceso de certificación debiera considerarse a partir del momento en que se comercializa la producción con un sello, ya sea "orgánico" o "en transición", y no debería exceder un 3% de los costos de producción.

6. Análisis Comparativo de Reglamentos 2029/91 UE y NOP de USA

Los contenidos generales que se pueden encontrar en ambas normas se pueden resumir en el siguiente listado.

- Período de Transición
- Semillas y material de propagación deben haber sido obtenidos orgánicamente.
- La fertilidad de suelo y la actividad biológica deben ser mantenidas e incrementadas a través de prácticas permitidas en la agricultura orgánica.
- Reciclaje de la materia orgánica.
- Conservación de suelos y aguas.
- Para el control de plagas y enfermedades no están permitidos el uso de productos químicos sintéticos.
- Listados de insumos permitidos y prohibidos.
- Debe asegurarse la separación de la producción orgánica de la convencional para prevenir contaminación.
- La trazabilidad del producto debe permitir determinar dónde se manejó y procesó el producto, de dónde vienen todos los ingredientes e insumos utilizados

La normativa en la producción orgánica está subdividida en varios ámbitos, los que serán comparados en este análisis.

Ámbito de aplicación

USA

- Agricultura, Ganadería, Recolección silvestre, Procesamiento.

UE

- Agricultura, Ganadería, Recolección silvestre, Procesamiento, Miel.

Período de transición

El NOP establece 3 años de no aplicación de sustancias prohibidas, previos a la cosecha a etiquetar como orgánica. No están previstos acortamientos del período de transición.

La UE establece un período de transición de:

- 2 años previo a la siembra del cultivo anual a etiquetar como orgánico.
- 3 años previo a la cosecha del cultivo perenne (no praderas) a etiquetar como orgánico.

Está previsto el acortamiento del período de transición, si se cumplen con determinados requisitos.

Semillas y material reproductivos

NOP

- Se deben utilizar semillas y plantines producidos orgánicamente.
- Se permite el uso de material no orgánicos, pero no tratados con sustancias prohibidas cuando no haya disponibilidad comercial, excepto para brotes comestibles.
- Sólo se permite el uso de semillas tratadas con sustancias prohibidas cuando sea requisito fitosanitario del gobierno.
- Se acepta el uso de material reproductivo de plantas perennes provenientes de la agricultura convencional siempre que haya sido manejado bajo las normas orgánicas durante al menos 1 año.

UE

- Se deben utilizar especies y variedades procedentes de la agricultura orgánica.
- Este material no debe ser tratado con productos del listado prohibido.

Fertilización de suelo

NOP

- El estiércol fresco se deberá convertir en abono, exceptuando cultivos que no son para consumo humano o incorporándolos al suelo 120 días antes de la cosecha.
- Establece pautas específicas para el proceso de compostaje (C/N, número de volteos, etc.).
- No se establecen requisitos respecto del origen del estiércol.
- No se permite el uso de lodos.
- Se prohíbe la quema.
- Se explicita la prevención de la contaminación de suelos y aguas.

UE

- No hay prohibición explícita para estiércol fresco.
- Se establecen máximos de estiércol aplicado (en kg de N/ha).
- No se especifican momentos de aplicación de estiércol.
- No se establecen pautas para el compostaje.
- El estiércol debe provenir de ganaderías orgánicas. Se acepta el uso de estiércol proveniente de ganaderías no orgánicas (solo extensivas) siempre y cuando se demuestre la necesidad.
- No se permite el uso de lodos.

Zonas buffer

NOP

- Establece que las unidades de producción deberán tener límites y zonas de amortiguamiento definidos para prevenir contaminaciones no intencionales (Ej. Desviaciones para escurrimiento).

UE

- Establece que las unidades deben estar convencionalmente aisladas.

Producción paralela

NOP

- Se permite la producción paralela en la medida que se establezcan barreras físicas que prevengan las mezclas y la contaminación.
- No exige un plan de conversión.
- No prohíbe el almacenaje de productos prohibidos en un establecimiento orgánico.

UE

- No se admite la producción paralela.
- Se permite la conversión paso a paso en especies perennes, donde la unidad convencional debe ser inspeccionada.
- Prohíbe guardar materiales no permitidos en un establecimiento orgánico.

Productos/sustancias/insumos permitidos y no permitidos

NOP

- Materiales naturales están permitidos, excepto los prohibidos.
- Materiales sintéticos están prohibidos, excepto los permitidos.

UE

- Los materiales permitidos están listados.

Procesamiento

NOP

- Posee detalladas regulaciones de lo que está permitido realizar en el procesamiento.

UE

- Se basa en un plan de producción que hay que revisar durante la inspección, de manera de demostrar que el producto sigue siendo orgánico.
- No hay enumeración de maneras de elaboración.

Etiquetado

NOP

- 100% orgánico: el 100% de los ingredientes deben ser orgánicos.
- Orgánico: 95% o más de los ingredientes son orgánicos. El 5% o menos puede ser convencional si no está disponible comercialmente y está presente en la lista nacional.
- Hecho con orgánico: 70% de los ingredientes con orgánicos. El 30% puede ser convencional, pero no debe ser producido con métodos prohibidos (OGM, lodos, ionización).
- Productos con menos de un 70% de ingredientes orgánicos pueden hacer mención en su listado de ingredientes acerca de la calidad orgánica de éste.
- Reglamenta el uso de "orgánico".

UE

- Orgánico: hasta un 95% del total de los ingredientes en productos elaborados orgánicamente.
- Hecho con orgánicos: al menos el 70% de los ingredientes con orgánicos. El 30% (como máximo) debe ser parte del listado.
- Productos con menos de un 70% de ingredientes orgánicos no pueden tener indicación alguna que haga referencia a este tipo de productos.
- Considera la categoría "Producido en conversión hacia la agricultura orgánica".
- Reglamenta el uso de orgánico, ecológico, biológico.

En el acceso a los mercados

NOP

- Autoridad federal, permite acceso a todos los estados de USA.

UE

- No garantiza el acceso a los países miembros.

Autorizaciones para importar

NOP

- Permite a todo operador autorizado por una certificadora acreditada por USDA ingresar productos con un certificado general no transaccional.

UE

- Los productos deben venir de países terceros homologados. Los importadores son responsables de los productos, cada embarque debe estar estrictamente respaldado por certificados transaccionales.

A nivel nacional, el SAG es el ente regulador de todo fruto que se produzca, lo que involucra la inspección de todos los predios verificando la calidad de los materiales a utilizar, las condiciones del medio de trabajo, el uso de plaguicidas, entre otros. Para su mejor desempeño y el del productor, el SAG cuenta con ciertas leyes y resoluciones que ayudan al orden del trabajo en el tema de plaguicidas, las cuales son:

A. Relacionadas con el uso de plaguicidas en Chile

1. *DL 5.557 del 9/02/81*. Regula el uso de los plaguicidas, protegiendo a los usuarios y a la población en general, a los consumidores, animales domésticos y el medio ambiente. Asegura al agricultor la eficacia en el control de una plaga, de acuerdo a los antecedentes que presentó el fabricante o importador al momento de solicitar la evaluación y autorización del plaguicida al Servicio Agrícola y Ganadero.

2. *Res. N° 2410 del 14/08/97*, obliga a declarar las ventas de plaguicidas de uso agrícola.

3. *Res. N° 1899 del 28/06/99*, ordena declarar la existencia de plaguicidas caducados (vencidos).

4. *Res. N° 1975 del 10/08/00* y el Reglamento Específico para la Acreditación de Empresas de Tratamientos Cuarentenarios, fijan las exigencias del SAG a las empresas en convenio que hacen estos tratamientos.

B. Resoluciones relacionadas con el Registro de Plaguicidas

1. *Res. N° 3670/1999*, establece Normas para la Evaluación y Autorización de Plaguicidas.

2. *Res. N° 1038 del 15/4/2003*, Procedimientos de Fiscalización de Plaguicidas Importados y Nacionales. Precisa los criterios y procedimientos para autorizar la internación de plaguicidas de uso agrícola y la autorización para la distribución y comercialización de las formulaciones Racionales, es especial en lo que se refiere a su muestreo y análisis. Toda infracción a la N° Res. 1038 será sancionada en la forma prevista en el D.L. N° 3557 de 1980.

3. *Res. N° 2195/2000*, establece requisitos que deben cumplir las etiquetas de los envases de los plaguicidas de uso agrícola.

4. *Res. N° 2196 de 2000*, establece clasificación toxicológica de los plaguicidas de uso agrícola.

5. *Res. N° 2197 de 2000*, establece denominación y códigos de formulaciones de plaguicidas de uso agrícola.

6. *Ley de Destinación Aduanera N° 18.164 de 1982*.

7. *Res. Exenta N° 3229 de 2001*. Establece normas de ingreso de material biológico y deroga resoluciones que se indican. Santiago, 24 de septiembre de 2001.

7. Sistemas de producción orgánica

Chile cuenta con una amplia gama de ventajas naturales, las que son aprovechadas por un segmento limitado de productores, quienes destinan su oferta, preferentemente al mercado internacional. Ellos han sido pioneros, diversificando crecientemente su actividad, hasta el momento actual. Según Chile Orgánico (2004), los productos orgánicos se pueden clasificar en:

a) Según tamaño predial:

- Grandes, explotaciones de hierbas medicinales, viñas, rosa mosqueta y algunos frutales.
- Medianos, principalmente productores de frutales mayores y menores.
- Pequeños, son muy variables en su actividad. Muchos son de zonas marginales que no aplican pesticidas por falta de recursos económicos.

b) Según número de cultivos exportados:

- Monoproductores, representan el 80% del total, y asociados generalmente a un poder comprador.
- Poliproductores, que representan el 20% restante y se dedican a 2 o 3 cultivos.

c) Según su antigüedad:

- Recientes, con menos de 1 año en la actividad (50% de los productores).
- Medios, tienen al menos 2 a 5 años de desarrollo (25% de los productores).
- Antiguos, con 6 años o más, corresponden al 25% restante.

d) Según el destino principal de su producción:

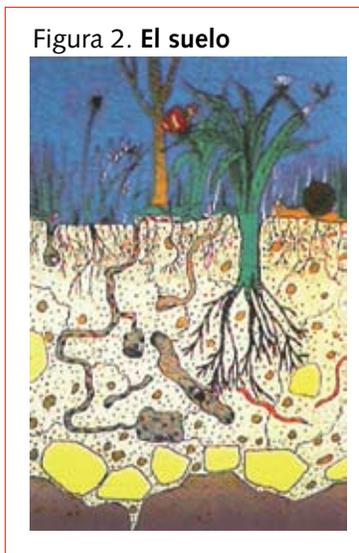
- Exportación, productos frescos y procesados (70% de los productores).
- Mercado Interno, el restante 30% de los productores.

8. La fertilización en la producción orgánica

Fertilizar o abonar un campo. Es aumentar la capacidad del suelo para producir vegetales. La capacidad del suelo para producir depende de ciertas condiciones básicas, tales como un espacio suficiente para el crecimiento de las raíces, capacidad para almacenar agua, que no se encuentre destruido por la erosión. Pero en forma más específica el aumento de fertilidad depende de la existencia de nutrientes y que éstos puedan ser absorbidos por las plantas (Sztern y Pravia, 2002).

"La vida que hay en el suelo es la que mantiene y desarrolla la vida de las plantas".

Un buen ejemplo es ver lo que sucede en la naturaleza, en un bosque por ejemplo que no ha sido plantado por el hombre, un bosque nativo. Ahí crece una gran cantidad de árboles, arbustos y pastos y, sin necesidad que nadie coloque fertilizantes, se van renovando y pueden vivir durante mucho tiempo.



Esto se logra, porque a lo largo de los años los árboles y arbustos van botando sus hojas, caen ramas y troncos viejos. Además, en el bosque viven animales y pájaros que se alimentan de los árboles y pastos, botan su guano y terminan por morir. Todo eso cae al suelo y, poco a poco, es descompuesto por microorganismos y transformado en una especie de tierra de hojas donde están, al alcance de sus raíces, todas las sustancias que necesitan los árboles para crecer.

Por ello, la fertilización orgánica se define como la aplicación del mismo sistema que utiliza la naturaleza para mantener la vida, es decir, el reciclaje de nutrientes. La fertilización orgánica protege y desarrolla la vida de los microorganismos y mejora la estructura del suelo, que es la manera como sus partículas se unen para formar grupos.

Fertilizantes orgánicos

Existen dos tipos. Según la forma de aplicación: unos se aplican al suelo y los otros se aplican directamente a las hojas de las plantas. Entre los primeros se en-

cuentran los que incorporan materia orgánica como el compost, el estiércol y cama de animales, los purines, los abonos verdes y el humus de lombriz.

Entre los abonos foliares más conocidos se pueden nombrar el té de compost, el té de ortiga y el supermagro.

Ventajas y consideraciones de los fertilizantes orgánicos

Ventajas

- Mejoran el suelo, su fertilidad.
- Disminuyen el costo monetario, especialmente a largo plazo.
- Permiten un adecuado uso de los recursos locales (guano y desechos vegetales) lo cual se traduce en menor dependencia de insumos externos.
- En general, son técnicas sencillas. En el caso de los biofertilizantes foliares son fáciles de aplicar.
- Prácticamente no tienen restricción de aplicación.
- No son tóxicos.
- Constituyen un almacén de nutrientes, especialmente de Nitrógeno, Fósforo, Azufre y micronutrientes, y los va liberando lentamente, facilitando el aprovechamiento de éstos por las plantas.
- La materia orgánica puede retener hasta 10 veces más nutrientes que las arcillas.
- Proporciona energía para los microorganismos, lo cual aumenta la actividad biológica del suelo.
- Favorece una buena estructura del suelo, y aumenta la bioestructura, facilitando la labranza y aumentando la resistencia a la erosión.
- Protege la superficie del suelo y aumenta la capacidad de infiltración del agua, lo cual reduce el riesgo de erosión.
- Aumenta la capacidad de retención de agua, especialmente en suelos arenosos, y por lo tanto ayuda a la conservación de la humedad.

Consideraciones

- Es difícil de introducir en predios sin animales dado que existe cierta dependencia de disponibilidad de residuos animales. Para los predios con animales requiere confinamiento.
- Existe un rechazo por el uso de abono verde dado que compite con los recursos de forraje.
- Muchas veces requiere de altos volúmenes para suplir los requerimientos de nutrientes del suelo.
- La confección y aplicación del compost requiere de mano de obra.
- Los abonos orgánicos requieren de tiempo para su preparación y para quedar disponibles para las plantas.

CUADRO 11. Principales fuentes de nutrientes

Fuentes de Potasio	Fuentes de Fósforo	Fuentes de Nitrógeno
Compost	Té de compost 1-8 %	Compost
Guano	Guano compostado 1-5% fósforo	Guano animal y orina
Cenizas	Plantas compostadas 1-6 %	Mulches
Polvo granítico	Guano de aves marinas 10-15% fósforo	Bacterias fijadoras de nitrógeno
Supermagro	Roca fósforica 10-25% Fósforo	Productos del mar
Guano rojo	Harina de huesos 11-20 % de fósforo	Harina de hueso y carne
	Guano rojo 15-17 % de fósforo	Guano rojo
		Cultivo de cobertera
		Leguminosas
		Harina de plumas
		Harinas vegetales
		Algas verdes azuladas
		Supermagro

Fuente: Infante y San Martín, 2004.

9. Estiércol animal

Es el excremento de los animales, y está compuesto por el guano, orina y restos de cama animal. Sólo una parte del alimento consumido por los animales es utilizado por su organismo, el 80% restante contiene elementos nutritivos que son eliminados después de la digestión. La mayor parte del Nitrógeno y Potasio es eliminado por la orina, mientras que el Fósforo es eliminado por las deyecciones sólidas (Cuadro 12).

Un vacuno es capaz de producir cerca de 11 toneladas de estiércol al año, y un cerdo alcanza las 1,9 ton.

CUADRO 12. Cantidad de estiércol por tipo de animal

Tipo de animal	Estiércol (Kg por año)
Vaca Lechera (600 Kg)	18.300
Vacuno carne (350 Kg)	10.950
Cerdo engorda	1.900
Ovino	1.260
Caballo	7.200
100 gallinas reproductoras	7.300

Fuente: Infante A., K. San Martín. 2004

Estas cantidades dependen de la alimentación y tipo de cama (aserrín, paja, etc.)

CUADRO 13. Aporte de Nutrientes del Abono/guano por especie

Abono/ guano	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Vacuno	0.94	0.42	1.89
Oveja	2.82	0.41	2.62
Cerdo	1.77	2.11	0.57
Conejo	1.91	1.38	1.30
Cabra	2.38	0.57	2.50
Caballo	1.98	1.29	2.41
Ave Piso	2.89	1.43	2.14
Ave jaula	2.92	2.14	1.62
Purín bovino	0.30	0.20	0.30
Guano Rojo	1.80	1.80	1.65

Fuente: Infante y San Martín. 2004

Uso del estiércol: El guano es materia orgánica que está en proceso de descomposición, o semi descompuesto, y que al aplicarlo mejora la calidad del suelo. Una parte se absorbe rápido por las plantas, pero la mayoría debe descomponerse primero. No es conveniente usar guano solo directo sobre los cultivos, especialmente si está fresco, ya que pueden aumentar algunas enfermedades u hongos. Es mejor utilizarlo con restos vegetales, bien descompuesto.

Uso de la Cama Animal: Al confinar a los animales se mezcla el guano con la cama que se les adiciona, y esta puede ser viruta, aserrín, paja, restos de cosechas o malezas secas. Así se puede aprovechar también las orinas. Este material se puede apilar en forma de montón, para que se descomponga. Colocar el material lo más suelto posible para permitir la aireación y fermentación. El proceso es similar al del compost.

¿Cómo conservar el guano para la fertilización?

- No debe lavarse por la lluvia ni resecarse por el sol. Por ello lo ideal es bajo techo o tapado con algún material para no perder los nutrientes.
- Se recomienda en las camas colocar en el caso de vacunos y caballos, 2 a 3 kilos de material por animal y por día. También puede colocarse el total 2 veces por semana.
- La cama debe sacarse al menos 3 veces al año y amontonarse como se explicó anteriormente.
- En el caso de las ovejas y las aves es conveniente mantener una cama de unos 15 centímetros, agregando material de vez en cuando. Debe sacarse esta cama por lo menos 2 veces al año.
- En el caso de cerdos, es conveniente remover todo el material cada 15 días para evitar que se junten moscas.
- En la crianza de conejos, se pueden colocar las jaulas a 80 cm de altura y bajo ellas hacer las

aboneras. Se pueden colocar capas de desechos y de tierra a medida que los conejos van depositando el guano. Una vez que se llena el espacio, se saca todo el material y bien revuelto se espera que termine de descomponerse antes de usarlo.

10. El compost y su elaboración

El compost es un fertilizante que contiene nutrientes y otras sustancias necesarias para mantener la producción agrícola, la sanidad de las plantas y el buen estado del suelo. Su aplicación no daña el equilibrio en que conviven los seres vivos que habitan el suelo sino, por el contrario, favorece su acción. Además, previene el daño de insectos y hongos.



Este es un proceso de transformación biológica por el cual unos residuos orgánicos biodegradables se descomponen dando lugar a un producto final estabilizado. Es la degradación biológica controlada de los residuos en presencia de aire (proceso aeróbico), con la generación de calor que garantiza la higiene del producto final, y con la liberación y posterior destrucción de las fitotoxinas características que se producen en las primeras etapas de la descomposición de los residuos orgánicos (Nociones básicas de compostaje, 2008).

Esta oxidación biológica se logra a través de estados secuenciales que convierten materia orgánica heterogénea y sólida en partículas finas y homogéneas de humus, a través de las bacterias y hongos que contiene, por lo que tiene ingredientes activos como antibióticos y antagonistas de plagas y enfermedades del suelo.

El proceso de compostaje se divide en tres estados:

a) *Mesofílico*: Inicialmente durante esta etapa los organismos presentes en los residuos orgánicos y en la atmósfera comienzan a descomponer los materiales;

se libera calor y la temperatura aumenta. El pH baja a medida que se producen ácidos. Sobre 40 °C comienza el estado Termofílico.

b) *Termofílico*: La temperatura aumenta a los 60 °C, donde los hongos se desactivan. Por sobre esta temperatura la reacción es mantenida por actinomicetes y bacterias formadoras de esporas. A medida que baja la temperatura, los hongos termofílicos invaden el área y comienzan a atacar la celulosa (dura unas cuantas semanas).

c) *Maduración*: Es el último estado del proceso, y se demora varios meses. Las reacciones ocurren en el material de residuos orgánicos para producir compost, el cual se caracteriza por su estabilidad, y la presencia de ácidos húmicos.

El compost es un abono orgánico completo, que se prepara en el mismo predio y que tiene múltiples ventajas y características, según manual de compostaje, (1999) tales como:

- Entregar nutrientes al suelo, mejorando su estructura, textura, aireación y la capacidad de retención de agua, por ejemplo al mezclar el compost con suelos arcillosos, estos aumentan su porosidad y se transforman en suelos livianos; en cambio en suelos arenosos aumenta la capacidad de retención de agua.
- Controlar la erosión, se aumenta la fertilidad del suelo y se genera un aumento en el arraigamiento de las plantas.

Entre las características del compost se cuentan:

- Su color oscuro, casi negro.
- Tiene una gran capacidad de retención de agua.
- Su olor es agradable, parecido al de la tierra húmeda.
- Actúa como mejorador del crecimiento de las plantas y es posible utilizarlo en terrenos agrícolas o jardines, siendo un excelente o mejor sustituto a la tierra de hoja.
- Agrega elementos esenciales al suelo, y no lo nitrifica ni acidifica como suele ocurrir con el uso de fertilizantes químicos.

Además, presenta las siguientes ventajas:

- Disminuye las necesidades de materia orgánica de los suelos y contribuye a su recuperación.

- Reduce la tasa de ocupación de los vertederos, al darles un destino útil a parte de los residuos.
- Es una alternativa a las necesidades del sector agrícola y comercial en el campo de los productos que aportan materia orgánica a los suelos.
- Optimiza los recursos existentes en cada zona al aprovechar los residuos que se producen en ellas.
- Hojas. Pueden tardar de seis meses a dos años en descomponerse, por lo que se recomienda mezclarlas en pequeñas cantidades con otros materiales.
- Restos urbanos. Se refiere a todos aquellos restos orgánicos procedentes de las cocinas, como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, etc.
- Estiércol animal.
- Complementos minerales. Son necesarios para corregir las carencias de ciertas tierras. Destacan las enmiendas calizas y magnésicas, los fosfatos naturales, las rocas ricas en potasio y oligoelementos y las rocas síliceas trituradas en polvo.
- Plantas marinas que se recogen en las playas. Son ricas en N, P, C, oligoelementos y biocompuestos, cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés.
- Algas. Son ricas en agentes antibacterianos y antifúngicos y fertilizantes para la fabricación de composta.
- Residuos sólidos urbanos.

¿Cómo fabricar compost?

Materia prima

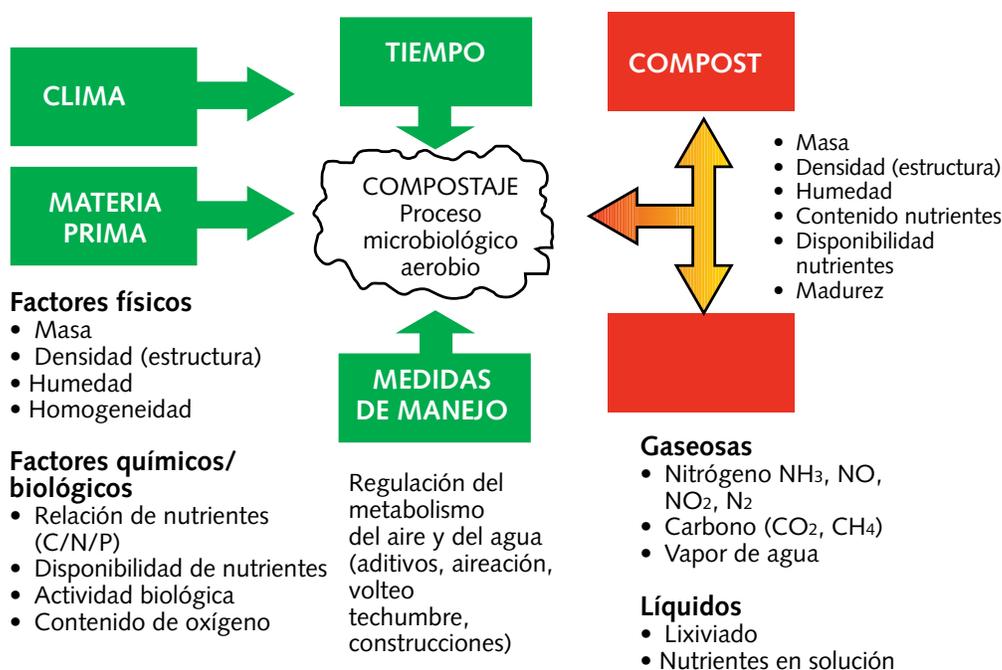
En principio, cualquier producto orgánico biodegradable puede compostarse. Y aunque el compostaje higieniza el producto final, se recomienda que el material de partida no se encuentre contaminado. Entre otros, se pueden utilizar:

- Restos de cosechas. Los restos vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. Los restos vegetales más adultos, como troncos, ramas y tallos son menos ricos en nitrógeno.
- Abonos verdes, siegas de césped, malas hierbas, etc.
- Las ramas de poda de los frutales.

Una forma sencilla de preparar compost es la siguiente:

- Elegir un lugar que en lo posible no sea ni muy caluroso en verano, ni muy frío en invierno. Ojala con agua cerca.

FIGURA 4. Proceso de compostación y factores físicos incidentes. INTEC, 1999.



- Marcar en el suelo un rectángulo de 2 por 3 metros.
- Soltar el suelo del espacio que quedó marcado. Colocar un tubo o un palo de unos 2 m de largo. No enterrarlo mucho para poder retirarlo después.
- Colocar sobre el suelo una primera capa de desechos vegetales de 20 cm. El material puede estar verde o seco; lo mejor es una mezcla de ambos. No conviene apretar el material. El montón tendrá el aire necesario para descomponerse.
- Poner encima una capa de 5 cm de guano de cualquier animal.
- Agregar una pequeña capa de tierra.
- Regar bien todo el montón.
- Repetir las capas anteriores y el riego hasta llegar a 1,5 m de altura.
- Tapar el montón con un poco de paja o maleza y saque el palo o tubo. El hoyo que queda servirá de respiradero para que circule el aire.

CUADRO 14. Algunos parámetros de control de estabilidad del Compost

Temperatura	Estable
Color	Marrón oscuro - negro ceniza
Olor	Sin olor desagradable
pH	Alcalino (anaerobic.), 55 °C, 24 hrs.
C/N	>= 20
Nº de termófilos	Decreciente a estable
Respiración	0 < 10 mg/g compost
Media	0 < 7,5 mg/g compost
COD	< 700 mg/g (peso seco)
ATP	Decreciendo a estable
CEC	> 60 meq./100 libre de ceniza
Actividad de enzimas hidrosolubles	Incrementándose - estable
Polisacáridos	< 30-50 mg glucidos/g peso seco
Reducción de azúcares	35%
Germinación	< 8
Nemátodos	Ausentes

Fuente: INTEC, 1999.

La abonera debe estar siempre húmeda. No olvidar regarla de vez en cuando en verano y de cubrirla para protección contra la lluvia. Debe iniciar calentándose a los 2 o 3 días de realizado y manteniéndose con calor más o menos por 20 días.

Al mes deberá darse vuelta (revolver bien el montón). De esta manera el abono estará listo para ser usado más o menos a los 3 meses. Si no revuelve se demora 5 o 6 meses. Si después del primer mes continúa revolviéndolo, el proceso será más rápido.

11. El abono verde

Se llama abono verde a la incorporación al suelo de plantas, pastos o incluso malezas cuando están todavía verdes. Se usan especies leguminosas principalmente. Estas especies pueden incorporar desde 90 a 240 kg de N/ha, es decir, equivalente a fertilizar con salitre o urea pero en forma natural. Las leguminosas en sus raíces se asocian con bacterias del género *Rhizobium*, formando nódulos que fijan el nitrógeno del aire y lo dejan disponible para las plantas.

Para incorporarlo al suelo se puede usar arado de vertedera. Si las plantas son altas o tupidas, se pueden picar con una rastra previamente. Las precauciones son no tapar completamente las plantas y tener el suelo húmedo. El suelo debe mantener la humedad y esperar entre 2- 4 semanas antes de sembrar.

FIGURA 5. Ejemplo abono verde



Ventajas de este fertilizante

- Aumenta la materia orgánica.
- Aumenta la cantidad de nutrientes del suelo.
- Eleva el pH.
- Mejora estructura del suelo y la retención de agua.
- Permite una buena cobertura vegetal, reduciendo la erosión.

Se recomienda aplicar antes de cultivos exigentes en nutrientes, y no es adecuado antes de cultivos muy densos como el trigo. Un ejemplo, entre hileras de Romero se sembró Lupino y se incorporó con rastra de disco. (Granja Orgánica Florasem- Chillán).

Ejemplos de leguminosas y el contenido de Nitrógeno fijado y su equivalente en sacos de fertilizantes químicos se muestran a continuación.

CUADRO 15. Residuos de nitrógeno por especie

Especie	Nitrógeno kg/ha/año	Salitre (sacos)	Urea (sacos)
Arveja	65	8	2
Haba	210	26	9
Lenteja	101	12	4
Lupino	176	22	7
Poroto	55	6	2
Trébol subterráneo	107	13	4
Soja	103	12	4
Espino	10	1,2	0,5
Tagasaste	85	11	5

Fuente: Infante y San Martín, 2004.

Las plantas a usar como abono verde deben ser de corto período vegetativo. Esta característica permitirá que el follaje del cultivo brinde una rápida protección al suelo, favoreciendo el control de malezas por efecto sombreado.

Mezclas para abonos verdes

La mezcla de cultivos da mejores resultados que un solo cultivo. Entre las principales ventajas tenemos: Mayor resistencia a plagas y enfermedades, mejor cobertura del suelo y mejor enraizamiento en diferentes capas del suelo. Se recomienda asociar especies de distinta familia para generar gran cantidad de vegetación, tanto en la parte aérea como radicular.

12. Otros fertilizantes orgánicos

La Cama de Animales

Cuando existan animales en los predios, se puede agregar paja o restos de cosecha o malezas secas a los corrales, de esta manera se podrá aprovechar de mejor forma el guano y las orinas que excretan.

Al sacar las camas se pueden hacer montones de la misma forma que en los procesos de compostaje. Se debe colocar el material lo más suelto posible de forma que el aire active el proceso de fermentación. Una vez descompuesto se puede utilizar, considerando que un montón de 2 m³ equivale a una tonelada de abono.

Fertilizantes foliares

Los fertilizantes foliares son preparados orgánicos líquidos que se aplican en las hojas de las plantas. Además de su valor nutricional tienen un efecto en la prevención del ataque de hongos. Algunos de fácil fabricación son el Té de Compost y el Té de Ortiga; otro algo más complejo es el llamado Supermagro.

Mulch

Es una cubierta orgánica muerta protectora del suelo. Pueden usarse distintos materiales, como: rastrojos, pajas, hojas de árboles, pastos, aserrín, entre otros.

FIGURA 6. Mulch



Ventajas:

- Mayor retención de agua en el suelo.
- Protege contra el viento y la erosión por agua.
- Favorece la aireación del suelo y reduce la compactación.
- Aumenta la materia orgánica en el suelo.
- Libera nutrientes al suelo.
- Favorece el desarrollo y la actividad de microorganismos.
- Controla el crecimiento de malezas o plantas indeseadas.
- Es de bajo costo, ya que se usan recursos locales.
- Ayuda a mantener una temperatura constante en el suelo, lo que favorece la vida de microorganismos benéficos.

Consideraciones:

- Requiere tiempo para su fabricación.
- Entrega en forma lenta los nutrientes.
- Se pueden introducir organismos no deseados (patógenos). Por ello debería revolverse, y así se eliminan los hongos y huevos de insectos que pueden transformarse en plaga.
- Las flores y raíces deben ser convertidas en compost primero antes de usarlas como mulch.

13. Fertilizantes comerciales

En el comercio existe una gama de productos a disposición del agricultor orgánico. Son fertilizantes permitidos por la norma chilena orgánica. Se caracterizan por ser de baja solubilidad, no contaminan y activan la biología del suelo. Además, mejoran la estructura del suelo y no dañan su equilibrio. Algunos ejemplos son: guano rojo, harina de sangre, roca fosfórica, magnecal, harina de huesos. También existen en el comercio algunos productos muy semejantes al té de compost y al supermagro.

Guano Rojo

Es el guano de aves proveniente del norte del país. Aporta 10% de materia orgánica, 15% de fósforo y 20% de calcio, magnesio, sodio, potasio, azufre y nitrógeno, en bajas cantidades. La dosis de 500 a 2000 kg/ha, dependiendo del cultivo: Papas, Raps 1.000 kg/ha; maíz, hortalizas 1.000 kg/ha; praderas 500 kg/ha; trébol 800 kg/ha.

Harina de Sangre

Producto deshidratado de la sangre animal, aporta gran cantidad de nitrógeno soluble, proteínas y aminoácidos esenciales, llegando a 12-14% de nitrógeno. La dosis de aplicación es de 150-200 gr/planta o 400 kg/ha/año.

Roca Fosfórica

Aporta grandes niveles de fósforo al suelo. Se puede aplicar directamente al suelo o mezclada con materia orgánica. Su solubilidad es muy lenta, sin embargo se puede acelerar con su incorporación a las aboneras, enriqueciendo así el compost. El aporte de nutrientes corresponde a 30,5% de fósforo, 48,7% de calcio, 1,2% de azufre, 1,0% de sodio y 0,6% de magnesio. Las dosis de aplicación pueden ser de 300-800 kg/ha.

14. Manejo de plagas y enfermedades

Existen diversas plagas y enfermedades que pueden afectar negativamente a los cultivos en distintas épocas del año. Aunque existen plantas que pueden resistir el ataque de estos organismos siempre se debe prevenir y controlar en forma oportuna.

Plagas: Insectos, gusanos, arañitas o nematodos.

Enfermedades: Hongos, bacterias y otros microorganismos que causan daños de distinto tipo a las plantas.

"La principal herramienta de control que debemos usar es la prevención"

Principales prácticas de prevención

- **Rotación de cultivos:** Rotaciones de cultivo como una práctica que permite cortar los ciclos reproductivos de los agentes nocivos. La rotación de cultivos se define como una sucesión recurrente y regular de diferentes cultivos en el mismo terreno a través de varios años. En el diseño de las rotaciones de cultivo es necesario intercalar plantas con cosecha de flores, hojas, semilla y raíces, intercalar diferentes familias de plantas por razones fitosanitarias y considerar que algunos cultivos son anuales, otros bianuales y otros perennes.

Para realizar una exitosa rotación de cultivos, en Cuadro 16 se aprecia una lista de asociaciones de hortalizas.

- **Diversidad de cultivos.** La diversidad dificulta a las plagas que puedan encontrar las plantas que desean atacar. También existen plantas que pueden refugiar a enemigos naturales de algunas plagas. La diversidad ayuda a que existan plantas repelentes de plagas. Hay que ver muy bien las combinaciones de plantas que funcionan mejor para cada sector o región.

- **Mantener árboles, arbustos y plantas permanentes:** En los lugares que no sirvan para cultivos (cercos, orillas de caminos, etc.) de manera que puedan refugiarse allí los enemigos naturales de algunas plagas. Como la mayoría de los predios convencionales eliminan las malezas, los enemigos naturales no tienen posibilidades de actuar y las plagas proliferan sin límites.

- **Tener especial cuidado con las fechas de siembra:** Se debe tener presente las fechas de aparición de las diversas plagas en la región, así se podrá evitar el momento en que hay más plagas y las plantas estén aun muy débiles. También es bueno utilizar la técnica del transplante para establecer las plantas en un estado más resistente.

- **Cuidar la fertilización de las plantas:** Plantas bien nutridas resistirán más el ataque de ciertas plagas y enfermedades. Se recomienda el uso de abonos naturales como el compost, guano descompuesto o abono verde, ya que contienen todos los elementos que las plantas necesitan y ayudan activar los microorganismos del suelo, ya que los fertilizantes químicos crean un desequilibrio en la planta que la hace más propensa al ataque de plagas y enfermedades.

- **Manejo adecuado del suelo:** En lugares donde hubo ataques de plagas lo ideal es arar bien el terreno para que los huevos y larvas que han sido puestos en la superficie mueran al ser enterrados y en el caso de los que han sido puestos bajo la superficie queden

CUADRO 16. Lista de asociaciones de cultivos

Hortaliza	Buena asociación	Mala asociación
AJO	Zanahoria, frutilla, cebolla, puerro, tomate, pepino	Repollo
APIO	Repollo, espinaca, puerro, tomate, poroto	
ZAPALLO ITALIANO	Albahaca, cebolla, poroto	Pepino, papa
POROTO	Betarraga, apio, repollo, pepino, frutilla, arveja, papa, tomate, rabanito	Cebolla, puerro
CEBOLLA	Zanahoria, pepino, tomate	Repollo, poroto, puerro, arveja
REPOLLO	Betarraga, apio, zanahoria, pepino, espinaca, poroto, arveja	Ajo, cebolla
COLIFLOR	Apio, poroto, tomate	Repollo, cebolla, papa
ESPINACA	Apio, repollo, frutilla, poroto, arveja, rabanito	Betarraga
ARVEJA	Zanahoria, apio, repollo, espinaca	Poroto, cebolla, puerro, tomate
LECHUGA	Betarraga, apio, pepino, espinaca, poroto, arveja, tomate, rabanito	Apio, repollo, berro, perejil
PEPINO	Albahaca, apio, repollo, espinaca, lechuga, cebolla	Rabanito, zapallo
MORRÓN	Berenjena, zanahoria, repollo, tomate, albahaca	Betarraga, arveja
PUERRO	Ajo, zanahoria, apio, espinaca, frutilla, tomate	Poroto, arveja
BETARRAGA	Poroto, cebolla	Espinaca
TOMATE	Zanahoria, apio, repollo, espinaca, cebolla, perejil, puerro	Betarraga, arveja
ZANAHORIA	Ajo, arveja, cebolla, puerro, tomate, repollo, rabanito	Zanahoria

encima y sean consumidos por las aves o se sequen con el sol.

- *Uso de variedades resistentes:* No todas las variedades de una misma planta son atacadas de la misma forma, por lo que al usar variedades resistentes ponemos una solución que perdura en el tiempo, es de bajo costo y no atenta contra el medio ambiente.

- *Eliminación de restos infestados:* Los restos de plantas atacadas deben ser retirados del cultivo y pueden ser usados en las aboneras.

Tipos de control de plagas

Control Biológico. Corresponde al control que efectúan ciertos seres vivos sobre otros que ocasionan daños a los cultivos, control que se da en la naturaleza pero que en este caso interviene el hombre para aprovechar estos organismos (Ejemplo, chinitas que controlan pulgones).

Ventajas:

- Acción permanente una vez establecidos
- Llegada a lugares de difícil acceso
- No dejan residuos tóxicos
- No se desarrolla resistencia
- Se mantiene el equilibrio
- Bajo costo
- Muy selectivo

Desventajas:

- Efecto lento
- Alta influencia del clima
- Costos en la implementación

Se puede dar el control biológico a través de tres modalidades:

- Protegiendo a los enemigos naturales
- Incrementando la población de enemigos naturales
- Introduciendo nuevos enemigos biológicos

Uso de trampas, cebos y repelentes

- Trampas de luz: Capturan mariposas nocturnas y polillas.
- Trampas pegajosas: Superficies amarillas cubiertas de sustancias pegajosas, atraen a moscas blancas, pulgones y otros insectos.
- Trampas para caracoles y babosas: Se distribuyen vasos con cerveza enterrados a nivel de suelo lo cual atrae y atrapa a las babosas, las cuales se eliminan durante el día.

Métodos físicos

- Eliminar plagas directamente.
- Aplicar chorros de agua a presión moderada ayuda a botar insectos de las plantas.
- También se pueden usar barreras como latas y cartones o barreras secas de sal o ceniza.

15. Uso de extractos naturales y preparados no tóxicos

(Según *Cartilla de Control de Plagas y Enfermedades*. Araucanía Tierra Viva).

• Infusión de quillay y crisantemo

Repele insectos como pilmes, pulgones, tijeretas, cuncunillas y gusanos.

Ingredientes

2 tazas de hojas de quillay
1 taza de hojas de crisantemo
2 litros de agua

Preparación: Se hierven las hojas de quillay y las flores de crisantemo en el agua durante 5 minutos, se enfría, se cuela y está lista para ser usada.



Forma de aplicación y recomendación: Si no es utilizada de inmediato la preparación, se recomienda envasar en botellas y guardar en bodega, lejos de la luz, con identificación clara. Al momento de aplicar, se puede diluir un poco agregando 1 litro de agua. Aplicar con fumigadora 2 veces por semana hasta que los insectos desaparezcan. En esta receta se puede reemplazar las hojas de quillay por corteza del mismo, el efecto es mucho más poderoso ya que provoca la muerte de los insectos.

• Infusión de caléndula (Chinita) y hojas de papa

Repele insectos, especialmente los cortadores, (cuncunillas, gusanos de las coles, gusanos cortadores, etc.).

Ingredientes

3 tazas de flores de caléndula
4 tazas de hojas de papas
3 litros de agua

Preparación: Se remojan las flores de caléndula y las hojas de papa durante 10 horas o por una noche,



luego se hierven durante 5 minutos, se dejan enfriar y se envasa.

Forma de aplicación y recomendación: Para aplicar, usar un litro de infusión por un litro de agua y aplicar sobre las plantas. Guardar en lugar fresco y oscuro (bodega), identificar bien el contenido de la botella.

• Salvia y cebolla

Controla gusanos de las coles (repollo, coliflor, brócoli y bruseles).

Ingredientes

100 gramos de cebolla
100 gramos de salvia
1/8 de barra de jabón de lavar (Popeye)
10 litros de agua



Preparación: Se muele la cebolla y se le agrega el agua, se muele la salvia y se le agrega el agua, se dejan en reposo por 3 días en recipientes separados, transcurrido el tiempo indicado se cuelean y se mezclan, se agrega 1/8 de barra de jabón de lavar (Popeye) disuelto en 8 litros de agua y se aplica con fumigadora.

Forma de aplicación y recomendación: La primera y segunda aplicación se deben hacer cada 4 días, después sólo cuando el problema esté presente, se debe aplicar en la tarde.

Este preparado no se guarda.

• Té de canelo

Insecticida.

Ingredientes

½ kg de hojas de canelo
2 litros de agua



Preparación: picar las hojas de canelo y agregar el agua, hervir por media hora, dejar enfriar y colar.

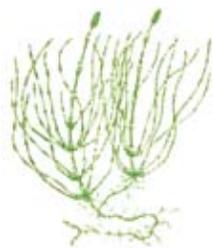
Forma de aplicación y recomendación: Usar ½ litro de té de canelo en 10 litros de agua. En presencia de insectos aplicar al follaje de las plantas afectadas, repetir cada 5 días si es necesario. Se puede guardar.

• Té de hierba de la plata

Fertilizante foliar e insecticida.

Ingredientes

½ kg de hierba de la plata
2 litros de agua



Preparación: Picar la hierba de la plata, agregar el agua y hervir durante media hora, dejar enfriar y colar.

Forma de aplicación y recomendación: Usar 1/2 litro de té por 10 litros de agua, aplicar al follaje de las plantas. Aplicar 2 veces por mes. Se puede guardar.

• Té de ajeno

Controla hongos e insectos.

Ingredientes

1 kg de ajeno fresco
10 litros de agua



Preparación: Picar el ajeno y remojar en 10 litros de agua tibia, dejar por 2 días, mover y estrujar de vez en cuando, colar y estrujar.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar al follaje de las plantas afectadas, repetir si es necesario.

• Ajidol

Controla pulgones y mosca blanca en hortalizas.

Ingredientes

12 dientes de ajo
1,5 cucharada de ají picante
4 cucharadas de alcohol
8 cucharadas de aceite mineral o de cocina
1/8 de barra de jabón de lavar
10 litros de agua



Preparación: Se muelen o machacan los ajos con el ají y se ponen en 1 litro de agua con el alcohol por 3 días. A los tres días se mezcla el jabón y el aceite en 1 litro de agua. El ajo con el ají, el agua y alcohol se cuelean y se mezclan con la mezcla de jabón, aceite y agua, se agrega los 8 litros de agua restantes y ya está listo para usar.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar cada 5 días en la tarde o en días sin sol. No se puede guardar.

• Agua de lavaza

Sirve para controlar insectos, especialmente pulgones.

Ingredientes

¼ barra de jabón de lavar
5 litros de agua

Preparación: Disolver el jabón en el agua y aplicar.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar a las plantas afectadas con fumigadora manual, repetir la aplicación cada 4-5 días por 2-3 veces. Se prepara y se aplica, no se guarda.

• Mezcla de ceniza, sal y ají

Repelente de babosas (chapes) y caracoles.

Ingredientes

5 kg de ceniza
1 kg de sal
4 cucharadas de ají en polvo

Preparación: Se mezcla 5 kg de ceniza, 1 kg de sal y 4 cucharadas de ají en polvo.

Forma de aplicación y recomendación: Se aplica alrededor de los sectores atacados, de preferencia al atardecer.

• Mezcla de afrechillo

Para repeler caracoles y babosas.

Ingredientes

Sulfato de cobre
Afrecho o harinilla
Leche en polvo

Preparación: Mezclar los ingredientes y aplicar

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar alrededor de los lugares con ataque de babosas y caracoles, preferentemente en la tarde.

• Caldo Bordelés

Controla hongos como botrytis, oídio y roya.

Ingredientes

50 gr de sulfato de cobre
50 gr de cal viva
10 litros de agua

Preparación: Utilizar sólo recipientes de plástico (2), en el recipiente 1 se disuelve el sulfato de cobre en 1

litro de agua tibia, en el recipiente 2 se disuelve la cal viva (usar guantes) en los 9 litros de agua restante, luego colar cada recipiente por separado utilizando paño, finalmente mezclar el recipiente 1 (sulfato de cobre y agua) en el recipiente 2 (cal viva y agua), se debe hacer en el orden indicado no de otra manera, revolver y está listo. Una vez preparado el caldo Bórdeles debe ser ocupado inmediatamente, no se debe guardar, ya que pierde su efecto.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar con fumigadora a las plantas afectadas. No aplicar a plantas en floración o plantas pequeñas. Es ideal para combatir el tizón de tomate y papa, enfermedades causadas por hongos en pepino, zapallo, zapallito, repollo, frutilla y frambuesa. No se puede guardar.

• **Caldo de cenizas**

Control de hongos en papas y tomates (antracnosis).

Ingredientes

1,75 kg de ceniza colada o cernida,
¼ jabón de lavar ropa
2,5 litros de agua

Preparación: En recipiente de metal, se mezcla el agua, cenizas y jabón, se pone al fuego por 20 minutos. Se deja enfriar, se cuela y se aplica. Se debe tener cuidado al escoger el recipiente ya que se deteriora el metal.

Forma de aplicación y recomendación: Puede aplicarse sólo o en mezcla con caldo bordelés. Se aplica 1 litro de caldo de ceniza por 20 litros de agua.

• **Té de compost**

(Té humus o Té de guano)
Control de hongos y abono foliar

Ingredientes

1 kg de compost (guano o humus de lombriz)
1 litro de leche
½ pan de levadura (chico)
9 litro de agua

Preparación: Se mezcla el agua con la leche y la levadura, se agrega el compost (puede ser dentro de un saco de género). Dejar remojar y fermentar por una semana. Pasado el tiempo indicado, colar y envasar.

Forma de aplicación y recomendación: Se aplica en forma foliar o en forma de riego. Se aplica al 5%, es decir, medio litro de té de compost por 10 litro de agua. Se puede aplicar cada 10 días. Guardar en lugar fresco y oscuro.

• **Té de ortiga**

Sirve para control de hongos y como fertilizante foliar.



Ingredientes

1 kg de ortiga frescas o secas
10 litros de agua
1 litros de leche
½ pan de levadura (optativo)

Preparación: Se recomienda moler o picar las plantas para un mejor resultado, se ponen a remojar dentro del agua con la leche y la levadura, se dejan remojar durante una semana, transcurrido el tiempo indicado se cuela y se ocupa o se envasa.

Forma de aplicación y recomendación: Se mezcla ½ litro de esta infusión con 10 litros de agua, se aplica al follaje con fumigadora. También se puede aplicar a los almácigos como desinfectante de suelo.

• **Té de guano de gallina**

Fertilizante foliar y fungicida.

Ingredientes

3-4 kg de guano de gallina fresco
10 litro de agua

Preparación: Remojar el guano en el agua por 5-7 días y posteriormente colar con un colador fino o una media en desuso.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar a las hojas de las plantas, diluyendo 1 litro de té por 1 litro de agua, también se puede usar como riego.

• **Té de guano**

Abono foliar.

Ingredientes

2,5 kg de guano seco (vacuno, caballo oveja etc.)
1 litro de leche
3 cucharadas de levadura
20 litro de agua

Preparación: Poner el guano en bolsa de género dentro del agua con la leche y levadura, remojar y fermentar por 7 días, mover la bolsa de vez en cuando, pasados los 7 días, el líquido se debe colar y está lista para usar.

Forma de aplicación y recomendación: Aplicar 1 de té mezclado con 10 L de agua al follaje de las plantas. También se puede usar para regar. Se puede guardar.

16. Literatura consultada

- Chile Orgánico, 2004. Agricultura Orgánica en Chile: Crecimiento continuo. Nº 1. p.33.
- FAO, 2003. Agricultura orgánica certificada - situación y perspectivas. Capítulo 3. p
- FAO, 2003. Agricultura Orgánica, Ambiente y Seguridad Alimentaria. P.
- Infante A., K. San Martín. Manual de Agroecología. CET. 164 p.
- INTEC, 1999. Manual de Compostaje. Corporación de Investigación Tecnológica de Chile .
- Díaz, P. Control orgánico de plagas y enfermedades. Programa Araucanía Tierra Viva. p.10.
- Nociones básicas de compostaje Vía Rural. Disponible en [http:// www.viarural.org](http://www.viarural.org). Leído el 15 noviembre 2008.
- Norma Chilena NCh 2439-1991, "Producción, procesamiento, comercialización y etiquetado de alimentos producidos orgánicamente".
- ODEPA, 2008. Agricultura orgánica: Temporada 2007/08. p. 13.
- ODEPA, 2007. Agricultura orgánica: Temporada 2006/07.
- ODEPA, 2007. Estudio del mercado nacional de agricultura orgánica. p. 176.
- ODEPA, mayo 2008. Agricultura orgánica. Temporada 2006-2007 Disponible en [http](http://www.odepa.cl). Leído 09 enero de 2009.
- ODEPA, diciembre 2008. Agricultura orgánica: Temporada 2007/08. No está citado en el texto
- Sztern D., M. Pravia, 2002. Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud. Organización Mundial de la Salud.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2009. Lista de entidades certificadoras autorizadas por el SAG Disponible en [http://www.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagVerRegistro.asp? argRegistroId=2369&argInstanciald=54&argCarpetald=1421&argTreeNodosAbiertos=\(1421\)\(-54\)&argTreeNodoActual=1421&argTreeNodoSel=-54](http://www.sag.gob.cl/OpenDocs/asp/pagVerRegistro.asp?argRegistroId=2369&argInstanciald=54&argCarpetald=1421&argTreeNodosAbiertos=(1421)(-54)&argTreeNodoActual=1421&argTreeNodoSel=-54). Leído julio 25 del 2009.
- www.sag.cl. Servicio Agrícola y Ganadero, 2008. Disponible en [http](http://www.sag.cl). Leído el 12 diciembre 2008.

CAPÍTULO VI. Riego y nutrición de plantas

1. Introducción

El agua es un recurso elemental escaso, de gran valor y se relaciona históricamente con la seguridad alimentaria y sobrevivencia de las diferentes civilizaciones que ha desarrollado la humanidad.

La cantidad de agua a aplicar depende de cada cultivo y estado de desarrollo fenológico, condiciones ambientales y de sustrato. El cuándo aplicar depende del objetivo de producción asociado a las etapas de desarrollo; y el cómo aplicar depende de la forma en que se aplica el agua, mediante sistemas gravitacional (surco) y presurizado (aspersión, goteo y sus variantes). Cada sistema debe considerar las características del suelo o sustrato, ambiente y cultivo.

En el mercado nacional existen diferentes fertilizantes solubles. Y debe conocerse cómo aplicar estos productos mediante equipos apropiados denominados inyectores, el cómo preparar una solución basada en fertilizantes solubles, la compatibilidad de producto. La cantidad de producto a aplicar debe estar de acuerdo a las necesidades nutricionales del cultivo, totales y por etapa, evitando la sobrefertilización o pérdidas de fertilizantes que puedan producir contaminación al producto y al medio ambiente. Un adecuado diagnóstico de deficiencias nutricionales permite al productor dar respuesta oportuna en un programa productivo.

El agua y los nutrientes son uno de los factores más relevantes para generar un producto de calidad en los sistemas de producción hortícola.

2. El riego

El riego se define como el aporte artificial de agua al suelo o sustrato, de manera que el agua esté disponible para los cultivos a un bajo costo energético permitiendo un desarrollo y crecimiento de las plantas en condiciones sanitarias y calidad alimentaria esperadas.

El agua en la planta y la producción

La relación equilibrada entre partículas, aire y agua en un sustrato permite el desarrollo de plantas

en diferentes estados, posibilitando en función de la cantidad disponible un desarrollo gradual y sostenido en función de la estrategia de reposición y sistemas de aplicación de agua y nutrientes.

El cultivo utiliza la radiación solar, el CO₂ de la atmósfera, agua y nutrientes para producir biomasa (frutos, hojas, tallos y raíces) mediante el proceso de la fotosíntesis. Cuando los estomas de las hojas están abiertos, para permitir la entrada de CO₂, se produce la pérdida de agua a la atmósfera. Esta pérdida de agua es un costo que debe pagar el cultivo para producir, y debe ser repuesta por la planta mediante la extracción de agua del suelo por las raíces (Baver, 1980).

Con el riego se debe aplicar la cantidad justa para cubrir el consumo de agua del cultivo. Un exceso de agua de riego supone el lavado de fertilizantes, y en el caso de suelos arcillosos puede provocar asfixia radicular por falta de aireación de las raíces. Una aportación de agua inferior al consumo de agua del cultivo puede llegar a provocar déficit hídrico y por tanto una reducción de la producción. (Dorembos and Kassam, 1980; Medina, 1991; Millar, 1993).

Agua en la planta

El agua es un disolvente para muchas sustancias tales como sales inorgánicas, azúcares y aniones orgánicos y constituye un medio en el cual tienen lugar todas las reacciones bioquímicas. En su forma líquida, permite la difusión y el flujo masivo de solutos, es esencial para el transporte y distribución de nutrientes y metabolitos en toda la planta.

También es importante el agua en las vacuolas de las células vegetales, ya que ejerce presión sobre el protoplasma y pared celular, manteniendo así la turgencia en hojas, raíces y otros órganos de la planta. El agua es el componente mayoritario en la planta (80-90% del peso fresco en plantas herbáceas y más del 50% de las partes leñosas) afecta, directa o indirectamente, a la mayoría de los procesos fisiológicos (Hernández, 2006).

Una planta necesita mucha más agua que un animal de peso comparable. En un animal, la mayor parte del agua se retiene en su cuerpo y continuamente se recicla. En cambio, más del 90% del agua que entra por el sistema de raíces se desprende al aire en

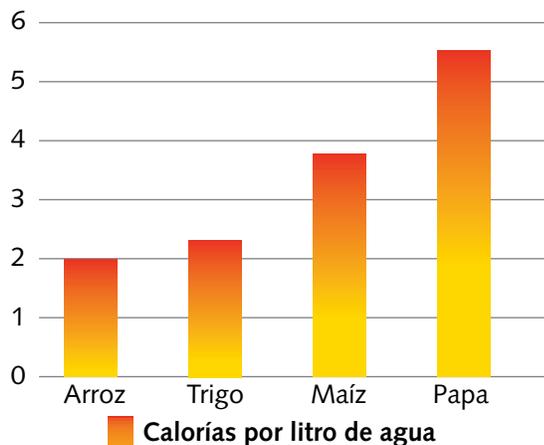
forma de vapor de agua. Esta pérdida de agua en forma de vapor recibe el nombre de transpiración. (Jara, 1998).

Producción

La cantidad de agua aplicada afecta la producción. Para aplicar el agua se debe conocer el comportamiento fenológico del cultivo, asociado a factores ambientales de respuesta.

En cultivo de papa regado bajo condiciones estándares de producción en promedio consume 650 mm temporada en la Región de la Araucanía, con rendimientos del orden de 60.000-75.000 kilos por hectárea (Jeres, 1996). Bajo condiciones controladas de fertilización, manejo fitosanitario y condiciones ambientales favorables puede llegar a producir 100.000 kilos por hectárea. Si el cultivo se realiza bajo condiciones de secano los niveles de producción son de 20.000 a 25.000 kilos por hectárea (Puentes, 2004).

GRÁFICO 1. Energía (calorías) por litro de agua utilizado por cultivos. FAO, 2008.

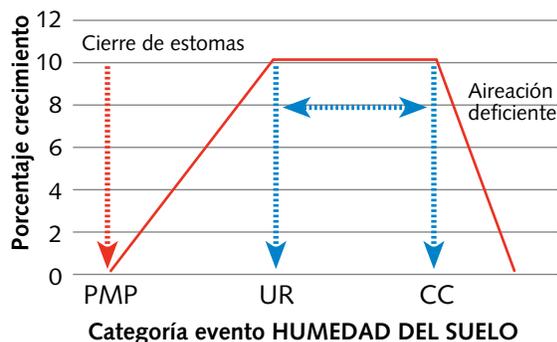


La agricultura debe incrementar considerablemente su volumen de producción por unidad del agua que utiliza. La papa produce más alimento por unidad de agua que cualquier otro de los cultivos principales. Con la misma cantidad de agua, la papa produce más energía alimentaria que el arroz, el trigo y el maíz (Gráfico 1). La planificación del momento y la profundidad de las aplicaciones de agua de acuerdo a las etapas específicas del ciclo de crecimiento de la papa puede contribuir a reducir el uso de agua (FAO, 2002).

El **¿cuándo regar?** es la pregunta frecuente en sistemas intensivos y extensivos, tanto en invernadero como al aire libre. El cuándo regar es una preocupación que se viene a la mente una vez que

pasan las lluvias primaverales y, producto del alza de temperatura, el desarrollo del cultivo se acelera. Para responder a esta pregunta es que se puede recurrir a la "Técnica de Balance de Agua", a "Indicadores de Suelos" e "Indicadores de la Planta". (Jara, 1998).

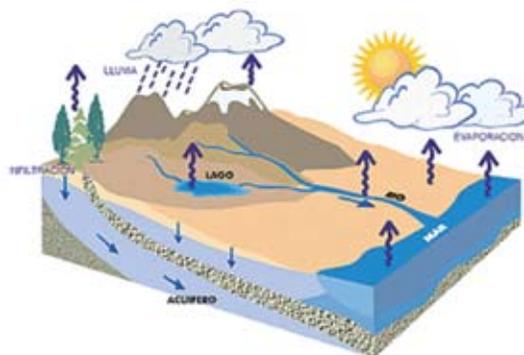
FIGURA 1. Relación uso de agua por edad y capacidad de retención de agua del suelo o sustrato.



El punto de marchitez permanente (PMP) es la cantidad mínima de agua disponible para la planta, donde ocurre la muerte irreversible, con un costo energético de 15 Atm. En las plantas por su diversidad el PMP es diferente, y se considera un Umbral de Riego (UR), momento en el cual la planta no sufre un estrés que afecte la producción. El extremo de máxima cantidad de agua contenida en un suelo o sustrato (CC) y que está disponible para un cultivo sin causar efecto negativo en la producción (Baver, 1980).

¿Por qué se riega? Proviene de la ocurrencia de un fenómeno denominado "Evapotranspiración", en donde una cierta cantidad de agua es removida desde el suelo o sustrato a través de la raíz por la planta. Esta agua debe reponerse periódicamente al suelo o sustrato para no dañar el potencial de crecimiento y productivo de la planta (FAO, 1979)

FIGURA 2. Ciclo del agua en la naturaleza



Fuente. www.unesco.org.uy/phi/libros/agua/pagina2/ciclo.gif

3. Déficit hídrico y producción

Todo déficit de agua produce una disminución en los rendimientos. Sin embargo, hay etapas o estados fenológicos en el desarrollo de un cultivo, en donde el

efecto de un estrés hídrico es mayor. Dichos estados corresponden a una fase de activo crecimiento o división celular donde, en un breve período de tiempo, ocurren grandes cambios de tamaño en algún componente de producción de la planta (Jara, 1998).

CUADRO 1. Etapas o períodos críticos en donde se afecta el rendimiento de algunos cultivos producto de la falta de agua

Cultivos	Períodos críticos					
	Encañado	Espiga Hinchada	Espigadura	Floración	Grano Lechoso	Grano Pastoso
Trigo						
Cebada						
Avena						
Arroz						
Centeno						
Maíz						

Fuente: Millar,1993; Jara , 1998

CUADRO 2. Períodos sensibles al estrés para cultivos anuales

Cultivos	Períodos críticos				
	Botón	Floración	Formación vaina	Vaina verde	Vaina madura
Leguminosas Anuales					
Frejol					
Haba					
Arveja					
Soya					

Fuente: Millar,1993; Jara , 1998

CUADRO 3. Etapa fenológica crítica o sensible al estrés hídrico en cultivos hortícolas

Hortalizas	
Cultivo	Etapa fenológica
Arveja	Comienzo de floración y durante hinchamiento del capi
Berenjena	Floración y desarrollo del fruto
Brócoli	Desarrollo del pan o pella
Cebolla (bulbos)	Durante la formación del bulbo
Cebolla (semilla)	Floración
Coliflor	Requiere riegos frecuentes desde siembra a cosecha, especialmente durante el desarrollo del pan
Espárrago	Comienzo de emisión de follaje
Lechuga	Requiere riego durante todo su período vegetativo, en especial durante formación de la cabeza
Melón	Floración y desarrollo del fruto
Papas	Desde floración a cosecha, especialmente a inicios de la formación del tubérculo
Pepino	Desde floración a cosecha
Pimentón y ají	Desde floración a cosecha
Rabanito	Formación y crecimiento de la raíz
Repollo	Requiere riego durante todo su período vegetativo, en especial durante formación de la cabeza
Tomate	Floración a crecimiento rápido de los frutos
Zanahoria	Alargamiento de la raíz
Zapallo	Desarrollo del brote y floración

Fuente: Millar, 1993; Jara, 1998.

CUADRO 4. Etapas fenológicas sensibles al estrés hídrico en frutales.**Frutales y hortofrutícolas**

Cultivo	Etapas fenológica
Cerezos y duraznos	Período de crecimiento rápido del fruto que antecede a la madurez
Cítricos	Floración y formación del fruto
Damascos	Floración y desarrollo de los botones florales
Frutillas	Desarrollo del fruto a madurez
Olivos	Previo a floración, durante el crecimiento del fruto y último período de madurez de los frutos
Vides	Comienzo del crecimiento en primavera hasta pinta del fruto

Fuente: Millar, 1993; Jara, 1998.

CUADRO 5. Etapas fenológicas sensibles al estrés hídrico (alfalfa, maravilla, remolacha y tabaco)**Otros cultivos**

Cultivo	Etapas fenológica
Alfalfa (semilla)	Inicio período de floración
Alfalfa y otras empastadas	A través de todo su período de crecimiento; en especial se recomienda aplicar agua inmediatamente después de un corte o talajeo
Maravilla	Desde formación de flor a madurez de semilla
Remolacha (producción de raíces)	No existe indicación clara. Aparentemente durante los dos primeros meses después de emergencia
Remolacha (semilla)	Durante floración y desarrollo de la semilla
Tabaco	No existe indicación clara, dada la compleja interrelación con calidad de la hoja

Fuente: Millar, 1993; Jara, 1998.

Conocer los períodos sensibles del cultivo al déficit hídrico radica en su uso como herramienta útil en la toma de decisiones. De este modo, es posible administrar el recurso hídrico en períodos de escasez, asignando el agua acorde al estado fenológico de los diferentes cultivos, de manera de minimizar los daños de la producción. (Kramer, 1989; Millar, 1993; Fuentes, 1998).

4. ¿Cómo regar?

De qué forma es conveniente aplicar el agua para objetivos específicos depende de varios aspectos y algunos de ellos son el tipo de planta, suelo o sustrato, edad de la planta y fundamentalmente qué se quiere obtener como producto. Para elección del sistema de riego a utilizar se debe analizar:

- Suelo: Textura y estructura. Capacidad de retención de agua, espacio poroso, velocidad de infiltración.
- Sustrato: Capacidad de retención de agua, espacio poroso, velocidad de infiltración.
- Agua: Calidad física y química del agua, disponibilidad en oportunidad y cantidad.
- Planta: Fenología, profundidad de raíces, indicadores de enfermedades, tipo de hoja, edad.
- Recurso Humano: Calidad o capacidad de gestión y operación, o más bien nivel de capacitación.
- Capacidad Económica: Capital para inversión en función de requerimientos con opciones múltiples de nivel tecnológico.
- Sistema de riego presurizado o gravitacional: En función del objetivo a lograr con el cultivo, se decide lugar de aplicación del agua, tamaño de gota, eficiencia de aplicación.

FIGURA 3.
Agua y cultivos
FAO, 2002



CUADRO 6. Eficiencia del agua aplicada en sistemas de riego

Eficiencia de Riego	
Tipo de riego	Agua aprovechada
<i>Sistema de riego presurizado</i>	
Goteo	90%
Cinta goteo	90%
Aspersión	80%
<i>Sistemas de riego gravitacional</i>	
Bordes	50%
Surcos	45%
Tendido	30%

Fuente: Reglamento Ley N° 18.450.

La elección del sistema de riego a utilizar debe tender a la optimización del uso del agua, es decir, del total de agua aplicada debe quedar la máxima cantidad de agua disponible para el uso de cultivos.



Riego presurizado y la automatización en la fertirrigación

La escasez de agua es un grave problema que no sólo afecta a los sistemas productivos, además existe un consumo por parte de las industrias y ciudades, a la vez que se incrementarán las zonas regables. Los fertilizantes cada vez se hacen más necesarios, pero también más escasos y caros (Libro Azul, 2001; Medina, 2004). Una buena solución a esta problemática es la aplicación del agua de riego a los cultivos en forma localizada, frecuente y controlada (Cadaña, 1998).

El riego localizado permite controlar la entrega de agua a las plantas; reducir al límite estrictamente precisa la cantidad de agua empleada; evitar el crecimiento de las malas hierbas entre plantas; evitar daños o problemas fitosanitarios: incorporar al riego

fertilizantes y otros productos solubles; aprovechar mejor la mano de obra; forzar a las plantas a desarrollar sus raíces hacia donde nos interese; riegos individualizados, planta por planta, lo que se traduce en un mayor rendimiento de la explotación (Pizarro, 1996).

La fertirrigación, que es la aplicación a los cultivos de fertilizantes disueltos en el agua de riego localizado, permite reducir el número de unidades fertilizantes a aportar, con un considerable aumento de su eficiencia, si se realiza con la debida dosificación, oportunidad y fraccionamiento (Imas, 2004).

Pero el riego localizado, y más concretamente la fertirrigación, tiene su complejidad y para el óptimo aprovechamiento de las ventajas que la fertirrigación localizada ofrece es imprescindible la completa automatización de la instalación.

La automatización (Medina, 2002) contempla la puesta en marcha y parada en el momento preciso de:

- Motores de bombeo: eléctricos, a gasoil o gasolina,
- Electroválvulas de mando: generales, de distintos sectores de riego, de tanques con diferentes elementos fertilizantes, de sistemas de contralavado de filtros, etc.,
- Agitadores e inyectores de fertilizantes,
- Dispositivos de control, medida, seguridad, emergencia, etc.

Todo en función de programas preestablecidos a condicionantes, previsibles o fortuitos, que puedan presentarse en cualquier momento o situación, sea en la instalación, suelo, cultivo o ambiente.

El automatismo debe facilitar una completa y permanente información de cuanto acontece en la instalación: tiempo y/o volumen de agua y elementos fertilizantes aplicados a cada sector, regularidad, caudales, incidencias, averías, etc.

La automatización debe ser:

- Segura (sin fallos o que, de producirse, no conlleven consecuencia alguna).
- Flexible (que se pueda adaptar a cualquier instalación, por compleja que sea, y que admita posteriores modificaciones sin incrementar los gastos).
- Fácil programación (que cualquier persona, sin releer el manual, sin memorizar instrucciones y sin esfuerzo alguno, pueda aprovechar todas sus posibilidades).

5. Fertirriego

La aplicación de fertilizantes para el desarrollo de los cultivos es una práctica común y ampliamente utilizada por los productores de cultivos hortícola alrededor del mundo (Natham, 2004).

La forma y los medios de aplicación han variado y evolucionado en todas las épocas y los sistemas han ido mejorando la precisión en las cantidades que se aplican y las posibilidades de poner el fertilizante más cerca de la zona radicular donde las plantas puedan aprovecharlo, además la imperante necesidad de mantener nuestros acuíferos y suelos libres de contaminación nos lleva a la búsqueda de tecnología que permita hacer un uso eficiente con los fertilizantes. El sistema de inducción de productos químicos permite realizar aplicaciones de productos químicos disueltos en agua e incorporarlos a la red (Pizarro, 1996; Libro azul, 2001).

La aplicación de productos químicos da origen a la Quimigación y en términos específicos de acuerdo al material aplicado se habla de Fertigación o Fertirriego (fertilizante), Pestigación (pesticidas), Herbibación (herbicidas). La Quimigación incluye la aplicación de químicos que permiten realizar tratamientos de agua o limpiar el sistema de riego. La realización de la Quimigación se realiza por la existencia de equipos especiales denominados Inyectores (Medina, 1999).

¿Los fertilizantes son agroquímicos?

Los fertilizantes son productos que se encuentran en la naturaleza, son absorbidos por las plantas, no son tóxicos y no generan compuestos intermedios peligrosos. Los fertilizantes no son agroquímicos.

¿Qué son los agroquímicos?

Son agroquímicos: insecticidas, fungicidas, herbicidas, bactericidas, rodenticidas, antiparasitarios, acaricidas, entre otros.

La principal característica de los agroquímicos es que son compuestos orgánicos de síntesis química, tóxicos para uno o muchos organismos vivos. La mayor parte de estos compuestos no están en la naturaleza y por lo tanto son muy lentamente destruidos por los microorganismos del suelo. La destrucción natural de estos compuestos muchas veces se realiza por etapas y en algunos casos existen compuestos intermedios, que pueden ser más tóxicos que el agroquímico original (Natham, 2004).

¿Qué son los fertilizantes?

Los fertilizantes son compuestos inorgánicos, que se obtienen de productos naturales, por ejemplo la roca fosfórica o las sales potásicas. Estos productos son sometidos a distinto nivel de industrialización o son purificados por cristalización. A partir de ellos se obtienen industrialmente los otros fertilizantes. El único producto de síntesis es el amoníaco, pero se trata de un proceso industrial que repite un proceso natural. A partir del amoníaco se obtienen la urea y muchos nitratos (Imas, 2004).

¿Los fertilizantes contaminan?

La utilización en exceso de fertilizantes, por encima de los requerimientos de las plantas o cuando ellas no los pueden absorber, puede tener efectos ambientales negativos. Los más destacados son los fertilizantes nitrogenados. El efecto ambiental más grave es lo conocido como lixiviación de los nitratos, que puede conducir a la contaminación de aguas subterráneas. En esta situación, las aguas se enriquecen en nitratos, que cuando se utilizan para la bebida y sobrepasan ciertas concentraciones, pueden ser dañinas para la salud humana (Natham, 2004).

¿Cómo evitar o minimizar el riesgo de contaminación?

El riesgo de contaminación por efecto de fertilización y en especial de nitratos se controla evitando la fertilización en exceso, particularmente en momentos que las plantas no absorben grandes cantidades de nutrientes. Una forma práctica de lograr esto es reduciendo las dosis del fertilizante y aumentando la frecuencia de fertilización. En el caso de uso de estiércol, hay que evitar la aplicación de grandes dosis en primavera. Esto es debido a la posibilidad de mineralización descontrolada de nitratos (Natham, 2004).

6. Técnicas y condiciones para el fertirriego

El comportamiento de los cultivos con riego localizado es distinto al de un cultivo con riego superficial, principalmente en el desarrollo de las raíces. Estas diferencias se deben considerar en el momento de decidir la fertilización a través del riego o fertirriego, así (Libro Azul, 2001) los sistemas de riego localizado permiten que la planta reciba agua y nutrientes en forma continua y en las cantidades que la planta necesita en sus distintas etapas de desarrollo (Cadahia, 1998).

Para que la fertilización a través del riego sea eficiente es importante conocer cómo se desarrollan las plantas, cuáles son sus necesidades de alimento, en qué forma lo absorben y qué funciones cumplen los distintos elementos nutricionales, de modo de sacar el mejor provecho de los fertilizantes (Dorembos y Pruitt, 1997).

Las especies vegetales (Libro Azul, 2001) difieren en su potencial de generar raíces y también en la duración de su ciclo activo de absorción, por lo cual la capacidad de utilización de los nutrientes y del agua es muy distinta, como se aprecia en el Cuadro 7.

Fenología de las plantas: la fertilización de los cultivos se basa en el conocimiento del ciclo de vida de una planta. Esta información es clave para planificar en forma precisa la fertilización al suelo, foliar y, especialmente, en fertirriego. En la fenología de las plantas se distinguen dos etapas o fases: la vegetativa y la reproductiva (Libro Azul, 2001).

La *fase vegetativa* comprende cinco etapas:

1. **Latencia:** las plantas o las semillas están en receso metabólico (están dormidas), no existe consumo ni transporte interno de agua ni de nutrientes, sólo se produce un cierto grado de deshidratación de los tejidos. Los nutrientes y carbohidratos están guardados en órganos de reserva. La latencia se rompe luego de que la planta o la semilla han estado expuestas a una cantidad de horas frío y pasan a la segunda etapa, de activación.

2. **Activación:** en semillas se ha producido un ambiente de humedad y temperatura suficientes para germinar, iniciándose una transformación interna de los almidones y azúcares, la semilla comienza a hincharse y se activan los meristemas de brotación. En un principio la plántula se alimenta de las reservas contenidas en las semillas. En el caso de frutales se inicia la movilización de nutrientes de reserva, desde las raíces y madera hacia los puntos de brotación, to-

avía no hay emisión de raíces nuevas y se inicia la etapa de yema hinchada. En la etapa de activación el fosfato interno de reserva juega un rol clave en el éxito del proceso.

3. **Germinación y brotación:** en esta etapa comienza una intensa actividad celular. En especies anuales se inicia la emisión de raíces y la absorción de agua y nutrientes desde el suelo. En especies perennes aparecen las primeras hojas y flores. En las de hoja caduca todavía no hay una formación de raicillas y la planta se alimenta de sus propias reservas. En las de hojas persistentes la brotación corresponde a la iniciación de un nuevo flujo savial, en que la planta comienza lentamente a acelerar su velocidad de absorción de agua y nutrientes desde el medio externo. El consumo de nutrientes, ya sea del suelo o de fertilizantes es bajo. En esta etapa el nutriente más importante es el fosfato que aporta la energía para activar los centros de crecimiento (meristemas); la fertilización balanceada con macro y micronutrientes ayuda a la planta a formar más rápidamente sus hojas y raíces, de modo que se inicie la fotosíntesis y la absorción de nutrientes desde el suelo, antes de que las reservas internas de la planta se agoten.

4. **Desarrollo:** comienza casi simultáneamente con la brotación. Se produce una gran división celular y especialización de ellas, que dará origen a las hojas, tallos, raíces, flores y frutos. Externamente esta actividad es imperceptible, y el consumo de agua y nutrientes todavía es bajo, lo mismo que la producción de materia seca. En cereales, por ejemplo, corresponde a la macolla, en que el volumen de hojas aumenta poco, pero las células se han multiplicado en gran cantidad. Un problema de estrés por falta de agua, nutrientes u otras causas en esta etapa se verá reflejado en una menor producción. En frutales se inicia la aparición de raicillas 25 a 30 días después de la brotación.

5. **Crecimiento:** luego que las células se han multiplicado y especializado, comienzan a aumentar de

CUADRO 7. Potencial de desarrollo de raíces de los cultivos y su dependencia de agua y fertilizantes

Cultivos tipo	Volumen radicular para absorber*	Ciclo activo (meses)	Dependencia del riego y fertilización en un suelo de fertilidad media y producciones:**	
			Medias	Altas
Forestales, frutales y vides	5	6-12	1	3
Cereales, alfalfa, gramíneas forrajeras	4	6-12	2	3
Cereales, alfalfa, gramíneas forrajeras	3	2-6	3	4
Cultivos en fertirriego	2-3	2-12	4	4
Cultivos hidropónicos	1-2	2-10	5	5

*5 volumen de raíces muy abundante; 4 abundante; 3 medio a bajo; 2 escaso; 1 muy escaso.

**1 dependencia de agua y fertilización, media; 2 media-alta; 3: alta; 4 muy alta; 5 total (100%)

tamaño hasta que hojas, tallos y raíces se hacen visibles. Aumenta en forma notable la fotosíntesis y la extracción de agua y nutrientes, especialmente de nitrógeno y calcio; la planta ya casi no utiliza sus reservas. Es una etapa en que se produce el máximo crecimiento de las raíces.

La *fase reproductiva* en la vida de las plantas se inicia con la floración y se extiende hasta la poscosecha en especies perennes. La etapa de llenado de fruto es la más relevante de esta fase:

6. Floración: en la planta se produce un gran cambio hormonal y los nutrientes y azúcares los envía mayoritariamente a la flor. En los cultivos como la papa, los nutrientes son dirigidos a los tubérculos. En la floración la raíz está en su máximo potencial de absorción de agua y nutrientes. También es máxima la dependencia del agua y de la nutrición externa; la demanda de nutrientes es muy alta, en especial de potasio, el cual cumple un rol importante en el transporte de azúcares o carbohidratos, los que conformarán finalmente el 90% de los frutos cosechados, o de los tubérculos u otros órganos cosechados.

7. Cuaja: corresponde a la caída de pétalos, es una etapa muy breve, y más bien marca el inicio de la etapa más crítica de la producción agrícola, el llenado de fruto.

8. Llenado de fruto: en esta etapa se acelera el crecimiento de los frutos desde el tamaño de la cabeza de un alfiler hasta el fruto formado. Es cuando se produce el proceso más masivo de movilización interna de nutrientes y azúcares y de absorción de agua y nutrientes, es decir la demanda es máxima, en especial la de potasio. En la primera fase de formación del fruto el más requerido es el calcio. Es una fase crítica porque cualquier estrés –por falta o exceso de agua, nutrientes, ataque de plagas, entre otros– afecta más que en todas las otras etapas la producción de un cultivo. Respecto a la nutrición no se debe agregar iones que afecten la absorción de nitrógeno y potasio: por ejemplo, los iones cloruro interfieren con los nitratos, es aconsejable usar materias primas de baja salinidad. El 60 a 90% del nitrógeno que se aplique debe ser nítrico, evitándose los excesos de nitrógeno amoniacal o amídico que genera amonio, como la urea. En fertirriego la urea no es recomendable, dado que como es una molécula soluble, no iónica, tiende a irse hacia el borde del bulbo de mojado, lejos del sistema central de raíces, donde sufre pérdidas por volatilización, especialmente en suelos de pH alcalinos.

9. Pinta: el fruto ha llegado a su calibre máximo y empieza a cambiar de color. Decece la acumulación de azúcares y se inicia una transformación de los carbohidratos y algunos cambios fisiológicos de

los tejidos. En frutales y hortalizas de fruta se debe disminuir al máximo el aporte de nitrógeno para evitar la inducción de brotes nuevos y desórdenes en el flujo de carbohidratos que van hacia la fruta. La tasa de absorción sigue siendo alta, pero menor que en el llenado de fruto. En la pinta, la planta completa trabaja para el fruto y el potasio sigue jugando un papel estratégico en lograr el calibre, la dureza y los grados brix adecuados para una buena cosecha.

10. Cosecha: es una etapa en que normalmente no se aplican nutrientes. Es un momento en que ya ha comenzado el envejecimiento de los tejidos y el producto está listo para la cosecha. En cultivos anuales termina el proceso y se espera que el fruto o la semilla completen los estándares de calidad requeridos. En frutales el término de la cosecha da inicio a la poscosecha.

11. Poscosecha: después de la cosecha, la absorción de agua y nutrientes continúa en forma normal. Los nutrientes elaborados en las hojas vuelven a fluir hacia las raíces (las cuales tienen un segundo período de crecimiento rápido) y a la madera, donde se almacenan los nutrientes, para mantenerlos como reservas y utilizarlos en la primavera, cuando la planta reanuda su actividad. Este proceso de almacenamiento es especialmente importante en zonas frías y lluviosas, puesto que la sobresaturación de los suelos a principios de la primavera no permite que las raíces obtengan nutrientes del suelo, y las plantas deben recurrir a las reservas de la madera y de las raíces. Se ha demostrado que los huertos que no se riegan ni se fertilizan en poscosecha producen menos en la temporada siguiente. Debe haber un buen aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, pero también debiera aplicarse boro, zinc, magnesio, calcio, azufre, u otro que indique los diagnósticos nutricionales, antes de que la planta entre en la latencia invernal, en las especies perennes de hoja caduca.

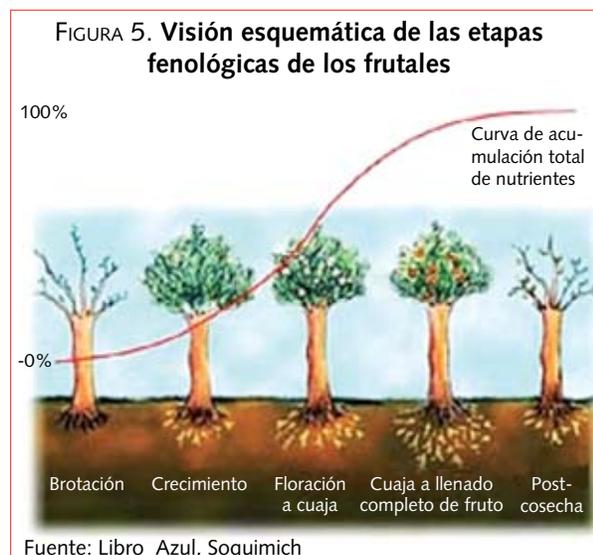
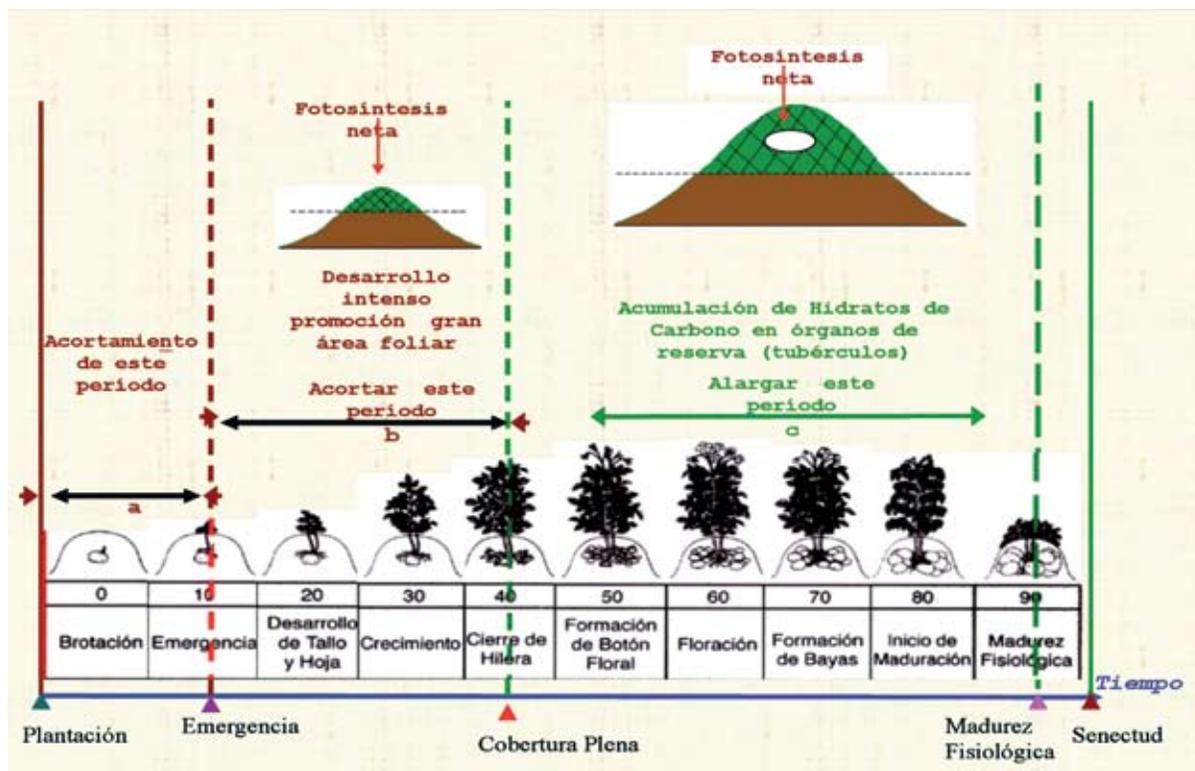


FIGURA 6. Esquema de las fases fenológicas de la papa



Fuente: Andres Contreras Méndez. 2008. "Cultivo de la Papa". Universidad Austral de Chile

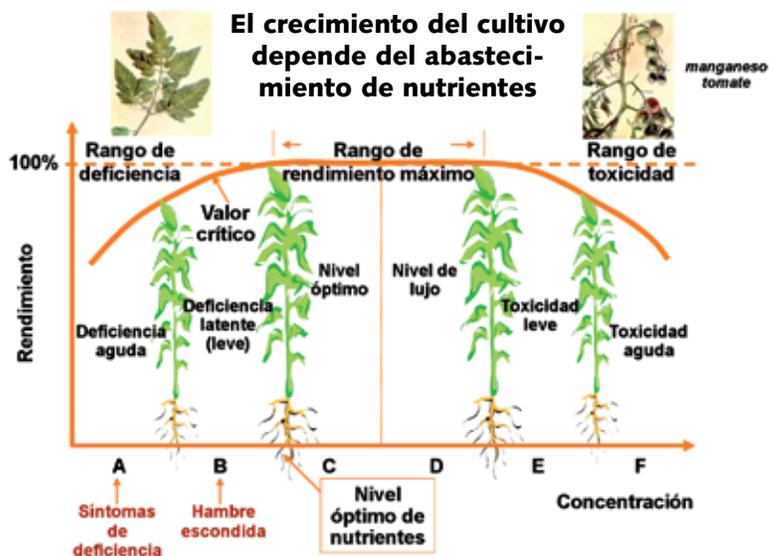
7. Nutrición de cultivos

Para cumplir con sus necesidades metabólicas y construir sus tejidos, las plantas requieren de 17 elementos (átomos) con el níquel recientemente incorporado. Cada uno tiene una función única y específica (Imas, 2004; Hernández, 2006).

Se les denomina nutrientes esenciales porque si uno de ellos les falta, las plantas no pueden cumplir su ciclo vital.

Los más abundantes en la planta son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno, que son suministrados a través del aire y el agua. Luego están los elementos su-

FIGURA 7. Evolución de la nutrición del cultivo



Fuente: Patricia Imas, Curso Internacional Fertirriego 2004.

CUADRO 8. Nutrientes esenciales y contenido aproximado en los tejidos de las plantas cultivadas

Elemento esencial	Símbolo químico	Nivel promedio en la planta (% o ppm)	Clasificación
Carbono	C	89-90%	Aportados por el aire y agua
Hidrógeno	H		
Oxígeno	O		
Nitrógeno	N	2-3%	Macronutrientes primarios
Fósforo	P	0,5%	
Potasio	K	3-5%	
Calcio	Ca	0,6%	
Magnesio	Mg	0,3%	Macronutriente secundarios
Azufre	S	0,4%	
Hierro	Fe	50-250 ppm	Micronutrientes metálicos
Manganeso	Mn	20-500 ppm	
Zinc	Zn	25-50 ppm	
Cobre	Cu	5-20 ppm	
Níquel	Ni	0,1-1,0 ppm	
Molibdeno	Mo	0,2-1,0 ppm	
Boro	B	20-30 ppm	Micronutrientes no metálicos
Cloro	Cl	0,01-0,5%	
Sodio	Na	0,01-10%	Elementos benéficos
Silicio	Si	0,2-2,0%	

Fuente: Libro Azul. 2001.

ministrados por el suelo: los que la planta usa en mayor cantidad, y los que utiliza en menor cantidad, los micronutrientes. También están los elementos que, sin ser esenciales, son benéficos en algunos cultivos, como el sodio en remolacha, hortalizas y forrajeras, y el silicio en arroz.

La Ley del Mínimo

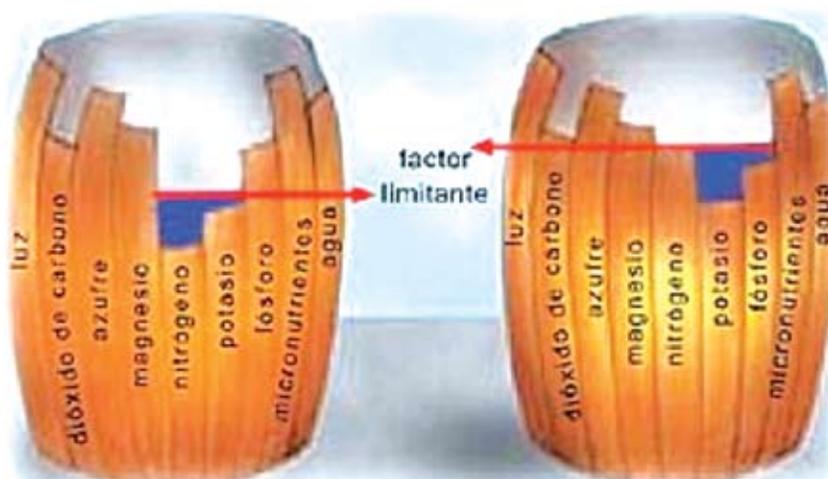
Ley del Mínimo de Liebig o "ley del barrilito": es un concepto básico para entender por qué la nutrición de las plantas debe ser completa y balanceada. Se ha dicho que las plantas requieren de todos los elementos esenciales para mantener sus tejidos y funciones

metabólicas, en las proporciones en que estos están en sus tejidos. Cualquiera de ellos que falte o está bajo, el mínimo pasa a ser el elemento limitante para una mayor productividad (Cadahia, 1998).

Esto se ha representado esquemáticamente con un barril, cuyas duelas indican los niveles de nutrientes, y su capacidad de llenado (rendimiento) está asociado al nivel que alcanzan las duelas (Libro Azul, 2001; Imas, 2004).

El nutriente que está en menor cantidad limita el rendimiento (en este caso, el K).

FIGURA 8. Ley del Mínimo o Ley del Barrilito



Fuente:
Libro Azul,
Soquimich.

¿Qué absorben las plantas?

Las plantas absorben iones, no fertilizantes. Los fertilizantes son moléculas que se disocian con el agua y dan origen a iones con cargas negativas (aniones) o positivas (cationes).



Por ejemplo el nitrato de potasio (KNO_3) es una molécula que se disocia en los iones NO_3^- más K^+ . Así la planta trabaja como una verdadera batería de auto y al absorber los iones con distintas cargas intenta mantener el pH (indica si una sustancia es ácida o básica) de la savia, la cual es ácida, es decir bordea un pH 5,5 a 5,7. La planta absorbe a diario una verdadera "sopa nutricional" formada por el agua y los iones con cargas positiva y negativa.

CUADRO 9. Forma en que las plantas absorben los nutrientes

Elementos	Cationes (carga positiva)	Elementos	Aniones (carga negativa)
Potasio	K^+	Nitrógeno nítrico	NO_3^-
Calcio	Ca^{2+}	Fósforo en suelos alcalinos	HPO_4^{2-}
Sodio	Na^+	Fósforo en suelos ácidos	H_2PO_4^-
Magnesio	Mg^{2+}	Azufre	SO_4^{2-}
Cobre	Cu^+	Cloro	Cl^-
Fierro en suelos oxigenados	Fe^{2+}	Molibdeno	MoO_4^{2-}
Fierro en suelos mal oxigenados	Fe^{3+}	Boro	HBO_3^{2-} H_2BO_3 BO_3^{3-}
Manganeso	Mn^{2+}	Silicio	H_4SiO_4
Níquel	Ni^{2+}		
Zinc	Zn^{2+}		
Nitrógeno amoniacal	NH_4^+		

Adaptado de: Libro Azul, 2001; Imas, 2004.

Entre iones se genera sinergismo (ayuda mutua) y antagonismos (inhibición mutua) que influyen en la absorción por las plantas. Entre lo sinergismos los más destacables son entre el nitrato (NO_3^-) y el potasio (K^+) y entre el nitrato y el amonio (NH_4^+). Los primeros forman el nitrato de potasio, fertilizante fundamental en estrategias de nutrición y los segundos el nitrato de amonio.

En cuanto a los antagonismos, los precipitados que forma el catión calcio (Ca^{2+}) con los aniones de azufre (sulfato, SO_4^{2-}), fósforo (ortofosfato monohidrógeno, HPO_4^{2-}) y boro (borato, BO_3^{2-}), ya sea en el suelo o en el agua son los más frecuentes. La deficiencia de zinc (Zn^{2+}) en presencia de un exceso de fósforo (HPO_4^{2-}) también es destacable.

En la competencia entre cationes, por lo general los cationes de amonio y potasio son más hábiles que los de calcio y magnesio (Mg^{2+}). Sin embargo, el antagonismo más importante es el que ejerce el catión amonio sobre los cationes de calcio, magnesio y potasio. Por este motivo, el uso masivo y desbalanceado de fertilizantes amoniacales o urea, que generan amonio, puede ser pernicioso para los cultivos.

En los antagonismos entre aniones, el ión cloruro (Cl), abundante en fertilizantes en forma de cloruro de potasio, afecta la absorción de iones tan relevantes para la nutrición, como el nitrato, el fosfato y el sulfato. Aunque el cloro es esencial para las plantas, las cantidades requeridas son mucho menor y un exceso puede desequilibrar la nutrición. En este sentido, cuando se va a elegir un fertilizante es necesario reconocer el rol que juega el ión acompañante del nutriente que se desea aplicar y la cantidad en que está presente. Por ejemplo, las principales materias primas que aportan potasio son nitrato de potasio (KNO_3), sulfato de potasio (K_2SO_4) y cloruro de potasio (KCl), todos de alta concentración. El nitrato de potasio es reconocido por su alta calidad nutricional porque, además del potasio, contiene un 62% del ión nitrato (NO_3^-), principal forma en que las plantas absorben el nitrógeno. El sulfato de potasio también tiene un macronutriente, el azufre, pero es secundario. Es decir, la planta lo requiere en menor cantidad. Por último, el cloruro de potasio tiene cloro, cuyo exceso provoca los problemas antes mencionados.

Basado en los antagonismos, siempre es aconsejable seleccionar el fertilizante correcto, asegurándose que no contenga cloro, amonio o urea, según sea la situación, para evitar pérdidas de nutrientes. Esta recomendación es especialmente importante cuando se va a usar productos mezclados, por ejemplo mezclas granuladas de NPK.

CUADRO 10. Sinergismo y antagonismo entre iones

Sinergismo	Catión	Anión
Cationes y aniones que se ayudan mutuamente para entrar a las plantas.	K ⁺	NO ₃ ⁻
	Mg ²⁺	NO ₃ ⁻
	NH ₄ ⁺	NO ₃ ⁻
	Ca ²⁺	NO ₃ ⁻
Antagonismo	Catión	Anión
Cationes y aniones que producen precipitados insolubles por una alta afinidad de cargas.	Ca ²⁺	HPO ₄ ²⁻
	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻
	Mg ²⁺	SO ₄ ²⁻
	Zn ²⁺	HPO ₄ ²⁻
	Ca ²⁺	BO ₃ ²⁻
Antagonismo	Catión	Catión
Cationes que compiten entre sí para entrar a la planta.	K ⁺	Ca ²⁺
	Na ⁺	Mg ²⁺
	NH ₄ ⁺	K ⁺
	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺
	NH ₄ ⁺	Mg ²⁺
	K ⁺	Mg ²⁺
	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Antagonismo	Anión	Anión
Aniones que compiten entre sí para entrar a la planta.	Cl ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻
	Cl ⁻	NO ₃ ⁻
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻
	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻

Adaptado: Cadahia, 1998; Libro Azul, 2001; Imas, 2004.

8. Funciones de los nutrientes en plantas

Cadahia, 1968; Pizarro, 1997; Imas, 2004; Natham, 2004; Vidal, 2006).

Nitrógeno

Funciones: es el mineral más importante en la nutrición de las plantas. Es fundamental en el crecimiento y producción. Forma parte de todas las proteínas, de la clorofila que da el color verde a las plantas y de muchas enzimas.

Síntomas de deficiencias: se detiene la producción de clorofila, que deriva en un amarillamiento general (clorosis). Los síntomas se inician en las hojas más viejas y luego en tallos y frutos.

Excesos y toxicidad: una alta disponibilidad de nitrógeno, en especial si un cultivo es bien regado, estimula un crecimiento vegetativo muy vigoroso y disminuye la producción. Cuando se aplican dosis de fertilizantes nitrogenados muy altas se produce toxicidad rápidamente: las hojas aparecen quemadas en el borde y entre las nervaduras, y antes de secarse el tejido se pone flácido como si estuviera cocido.

Fósforo

Funciones: participa en la acumulación y transferencia de energía; estimula la brotación de los meriste-

mas (centros de crecimiento) de toda la planta, en especial de raíces; promueve la formación de semillas y aporta energía durante la fotosíntesis y transporte de carbohidratos.

Síntomas de deficiencia: las hojas toman un color verde oscuro a gris, en algunos casos rojizas y los tallos son más cortos. Las venas se tornan rojizas y púrpuras. En general, el crecimiento es menor y producen menos raíces, yemas, hojas, flores y frutos.

Potasio

Funciones: es el nutriente más importante en la nutrición, tanto en cantidad como en calidad de la producción. Tiene tres funciones claves en las plantas:

a) En la activación de más de 60 complejos enzimáticos; b) en la regulación de la apertura y cierre de los estomas, por lo que contribuye a la economía de agua y c) en el transporte de carbohidratos desde las hojas a los frutos y en la síntesis de proteínas.

Síntomas de deficiencia: la planta luce marchita. Las hojas más viejas se ponen amarillas en los bordes y pueden ondularse hacia arriba. Disminuye la producción de flores y frutos. Los frutos pierden consistencia, tienen menor calibre y menor resistencia mecánica.

Azufre

Función: participa en la síntesis de aminoácidos azufrados. Es muy importante en crucíferas (repollo, coliflores, etc.) y leguminosas (alfalfa, porotos, lentejas, etc.). Es vital en la formación de los haces vasculares (vasos conductores de la savia): xilema y floema.

Síntomas de deficiencia: la planta queda chica y amarilla (clorosis), porque tiende a acumular nitrógeno no proteico en forma de nitrito (NH₂) y nitrato (NO₃⁻). La clorosis es similar a la falta de nitrógeno.

Calcio

Función: nutriente esencial en la cementación (unión) de las células a través de los pectatos de calcio. Ayuda a la estructura y a la permeabilidad de las membranas celulares y a la división y elongación celular. Es de baja movilidad en el xilema (conductor de savia cruda, es decir de agua y nutrientes) y aún menor en el floema (conductor de savia elaborada). En el suelo es de baja movilidad y de baja absorción por los cultivos.

Síntomas de deficiencia: muerte de ápices de raíz y hojas, especialmente de hojas nuevas, las que se caen. Los tallos se debilitan, las frutas sufren desórdenes, como *bitter pit* (manzano) y *blossom end rot* (tomate).

Magnesio

Función: la más importante es que forma parte de la molécula de clorofila, por lo que participa activamente en la fotosíntesis. También interviene en la síntesis de xantofilas y caroteno. Interviene además en la síntesis de varias enzimas, en especial en las que activan el metabolismo de carbohidratos y proteínas. Contribuye además a mantener la turgencia de las células.

Síntomas de deficiencia: en las hojas viejas se inicia un amarillamiento entre las venas. En etapas avanzadas las venas también se ponen amarillas. Las hojas se tornan café y mueren. El exceso de calcio, amonio y potasio puede causar deficiencias de magnesio. También la presencia de carbonatos en suelos y agua.

Zinc

Función: activador enzimático que participa en la síntesis de triptofano, aminoácido precursor del ácido indol-acético, hormona del grupo de las auxinas, vital en el crecimiento de brotes, hojas y frutos.

Síntomas de deficiencia: acortamiento de entrenudos. Hojas arrosietadas y chicas. Áreas de las hojas muy claras, casi blancas, entre las venas, en especial en hojas viejas, las cuales se caen. Los frutos quedan chicos y también caen.

Fierro

Función: sus funciones principales tienen que ver con el rol que juega en la síntesis de clorofila en la respiración y en el metabolismo del nitrógeno. Es inmóvil en la planta, especialmente en las hojas.

Síntomas de deficiencia: debido a su inmovilidad, su deficiencia genera clorosis que se inicia en las hojas nuevas. En general mientras más alto sea el pH del suelo o del agua, la probabilidad de deficiencia es mayor, especialmente sobre pH 7,5.

Cobre

Función: es un activador y cofactor enzimático. Posee una gran afinidad para activar algunas enzimas que intervienen en la elaboración de lignina.

Síntomas de deficiencia: daño en el ápice de las hojas nuevas, que crecen achaparradas. Las deficiencias son mayores en suelos de pH altos. Cuando la deficiencia es grave, síntomas similares a la falta de potasio.

Manganeso

Función: esencialmente es un activador de enzimas que intervienen en la fotosíntesis, la respiración y el

metabolismo del nitrógeno. También ejerce una función reguladora sobre la permeabilidad de las membranas celulares.

Síntomas de deficiencia: es un elemento poco móvil en la planta, por lo que los primeros síntomas de deficiencia se presentan en las hojas nuevas. Se produce una clorosis intervenal. En suelos ácidos aumenta su solubilidad, y puede provocar toxicidad, especialmente en leguminosas.

Cloro

Función: es un agente osmótico que ayuda a mantener el turgor celular de la planta. Participa en la evolución del nitrógeno en la fotosíntesis.

Síntomas de deficiencia: clorosis en hojas nuevas. Las plantas se marchitan y toman un color plateado. Su déficit es poco frecuente, ya que las plantas lo requieren en muy poca cantidad y es muy soluble.

Toxicidad: niveles elevados de cloruros pueden causar toxicidad, la que se manifiesta en los bordes de las hojas como una quemadura. En algunas especies comienza en el ápice de las hojas y avanza hacia abajo, generalmente por el borde. Estos síntomas pueden ser confundidos con los de deficiencia de potasio, toxicidad de boro y toxicidad por fertilizantes nitrogenados aplicados en exceso.

Boro

Función: agiliza la germinación del polen y el posterior desarrollo del tubo polínico, por lo que es determinante en la producción. Interviene en la absorción y metabolismo de los cationes, especialmente del calcio, en la formación de las pectinas de las paredes celulares, en la síntesis de ácidos nucleicos y en el transporte de carbohidratos en el floema. También participa en los procesos de división y elongación celular en los puntos de alta actividad metabólica (ápices de brotes y de raíces).

Síntomas de deficiencia: por su baja movilidad, los síntomas aparecen primero en las hojas nuevas, las cuales quedan pequeñas y deformes, descoloridas y bronceadas. Los brotes nuevos crecen achaparrados y los entrenudos se alargan. Los riegos insuficientes, el exceso de calcio en el suelo o en la fertilización pueden gatillar la deficiencia de boro en los cultivos (tomate, manzano, remolacha).

Toxicidad: los síntomas de toxicidad de boro son similares a los que provoca el exceso de cloruros, la deficiencia de potasio e incluso del mismo boro. Los signos más característicos son una clorosis intervenal y una necrosis en todo el borde de las hojas. En

vid y kiwi se presenta este último síntoma y a veces aparece en la lámina como puntos oscuros. Las hojas en crecimiento dejan de crecer por los bordes y se doblan hacia arriba o hacia abajo.

Molibdeno

Función: componente de la enzima nitrato reductasa, interviene en el proceso de absorción de hierro.

Síntomas de deficiencia: mala nodulación en leguminosas. El follaje se vuelve azulino plateado.

Níquel

Función: es el nutriente esencial de más reciente descripción (1987). Componente de la ureasa y de la nodulación de las leguminosas. Tiene un efecto positivo en la germinación de semillas.

Síntomas de deficiencia: las leguminosas acumulan niveles tóxicos de urea en hojas apicales y se produce clorosis en hojas nuevas.

Sodio

Función: nutriente esencial en plantas halófitas que deben acumular sales en los tejidos para mantener su turgencia. Es beneficioso en muchos cultivos.

Síntomas de deficiencia: la remolacha es una gran consumidora de sodio, sobre 90 unidades en 70 toneladas. En praderas mejora la palatabilidad y calidad del forraje.

Silicio

Función: componente enzimático de la pared celular. Está asociado a la sanidad de la planta. Evita la toxicidad de microelementos como hierro, aluminio y manganeso. Ayuda a tolerar la sequía y participa en la conversión de carbohidratos.

Síntomas de deficiencia: las hojas se fraccionan y quedan necróticas en parte alta del follaje.

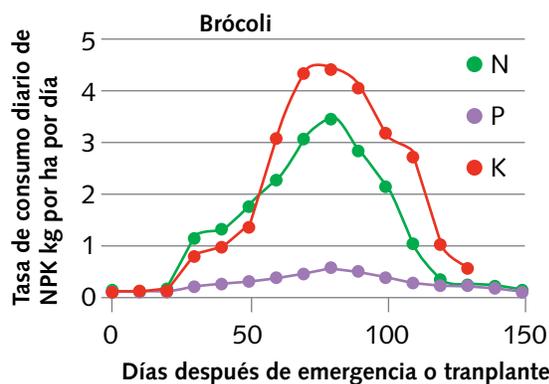
9. Programación del fertirriego

Todo programa de fertigación debe contemplar claridad en los siguientes conceptos.

Dosis de nutrientes, de acuerdo a lo indicado por Imas, 2004.

- Cuando el cultivo es sembrado o transplantado, comenzar con pequeñas cantidades de fertilizantes.

FIGURA 9. Aplicación de agua y nutrientes de acuerdo al ritmo de extracción de la planta



Fuente: Patricia Imas, Curso Internacional Fertirriego 2004

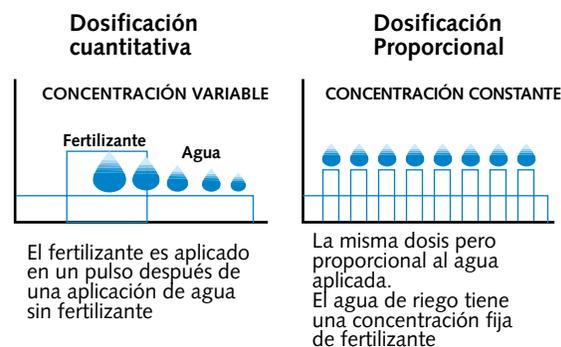
- Incrementar la dosis a medida que la tasa de crecimiento del cultivo aumenta.
- A medida que el cultivo madura y el crecimiento disminuye, reducir las dosis.
- Para la mayoría de los cultivos, es suficiente programar no más de 4 o 5 dosificaciones diferentes durante el ciclo del cultivo.

Relación entre nutrientes según Natham, 2004.

- En las primeras etapas del cultivo, aplicar P y K para un buen enraizamiento y establecimiento de plántulas.
- Durante la etapa vegetativa, aplicar buenas dosis de N para un buen crecimiento y desarrollo.
- Durante la etapa reproductiva, incrementar el K para un buen desarrollo de frutos y buena calidad.
- Reducir las dosis de N para evitar exceso de crecimiento vegetativo, frutos no firmes y problemas de plagas y enfermedades.

Los criterios de aplicación de fertilizantes solubles tienen relación con la capacidad técnica, optimización de recursos y operatividad del sistema.

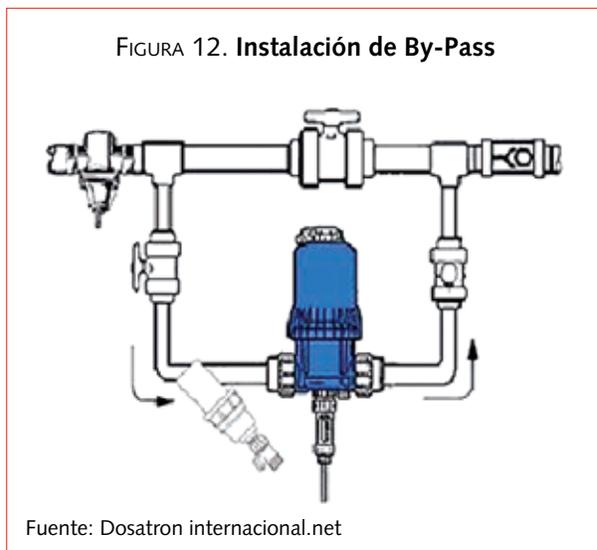
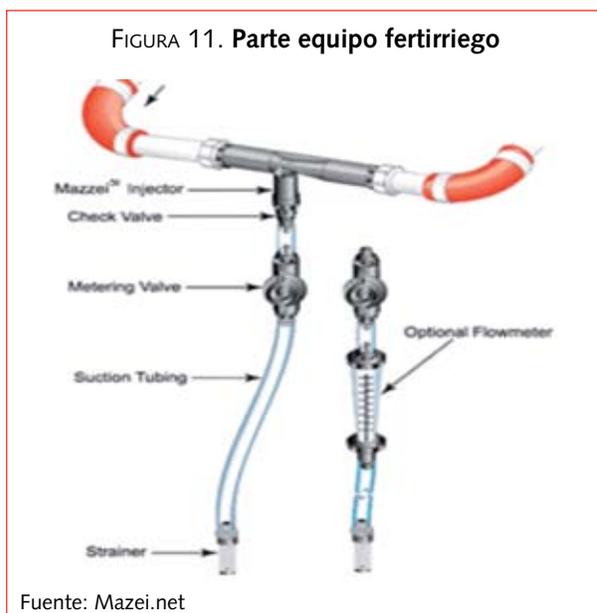
FIGURA 10. Forma de dosificación de fertilizantes



Fuente: Roberto Natham, Curso Internacional Fertirriego 2004

Equipos para el fertirriego

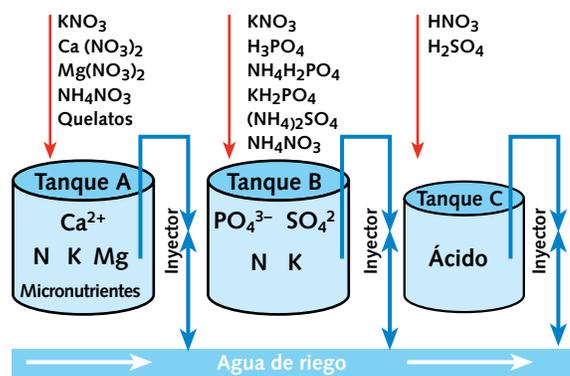
La aplicación de nutrientes en solución se realiza con equipos especializados que idealmente permiten una aplicación proporcional de acuerdo a programa de requerimientos nutricionales en función de objetivo de producción y cultivo.



Conceptos en fertirriego

Solución madre: Es la solución que se prepara en un estanque con fertilizante y el agua para cubrir la necesidad de nutrientes previamente determinada. De esta solución madre se inyecta en la línea con agua en distintas proporciones, por ejemplo 1:25, que significa 1 litro de solución madre por cada 25 litros de agua (Natham, 2004).

FIGURA 13. Soluciones nutritivas en invernaderos



Solución de Inyección: Es la solución que se inyecta y circula en la red de riego y está formada por la solución madre más agua.

Relación de inyección: Es la cantidad de litros de una solución madre inyectada en una cantidad de litros de agua. Por ejemplo, 1:100, es un litro de Solución madre por cada 100 litros de agua, esta relación se regula con inyectores mecánicos que tienen los equipos de riego (Libro Azul, 2001).

Conductividad Eléctrica (CE) de la solución de Inyección: La solución de inyección contiene fertilizantes, por lo tanto produce un aumento de la salinidad, la cual se mide por la conductividad eléctrica (CE), la que está en directa proporción a la relación de inyección. A mayor relación de inyección (1:200), la CE es más baja, porque las sales están diluidas. A mayor cantidad de fertilizantes aplicados, mayor es la CE, por un aumento de la concentración de sales (Cadahia, 1998).

Información existente para cada fertilizante, en este caso se toma como ejemplo un producto, existiendo también otros productos en el mercado.

CUADRO 11. Características de concentración de nitrógeno, conductividad eléctrica, solubilidad y relación de inyección de Ultrasol Inicial.

ppm N	50	100	150	200	250
CE (mmhos/cm)	0,35	0,71	1,06	1,41	1,77
Relación de Inyección	gr/l	gr/l	gr/l	gr/l	gr/l
1:25	8,3	16,6	25,0	33,3	41,6
1:50	16,6	33,6	50,0	66,7	83,3
1:100	33,3	66,6	100,0	133,3	166,6
1:200	66,6	133,2	200,2	266,6	333,3

Los valores consideran una temperatura de 20 grados celsius y consideran una CE = 1 gr/l a 20 grados celsius.

Los puntos sobre los que se debe poner atención en las tablas de información técnica de cada producto comercial.

CUADRO 12. Ejemplo de uso según las características de concentración de nitrógeno, conductividad eléctrica, solubilidad y relación de inyección de Ultrasol Inicial

ppm N	50	100	150	200	250
CE (mmhos/cm)	0,35	0,71	1,06	1,41	1,77
Relación de Inyección	gr/l	gr/l	gr/l	gr/l	gr/l
1:25	8,3	16,6	25,0	33,3	41,6
1:50	16,6	33,6	50,0	66,7	83,3
1:100	33,3	66,6	100,0	133,3	166,6
1:200	66,6	133,2	200,2	266,6	333,3

200 partes por millón, concentración de N en la solución de inyección.

1,41 Incremento en la CE de 1,41 mmhos/cm en el agua de riego

1:100 1 litro de solución madre por cada 100 litros de agua.

133,3 gramos de Ultrasol Inicial por cada de solución madre.

Ejemplo:

Un frutal ha comenzado la brotación y es necesario aplicar 1 Kg de P_2O_5 por hectárea por aplicación durante 15 aplicaciones, para estimar la emisión de brotes apicales y radicales. La tolerancia del cultivo es de 3,0 mmhos/cm.

La Conductividad Eléctrica (CE) del agua es 0,5 mmhos/cm y no se debe sobrepasar para el cultivo un valor de CE = 1,2 mmhos/cm en la solución de inyección, porque ya existe en el suelo una conductividad eléctrica de 1,8 mmhos/cm, la que sumada a la anterior nos da 3,0 mmhos/cm.

Solución al problema planteado:

Producto Recomendado: Ultrasol INICIAL 15 – 30 – 15 + 1 MgO + 1,4S.

Que contiene lo siguiente:

- 15 : 15 % de nitrógeno.
- 30 : 30 % de fósforo.
- 15 : 15 % de potasio.
- 1 : 1 % de óxido de magnesio.
- 1,4 : 1,4 % de azufre.

1. Se prepara una solución madre con 33,3 gr de Ultrasol inicial por litro de agua. El equivalente a 3,33 kg/en 100 litros de agua.

2. Cada litro de solución madre se inyecta mezclada en 50 litros de agua. Esto implica que el aporte es de 0,5 Kg de N/ha, 1 Kg de P_2O_3 y de 0,5 Kg de K_2O por hectárea.

3. Esto implica un aumento de 0,7 mmhos/cm de CE.

4. CE agua = 0,5 mmhos/cm
CE suelo = 1,80 mmhos/cm
CE Solución = 0,70 mmhos/cm

La suma de CE es de $0,50 + 1,80 + 0,70 = 3,00$ mmhos/cm. La suma total no debe pasar de 3,0 mmhos/cm, valor indicado para no producir toxicidad en el cultivo.

10. Deficiencias de nutrientes

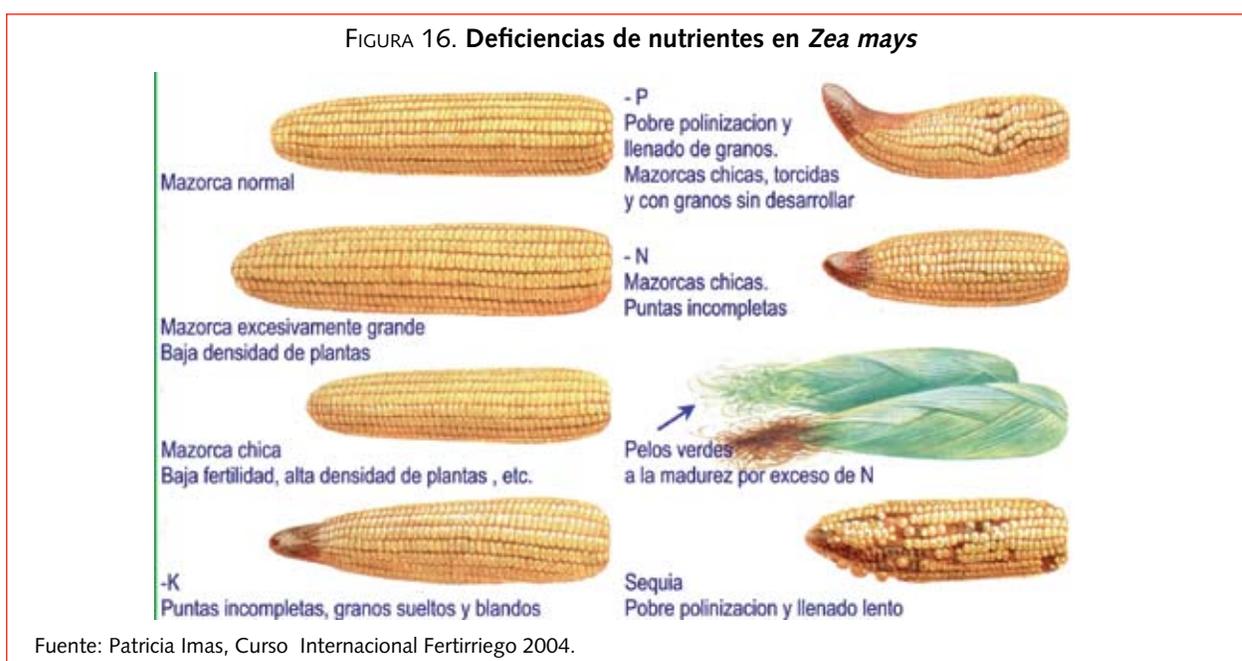
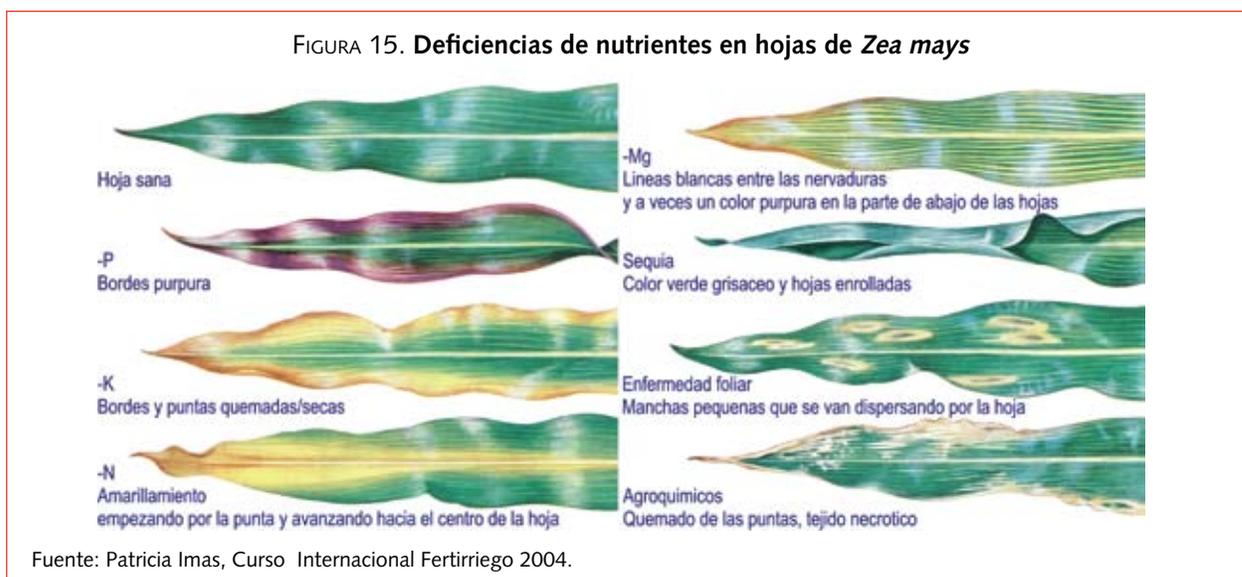
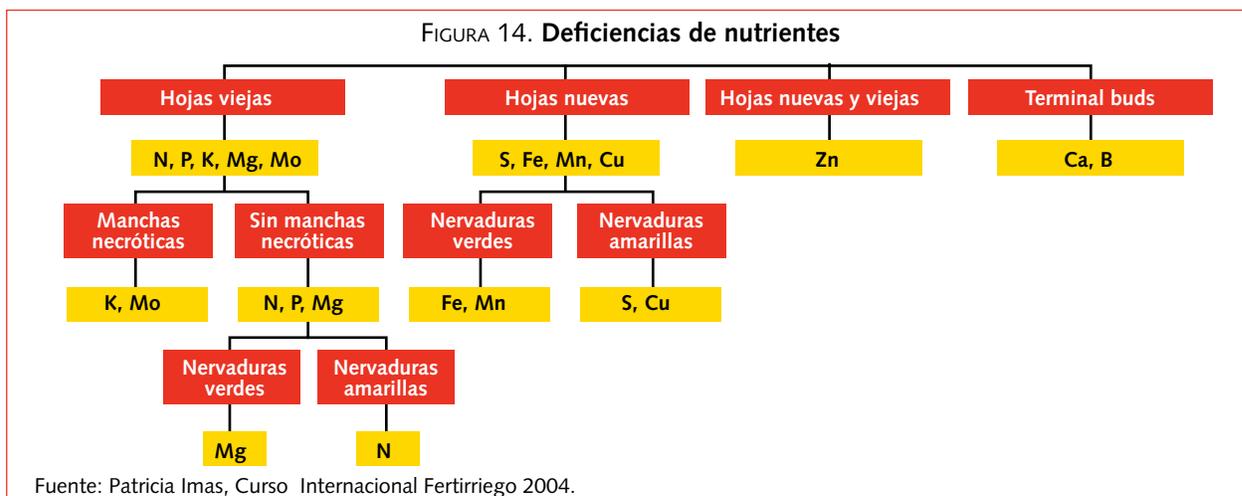


FIGURA 17. Hojas de vid. Izquierda normal. Derecha, con síntomas de deficiencia de nitrógeno



FIGURA 18. Plantación de frambueso con crecimiento excesivamente vigoroso, como consecuencia de un alto nivel de nitrógeno



FIGURA 19. Hojas de manzano cv. Granny Smith con síntomas de deficiencia de potasio



Fuente: Patricia Imas, Curso Internacional Fertirriego 2004.

FIGURA 20. Potasio Mejora la apariencia de frutos y raíces.



Fuente: Patricia Imas, Curso Internacional Fertirriego 2004.

FIGURA 21. Frutos de tomate sin potasio



FIGURA 22. Frutos de tomate con potasio



FIGURA 23. Fruto de pepino

Sin potasio



Con potasio



FIGURA 25. Carencia de magnesio en planta de tomate



FIGURA 26. Carencia de manganeso en planta de papa



FIGURA 24. Blossom end rot en tomate y pimiento



Fuente: Patricia Imas, Curso Internacional Fertilización 2004

11. Literatura consultada

- Baver, L.D.; Gardner, W.H.; Gardner, W.R. 1980. Física de Suelos. México. Editorial Hispano – Americana, S.A. 529 p.
- Cadahia, C. 1998. Fertirrigación. Mundi-prensa. Madrid. 475 p.
- Dorenbos, J. y Kassam A.H. 1980. Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. FAO. 210 p.
- Fajardo, M. 1988. Manual de Autoinstrucción para Obras de Riego. FAO.
- FAO, 1979. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Serie FAO N° 33. Estudios del agua sobre riego y drenaje. Roma. 212 p.
- FAO, 2002. Agua y cultivos.
- Fuentes, Luis. 1998. Técnicas de Riego. 3ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 515 p.
- Hernández, G.R. 2006. Botánica en línea, Rubén Hernández Gil, PhD Profesor de Fisiología Vegetal, Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de los Andes - Mérida - Venezuela e-mail: rubenhg@ula.ve Revisado 2007: sitio mantenido por: María Alejandra B. <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/relahid/#ESTRUCTURAS%20Y%20PROPIEDADES%20DEL%20AGUA>
- Imas, P. 2004. Fertilizantes y fertirriego. Curso Internacional de Fertirriego, Mashav, Israel.
- Jara, J., Valenzuela, A. 1998. Necesidades de Agua de los Cultivos. Comisión Nacional de Riego y Universidad de Concepción.
- Jeres, J. C. Simpfendorfer. 1996. Efecto del Riego en Cultivos, Tierra Adentro. Nro 36.
- Kramer, Paul. 1989. Relaciones hídricas de suelos y plantas. México. Industria Editorial Mexicana. 533 p.
- Libro Azul. Manual Básico de Fertirriego. Soquimich Comercial, Mayo 2001. Autor: Samuel Román C., colaboradores: Marcela Aguilar P., Hiram Estay.
- Medina, José. 1997. Riego por Goteo. 4ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 302 p.
- Medina, 1991. Riego diferencial en espárrago de vivero y primer año de plantación. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Departamento de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.
- Medina, 1999. Sistemas de Filtrado y de Inyección de Fertilizantes. Avances en tecnología de riego y mecanización. XI Jornadas de extensión agrícola. Universidad Católica de Temuco.
- Medina, 1999. Efecto de niveles de agua aplicada en plantaciones de primer y segundo año *Pinus radiata* D. Don. En suelos arenales, comuna de Cabrero. VIII Región.
- Medina, L. 2002. Instalación, Mantenimiento, Operación y Evaluación de Sistemas de Riego Presurizado. Programa de Capacitación en Riego para Profesionales y Técnicos Extensionistas de la IX Región. CNR-UCT.
- Millar, Agustín A. 1993. Manejo de Agua y Producción Agrícola. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Oficina en Chile. 556 p.
- Natham, R. 2004. Equipos de fertirriego y prácticas de fertirriego. Curso Internacional de Fertirriego, Mashav, Israel.
- Pizarro, F. 1996. Riegos Localizados de Alta Frecuencia. 3ª Edición. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 511p
- Puentes, T. 2004. Efecto de diferentes niveles de agua aplicada a través de riego por goteo, durante la etapa de llenado de tubérculos, sobre el rendimiento y distribución de calibres de cuatro variedades de papa *Solanum tuberosum* L. Temporada 2000-2001. Tesis. Escuela de Agronomía, Universidad Católica de Temuco.

CAPÍTULO VII. Sanidad de Plantas

1. Introducción

El rendimiento de los cultivos está directa o indirectamente determinado por la interferencia de diversos factores, que pueden agruparse en bióticos y abióticos. Los factores bióticos son los más determinantes en la producción agrícola.

El correcto diagnóstico de las enfermedades y plagas es requisito indispensable para realizar un manejo efectivo y evitar las pérdidas en la producción. Una de las dificultades en el diagnóstico es el reconocimiento de éstas, lo que impide un buen control. Asimismo, el control de estas plagas y enfermedades se realiza aplicando un conjunto de métodos (control integrado) satisfactorios desde el punto de vista económico, ecológico y toxicológico.

2. Enfermedades vegetales

Enfermedad es una alteración o disfunción en el funcionamiento normal de las células y tejidos del hospedero (organismo que sufre la afección), producto de la acción persistente de agentes bióticos o abióticos patogénicos (infectivos) o de factores abióticos (no infectivos), las que derivan en modificaciones morfológicas visibles (síntomas), variables entre alteraciones apenas perceptibles y la muerte de una planta (Agrios, 1991; Latorre, 1992).

Clasificación de las enfermedades de las plantas

Las enfermedades vegetales se clasifican en dos grandes grupos, de acuerdo al agente causal:

CUADRO 1. Agentes causales de enfermedades vegetales

Agentes causales bióticos	Agentes causales abióticos
Hongos, bacterias y micoplasmas, virus y viroides, nematodos, plantas parásitas y protozoos.	Muy alta o muy baja temperatura, falta o exceso de humedad del suelo, falta o exceso de luz, falta de oxígeno, contaminantes atmosféricos, deficiencia o exceso de algunos elementos nutritivos, toxicidad por minerales, alcalinidad o acidez de los suelos, toxicidad por pesticidas, prácticas culturales inadecuadas.

Fuente: Latorre, 1992.

Diagnóstico de una enfermedad vegetal

Es el proceso mediante el cual se identifica al agente causal, constituyendo el primer paso para el control de la enfermedad. El diagnóstico comprende la descripción de los síntomas y signos de la enfermedad (Agrios, 1991).

Síntoma: corresponde a una alteración en el funcionamiento del organismo, provocado por agentes patógenos o condiciones ambientales extremas. Cuando esta alteración se presenta en el lugar de afección (órgano o tejido parasitado), se denomina síntoma primario; y si se presenta lejos o a una distancia del lugar u órgano parasitado, se denomina síntoma secundario (Agrios, 1991; Apablaza, 1999; Ciampi, 2002).

Signo: corresponde a la manifestación evidente del agente causal de la enfermedad, en el organismo que padece la enfermedad (Agrios, 1991; Apablaza, 1999).

CUADRO 2. Ejemplo de síntomas

- Necrosis
- locales externas
 - locales internas
 - generalizadas



Marchitez



Pigmentación anormal

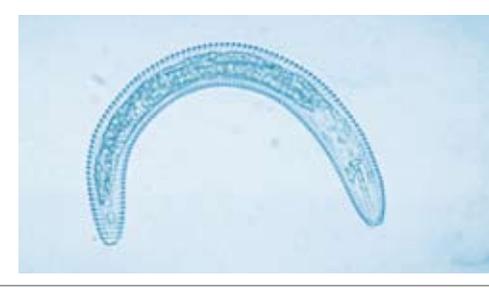


Crecimiento anormal



Fuente: Infojardin.com

CUADRO 3. Ejemplos de signos: estos dependen del tipo del agente que causa la enfermedad

Agente Causal	Descripción	Signo
HONGOS	Micelio Fructificaciones aéreas asexuales Fructificaciones sexuales	
	Esclerocios	
	Pústulas	
BACTERIAS		
NEMATODOS		
PLANTAS PARÁSITAS	Presencia de la planta parásita a. Cuscuta b. Orobanche	

CESAR CALDERÓN

HOWARD E. SCHWARTZ

Efecto de los organismos fitopatógenos en las plantas

Los patógenos en las plantas afectan el normal funcionamiento del organismo, causando entre otras alteraciones el debilitamiento y hasta la muerte del vegetal producto de la absorción permanente de fluidos vegetales, del consumo directo del contenido celular del hospedero, liberación de toxinas o sustancias que regulan el crecimiento vegetal, bloqueo de transporte de alimento, agua y minerales (Agrios, 1991; Apablaza, 1999).

Impacto de las enfermedades vegetales en la historia del hombre

Los vegetales son la base de nuestra cadena alimentaria, y por lo tanto cualquier alteración que en ellos ocurra nos afecta indirectamente, y más aun si consideramos que la base alimenticia del hombre la constituyen mayoritariamente apenas seis especies vegetales, las cuales aportan cerca del 80% de las calorías: arroz, maíz, trigo, papas, camote y mandioca, además de algunas leguminosas (Agrios, 1991; Apablaza, 1999).

Ampliamente conocidos son los hechos de que la humanidad ha sufrido en múltiples épocas el impacto de las enfermedades vegetales (Cuadro 4). Algunos de los más significativos han sido:

CUADRO 4. Impacto de las enfermedades vegetales

Año y agente causal	Alteraciones de importancia generadas
1845 <i>Phytophthora infestans</i>	Pérdida de 250.000 vidas humanas producto de la hambruna generada en Irlanda por la destrucción de los cultivos de papas. Gran emigración de su población, especialmente a EE.UU.
1870 . 1880 <i>Hemileia vastatrix</i>	En Asia (Sudeste) se produjo una gran destrucción de las plantaciones de café a causa de la roya del café, que conllevó a un cambio de hábitos alimenticios.
1943 <i>Helminthosporium oryzae</i>	Muerte de miles de bengalíes (de hambre) a causa de la destrucción de los cultivos de arroz producto del fuerte ataque de la mancha café o tizón.
1904 a 1940 <i>Endothia parasitica</i>	Destrucción de todos los castaños en EE.UU., a causa del tizón.
1910 y 1980 <i>Xanthomonas campestris</i> pv. Citri	Florida, EE.UU., se produjo una gran devastación de los cítricos causada por el cáncer de los cítricos.

Fuente: Agrios, 1991; Barquero, 2005.

3. Desarrollo de una enfermedad vegetal

Las plantas sufren enfermedades cuando son atacadas por algún patógeno o son afectadas por algún agente abiótico, por lo tanto para que se produzca la enfermedad deben entrar en contacto o interactuar por lo menos dos componentes, la planta hospedante y el patógeno. Sin embargo, si en un momento determinado se presentan los agentes anteriores (planta hospedante y patógeno), y el ambiente que circunda es desfavorable, es posible que el patógeno no logre ingresar o concretar la infección. Al contrario, si el ambiente es favorable, favorece también la infección (Agrios, 1991; Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

Lo anterior nos hace entonces pensar que debe existir un tercer factor que incide en el desarrollo de una enfermedad, el ambiente. Entonces, la enfermedad de una planta, y la severidad que esta alcanza, es el resultado de la interacción de a lo menos los tres factores mencionados.

Es lo que se conoce como el “triángulo de las enfermedades”, que se puede observar en la Figura 1.

Cada uno de los lados del triángulo representa la suma total de las características del factor, que favorecen el desarrollo de la enfermedad. De esta forma, el área total del triángulo representa la magnitud potencial de la enfermedad (Agrios, 1991).

La planta susceptible u hospedero afecta el desarrollo de la enfermedad según se trate de una variedad resistente, tolerante o susceptible; según su edad; su estado nutricional; su homogeneidad genética; la densidad de su población; su estado de desarrollo; etc. (Agrios, 1991; Apablaza, 1999).

FIGURA 1. Triángulo de las enfermedades



Efecto de los patógenos vegetales sobre la fisiología de las plantas

El ataque de un organismo fitopatógeno se traduce en significativos cambios y disfunciones fisiológicas del hospedero. Estos trastornos van desde la interferencia de una función básica de las plantas, como es la fotosíntesis, hasta los procesos de transcripción y traducción en los cuales la síntesis de macromoléculas esenciales, como son las proteínas, con funcionalidad estructural o enzimática, se puede ver severamente afectada (Agrios, 1991).

Básicamente, es posible mencionar seis efectos que los organismos patógenos causan a su hospedero (Agrios, 1991; Apablaza, 1999):

1. Efecto sobre la fotosíntesis
2. Efecto sobre el transporte de agua y nutrientes a través del xilema
3. Efecto sobre el transporte de nutrientes orgánicos a través del floema
4. Efecto de los patógenos vegetales sobre la respiración de las plantas
5. Efecto de los patógenos vegetales sobre la permeabilidad de las membranas
6. Efecto de los patógenos vegetales sobre la transcripción y traducción

4. Enfermedades causadas por hongos

Antracnosis

Nombre científico: *Colletotrichum* spp., *Glomerella cingulata*.

Esta enfermedad se caracteriza por la aparición sobre hojas y tallos jóvenes de unas lesiones oscuras, hundidas, bien delimitadas por una o más aureolas concéntricas, secándose posteriormente las zonas atacadas como una quemadura. Otras veces aparecen manchas irregulares de tejido muerto, de color marrón claro, a lo largo de las venas de las hojas. Las plantas afectadas tendrán un aspecto como si hubiesen sido quemadas por el sol (Agrios, 1991; Latorre, 1992). Síntomas presentados en Figura 2 y Figura 3.

Adicionalmente, los frutos pueden ser afectados, particularmente en la etapa de cuajado, pudiendo sufrir daños antes de llegar a la madurez. La incidencia en los frutos maduros dificulta su comercialización (Arias y Carrizales, 2007).

FIGURA 2. Antracnosis en solanáceas



FIGURA 3. Antracnosis en legumbres



¿Cómo se puede controlar?

- Recoger y destruir las hojas infectadas. Si quedan en el suelo, es una fuente de esporas para nuevas infecciones al año siguiente.
- Desinfectar las herramientas de trabajo con una solución de lejía para no propagarla.
- Aplicar fungicidas para prevenir si ya se ha dado otros años la enfermedad, antes de que aparezcan las manchas. Tratar 2 o 3 veces más en intervalos de 7 a 10 días (Latorre, 1992).

Alternariosis

Este hongo causa manchas en las hojas pequeñas y de color púrpura, al principio crecen rápidamente de forma circular. Es frecuente observar grandes áreas necróticas en las hojas debido a la unión de varias manchas. En los tallos las lesiones son superficiales al principio, pero después penetran en lo profundo, con lo que causan una especie de ahorcamiento y, por consiguiente, deshidratan los tejidos infectados, lo que provoca la muerte (Rodríguez y Nass, 1991; García y Camargo, 1998).

Es un hongo frecuente en hortalizas, sobre todo en tomate y papa (Figura 4). En general, se producen

FIGURA 4. *Alternaria* en solanáceas (tomate y berenjena)



en zonas donde ha habido una herida. No son graves porque normalmente ataca a hojas. En frutos es otra cosa, las plantas mal alimentadas son las más propensas al ataque de este hongo (Agrios, 1991; Latorre, 1992).

¿Cómo se puede controlar?

Los tratamientos deberán ser periódicos y preventivos cada 10-15 días con fungicidas, especialmente si otros años ha aparecido. Sirven, por ejemplo, Maneb, Mancozeb, Cobre, Benzimidazoles, etc. (Agrios, 1991; Latorre, 1992).

Tizón de la papa

Nombre científico: *Alternaria solani*.

El tizón temprano (*Alternaria solani*) se caracteriza por producir manchas pardo oscuras, rodeadas de un halo amarillo (Figura 5), sobre hojas inferiores; cuando la mancha se seca, cae y queda la hoja agujereada (Monsalve, 1976). En plantas desarrolladas las hojas atacadas aparecen con manchas circulares o angulosas de color café oscuro a negro, las cuales aumentan de tamaño y forman anillos concéntricos, dándole a la lesión una apariencia característica. Las manchas pueden coalescer y dañar toda la hoja. Las hojas fuertemente atacadas se tornan amarillas y se caen. Si el ataque es severo se defolia toda la planta,

FIGURA 5. *Alternaria solani* en col



lo que además de debilitarla, deja los frutos expuestos a quemaduras de sol; por lo general el ataque se inicia en las hojas viejas. En los tallos y ramas, las lesiones son ovales oscuras alargadas y también con anillos concéntricos. En los frutos aparecen lesiones ovales o circulares oscuras y

hundidas con anillos concéntricos generalmente en la base del fruto o en los lados; esta pudrición tiene aspecto seco y sobre ella se ve la esporulación del hongo (Figura 6) en forma de terciopelo negro (Álvarez y Delgado, 2004).

¿Cómo se puede controlar?

Son eficaces los caldos cúpricos, Zineb o la mezcla de ambos, Maneb, Propineb, etc. y la destrucción de los restos de plantas atacadas.

Verticillium (Verticilosis) y *Fusarium*

La verticilosis, causada por el hongo *Verticillium dahliae* Kleb, se manifiesta por un marchitamiento ocasionado por el taponamiento de los tejidos de conducción que progresa desde la raíz. El efecto sobre la parte aérea se visualiza inicialmente en las hojas inferiores y luego en las superiores donde se observa clorosis internerval con posterior necrosis (González et al., 2007). Los *Fusarium* causantes de marchitez siguen un patrón similar de infección; penetran por la raíz (Figura 7) y colonizan en el tallo de las plantas el sistema vascular (Rodríguez y Montilla, 2002).

FIGURA 6 *Alternaria solani* en papa



FIGURA 7. *Fusarium* sp.



HOWARD E. SCHWARTZ

¿Cómo se puede controlar?

Verticillium y *Fusarium* son dos patógenos que se conservan en el suelo (Mercado *et al.*, 2005). No repetir la misma especie en ese sitio año tras año o de la misma familia botánica si ha habido este problema.

- Eliminar restos vegetales del suelo y del cultivo anterior.
- Cultivar variedades resistentes.
- No repetir cultivos o plantas de la misma familia botánica (patatas, tomate).
- Desinfección del suelo con solarización.
- No da tiempo a que la planta reaccione con productos curativos.
- Lucha química es poco eficaz. Cierta efecto, pulverizando con Carbendazima, Metiltiofanato, Tiabendazol o Tiram las plantas enfermas en la zona del cuello, no foliar (mejor fertirrigación por goteo) (Apablaza, 1999; infojardín, 2002).

Podredumbre de los semilleros, Caída de plántulas o Damping-off

La principal causa de muerte de las plantas se debió a la presencia de *Damping-off* o secadera (Figura 8), que es causado por varios hongos, como *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora*, *Botrytis* y *Verticillium*, entre otros (Apablaza, 1999).

FIGURA 8. Caída de plántulas



MARY ANNHANSEN

¿Cómo se puede controlar?

- Prevenir usando sustratos limpios, evitar el exceso de agua en suelo que despierte el inóculo. Bandejas, herramientas y estructuras limpias (por ejemplo, con lejía).
- Incorporar estiércol con antelación suficiente. Mezclar bien, uniformemente. Utilización de estiércol bien fermentado.
- Solarización en el caso de siembra directa.
- Utilizar semillas certificadas.
- No poner una elevada densidad de plantas.

- No sobrepasar 27-30 °C de temperatura dentro del semillero.
- Evitar el exceso de riego.
- Regar a primera o última hora del día.
- Tratamiento específico según el hongo que esté actuando, aplicando alrededor del cuello de las plantas (Infojardín, 2002).

Esclerotiniosis o Podredumbre blanca

Nombre científico: *Sclerotinia sclerotiorum*.

El agente causal, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary es un hongo polífago que afecta un amplio rango de hospedantes. El hongo ocasiona pérdidas apreciables en diversos cultivos de flores y hortalizas (Valencia y Arbeláez, 1999); sobre todo de invernadero: pimiento, calabacín, tomate, berenjena, melón, pepino, sandía y poroto.

Sclerotium: Produce estructuras de color blanco y luego negro llamadas esclerocios, que se reconocen a simple vista. Estas permanecen en los suelos por varios años. Se caracteriza por la pudrición blanda (Figura 9) y acuosa de la corona y de la base de los pecíolos. Los tejidos parasitados adquieren un color rosado y desarrollan un micelio blanco algodonoso con abundantes esclerocios negros y de formas irregulares (Latorre, 1992; Acuña, 2000).

FIGURA 9. *Sclerotinia sclerotiorum* en lechuga y zanahoria



HOWARD F. SCHWARTZ

¿Cómo se puede controlar?

- Eliminar y destruir plantas y restos de cultivos enfermos.
- Eliminar malas hierbas.
- Solarización.
- En las partes de la planta afectada por esta enfermedad se realizará un tratamiento localizado con una pasta fungicida.
- Materias activas de posible uso: Captan + tiabendazol, Dicloran, Procimidona, Vinclozolina (Latorre, 1992; Infojardín, 2002).

Tristeza o Seca del pimiento

Grave enfermedad tanto en invernadero como al aire libre. Es provocada por las siguientes causas:

- *Phytophthora capsici* (Mildiú del pimiento)

Se caracteriza por una rápida clorosis, marchitez y atizamiento de las hojas permaneciendo erectos los tallos con las hojas y frutos (Figura 10) prendidos a la planta. Presencia de cancro en el cuello y pudrición y ennegrecimiento de las raíces. Produce caída de plántulas en la almaciguera (Latorre, 1992).

FIGURA 10. *Phytophthora capsici* en pimiento



- *Verticillium dahliae*

Produce clorosis y marchitez foliar primeramente en parte de la planta y luego en forma generalizada. Necrosis del tejido vascular visible en la base del tallo o en la base de los pecíolos. Muerte de plantas (Latorre, 1992).

- *Fusarium* spp. (Fusariosis)

Hongo polífago que ataca a muchas plantas. Las hojas se secan y se caen (Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

¿Cómo se puede controlar?

Estos patógenos son difíciles de controlar.

- Identificar el agente en laboratorio, ya que puede confundirse con otra enfermedad no parasitaria.
- Utilizar plántulas y sustratos sanos.
- Eliminar restos de la cosecha anteriores, especialmente raíces.
- Evitar el encharcamiento del terreno.
- Evitar los aporcados excesivos (no enterrar el tallo más de 12 centímetros).
- Al observar los primeros síntomas se pueden hacer tratamientos químicos específicos, en riego o dirigidos al cuello de la planta (Apablaza, 1999).

Viruela de la Papa

Nombre científico: *Rhizoctonia solani*.

Rhizoctonia solani Kühn es un patógeno de distribución cosmopolita nativo del suelo, que afecta a un gran número de hospederos, principalmente cultivos anuales (Meza-Moller *et al.*, 2007)

Las plantas enfermas presentan necrosis de yemas y brotes, canchros en la base de los tallos de color café rojizo, especialmente en suelos fríos y húmedos. Las medidas más eficaces son la desinfección del tubérculo (lleva esclerocios adheridos a su superficie (Figura 11) y del suelo (Latorre, 1992).

FIGURA 11. *Rhizoctonia solani*



Hernia de la col

Nombre científico: *Plasmodiophora brassicae*.

- Produce pérdidas considerables cuando se cultivan en terrenos infectados. Las plantas infectadas presentan hojas amarillentas o de un color verde pálido que se debilitan y marchitan. Los síntomas se caracterizan por la aparición de pequeños o grandes hinchamientos en forma de huso, esféricos o en forma de masa en las raíces y raicillas (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

¿Cómo se puede controlar?

- Arrancar y destruir las plantas de poco desarrollo y las cloróticas o marchitas.
- Hacer rotación de cultivos que separe el cultivo de crucíferas por lo menos durante tres años.
- Finalmente, podría pensarse en la desinfección del suelo, si hay que seguir plantando crucíferas en las mismas parcelas. Cuando sea factible económicamente, puede realizarse desinfección de suelos (Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

Cercosporiosis

- *Cercospora beticola* (remolacha).
- *Cercospora carotae* (zanahoria).
- *Cercospora apii* (apio) (Figura 12).

Presenta lesiones foliares necróticas primeramente en forma aislada en las hojas y posteriormente comprometen casi totalmente el follaje (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

FIGURA 12. *Cercospora apii*



DAVID DAVISON

Carbón de la cebolla

Nombre científico: *Urocystis cepulae* (Figura 13).

Es un hongo que aparece en forma de áreas oscuras alargadas y ligeramente engrosadas debajo de la cubierta del cotiledón o de las hojas y en ocasiones

FIGURA 13. *Urocystis cepulae*



HOWARD E. SCHWARTZ

debajo de las escamas de los bulbos jóvenes (Agrios, 1991).

En infecciones muy tempranas ocurre la muerte de plántulas en el almácigo, antes del trasplante (Latorre, 1992). Cuidar los semilleros y desinfectarlos si es necesario.

Viruela del fresa

Nombre científico: *Mycosphaerella fragariae* (Figura 14) en su fase conídica de *Ramularia tulasnei*.

Síntomas: manchas foliares blanquecinas, rodeadas por un halo rojizo, se observan en los folíolos, preferentemente de las hojas basales (Latorre, 1992).

Aunque la enfermedad sea llamativa, es poco importante. Tratamientos preventivos con Captan, Maneb o Mancozeb dan buenos resultados (Agrios; 1991; Apablaza, 1999).

FIGURA 14. *Mycosphaerella fragariae*



JOHN SHERWOOD

5. Enfermedades causadas por bacterias

La mayoría de las bacterias fitopatógenas se desarrollan como organismos parásitos en las plantas hospederas y parcialmente en el suelo como saprófitos; se diseminan a través del agua, los insectos, diversos animales y el hombre (Agrios; 1991).

Mancha negra del tomate

Nombre científico: *Pseudomonas syringae tomato*.

Es la bacteriosis más frecuente en el tomate de invernadero.

Se caracteriza por presentar pequeñas manchas necróticas rodeadas por un prominente halo clorótico que aparecen en las hojas. Estas lesiones pueden confluir comprometiendo gran parte del folíolo. En

los frutos produce pequeñas lesiones necróticas sub-superficiales de color pardo oscuro (Agrios; 1991; Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

FIGURA 15. *Pseudomonas syringae* tomato



¿Cómo se puede controlar?

- Destruir los residuos enfermos.
- Eliminar plantas enfermas tan pronto como se detecten.
- Usar semilla sana.
- Rotación de cultivos (Apablaza, 1999).

Mancha angular de las Cucurbitáceas

Nombre científico: *Pseudomonas syringae* lachrymans.

Afecta a las Cucurbitáceas (melón, sandía, calabaza). En melón, sobre todo en semilleros, ocasiona importantes daños.

Se caracteriza por presentar pequeñas manchas angulosas, acuosas o cloróticas que aparecen en la lamina foliar. Generalmente están delimitadas por las venas secundarias o terciarias. Manchas se desarrollan en los pecíolos, tallos y frutos. (Agrios; 1991; Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

Figura 16.
Pseudomonas syringae lachrymans



¿Cómo se puede controlar?

- Utilizar semilla sana o desinfectada.
- Rotación de cultivos.

- Al observar los primeros síntomas, eliminar las plantas enfermas.
- Realizar tratamientos en caso de desarrollo de la enfermedad con Oxiclورو de cobre, Mancozeb, Maneb o Zineb (Apablaza, 1999).

Cancro bacteriano

Nombre científico: *Clavibacter michiganense* subsp. michiganense (antes llamada *Corynebacterium michiganense*)

Esta enfermedad se manifiesta en un manchado de las hojas, tallo y frutos, así como en un marchitamiento de las hojas y vástagos. Por lo común, los cancros son muy pequeños e imperceptibles, pero pueden aparecer sobre los tallos y nervaduras de las hojas (Agrios; 1991; Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

FIGURA 17. *Clavibacter michiganense*



Podredumbre parda de la papa

Nombre científico: *Pseudomonas solanacearum*.

Ataca a solanáceas y a muchas otras plantas, produciendo marchitez y necrosis parcial o general del follaje; provoca el colapso de las plantas en pocos días después de observar los primeros síntomas. Necrosis del tejido vascular visible al cortar transversal o longitudinal los tallos enfermos. Presencia de exudados blanquecinos al apretar los tallos enfermos (Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

FIGURA 18. *Pseudomonas solanacearum*



Podredumbre blanda o "Pie negro"

Nombre científico: *Erwinia carotovora*.

Es una bacteria muy polífaga (zanahorias, rábanos, papas, cebollas, tomates, berenjenas, pepinos, espinacas y acelgas).

En la base de los tallos aparecen lesiones necróticas, acuosas, mucilaginosas y negras. Necrosis del tejido vascular por sobre las lesiones basales de los tallos; las hojas se marchitan, se tornan cloróticas y eventualmente se necrosan. Los brotes enfermos son fáciles de diferenciar entre brotes sanos que pueden coexistir en una misma planta (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

FIGURA 19. *Erwinia* sp



Marchitamiento bacteriano

Nombre científico: *Erwinia tracheiphila*.

Enfermedad vascular cuyos daños oscilan desde algunas plantas muertas hasta la destrucción total del cultivo. Ataca a todas las Cucurbitáceas (melón, sandía, calabaza).

Aparecen en las hojas manchas de color verde que se extienden con rapidez, pasando a través de los pecíolos a los tallos, lo que provoca un marchitamiento general de la planta. Al cortar un tallo enfermo y presionar, aparece un líquido blanquecino y pegajoso formado por bacterias y savia (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

Podredumbres blandas

Nombre científico: *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*.

Esta bacteria ataca a muchas especies hortícolas, sobre todo en invernadero, siendo especialmente importante en pimiento y calabacín.

Se caracteriza por manchas acuosas que aparecen en la base de los pecíolos. Pudrición y descomposición maloliente de la corona en estados avanzados de la enfermedad. Desintegración de los tejidos parasitados. (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

¿Cómo se puede controlar?

- Evitar daños mecánicos, por insectos.
- Evitar el exceso de humedad durante el transporte y el almacenamiento (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

6. Enfermedades causadas por virus (viro-sis)

Los virus producen enfermedad no mediante el consumo de células o matándolas con toxinas, sino alterando el metabolismo de ellas, lo cual conduce a que la célula desarrolle sustancias anormales y condiciones que influyen negativamente sobre las funciones y vida de la célula o del organismo (Agrios; 1991).

FIGURA 20. **Viro-sis**



Síntomas de virosis

Los síntomas más evidentes de las plantas infectadas por virus son comúnmente los que aparecen sobre el follaje. Pero algunos virus producen síntomas visibles sobre el tallo, frutos y raíces con o sin el desarrollo de síntomas foliares (Agrios; 1991).

Los tipos más comunes de síntomas que producen las infecciones virales sistémicas son los mosaicos (presencias de áreas de color verde claro, amarillo o blanco entremezcladas con el color verde normal de las hojas o por áreas blanquecinas entremezcladas con las áreas de color normal de las flores o frutos) y las manchas anulares (presencia de anillos cloróticos o necróticos de las hojas o en ocasiones también sobre el fruto y tallo).

Virus del bronceado del tomate

Se caracteriza por hojas cloróticas, bronceadas con pequeños moteados necróticos. Los folíolos se curvan y en los frutos aparecen anillos concéntricos, y una leve deformación que facilita el diagnóstico. Enanismo y achaparramiento conjuntamente con una marchitez y necrosis del extremo apical ocurren en plantas severamente infectadas.

Se recomienda el control de vectores como Trips, aunque esto es complejo (Agrios; 1991; Latorre, 1992).

FIGURA 21. Daños en plantas de tomate causados por el virus del bronceado del tomate (TSWV)



Virus del mosaico del pepino

La enfermedad suele causar primero un moteado verde pálido y luego desarrolla un típico mosaico verde. Causa además, un menor tamaño de frutos y una deformación y manchado circular, a veces siguiendo un modelado anillado. (Apablaza, 1999).

Control: eliminación de malezas, control de áfidos.

FIGURA 22. Daños causados por el virus del mosaico del pepino (CMV) en hojas de pimiento



Fuente: Bruna A. CRI La Platina.

FIGURA 23. Virus del mosaico del pepino (CMV) en pepinos



Virus Y de la papa

Papas afectadas cambian su coloración verde hacia un amarillo plateado. Un síntoma bastante típico y prácticamente exclusivo es una reacción café y necrosis de venas por el envés de los folíolos de hojas. Los tubérculos de plantas contaminadas son pequeños y en menor número que las plantas normales (Apablaza, 1999).

Control:

- Tubérculos libres o sanos certificados.
- Control de áfidos (Latorre, 1992).

Virus del mosaico del tomate

Afecta a tomate y a pimiento, aunque existen muchas variedades resistentes.

La transmisión se realiza por semillas contaminadas y mecánicamente por contacto de manos, herramientas, etc. (Apablaza, 1999).

Virus del moteado suave del pimiento

Es muy severo en pimiento. Es un mosaico de tonalidad verde, que causa una severa rugosidad laminar. Tiene sobre la planta un efecto enanizante (Apablaza, 1999).

Control para estos dos casos:

- Utilizar semillas libres de virus y variedades resistentes.
- Desinfección del suelo para evitar contaminaciones producidas por raíces y restos vegetales contaminados.
- Desinfección de útiles de trabajo y manos (Latorre, 1992; Apablaza, 1999).

7. Plagas en hortalizas

Cochinillas

Todas las cochinillas o cóccidos se caracterizan por tener una especie de escudo protector de colores y consistencias variadas.

Clavan su pico en las hojas y chupan la savia, provocando hojas descoloridas, amarillentas y su posterior caída. Parte de la savia que toman la excretan como líquido azucarado brillante (melaza) sobre el que se asienta el hongo (Infojardín, 2002).

FIGURA 24. **Cochinillas en hojas y tallos** (Infojardín, 2002).



Pulgones

Los pulgones son insectos pequeños de hasta 4 mm de longitud. En general existen adultos alados y ápteros en la misma especie, con tendencia a formar colonias sobre la planta infestada. Se reconocen por su cuerpo globoso, piriforme, frágil y su característica posición casi inmóvil en las hojas de sus hospederos, con el aparato bucal picador chupador siempre inserto en el tejido vegetal. Los áfidos en tomate provocan un daño directo, debilitando la planta, al alimentarse de la savia que circula por el floema. En la almaciguera o en trasplante tardío al aire libre, las plántulas afectadas quedan sensibles al ataque de otras plagas y enfermedades (INIA-La Platina).

FIGURA 25. **Pulgones en tallos y hojas**



Control

- Utilizar mallas antiáfidos.
- Control de las malezas.
- Eliminar las plantas con síntomas, quemándolas o enterrándolas lejos del cultivo.

Mosca blanca

Nombre científico: *Trialeurodes vaporariorum*, *Bermisia tabaci*, etc.

Es considerada una plaga clave en el cultivo del tomate forzado y otras hortalizas, siendo responsable de la aplicación semanal de insecticidas en tomate de otoño y en tomate primor (INIA - La Platina). Ataca a los siguientes cultivos: tomate, pimentón, ají, lechuga, acelga, poroto, pepino de ensalada, melón y zapallo italiano. El daño directo producido por esta especie es por la succión de la savia, lo que en altas infestaciones puede provocar debilitamiento de la planta, deshidratación y disminución del rendimiento.

FIGURA 26. **Mosca blanca en hojas**



Control

Control de malezas que circundan las almacigueras y los invernaderos. Eliminación de restos de cultivo de tomate anterior o de otros cultivos hospederos (pepino, poroto, melón, pimiento, berenjena, etc.), los que deben ser eliminados del predio, enterrando o haciendo composteras.

Uso de mallas antiáfidos, colocadas en las paredes y aberturas de ventilación junto con doble puerta.

Trips o Piojillos

Nombre científico: *Thrips* spp., *Frankliniella occidentalis*, etc.)

El trips *Frankliniella occidentalis* (P.) es, sin dudas, uno de los insectos del orden Thysanoptera de mayor peligrosidad en el mundo, ya que produce importantes pérdidas económicas. Esto se debe a su periódica

aparición y al daño que ocasiona, tanto por la extracción de savia como por la transmisión de enfermedades virales, principalmente en cultivos hortícolas y plantas ornamentales (Castresana *et al.*, 2008.)

Control

Los insecticidas como Chlorfenapyr (Sunfire 240 SC) en dosis de 30 cc/hl, Abamectina (Fast, Vertimec) en dosis de 100 cc/hl, los que también pueden ser usados para el control del eriódido del tomate *Aculops lycopersici* (Masse) y Spinosad (Success) en dosis de 25 cc/hl muestran también una acción conjunta en el control de trips, después de 96 horas de aplicado (INIA-La Platina).

Araña roja

Nombre científico: *Tetranychus urticae*.

El daño provocado por este ácaro consiste en la remoción del contenido celular, quedando la célula prácticamente vacía, con escaso contenido de material intracelular, dando un aspecto de hoja con puntuaciones cloróticas y bronceada (Flores *et al.*, 2007).

FIGURA 27. *Tetranychus urticae*



DAVID CAPPALERT

Acariosis bronceada del tomate o seca de las tomateras

Nombre científico: *Aculops lycopersici*.

Cuando se dan las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del ácaro, por el número de generaciones que se presentan, puede llegar a ser una plaga muy severa en tomate.

Se alimentan de tallos y hojas iniciando los daños de forma muy característica en la parte inferior de la planta, cercana al suelo; así las hojas se secan progresivamente de abajo hacia arriba.

FIGURA 28. Acariosis bronceada del tomate



Control

Tratamientos con azufre en polvo o mojable. Aplicación de acaricidas-insecticidas tales como Abamectina (Vertimec, Fast) y Clorphenapyr (Sunfire 240 EC), los cuales incorporados en una rotación de insecticidas tienen el propósito de controlar la plaga clave del cultivo que es la polilla del tomate (INIA-La Platina).

Plusias o Gusanos verdes

Nombre científico: *Autographa gamma*.

En los primeros estados roen la superficie del envés de las hojas. Prefieren las hojas tiernas, aunque pueden consumir hojas maduras y pequeños frutos verdes (Lacasa y Contreras, 1995).

Figura 29. *Autographa gamma*



CHARLES OLSENT

Oruga del tomate

Larva y adulto

Nombre científico: *Heliothis armigera*.

Ataca a tomate, pimiento, maíz, algodón, tabaco, clavel, etc.

Los daños son producidos por las orugas al alimentarse en hojas y brotes o en los frutos. Su inclinación a perforar el fruto y a introducirse en él es el daño de mayores repercusiones (Lacasa y Contreras, 1995).

Figura 30. *Heliothis armigera*

Control

Eliminar malas hierbas, ya que algunas hacen puesta en ellas.

La colocación de trampas de feromonas (atrayente sexual) puede ayudar a la detección de los primeros vuelos de adultos y como método de control.

Vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, ya que los ataques en ellos son muy graves y pueden ser irreversibles al afectar a brotes y tallos.

Combatirla con los productos de una comedora de hojas: *Bacillus thuriangiensis*, Piretrinas, Triclorfon (Infojardín, 2002).

Gardama

Nombre científico: *Spodoptera exigua*.

Las larvas jóvenes roen el parénquima del envés, dejando sólo la epidermis del haz. Las larvas adultas consumen toda la hoja, también pueden morder los frutos.

Figura 31. *Spodoptera exigua*

En los cultivos del aire libre la distribución espacial es uniforme, mientras que en los invernaderos se pueden observar mayores densidades en las zonas periféricas, sobre todo en épocas de grandes migraciones (Lacasa y Contreras, 1995).

Rosquilla negra

Nombre científico: *Spodoptera littoralis*.

En los últimos estados larvarios son enormemente voraces. Daños se manifiestan en las hojas, tallos jóvenes. Ramilletes florales y en los frutos, donde realizan agujeros y penetran parcialmente (Lacasa y Contreras, 1995).

Figura 32. *Spodoptera littoralis*

Gusanos blancos

El gusano blanco constituye una plaga anual muy seria. Los gusanos se alimentan de las raíces, eso daña y hasta puede matar a la planta. El daño de los gusanos aparece como áreas amarillentas y cuando ha ocurrido bastante daño, los céspedes se pueden enrollar o levantar como si fueran alfombras (Grupp y Nixon, 2000).

Figura 33. Gusanos blancos



Control

Desinfección del suelo igual que gusanos grises. Clorpirifos, Diazinon, Foxim o Fonofos. Previa a la siembra se introduce el producto en el suelo.

Gusanos grises

Nombre científico: *Agrotis segetum* y *Noctua pronuba*.

Los daños son especialmente graves en las plantas de pimiento después del trasplante, ya que a las pérdidas de hojas producidas por las larvas al alimentarse, hay que añadir las pérdidas de plantas que son roídas por el cuello (Nuez *et al.*, 1996). Los gusanos grises atacan casi exclusivamente el cuello de las plantas.

Figura 34. Gusanos grises



Gusanos de alambre

Nombre científico: *Agrotis lineatus*.

Atacan las raíces produciendo galerías que, a menudo, producen podredumbre. En determinadas zonas ha llegado a convertirse en una plaga muy importante.

Control

En el momento de la siembra depositar insecticida granulado en el suelo con ingrediente activo como Clorpirifos, Diazinon (Martínez y Prieto, 2001).

Figura 35. *Agrotis lineatus*



En las plantas de huerta, los daños son más cualitativos, si bien no son nada despreciables; salvo crucíferas (col, coliflor, repollos, etc.), habas y guisantes.

Mosca de la zanahoria

Nombre científico: *Psila rosae*.

Las larvas penetran en la raíz donde practican galerías sinuosas, sobre todo en la capa exterior, que posteriormente será origen de pudriciones si las condiciones son favorables.

Figura 36. Daños en zanahorias por *Psila rosae*



Control

Clorpirifos en forma granulada para las larvas. Para los adultos Clorpirifos, Diazinon según dosis recomendadas por el fabricante (Martínez y Prieto, 2001).

Mosca de la col

Nombre científico: *Phorbia brassicae*.

Ataca a la col y a todas las crucíferas, cultivadas o espontáneas.

La puesta la hacen en el cuello de las coles y labran galerías, pudiendo en coles y coliflor dejar totalmente hueco el tallo principal, mientras que en crucíferas napiformes (rábanos, nabos, etc.) se dirigen hacia la raíz carnosa, llegando a destruir toda la pulpa. Por 3 o 4 generaciones.

Figura 37. *Phorbia brassicae*



Las crucíferas espontáneas (malas hierbas) son su refugio. Alternativas de cultivo de crucíferas al menos durante un año.

Control

Las crucíferas espontáneas (malas hierbas) son su refugio. Alternativas de cultivo de crucíferas al menos durante un año.

Estas dos medidas preventivas suelen ser suficientes para evitar los daños del díptero. La lucha química es muy difícil por su situación (Infojardín, 2002).

Polillas de las Crucíferas

Nombre científico: *Plutella xylostella maculipennis*.

La larva de este insecto perfora las hojas durante el desarrollo de la planta. Al ocurrir esto en las etapas tempranas de crecimiento de las crucíferas, se reduce el área fotosintética y el vigor de la planta (Ochoa *et al.*, 1989).

Figura 38. *Plutella xylostella*



Mosca de la cebolla

Nombre científico: *Chortophila antiqua*.

Es un díptero que además de cebolla, ataca a ajos y puerros.

Las larvas se alimentan en el interior de los bulbos, provocando putrefacciones posteriores por hongos y

bacterias. La puesta la hacen en el cuello y las larvas llegan hasta el bulbo por galerías.

Control

Insecticida fosforado granular al suelo antes de sembrar. Aplicación de Lorsban 4E sobre la semilla y después cubrir (González, 2003).

Figura 39. *Chortophila antiqua*



8. Clasificación toxicológica de productos fitosanitarios

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha recomendado, sujeta a actualizaciones periódicas, una clasificación según su peligrosidad, entendiéndose ésta como su capacidad de producir daño agudo a la salud cuando se da una o múltiples exposiciones en un tiempo relativamente corto.

Esta clasificación se basa en la dosis letal media (DL50) aguda, por vía oral o dérmica de las ratas, según sea el producto formulado comercializado en forma sólida o líquida (Cuadro 5). En el Cuadro 6 se presenta la clasificación según banda de color.

La DL50 (Dosis letal 50%) oral aguda significa la "cantidad de una sustancia que es necesario ingerir de una sola vez para producir la muerte del 50% de los animales en ensayo". Esta dosis se expresa generalmente en mg/kg de peso del animal ensayado.

La toxicidad dermal aguda se refiere a la aplicación de una sola vez de un producto sobre la piel afeitada del animal en ensayo, que normalmente es el conejo, aunque se utiliza también mucho la rata. Al igual que la toxicidad oral aguda, se expresa en términos de DL50 y en mg/kg de peso.

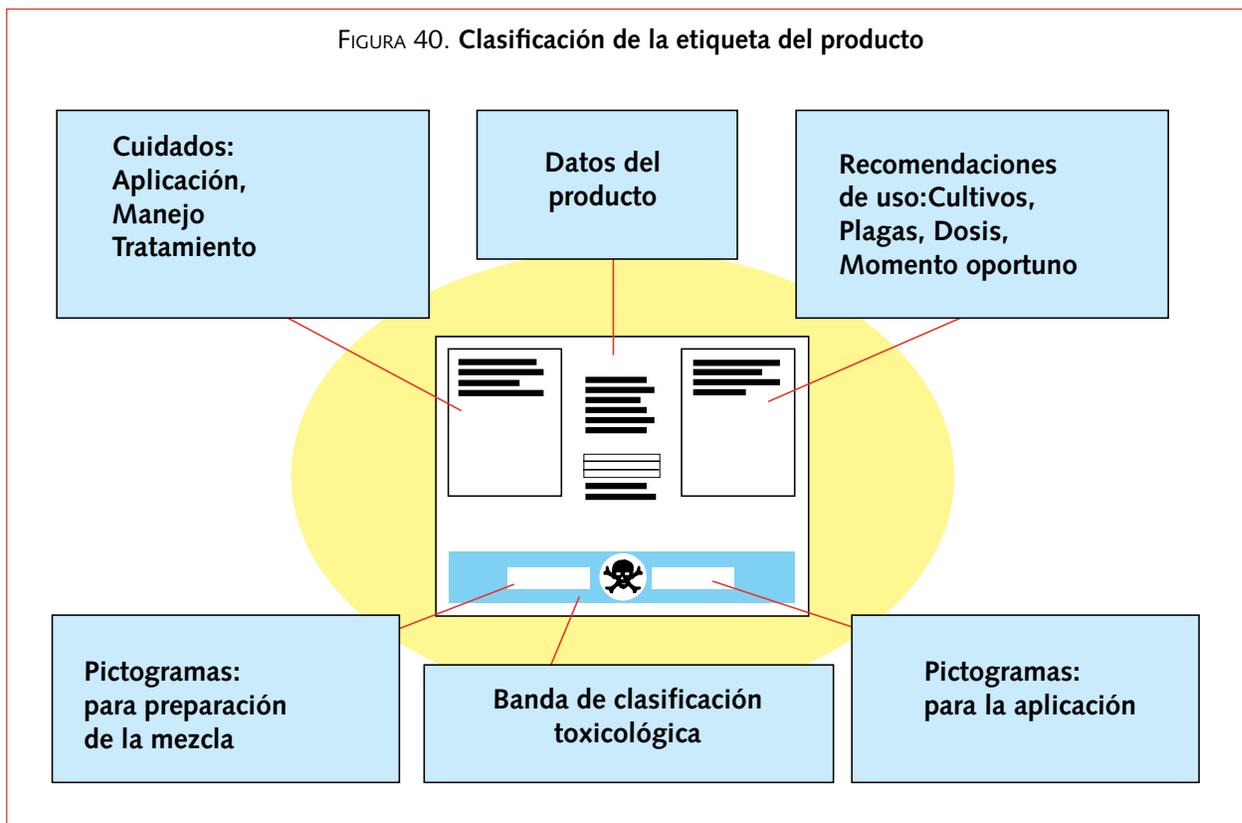
CUADRO 5. Clasificación según dosis DL50

Clasificación de la OMS según Riesgo (expresada en mg/kg de peso vivo)	Formulación Líquida DL 50 Aguda		Formulación Sólida DL 50 Aguda	
	Oral	Dermal	Oral	Dermal
Clase I a Producto Sumamente Peligroso	20 o menos	40 o menos	5 o menos	10 o menos
Clase I b Producto Muy Peligroso	20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 10
Clase II Producto Moderadamente Peligroso	200 a 2.000	400 a 4000	50 a 500	100 a 1.000
Clase III Producto Poco Peligroso	2.000 a .3000	mayor a 4.000	500 a 2000	mayor a 1.000
Grupo V Productos que Normalmente no Ofrecen Peligro	mayor a 3.000		mayor a 2.000	

CUADRO 6. Banda de color de las etiquetas según la categoría toxicológica

Color de la banda	Clasificación de la OMS según los riesgos	Clasificación del peligro
Rojo (PMS 199 C)	I a – Producto Sumamente Peligroso	MUY TÓXICO
Rojo (PMS 199 C)	I b – Producto Muy Peligroso	TÓXICO
Amarillo (PMS Amarillo C)	II – Producto Moderadamente Peligroso	NOCIVO
Azul (PMS 293 C)	III – Producto Poco Peligroso	CUIDADO
Verde (PMS 347 C)	Productos que Normalmente No Ofrecen Peligro	CUIDADO

FIGURA 40. Clasificación de la etiqueta del producto



9. Uso seguro de productos fitosanitarios

CUADRO 7. Medidas para el uso seguro de productos fitosanitarios

1. Consulte un asistente. Ellos le recomendarán el producto fitosanitario apropiado y la manera de usarlo.

2. Compre los productos fitosanitarios en un distribuidor autorizado y de confianza. Revise que su producto esté vigente.

3. Guarde los productos fitosanitarios bajo llave en un sitio exclusivo para ello y fuera del alcance de los niños.

4. Lea siempre toda la etiqueta antes de usar los productos fitosanitarios.

5. Respete los plazos recomendados entre la última aplicación y la cosecha.

6. Revise la bomba aplicadora y asegúrese que no tenga escapes en la manguera, conexiones o tapa. Corrijalas si existen.

7. Calibre la bomba aplicadora y mida o pese cuidadosamente la cantidad de producto recomendado. No use utensilios del hogar para estas operaciones.

8. Prepare la mezcla al aire libre y lejos de la vivienda. No contamine las fuentes de agua. Use el equipo de protección que se recomienda en la etiqueta.

9. Al terminar de medir, lave los elementos de medición y vierta el enjuague en el estanque de la bomba aplicadora.

10. Deje escurrir completamente los envases vacíos en el estanque y luego realice a ellos un triple lavado.

a) Vierta agua hasta 1/2 de capacidad del envase.

b) Cierre el envase y agite 30 segundos.

c) Vierta el agua del envase en el equipo aplicador.

Repita tres veces este procedimiento

No olvide perforar el envase, para evitar su reutilización.

11. Nunca reenvase productos fitosanitarios en botellas de gaseosa, cerveza, etc. Manténgalos siempre en un envase original bien cerrado, y con la etiqueta en buen estado.

12. Retire del cultivo a personas y animales domésticos antes de iniciar la aplicación. No permita que ingresen mientras se está aplicando.

13. No permita que los niños apliquen o manipulen productos fitosanitarios.

14. Evite aplicar en días con viento o cuando amenazan lluvias.

15. Durante la aplicación, utilice los elementos de protección que recomienda la etiqueta.

16. Evite trabajar dentro de la nube de aspersión. Trabaje siempre a favor del viento.

17. No coma, no fume ni beba cuando esté manipulando productos fitosanitarios. Lávese las manos y la cara antes de comer y beber.

18. No verter residuos de aplicación ni lavar o enjuagar los envases o el equipo aplicador en lagos, lagunas, ríos u otros cursos de agua superficiales o subterráneos.

19. En casos de contaminación accidental, lávese inmediatamente las partes contaminadas con agua y jabón. Póngase ropa limpia.

20. Al terminar lave el estanque de la bomba aplicadora con agua y jabón o detergente, sin contaminar las fuentes de agua.

21. Entregue los envases vacíos y limpios con triple lavado a empresas recolectoras debidamente autorizadas.

22. Lave con frecuencia semanal la ropa de trabajo y los elementos de protección con agua y jabón. Si su ropa de trabajo se contamina, cámbiesela inmediatamente.

23. Al terminar el trabajo tome una ducha y póngase ropa limpia.

24. En caso de intoxicación vaya inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta del producto que estaba usando.

Fuente: Manual divulgativo de Bayer CropScience.

10. Resumen de plagas y enfermedades según especie

Especie	Principales plagas	Principales enfermedades
ACELGA	<ul style="list-style-type: none"> • Gusano blanco (<i>Melolontha melolontha</i>) • Gusano de alambre (<i>Agriotes lineatum</i>) • Gusano Gris (<i>Agrotis segetum</i>) • Mosca de la remolacha (<i>Pegomia betae</i> o <i>Pegomia hyoscyami</i>) • Pulguilla (<i>Chaetocnema tibialis</i>) • Pulgón (<i>Aphis fabae</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cercospora (<i>Cercospora beticola</i>) • Peronospora (<i>Peronospora schatii</i>) • Sclerotinia (<i>Sclerotinia libertiana</i>) • Virosis
AJO	<ul style="list-style-type: none"> • Mosca de la cebolla (<i>Phorbia antiqua</i> Meig) • Tiña del ajo y de la cebolla (<i>Lita alliela</i>) • Polilla (<i>Laspeyresia nigricana</i> Steph) • Gorgojo del ajo (<i>Brachycerus algirus</i>) • Nematodos Meloidogyne 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiú (<i>Phytophthora infestans</i>) • Roya (<i>Puccinia allii</i> y <i>porri</i>) • <i>Peronospora schaleideni</i> • <i>Peronospora herbarum</i> • Botrytis o moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>)
ALCACHOFA	<ul style="list-style-type: none"> • Barrenador de la alcachofa <i>Hydroecia xanthenes</i> (= <i>Gortyna xanthenes</i>) • Pulguilla de la alcachofa 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiú, <i>Bremia lactucae</i> o <i>Peronospora gangliiformis</i> • <i>Ramularia cynarae</i> • Grasa de la alcachofa • <i>Botrytis</i> y bacterias
APIO	<ul style="list-style-type: none"> • Araña roja (<i>Tetranychus telarius</i>). • Gusano de alambre (<i>Agriotes lineatum</i>). • Minador (<i>Liriomyza trifolii</i>). • Mosca del apio (<i>Philophylla heraclei</i>). • Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>). • Orugas (Distintas larvas de Lepidópteros). • Pulgón (Distintas especies de Áfidos). • Trips (<i>Thrips tabaci</i>). • Psila (<i>Spsilla rosae</i>). • Rosquilla negra (<i>Prodenia litura</i>). • Nematodos (<i>Dyctolenchus dipsaci</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Bacteriosis (<i>Erwinia carotovora</i>). • Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i>). • Cercospora (<i>Cercospora apii</i>). • Fusarium (<i>Fusarium oxisporum</i> var. <i>Apii</i>). • Mildiú veloso (<i>Plasmopora nivea</i>). • Rhizoctonia (<i>Pellicularia filamentosa</i>). • Roya (<i>Puccinia apii</i>). • Sclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>). • Septoriosis (<i>Septoria apii</i>).
CEBOLLA	<ul style="list-style-type: none"> • Escarabajo de la cebolla (<i>Lylyoderys merdiger</i>) • Mosca de la cebolla (<i>Hylemia antiqua</i>) • Trips (<i>Thrips tabaci</i>) • Polilla de la cebolla (<i>Acrolepia assectella</i>) • Nematodos (<i>Dyctolenchus dipsaci</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiú (<i>Peronospora destructor</i> o <i>schleideni</i>) • Roya (<i>Puccinia</i> sp.) • Carbón de la cebolla (<i>Tubercinia cepulae</i>) • Podredumbre blanca (<i>Sclerotium cepivorum</i>) • Abigarrado de la cebolla • Tizón (<i>Urocystis cepulae</i>) • Punta blanca (<i>Phytophthora porri</i>) • Botrytis (<i>Botrytis squamosa</i>) • Alternaria (<i>Alternaria porri</i>)
COLIFLOR	<ul style="list-style-type: none"> • Orugas (<i>Pieris brassicae</i>, <i>Mamestra brassicae</i>) • Polillas (<i>Plutella xylostella</i>, <i>hellula undalis</i>) • Mosca subterránea (<i>Chortophilla brassicae</i>) • Mosca blanca (<i>Aleurodes brassicae</i>) • Falsa potra (<i>Ceuthorrhynchus pleurostigma</i>) • Pulgón ceroso de las crucíferas (<i>Brevicoryne brassicae</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Potra o hernia de la col (<i>Plasmodiophora brassicae</i>) • Botrytis (<i>Botrytis cinerea</i>) • Mildiú (<i>Peronospora parasitica</i> f. sp. <i>brassicae</i>) • Podredumbre seca (<i>Phoma lingam</i>)

Especie	Principales plagas	Principales enfermedades
ESPINACAS	<ul style="list-style-type: none"> • Nematodo de la remolacha (<i>Heterodera schachtii</i> Smith) • Pegomia o mosca de la remolacha (<i>Pegomya betae</i> Curtis) • Pulgones (<i>Aphis fabae</i> Scop y <i>Myzus persicae</i> Sulz) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiú de la espinaca (<i>Peronospora spimaceae</i> Laub, <i>P. farinosa</i> y <i>P. efusa</i> (Gw) Tul) • <i>Pythium baryanum</i> Hesse • Virus Y del pepino • Virosis Mosaico de la remolacha • Virosis Amarillamiento de la remolacha
FRESA y FRESÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Trips (<i>Frankliella occidentalis</i>) • Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i> Koch) 	<ul style="list-style-type: none"> • Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>/<i>Sclerotinia fuckeliana</i>) • Oídio (<i>Oidium fragariae</i>) • Mancha púrpura (<i>Mycosphaerella fragariae</i>) • Hongos del suelo <i>Fusarium</i> sp., <i>Pytophthora</i> sp., <i>Rhizoctonia</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Pythium</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp., <i>Alternaria</i> sp. y <i>Penicillium</i> sp. • Bacterias (<i>Xanthomas fragariae</i>)
HABA	<ul style="list-style-type: none"> • Araña roja • Araña blanca • Mosca blanca • Pulgón • Trips • Minadores de hoja • Orugas • Nematodos 	<ul style="list-style-type: none"> • "Ceniza" u oídio <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schelecht) Pol-lacci. Ascomycetes: Erysiphales. • Podredumbre gris <i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whet-rel. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: <i>Botrytis cinerea</i> Pers. • Podredumbre blanca <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib) de Bary. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: no se conoce. • Podredumbres de cuello y/o raíces <i>Phytophthora</i> spp. y <i>Pythium</i> spp. • <i>Chalara elegans</i> Nag Rag & Kendr As-comycetes: Ophiostomatales • <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn Basidiomyc-etes: Tulasnellales. • <i>Fusarium solani</i> f. sp. phaseoli (Burk-holden) Snyder & Hansen.
LECHUGA	<ul style="list-style-type: none"> • Trips (<i>Thrips tabaci</i>) • Minadores (<i>Liriomyza trifolii</i> y <i>Liriomyza huidobrensis</i>) • Materias activas: Abamectina, Metidation + Piridafention. • Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) • Pulgones (<i>Myzus persicae</i>, <i>Narsonovia ribis-nigri</i> y otros) • Gusano de alambre (<i>Agrotis lineatus</i>) • Gusano gris (<i>Agrotis segetum</i>) • Mosca del cuello (<i>Phorbia platura</i>) • Caracoles y babosas 	<ul style="list-style-type: none"> • Antracnosis (<i>Marssonina panattoniana</i>) • Botrytis o moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>) • Mildiú veloso (<i>Bremia lactucae</i>) • Esclerotinia (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) • Septoriosis (<i>Septoria lactucae</i>) • Virus del Mosaico de la Lechuga (LMV) • Virus del Bronceado del Tomate (TSWV)

Especie	Principales plagas	Principales enfermedades
PAPA	<ul style="list-style-type: none"> • Escarabajo de la patata (<i>Leptinotarsa decemlineata</i>) • Polilla de la patata (<i>Phthorimaea operculella</i>) • Gusano de alambre (<i>Agriotes</i> sp.) • Gusanos grises (<i>Agrotis</i> sp.) • Áfidos (Pulgones) • Nematodos • Pulguillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiú o tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>) • Negrón de la papa (<i>Alternaria solani</i>) • Viruela de la papa (<i>Rhizoctonia solani</i>) • Sarna de la papa (<i>Hemilthosporum solani</i>) • <i>Fusarium solani</i> • Moho gris (<i>Botrytis cinerea</i>) • Antracnosis (<i>Colletotrichum coccodes</i>, <i>C. trifolii</i>) • Pie negro (<i>Erwinia carotovora</i>) • Marchitez bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>) • Sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>) • Virus del enrollado de la patata (PLRV) • Virus Y de la patata (PVY)
PEPINO	<ul style="list-style-type: none"> • Araña roja <i>Tetranychus urticae</i> (Koch) (Acarina: Tetranychidae), <i>T. Turkestani</i> (Ugarov & Nikolski) (Acarina: Tetranychidae) y <i>T. ludeni</i> (Tacher) (Acarina: Tetranychidae). • Araña blanca <i>Polyphagotarsonemus latus</i> (Banks) (Acarina: Tarsonemidae). • Mosca blanca <i>Trialeurodes vaporariorum</i> (West) (Homoptera: Aleyrodidae) y <i>Bemisia tabaci</i> (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae). • Pulgón <i>Aphis gossypii</i> (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) y <i>Myzus persicae</i> (Glover) (Homoptera: Aphididae). • Trips <i>Frankliniella occidentalis</i> (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). • Minadores de hoja <i>Liriomyza trifolii</i> (Burgess) (Diptera: Agromyzidae), <i>Liriomyza bryoniae</i> (Diptera: Agromyzidae), <i>Liriomyza strigata</i> (Diptera: Agromyzidae), <i>Liriomyza huidobrensis</i> (Diptera: Agromyzidae). • Orugas <i>Spodoptera exigua</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Spodoptera litoralis</i> (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Heliothis armigera</i> (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Heliothis peltigera</i> (Dennis y Schiff) (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Chrysodeisis chalcites</i> (Esper) (Lepidoptera: Noctuidae), <i>Autographa gamma</i> (L.) (Lepidoptera: Noctuidae). • Nematodos <i>Meloidogyne</i> spp. (Tylenchida: Heteroderidae). 	<ul style="list-style-type: none"> • Oidiopsis • <i>Leveillula taurica</i> (Lev.) Arnaud. • "Ceniza" u oídio de las cucurbitáceas • <i>Sphaerotheca fuliginea</i> (Schelecht) Pollacci. Ascomycetes: Erysiphales • Podredumbre gris • <i>Botryotinia fuckeliana</i> (de Bary) Whetrel. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: <i>Botrytis cinerea</i> Pers. • Podredumbre blanca • <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib) de Bary. Ascomycetes: Helotiales. Anamorfo: no se conoce. • Chancro gomoso del tallo • <i>Didymella bryoniae</i> (Auersw) Rem. Ascomycetes: Dothideales. • Virus Amarilleamientos • MNSV (Melon Necrotic Spot Virus) (Virus del Cribado del Melón) • ZYMV (Zucchini Yellow Mosaic Virus) (Virus de Mosaico Amarillo del Calabacín) • CMV (Cucumber Mosaic Virus) (Virus del Mosaico del Pepino) • WMV-2 (Watermelon Mosaic Virus-2) (Virus de Mosaico de la Sandía)

Espece	Principales plagas	Principales enfermedades
PIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> • Araña blanca (<i>Polyphagotarsonemus latus</i>) • Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>) • Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>) • Mosca blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i>) • Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>) • Orugas • Caracoles y babosas • Nematodos (<i>Meloidogyne</i> spp.) • Pulgón (<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • "Ceniza", "Blanquilla" u Oidiopsis • Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>) • Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) • Seca, o tristeza (<i>Phytophthora capsici</i>) • Roña o sarna bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>) • Podredumbre blanda (<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>) • Virus
PUERRO	<ul style="list-style-type: none"> • Polilla de la cebolla (<i>Acrolepia assectella</i>) • Trips (<i>Thrips tabaci</i>) • Nematodos (<i>Dytolenchus dipsaci</i>) • Mosca de la cebolla (<i>Hylemia antiqua</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mildiu (<i>Peronospora schleideni</i>) • Tizón (<i>Urocystis cepulae</i>) • Botritis (<i>Botrytis squamosa</i>) • Alternaria (<i>Alternaria porri</i>)
TOMATE	<ul style="list-style-type: none"> • Araña roja • Vasate • Mosca blanca • Pulgón • Trips • Minadores de hoja • Orugas de lepidópteros • Gusanos de suelo • Nematodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Ceniza u Oidio • Podredumbre gris Botritis • Podredumbre blanca • Mildiú • Alternariosis del tomate • Fusarium • Verticilium • Damping-off • Bacterias • Virus
ZANAHORIA	<ul style="list-style-type: none"> • Mosca de la zanahoria (<i>Psylla rosae</i>) • Pulgones (<i>Cavariella aegopodii</i>, <i>aphis</i> spp., <i>myzus persicae</i>) • Gusanos grises (Género <i>agrotis</i>) • Gusanos de alambre (<i>Agriotes obscurus</i>, <i>a. putator</i>, <i>a. lineatus</i>) • Nematodos (<i>Heterodera carotae</i>, <i>meloideogyne</i> spp.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Quemadura de las hojas (<i>Alternaria dauci</i>) • Picado o cavity-spot (<i>Pythium violae</i>, <i>p. sulcatum</i>, <i>p. intermedium</i>, <i>p. rostratum</i>) • Oídio (<i>Erysiphe umbelliferarum</i>, <i>leveillula taurica</i>) • Mildiú (<i>Plasmopara nivea</i>)

Fuente: Infojardín.com

11. Control de malezas en hortalizas

El control de malezas es un problema mundial, ya que dichas plantas limitan el rendimiento de los cultivos. Debido al fenómeno de latencia, muchas semillas de malezas permanecen en el suelo por períodos prolongados y germinan cuando las condiciones son favorables; por ejemplo, cuando se elimina la cubierta vegetal con la preparación de tierras.

¿Qué es maleza?

El concepto maleza no es un concepto rígido ya que se llegará a estimar como maleza a toda planta que crece en un lugar donde el hombre no desea que lo haga (Matthei, 1995). Además, podemos decir que se considera maleza:

Toda planta a la que aún no se le ha encontrado utilidad. Pero en general son plantas características de terrenos en donde el hombre ha reemplazado la vegetación nativa por sistemas controlados de cultivos.

Clasificación de malezas según ciclo de vida.

- Anuales: de verano (tomatillo) y de invierno (pasto pinito).
- Bianuales. (zanahoria silvestre)
- Perennes: De acuerdo al método de reproducción:
 - Perennes simples.
 - Perennes rizomatosas o estoloníferas (chépica)

Malezas de mayor incidencia en la agricultura chilena:

Subclase monocotiledoneas.

Familias:

- Poaceae
- Cyperaceae
- Lileaceae
- Subclase dicotiledoneas.

Familias:

- Asteraceae
- Brassicaceae
- Solanaceae.

Formas de control de malezas

Métodos	Observación
Métodos Físicos	
<ul style="list-style-type: none"> • Plástico negro • Solarización 	<p>Las malezas controladas bajo este sistema son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Amaranthus</i> spp. • <i>Chenopodium</i> • <i>Album</i> • <i>Digitaria sanguinalis</i> • <i>Convolvulus</i> • <i>Arvensis</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Esterilización del suelo: uso de microondas 	<ul style="list-style-type: none"> • La energía electromagnética puede hacer que ciertas moléculas vibren, generando calor. La penetración de la microonda en el suelo será proporcional a la longitud de onda.
<ul style="list-style-type: none"> • Mulch 	
<ul style="list-style-type: none"> • Conceptos básicos en control: • Control biológico de malezas clásico. 	<p>Control biológico:</p> <p>En el control biológico clásico, el agente introducido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debe adaptarse al nuevo hábitat. • No debe ser vector de nuevas plagas • Especificidad trófica
<ul style="list-style-type: none"> • Bioherbicidas (micoherbicidas). 	<p>Los bioherbicidas pueden ser obtenidos de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustancias fitotóxicas. • Productos secundarios, tanto de hongos y bacterias.

Fuente: Matthei, 1995.

Control con métodos químicos:

Cuando se aplican los herbicidas, los errores más comunes que se cometen al aplicarlos son:

- Elección inadecuada del herbicida.
- Suelo mal preparado.
- Época inadecuada.
- Dosis incorrecta.

A continuación se detalla la clasificación de los herbicidas.



Clasificación de Herbicidas de acuerdo a:

Su forma de actuar	• Herbicidas de contacto.	• Estos son muy poco móviles en la planta, por lo que sólo actúan sobre la parte que los recibe directamente.
	• Herbicidas sistémicos.	• Una vez introducidos en la planta se transportan por el floema y xilema hasta la zona de actuación que suelen ser los órganos de crecimiento, de esta forma se extienden por toda la planta ejerciendo su efecto tóxico en todos los lugares, incluidas las raíces; esto les hace particularmente eficaces en plantas perennes al destruir los rizomas y bulbos que les otorgan la persistencia.
	• Herbicidas residuales.	• Son de escasa movilidad y se aplican sobre el suelo desnudo sobre el que forman una cubierta tóxica que destruye la planta en el momento de la emergencia. Son muy efectivos sobre plantas anuales que nacen de semillas.
Su forma de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Al suelo. • Al follaje. • Sólidas. 	
Según momento de aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • Herbicidas de presembrado • Herbicidas de preemergencia • Post-emergencia 	
Su formulación	• Formulaciones líquidas	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones (S) • Concentrados (CE) • Suspensión líquida (L)
	• Formulaciones sólidas	<ul style="list-style-type: none"> • Polvos solubles (PS). • Herbicidas granulares solubles. • Polvos mojables (PM).

Fuente: FAO, 2003.

12. Literatura consultada

- Acuña-Navarro, O. 2000. El uso de indicadores microbiológicos para evaluar la eficacia de alternativas al bromuro de metilo en el cultivo de ornamentales. p. 36-39. Editorial San José, EUNA, CR.
- Álvarez R., F. Delgadillo. 2004. Enfermedades del tomate y chile Bell. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción Torreón, Coah, México. p. 31.
- Agrios, George, N. 1991. Fitopatología. 4a Edición. Ed. Limusa S.A. de C.V. México. p. 756.
- Apablaza, G. 1999. Patología de cultivos. Epidemiología y control holístico. Edición Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. p. 347.
- Arias, B. y Carrizales, L. Control químico de la Antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y postcosecha en el Municipio Cedeño, estado Monagas, Venezuela. Bioagro, ene. 2007, vol.19, no.1, p.19-25.
- Barquero M., A. Brenes, L. Gómez. 2005. Complejidad fisiológica de *Phytophthora Infestans* en Costa Rica. Agronomía Costarricense 29(3): 21-29.
- Bruna, A. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, CRI La Platina. Disponible en <http://alerce.inia.cl/fotos/Fichas/F036.htm>. Leído marzo 2009.
- Castresana, Jorge *et al.* Atracción del Trips *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (*Thysanoptera: Thripidae*) con trampas de luz en un cultivo de Gerbera Jamesonii (G.). Idesia. 2008, vol. 26, no. 3. pp. 51-56.
- Ciampi, L. 2002. Introducción a la Patología Vegetal. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile, Valdivia. p. 232.
- Entomología Hortícola. INIA-La Platina. Disponible en http://www.inia.cl/entomologia/p_tomate_invern/m_blanca1.htm. Leído marzo 15 del 2009.
- Elorza-Martínez P. y J. Maruri-García. 2004. Evaluación de cinco tratamientos fitosanitarios en la producción de plántulas de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn) en etapa de semillero en Tuxpan, Veracruz, México. Revista UDO Agrícola 4 (1): 27-30.
- Flores F., Alberto; Silva A., Gonzalo; Tapia V., Maritza y Casals B., Pedro. Susceptibilidad de *Tetranychus urticae* Koch (*Acari: Tetranychidae*) Colectada en *Primula obconica* Hance y *Convolvulus arvensis* L. a Acaricidas. Agric. Téc. [online]. 2007, vol. 67, no. 2, pp. 219-224.
- García, V., S. Camargo. 1998. Hongos fitopatógenos del clavel. Departamento de Biología en la UAM. p. 6.
- González, J., N. Mancuso, P. Ludueña, A. Bivancovich. 2007. Verticilosis en germoplasma de girasol (*Verticillium Wilt of Sunflower Germplasm*). HELIA, 30, Nr. 47, pp. 121-126.
- González, M. 2003. Nuevas fichas hortícolas, área centro sur. Boletín INIA No. 109, p. 62.
- Grupp, S., y P. Nixon. 2000 Departamento de Recursos Naturales y Ciencias Ambientales, Universidad de Illinois en Urbana-Champaign.
- Infojardín. 2002. Enfermedades huerto o huerta: hongos. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/huerto/enfermedades-hongos-2.htm>. Leído marzo 2009.
- Infojardín. 2002. Plagas, enfermedades y fisiopatías de las hortalizas. Disponible en <http://articulos.infojardin.com/huerto/plagas-enfermedades-fisiopatias.htm>. Leído marzo 2009.
- Lacasa, A., Contreras, J. 1995. El cultivo del tomate. Las Plagas. Ediciones Mundi-Prensa. p. 386-465.
- Latorre B. 1995. Enfermedades de las plantas cultivadas. 4ta edición, Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile. 628 p.

- Manual divulgativo. Uso seguro de productos fitosanitarios. 2005. Bayer CropScience.
- Martínez, M., J. Prieto. 2001. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de la zanahoria. Vida Rural. p. 3.
- Mercado, J., E. Tejedor, D. Rodríguez, R. Jiménez. 2005. Control biológico de la verticilosis en plántulas de olivo mediante aislados de *Pseudomonas* spp. p. 6
- Matthei, Óscar J. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Edición Alfabeta impresores. Santiago de Chile. 545p.
- Meza-Moller, A., M. Esqueda, A. Gardea, M. Tiznado, G. Virgen-Calleros. 2007. Variabilidad morfológica, patogénica y susceptibilidad a fungicidas de *Rhizoctonia solani* aislado de rizósfera de *Vitis vinifera* var. Perlette Sedles. REVISTA MEXICANA DE MICOLOGÍA 24.p.8.
- Monsalve, V. 1976. Enfermedades fungosas de la papa. Instituto Colombiano Agropecuario. p. 61-69.
- Nuez, F., R. Gil, J. Costa, 1996. El cultivo del pimiento, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. p. 608.
- Ochoa, R., M. Carballo, J. Quezada. 1989. Algunos aspectos de la biología y comportamiento de *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) y de su parasitoide *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Manejo integrado de plagas (Costa Rica). N° 11. p. 21-30.
- Rodríguez, D., J. Montilla. 2002. Disminución de la marchitez causada por *Fusarium* en tomate con extracto de *Citrus paradisi*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N°. 63 p. 46 -50
- Rodríguez, H., H. Nass. 1991. Las enfermedades del arroz y su control. FONAIAP N° 35.
- Snowdon, A. 1991. A Colour Atlas of Post-Harvest. Diseases & Disorders of Fruits & Vegetables. University of Cambridge. p. 416.
- Valencia, J., G. Arbeláez. 1999. Control biológico de la pudrición basal del tallo en crisantemo (*Chrysanthemum grandiflorum*) ocasionada por *Sclerotinia sclerotiorum* con algunos aislamientos de *Trichoderma* sp. y *Gliocladium* sp.. p. 1-4.

CAPÍTULO VIII. Buenas Prácticas Agrícolas

1. Introducción

Las Buenas Prácticas Agrícolas, BPA, pueden definirse como "hacer las cosas bien y dar garantías de ello". Pero, además de la búsqueda de la inocuidad alimentaria (defensa del consumidor local e internacional), las BPA promueven la preservación del medio ambiente en que se desarrolla la actividad agropecuaria (suelos, aguas y biodiversidad), el bienestar animal y el mejoramiento de la salud y las condiciones laborales de los trabajadores rurales y sus familias.

El uso de protocolos para las BPA es una ventaja competitiva al momento de acceder a nuevos mercados, o permanecer en ellos, convirtiéndose en una estrategia de diferenciación para los procesos de comercialización nacional e internacional de los productos agropecuarios.

Conceptos generales de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

El crecimiento del consumo y la ampliación de los mercados a escala mundial, y el surgimiento de consumidores cada vez más preocupados por el origen y composición de los alimentos han hecho que en las últimas décadas aumenten las exigencias fitosanitarias y de inocuidad para la producción agrícola. Frente a este desafío, surge la necesidad de obtener productos de calidad a costos competitivos, y muchos sectores han quedado relegados debido a su poca capacidad para responder a estas nuevas exigencias (FAO, 2006).

Las BPA incorporan tres elementos: inocuidad de los alimentos, cuidado del medio ambiente y seguridad de los trabajadores (ODEPA, 2003). Las buenas prácticas agrícolas priorizan la calidad de alimentos como un tema básico. Un producto de baja o mala calidad tiene menor precio y la falta de inocuidad

FIGURA 1. Elementos que intervienen en las BPA

¿Qué promueven las Buenas Prácticas Agrícolas?



Fuente: Izquierdo J., M. Rodríguez, M. Durán. FAO, 2007.

implica un alto costo para la empresa involucrada, el individuo afectado y la sociedad (FAO, 2004). De acuerdo a la normativa vigente, las BPA sólo podrán ser aplicadas si predomina una disposición abierta, receptiva y proactiva de los productores y el resto de los agentes involucrados en el proceso productivo. Esto implicará:

- Hacer los cambios necesarios a las prácticas de cultivo.
- Mantener un completo registro de las prácticas realizadas.
- Capacitar a los trabajadores.
- Actualizar los planes de manejo.

En las últimas tres décadas se ha producido un significativo aumento de los brotes de enfermedades asociadas al consumo de alimentos contaminados, tales como *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Shigella*, entre otros, siendo las hortalizas una de las principales vías de contaminación (FDA, 1998), especialmente las de hoja, como lechuga.

Las Buenas Prácticas son aplicables a cualquier producto hortofrutícola que se desarrolle, sin importar el tipo o tamaño de los agricultores, si es un producto consumido en fresco o procesado, producción de semillas, producción de plántulas, etc. Aun cuando en este momento se relaciona más con los productores dedicados a la exportación por las exigencias de los mercados internacionales, en un futuro muy cercano la mayoría de la agricultura nacional tendrá incorporado este tema dentro de sus quehaceres cotidianos, para poder comercializar en mercados más exigentes.

Buenas Prácticas implican “hacer bien las cosas y dar garantía de ello”, considerando toda la cadena productiva, desde que el agricultor decide plantar o sembrar una especie hasta que el producto cosechado llega a manos del consumidor final. Por lo tanto, se pueden encontrar diferentes Buenas Prácticas, según el nivel de la cadena productiva en que se encuentre (Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas).

Es así como se pueden distinguir:

Buenas Prácticas Agrícolas:

Hacen mención a todo lo relacionado con la producción en terreno de las hortalizas y cultivos en general.

Buenas Prácticas Manufactura:

Relacionada con el proceso de envasado o elaboración al que sea sometido un producto hortofrutícola.

Buenas Prácticas Almacenaje:

Acopio de materia prima o del producto terminado.

Buenas Prácticas Higiene:

Estas buenas prácticas deben ser comunes a cualquiera de las anteriores, ya que así se asegura en gran parte la inocuidad alimenticia del producto.

2. ¿Qué son las BPA?

Es hacer las cosas bien y dar garantías de aquello durante toda la cadena de producción en el campo (desde la toma de decisión de hacer las siembras o plantaciones, hasta las respectivas cosechas del producto). En términos medioambientales, la inocuidad de los alimentos, seguridad de los trabajadores y, en ciertos casos, en lo relativo al bienestar animal (FAO, 2004; FAO 2006).

Con esto se busca que los productos hortofrutícolas sean inocuos para la salud del consumidor, reduciendo al máximo la contaminación biológica, causante de la mayoría de enfermedades gastrointestinales que los puedan afectar, la contaminación química, lo que significa reducir los residuos de productos fitosanitarios u otros elementos químicos nocivos y la contaminación física con cuerpos extraños junto al producto comercializado (ODEPA, 2003).

Las BPA tienden a hacer una agricultura más amigable con el medio ambiente en el cual se desarrollan los cultivos, evitando la contaminación de agua para riego y lavado, la contaminación y erosión de los suelos y la de la atmósfera (ODEPA, 2003).

Se incluye el concepto de seguridad y bienestar de los trabajadores, en el cual se debe considerar la capacitación del personal, su seguridad, los servicios básicos y las medidas de higiene. Se debe destacar que la base es cumplir con las leyes laborales y sanitarias vigentes en el país (Izquierdo *et al.*, 2007).

En cuanto a los cultivos propiamente tales, se consideran aspectos como selección del terreno y cultivo (especie-variedad), preparación suelo, siembra, control de malezas, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades, cosecha y almacenaje. También se incluyen otros temas, como el uso de productos fitosanitarios, el uso de agua, de animales y vectores, transporte de productos, entre otros.

3. Objetivos de las BPA

1. Usar adecuada y racionalmente los recursos naturales y económicos, para garantizar sustentabilidad del proceso productivo.
2. Propender a la adopción de técnicas de manejo integrado de cultivo (MIC).

3. Acrecentar la confianza de consumidores en calidad, inocuidad y sanidad de productos hortícolas.
4. Garantizar acción responsable ante la salud y la seguridad de consumidores y trabajadores.
5. Minimizar el impacto ambiental de la producción.

La Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas ha elaborado especificaciones técnicas de BPA que

contienen las características requeridas de un producto (métodos, procedimientos de producción) para rubros agrícolas, pecuario y forestal, aplicables a las distintas realidades productivas del país. En estas especificaciones se identifican las orientaciones técnicas que permiten desarrollar prácticas ambientalmente sostenibles e higiénicamente aceptables, requeridas para implementar un programa de BPA, y mejorar la competitividad (Fucoa, 2008). En el Cuadro 1 se presentan las ventajas y desventajas de la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas, conociendo los objetivos que se quieren alcanzar con estas prácticas.

CUADRO 1. Ventajas y desventajas en la adopción de las BPA

Ventajas	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Permite estar preparado para exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios); en el futuro próximo, probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados. • Obtención de mejor y nueva información de su propio negocio, merced a los sistemas de registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica. De esta forma, el productor comprende mejor su negocio y por ende lo habilita a tomar mejores decisiones. • Mejor gestión (administración y control de personal, insumos, instalaciones, etc.) de la finca (empresa) en términos productivos y económicos. Aumento de la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos, horas de trabajo, tiempos muertos, etc.) • Permite reducir la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados, empresas exportadoras, etc. • Personal comprometido con la empresa, con aumento de la productividad por mayor especialización y dignificación del trabajo agropecuario. • Mejor imagen de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y por agregación, mejor imagen del propio país ("Fruta de Chile", "Uruguay Natural", etc.). • Desde el punto de vista de las comunidades rurales locales, las BPA representan un recurso de inclusión de las mismas en los mercados, tanto locales como regionales o internacionales. Asimismo constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a ellas mismas, y a otras semejantes, de que se pueden integrar con éxito, mejorando su calidad de vida y su autoestima, sin dejar de lado sus valores culturales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de la adopción de BPA; hay que hacer frente a los costos de certificación, de implementación, de infraestructura, costos fijos, etc. • La certificación tiene validez únicamente por un año; o sea, que hay que renovarla año a año, con los consiguientes costos. • Requiere un cambio cultural del personal involucrado (compromiso, uso de registros, cambio de hábitos higiénicos, etc.) que significa un costo en tiempo y dinero. • Capacitación del personal superior de la empresa y luego de los trabajadores, lo que de nuevo significa costos en tiempo y dinero. • Exige cumplir con la normativa nacional (normas bromatológicas, ambientales, sanitarias, etc.) que en muchos casos se soslayan consuetudinariamente. • Largos períodos de tiempo para implementar y alcanzar la certificación (6 meses para US GAP y entre 1 a 1,5 años para EUREP GAP). • Auditorías periódicas, que crean aprensión y temor entre el personal de las empresas, por no comprender el rol de las mismas.

Fuente: FAO, 2004.

4. Manejo y uso de productos fitosanitarios

Como la seguridad del consumidor es hoy uno de los aspectos prioritarios en la cadena de abastecimiento alimentaria y los productos fitosanitarios tienen un rol importante, se espera entregar los aspectos más relevantes de su buen uso para trabajar con las BPA.

Este es uno de los puntos de mayor peligro frente a cualquier complicación que pueda suceder, debido a que se puede poner en riesgo la salud de las personas, tanto de consumidores como de manipuladores, aplicadores u otras personas que se encuentren cerca en el momento inadecuado. Además, puede afectar directamente al medio ambiente, pudiendo contaminar fuentes de agua, suelo y aire. Es por esto que lo primero que se debe considerar es la capacitación de los manipuladores o aplicadores de fitosanitarios, enseñándoles a disminuir al máximo la posibilidad de contaminarse a sí mismos y al entorno. Asimismo, a todos los trabajadores se les debe señalar las implicancias que puede tener el mal uso y/o no respetar las indicaciones propias de este tipo de producto. En la capacitación exigida en las BPA se incluyen los siguientes tópicos relacionados con el manejo y uso de fitosanitarios:

Almacenaje

No es común encontrar bodegas exclusivas (Figura 2) para almacenar productos sanitarios, las que normalmente existen en los predios contienen productos de todo tipo, sin individualizarlos y sin cumplir las mínimas exigencias, lo que implica riesgos de contaminación y pérdidas. Estas bodegas deben estar alejadas de casas, de fuentes de agua, en especial las de bebida y lugares de acopio o almacenamiento de alimentos; tener buena iluminación y ventilación; contar con estanterías para envases vacíos; mantenerse en buenas condiciones, ordenadas y limpias; tener una puerta con llave y ser de acceso restringido para el personal capacitado para el uso y manejo de

FIGURA 2: Bodega de almacenamiento



fitosanitarios. No hay que olvidar incorporar los letreros indicando las prohibiciones y obligaciones que existen para el interior de la bodega, como no fumar, no comer, uso de equipamiento personal, etc.

Se deben construir con material que no se incendie fácilmente y que no absorba humedad, contar con extintores y pueden tener la forma que el agricultor quiera, y contener la cantidad necesaria de productos solamente. Siempre debe haber un listado de los productos que se almacenan en las bodegas.

Sala de dosificación

Es un sector exclusivo destinado a dosificar los productos a aplicar, con suficiente luz, ventilación, con balanzas, jarros graduados, recipientes, lavamanos, jabón, y secadores de mano para después de manipular productos. No se debe olvidar los letreros que recuerden al personal las obligaciones y restricciones para trabajar en este sector (Figura 3).

FIGURA 3: Sala de dosificación



Calibración de los Equipos

Los equipos de aplicación deben contar con un plan de calibración, para garantizar su correcto funcionamiento, para lo cual debe haber personal capacitado

FIGURA 4: Equipos



que realice esta labor y ser registrado cada vez que se haga, indicando fechas y resultados (Figura 4).

Equipamiento de Protección Personal (Especificaciones técnicas BPA, 2008).

Por el riesgo que constituye para la salud humana la aplicación de fitosanitarios, la persona que manipula o aplica estos productos debe usar siempre su equipamiento de protección personal (Figura 5), según el tipo de producto utilizado, y se debe encontrar en buenas condiciones para su uso. El lavado y mantenimiento de los equipos deben realizarse dentro del área de trabajo.

FIGURA 5. Protección personal



Señalización

Todo el personal que desarrolla alguna actividad en el predio donde se realicen aplicaciones debe conocer la señalética y su significado para resguardar su seguridad y la de los demás. Es así como se debe identificar y avisar a los trabajadores siempre que se vaya a realizar una aplicación (Figura 6). Es importante que el personal respete el área donde se lleva a cabo la aplicación y el tiempo que debe transcurrir antes de reingresar al sector. Los carteles de aviso deben ser claros, directos y que no puedan adulterarse fácilmente.

FIGURA 6. Señalización



mente, aceptándose el uso de banderillas de colores. Todo el personal que ejecuta una tarea en potrero debe conocer el significado de la señalética que exista en el lugar de trabajo.

Eliminación de envases

Para cumplir con las BPA, está prohibida la quema de envases, enterrarlos en el campo o botarlos a la basura. Aquí se aplica el concepto de triple lavado, existiendo centros de acopio que reciben estos envases con triple lavado para su posterior eliminación o reciclaje.

El aplicador, una vez vaciado todo el contenido de un envase, debe llenarlo con agua hasta un cuarto de su capacidad, enjuagar durante 30 segundos y verterlo en el tanque de la máquina pulverizadora que se está utilizando. Esta operación se repite en tres oportunidades. Después del lavado los envases se rompen o perforan, y se guardan en un lugar habilitado para ello en espera de ser llevado al centro de acopio más cercano (Figura 7). El acopiador emite un certificado donde indica que los envases fueron tratados con triple lavado, el que debe ser archivado por el productor en sus cuadernos de registro junto a una copia de la guía de despacho donde se especifican los envases y cantidad entregada.

FIGURA 7. Eliminación envases



5. Sistema de registros

Para la empresa certificadora es de vital importancia que cada agricultor que implemente BPA lleve un registro de todas las actividades realizadas en cada cultivo. Estos registros son la única forma de avalar lo que se realizó durante el proceso productivo. Son la base de la trazabilidad de un producto frente a la información que requiera el cliente y en las BPA. Se solicita que se lleven los registros sin exigir un formato tipo, pudiendo llevarse en computador, cuadernos o archivadores, siendo importante que sean auditables.

La importancia de los registros radica en que las Buenas Prácticas Agrícolas no basta con “hacer las cosas bien”, sino que hay que ser capaz de demostrarlo. Y es así que toman gran importancia los sistemas de registro y la trazabilidad de los productos (Minagri y Fucoa, 2003).

En la carpeta de producción se debe mantener:

- Registro de capacitación del personal que trabaja en el predio.
- Registro de aplicaciones de productos fitosanitarios.
- Registro de calibración de los equipos de aplicación.
- Registros de Equipamiento de Protección Personal (EPP), entre otros, relacionados con distintos temas de producción dentro de la cadena.

Se debe ir completando un archivo histórico donde se guarden los registros de temporadas anteriores.

6. ¿Por qué implementar BPA?

Las BPA sirven para minimizar los impactos negativos que pueda tener la agricultura, tanto en las personas (consumidores y trabajadores), como en el medio ambiente. De esta forma, permite acceder a mercados más exigentes en estos temas (Minagri-Fucoa, 2003).

1. Para proteger al consumidor
2. La ley lo exige
3. Es bueno para la empresa y para el país

¿Qué implica un alimento inocuo?

Los beneficios asociados a la implementación de dichas prácticas incluyen la protección de la salud humana, ya que a lo largo del sistema productivo se minimizan las posibilidades de que el producto esté en contacto con fuentes de contaminación (Bentivegna *et al.*, 2005). Lo que “Implica la certeza práctica de que un alimento o ingrediente utilizado en una cantidad o de una manera acostumbrada y razonable no será causa de una lesión o un daño en el consumidor”.

¿Para Chile es obligatorio?

Para la comercialización interna del país aun no es obligatorio, sólo lo es para los productos de exportación, según el mercado de destino, si ese país lo exige, y en ese caso hay que ceñirse a las normativas que cada país de destino tiene al respecto.

El Estado de Chile tiene particular interés en la promoción de estas prácticas, por cuanto significan un aporte al bien público y posibilitan mejores niveles de competitividad para la agricultura (Odepa, 2003).

7. Pautas para la implementación de las BPA

A nivel mundial existen pautas para la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas. Para Estados Unidos existe la Guía para reducir al mínimo riesgo microbiano en alimentos, en frutas y vegetales frescos, la que pone énfasis en reducir al mínimo el riesgo microbiano en alimentos, en frutas y vegetales frescos (Minagri-Fucoa, 2003).

Para los países europeos existe el Protocolo de EUREP (EUREPGAP®) el que pone énfasis en los peligros por el uso de productos químicos (Minagri-Fucoa, 2003).

Para Chile existe el Programa de FDF (Fundación Desarrollo Frutícola) que armoniza y complementa ambas guías con la reglamentación nacional. EUREP o Euro Retailer Group (EUREP) reúne a grandes supermercados europeos líderes en el sector alimentario, quienes definieron un documento de BPA que deben cumplir los suministradores de frutas y hortalizas, tales como los supermercados de Austria, Finlandia, Gran Bretaña, Holanda, Bélgica, Italia y Noruega (FDF; Arancibia y Bradasic, 2007).

La Guía para reducir al mínimo el riesgo microbiano en alimentos, en frutas y vegetales frescos considera los siguientes factores (Bentivegna *et al.*, 2005).

1. Agua.
2. Estiércol animal y desechos orgánicos municipales.
3. Salud e higiene de los trabajadores.
4. Instalaciones sanitarias.
5. Sanidad en el campo.
6. Limpieza instalaciones de empaque.
7. Transporte.
8. Rastreo.

Los puntos de control y criterios de cumplimiento (Bentivegna *et al.*, 2005; ChileGAP, 2005), que debe tener un producto son:

1. Trazabilidad.
2. Mantención de Registros.
3. Variedades y Portainjertos.
4. Historia y Gestión del Lugar.
5. Gestión del suelo y sustratos.
6. Uso de fertilizantes.
7. Riego.
8. Protección vegetal.

9. Cosecha.
10. Tratamientos pos cosecha.
11. Gestión de residuos de la contaminación, reciclajes y reutilización.
12. Salud del trabajador, seguridad y bienestar.
13. Temas medioambientales.
14. Manejo de reclamos.
15. Auditorías internas.

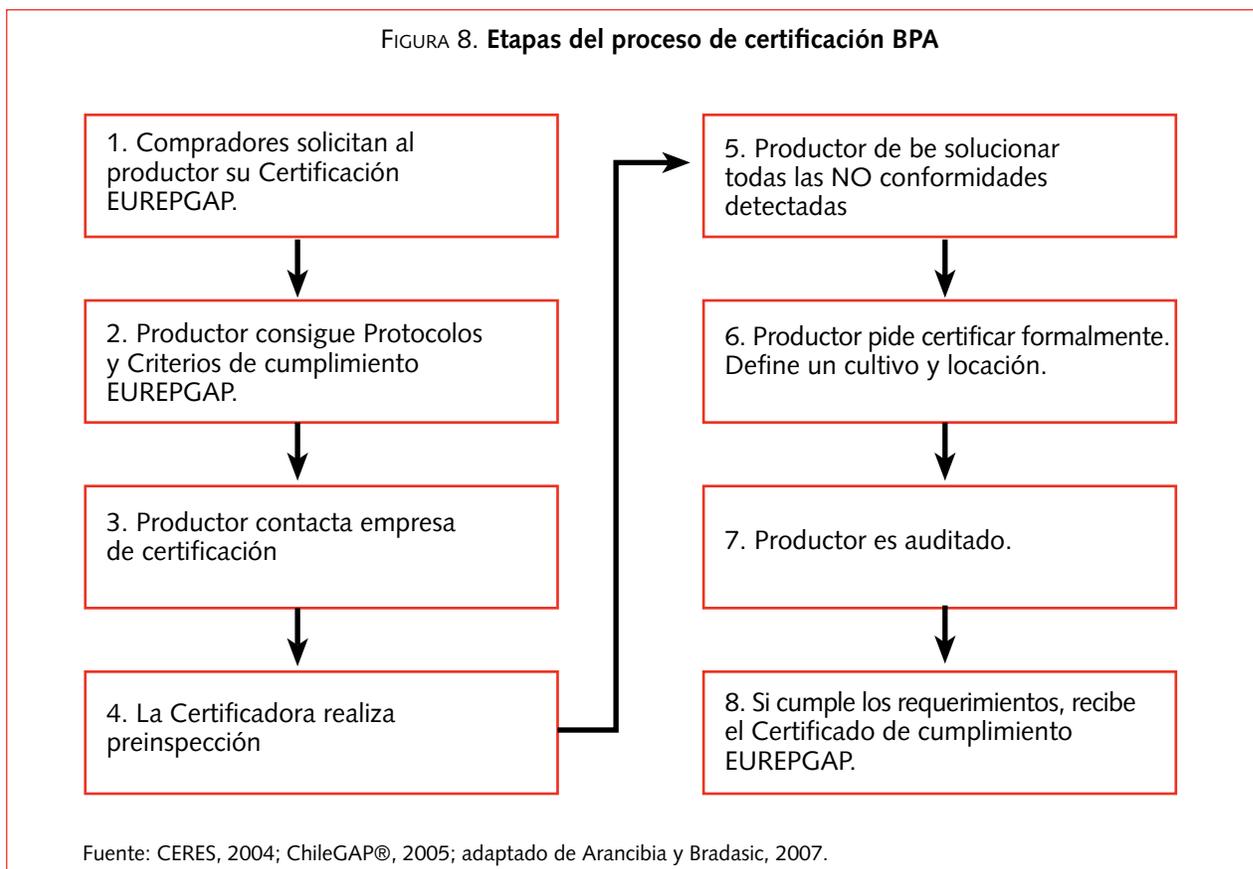
Conocimiento detallado de reglamentaciones, normativas y buenas prácticas

A nivel nacional, están involucrados en el proceso de certificación los siguientes servicios:

- Servicio de Salud – www.ssva.cl
- Servicio Agrícola y Ganadero – www.sag.gob.cl
- Instituto Nacional de Normalización – www.inn.cl

8. Aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas

El proceso de certificación (Figura 8) para BPA toma un mínimo de tiempo de 6 meses y comprende las siguientes etapas:



9. Protocolo EUREPGAP

EL Protocolo EUREPGAP tiene 255 ítems o puntos; De ellos 42 son obligatorios mayores, 122 son obligatorios menores y 91 son recomendados. Una auditoría para este Protocolo tiene una duración de alrededor de 7 horas en un predio de tamaño medio (hasta 160 hectáreas).

Un productor alcanza la Certificación EUREPGAP sólo si cumple con el 100% de los ítems Rojos (Obligatorios mayores), 95 % de los ítems Amarillos (Obligatorios menores).

Para el proceso de certificación existen parámetros importantes contenidos en los protocolos EUREPGAP (Cuadro 2), los cuales son:

CUADRO 2. Parámetros del protocolo EUREPGAP

Parámetro	Aspectos a considerar
Trazabilidad	Permitir la realización de un seguimiento del producto hasta la unidad productiva original.
Mantenimiento de registros	Se debe archivar durante un período de dos años toda la información requerida durante la inspección.
Variedades cultivadas y patrones	Tratamientos de semillas, material del semillero, OGM
Historial y manejo del lugar	Historial del predio, rotaciones.
Manejo de suelos y substratos	Erosión del suelo, Desinfección del suelo, substratos.
Fertilizantes	Necesidad de nutrientes, recomendaciones de cantidad y tipo de fertilizantes, registros de aplicación de fertilizantes, almacenamiento de fertilizantes, MO.
Riego y agua	Calidad del agua de riego, procedencia del agua de riego.
Fitosanitarios y manejo integrado	Elementos básicos de la producción de cultivos, elección de productos fitosanitarios, registros de aplicación de productos fitosanitarios, seguridad, formación y normas, equipo de protección del personal, plazos de seguridad (carencia, reingreso), equipos de aplicación, análisis de residuos de pesticidas, almacenamiento de productos fitosanitarios, envases de productos fitosanitarios, productos fitosanitarios caducados.
Cosecha y recolección	Higiene, embalaje en la zona de cultivo, lavado.
Tratamientos postcosecha	Tratamientos de postcosecha, identificación de residuos y agentes contaminantes.
Salud, seguridad y bienestar laboral	Formación y capacitación, instalaciones y equipamiento, higiene, bienestar laboral.
Medio ambiente	Gestión de conservación medioambiental.
Procedimientos de reclamaciones	Registro y análisis de reclamos y sugerencias.
Auditoría interna	Realización de auditorías internas.

Fuente: Arancibia y Bradasic, 2007.

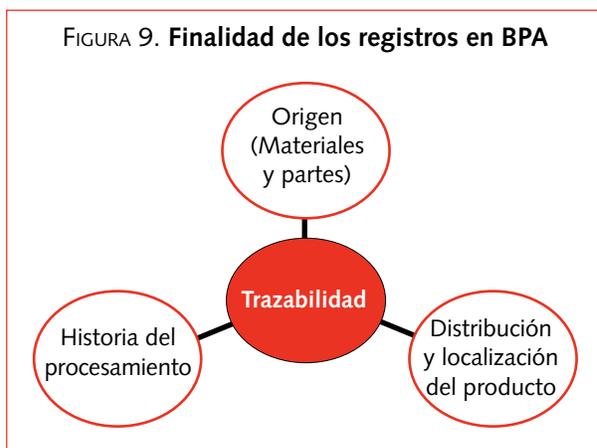
10. Ítems a cumplir en las BPA

Sistema de registros

Las Buenas Prácticas requieren de un sistema de registros, ordenado y eficiente, para su implementación, lo que a su vez puede mejorar la gestión productiva del predio, disminuyendo costos y aumentando los beneficios.

Todos los registros tienen como finalidad única e importante que es la trazabilidad del predio, frente a cualquier inconveniente y de manera de tener un resguardo de que las labores del predio corresponden a lo requerido por el cultivo y por los trabajadores Figura 9 (Minagri-Fucoa, 2003; Arancibia y Bradasic, 2007).

FIGURA 9. Finalidad de los registros en BPA



Historia y manejo del predio

En BPA es fundamental conocer el historial del campo, de cada potrero, cada cultivo, para lo cual es necesario tener identificado cada sector con letreros apropiados.

En cada predio, cuartel, invernadero, u otras instalaciones utilizadas en la producción deben existir carteles (Figura 10) claros y legibles indicando su nombre o identificación. Estos nombres deben ser los mismos que se utilizan en los registros que se refieren a ese cuartel o invernadero y en el plano o diagrama del predio (ChileGAP, 2008).

FIGURA 10. Identificación del predio



Fertilización

En relación con la fertilización es necesario cumplir con alguna información tal como justificar la fertilización a través de los análisis de suelos, demostrar la competencia del asesor, implementar un buen registro de fertilización y cumplir con las condiciones de almacenamiento.

En todas las aplicaciones de fertilizantes foliares y del suelo, ya sean orgánicos (guano) o inorgánicos, se

debe registrar la ubicación geográfica (región, provincia, comuna o lugar) y el nombre del predio, cuartel o invernadero y cultivo donde se aplicó el producto. En caso que los registros de fertilizantes se encuentren agrupados en una sola planilla o formulario, la identificación del predio y la ubicación geográfica pueden estar anotadas en el encabezado, pero se debe identificar el cuartel, block o invernadero para cada aplicación efectuada (ChileGAP, 2008).

Los fertilizantes orgánicos guardados en el predio deben ser almacenados en un área designada (Figura 11). Se han tomado las medidas apropiadas para prevenir la contaminación de cauces de agua (como por ejemplo, y dependiendo de las circunstancias, cimientos y muros de hormigón o contenedores especiales a prueba de goteo, etc.) o se deben almacenar a una distancia de 25 m de cuerpos de agua superficial.

FIGURA 11. Almacenamiento de fertilizantes



Higiene del personal

En cuanto a la higiene del personal que trabaja en el predio, se deben cumplir condiciones mínimas tales como contar con baños adecuados (Figura 12) que pueden ser fijos o móviles y que contengan lavamanos con jabones adecuados. Los empleados deben recibir instrucción permanente y se debe evitar que personal enfermo participe en las cosechas.

FIGURA 12. Baños y señalización



Debe haber evidencia de que los operarios hayan recibido instrucciones en cuanto al aseo personal (por ejemplo, lavado de manos, uso de alhajas, longitud de uñas y limpieza, etc.) y limpieza de su vestimenta de trabajo y en cuanto al comportamiento personal (por ejemplo, no fumar, escupir, etc.).

Los servicios deben estar en buen estado de higiene. Sus puertas no deben abrir directamente al área de packing o manejo del producto, a no ser que la puerta tenga un mecanismo de cierre automático. El equipamiento de lavado de manos, con agua y jabón (Figura 13) no-perfumado debe estar accesible y cerca de los servicios (ChileGAP, 2008).

FIGURA 13. Lavado de manos



Erradicación de animales domésticos

Los predios deben estar libres de animales domésticos, tales como perros, cerdos, aves de corral, entre otros. Los predios y los potreros deben tener cercos adecuados para evitar la entrada de animales, con los letreros adecuados.

El acceso de animales domésticos a las instalaciones de manejo de producto debe estar prohibido (Figura 14) y restringido para evitar riesgos de contaminación al producto. Esto debe estar indicado con señalética en los accesos del predio (ChileGAP, 2005).

FIGURA 14. Señalización de prohibición



Abastecimiento de agua

Los campos dedicados a la horticultura deben contar permanentemente con el abastecimiento de agua para bebida, lavado y riego. El agua puede provenir de pozos, canales, ríos, esteros o tranques, debiendo cumplir con ciertos requisitos de sanidad. En cuanto al riego, hay que preocuparse del método de riego, que sea eficiente en el uso del agua, y que estén en buen estado de utilización. Los canales deben permanecer limpios, al igual que los pozos u otras fuentes de agua. Es necesario realizar permanentemente análisis de aguas para revisar la presencia de contaminantes y de organismos dañinos para la salud como *Escherichia coli*. Para las aguas en general se recomienda realizar un proceso de cloración en estanques, como se muestra en la Figura 15 (ChileGAP, 2005; Arancibia y Bradasic; 2007; ChileGAP, 2008).

FIGURA 15. Cloración de estanques



Historial del campo

Es necesario conocer el historial de manejo del campo, en su totalidad y por potrero, lo que se puede manejar a través del uso de registros. También es necesario conocer qué cultivos se han producido, las rotaciones que se han utilizado, los productos químicos utilizados y conocer si hay residuos, si ha habido producción animal y cómo se ha llevado, tener clara la situación de la propiedad, entre otros antecedentes (ChileGAP, 2008).

Igualmente, es necesario conocer el historial de los predios vecinos colindantes, tales como si en ellos se realiza alguna actividad industrial contaminante, si ha existido deriva (derrame aéreo) de pesticidas, si hay producción animal en los alrededores. Si así fuera, qué se ha hecho con los residuos del estiércol, si hay vertederos municipales u otra fuente contaminante.

Manejo de los cultivos

Los cultivos deben ser manejados de acuerdo a todas las normas técnicas descritas en los manuales técnicos y de BPA específicos existentes en el país. Las BPA se aplican desde la elección del suelo y la variedad hasta la postcosecha y almacenaje. Durante toda la cadena se deben seguir las especificaciones técnicas.

En Chile, la Comisión Nacional de BPA trabaja en la elaboración de manuales específicos por cultivo o grupo de ellos.

Cosecha y postcosecha

La cosecha parte del momento en que se establece el estado óptimo de cosecha del cultivo, lo que se denomina Índice de Madurez de Cosecha (IMC), variable según la especie y variedad. Por ejemplo, en lechuga este IMC está dado por el tamaño según la variedad y también por el tamaño que requiere el mercado. Se debe contar con un programa de limpieza y desinfección (al menos una vez al año) de los implementos de cosecha para prevenir la contaminación del producto.

Este programa debe incluir al menos: Lavado y desinfección periódica de los implementos de cosecha con elementos tales como amonio cuaternario, cloro, iodo, u otro desinfectante o son forrados después de cada uso con una bolsa plástica limpia. Los envases y herramientas de recolección reutilizables (por ejemplo, tijeras, cuchillos, podadoras, etc.), así como los equipos de cosecha (maquinaria), deben estar incluidos en este programa. En estas faenas, es vital la capacitación del personal, especialmente en el trato de los productos, la ropa adecuada y la higiene, que es clave en este proceso. El manejo de postcosecha debe ser de cuidado, especialmente a las condiciones de temperatura y humedad relativa a la que se deben mantener los productos (Arancibia y Bradasic, 2007; CHILEGAP, 2008).

Los vehículos del predio usados para el transporte del producto cosechado y que también sean utilizados para otros fines deben ser limpiados y bien mantenidos. Debe existir un plan de limpieza establecido para evitar la contaminación del producto (por ejemplo, tierra, suciedad, fertilizantes orgánicos, derrames, etc.).

Los envases de los productos sólo son utilizados para contener el producto cosechado (no para contener agroquímicos, lubricantes, aceites, sustancias químicas de limpieza, escombros vegetales u otros). Si se utilizan remolques, carretillas, tolvas para mantener el producto, etc., éstos deberán ser limpiados previamente. Las cajas o bandejas de cartón corrugado deberán ser utilizadas sólo una vez (Arancibia y Bradasic, 2007; CHILEGAP, 2008).

Factores de éxito

1. Implementación de las BPA

- A. Diagnóstico y plan de mejoras.
- B. Capacitación.
- C. Recursos – Asociatividad.

2. Sustentabilidad del proceso de certificación

- A. Mejoramiento Continuo.
- B. Capacitación.
- C. Auditorías internas y retroalimentación.

3. Principios: soporte documentado de las BPA

- A. Documentar lo que se hace.
- B. Hacer lo que se dice que se hace.
- C. Registrar lo que se hace.

NOTA: La Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícola, asesora del Ministro de Agricultura en el tema de BPA, está presidida por el Subsecretario de Agricultura, y corresponde a una articulación público-privada integrada por Odepa, SAG, INDAP, INIA y FIA. Como invitados participan ProChile, CORFO –CPL, SERNAM, SALUD, y del sector privado participan la SNA (CODESSER), Fedecarne, Fedefruta, Fedeleche, Asprocer, ASOEX, MUCECH, Campocopo y La Voz del Campo.

FIGURA 16. Desinfección equipos de cosecha



11. Literatura consultada

- Arancibia, L., P. Bradasic. 2007. Manual de Buenas Prácticas para la Agricultura Familiar Campesina en la XII Región de Magallanes. p. 51.
- Bentivegna M., P. Feldman, R. Kaplan. 2005. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). p. 13.
- CERES (Certification of Environmental Standards GMBH), 2004. Pasos a seguir para la certificación EurepGAP.
- ChileGAP puntos de control y criterios de cumplimiento para frutas y hortalizas frescas. Disponible en <http://www.chilegap.com>. Leído 05 marzo 2009.
- ChileGAP®, 2005. Reglamento General Frutas y Hortalizas Frescas. p.53.
- ChileGAP. PUNTOS DE CONTROL Y CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO, 2008. MANEJO INTEGRADO DE PREDIOS MÓDULO I - TODA LA EXPLOTACIÓN (TE). p.9.
- ChileGAP. PUNTOS DE CONTROL Y CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO, 2008. MANEJO INTEGRADO DE PREDIOS MÓDULO II - BASE CULTIVO (BC) p.15.
- ChileGAP. PUNTOS DE CONTROL Y CRITERIOS DE CUMPLIMIENTO, 2008. MANEJO INTEGRADO DE PREDIOS MÓDULO III - FRUTAS Y VEGETALES (FV) p.10.
- ChileGAP. Puntos de Control y Criterios de Cumplimiento para Frutas y Hortalizas Frescas. 2005. p.10.
- Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas. Disponible en <http://www.buenaspracticagrasagricolas.cl>. Leído 05 marzo 2009.
- FAO. 2004. Buenas prácticas agrícolas. p. 49.
- FDA-Direcciones para la Industria Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos, en el Caso de Frutas y Vegetales Frescos, 1998.
- FUCOA, 2008. Las buenas practicas agrícolas. Disponible en Portal Fucoa - Las buenas prácticas agrícolas.mht.
- Fundación para el desarrollo frutícola. Secretaría Técnica ChileGAP®. Disponible en <http://www.fdf.cl/> Leído marzo 5 del 2009.
- Izquierdo J. y M. Rodríguez. FAO 2006. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA): En busca de sostenibilidad, competitividad y seguridad alimentaria. p. 66.
- Izquierdo J., M. Rodríguez, M. Durán. FAO, 2007. Manual Buenas Prácticas Agrícolas para la Agricultura Familiar. p. 60.
- MINAGRI-FUCOA, 2003. Buenas Prácticas Agrícolas, Presente y Futuro del Agro. p. 12.
- ODEPA, 2003. Elementos para el desarrollo de una política de buenas prácticas agrícolas.
- Sará, A. Manual Buenas Prácticas Agrícolas para Fitosanitarios. Disponible en <http://www.basf.cl/agro>. Leído 03 marzo 2009. p. 20.