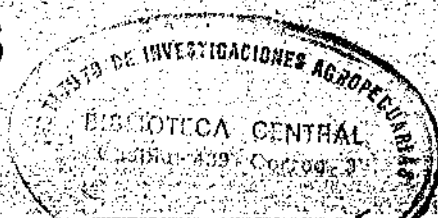
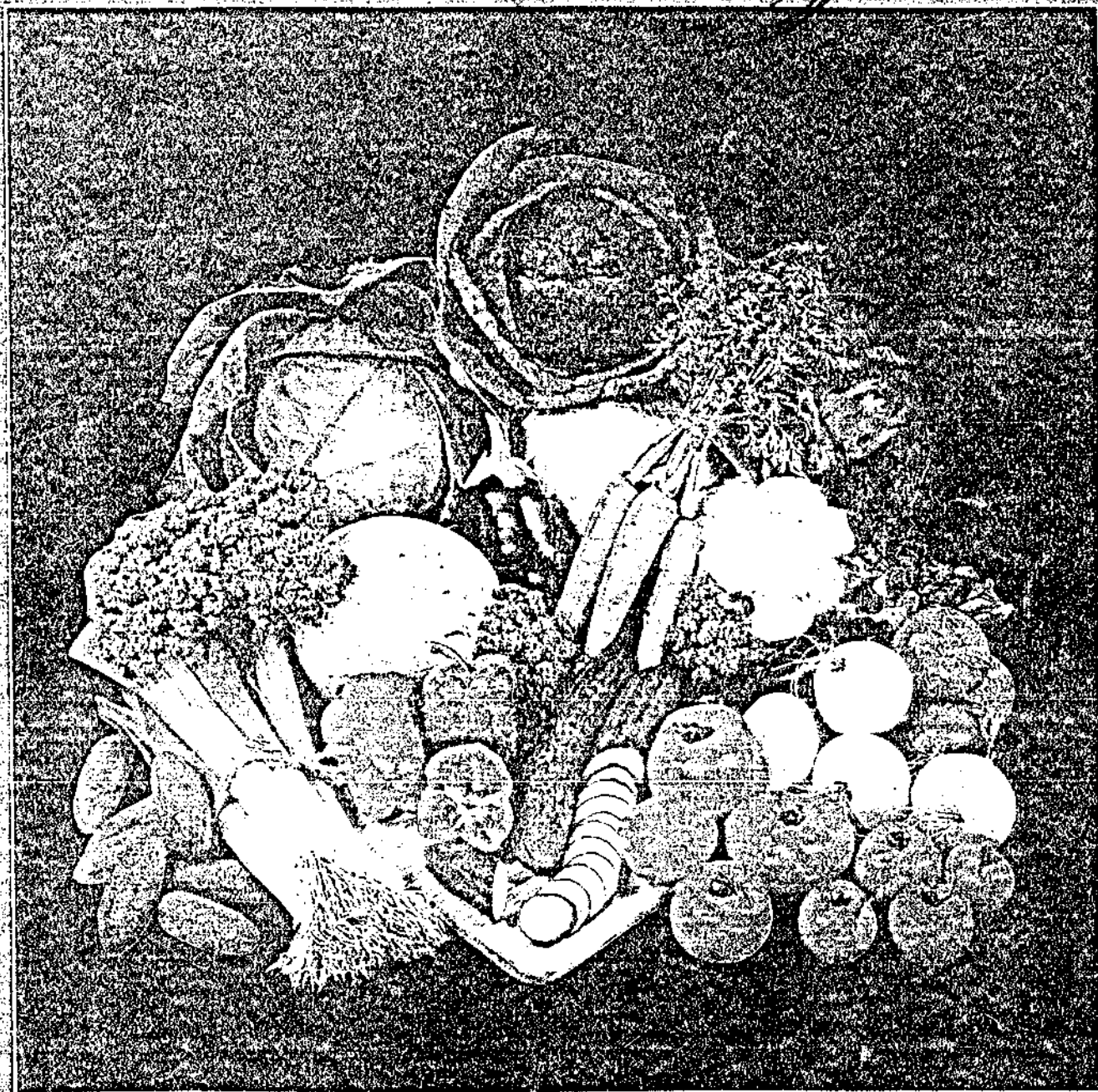


Monografías Hortícolas



tomate
arveja
brocoli
zanahoria



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE CHILE



CORPORACION DE FOMENTO
DE LA PRODUCCION

Monografías Hortícolas

tomate
arveja
brocoli
zanahoria

1986



UNIVERSIDAD CATOLICA
DE CHILE



CORPORACION DE FOMENTO
DE LA PRODUCCION

FE DE ERRATAS

Página	Columna	Párrafo	Línea	Dice	Debe decir
8	1	5	1	grano	gramo
8	2	3	2	molideno	molibdeno
10	1	3	1	pies	piel
13	1	3	2	estima	estigma
21	1	3	8	hg/ha	kg/ha
21	2	1	2	contratarlas	controlarlas
27	2	3	1	Concunilla	Cuncunilla
34	2	2	8	año	daño
40	2	2	7	occhnaspis	occhraspis
47	2	5	10	killer	tiller
61	2	—	última	grano	gramo
67	2	Cuadro	—	20,0 lt/ha	2,0 lt/ha
67	2	4	4	evapotransporación	evapotranspiración
69	2	4	1	Trichoplusia nu	Trichoplusia ni
71	1	Cuadro	última	Valdivia	Valdivia 12-16
81	1	4	5	Radahuel	Pudahuel
84	2	4	5	expande	expende
94	2	8	3	(38 a 100)	(98 a 100%)

INDICE

Introducción	3	El Brócoli	59
El Tomate	5	Introducción	61
Introducción	7	1. Características Generales de la Especie	61
1. Características Generales de la Especie	8	2. Adaptación al Medio Ambiente	63
2. Adaptación al Medio Ambiente	13	3. El Cultivo	64
3. El Cultivo	15	4. Cosecha	70
4. Cosecha	33	5. Post Cosecha	71
5. Post Cosecha	34	6. Análisis de la Situación Agronómica en Chile ...	72
6. Análisis de la Situación Agronómica en Chile ...	35	Análisis Económico del Brócoli	72
Análisis Económico del Tomate	36		
La Arveja	41	La Zanahoria	79
Introducción	43	Introducción	81
1. Características Generales de la Especie	43	1. Características Generales de la Especie	81
2. Adaptación al Medio Ambiente	46	2. Adaptación al Medio Ambiente	86
3. El Cultivo	47	3. El Cultivo	87
4. Cosecha	52	4. Cosecha	93
5. Post Cosecha	54	5. Manejo de Post Cosecha	94
6. Análisis de la Situación Agronómica en Chile ...	54	6. Análisis de la Situación Agronómica en Chile ...	95
Análisis Económico de la Arveja	56	Análisis Económico de la Zanahoria	96

introducción

La Corporación de Fomento de la Producción, a través de su gerencia de Desarrollo y la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Chile han realizado trabajos de desarrollo relacionados con el subsector hortícola.

Además de investigaciones para generar información sobre los diversos aspectos agrónomos de los cultivos hortícolas y de estudios sobre los mercados extranjeros se ha considerado importante entregar a los productores y a los profesionales antecedentes técnicos y económicos sobre las principales hortalizas. Para ello se ha preparado diez monografías, cuatro de las cuales se presentan en este volumen. Cada monografía incluye:

- Características de la especie
- Variedades en uso
- Técnicas de producción
- Cosecha y post cosecha
- Usos y almacenaje
- Costos de producción
- Precios y mercados.

Al entregar esta información se busca contribuir al desarrollo del subsector hortícola chileno y estimular a los productores a conocer y evaluar las posibilidades de realizar cultivos hortícolas que permitan abastecer el mercado nacional y que proporcionen productos posibles de vender en el extranjero.

El esfuerzo de las Instituciones que han realizado estos trabajos se une a la acción de los productores y de los exportadores para desarrollar este importante subsector de la agricultura chilena.

En la ejecución de esta publicación han participado los profesores Alonso Bravo M. y Paul Aiguinate y los ayudantes de investigación José Ibarlcea y Paulina Campos, de la Universidad Católica de Chile.

La dirección y coordinación del estudio por parte de CORFO estuvo a cargo del Ingeniero Agrónomo señor Jaime Wood Armas.

el tomate

(Lycopersicon esculentum)

INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum*), es, sin duda, la hortaliza más importante en el mundo, habiendo ganado en menos de un siglo, las preferencias de los consumidores de los diversos países. Es curioso recordar que hasta comienzos de este siglo aún persistían ideas erradas que sindicaban al tomate como un fruto venenoso, por su posible contenido de solanina, propia de las especies de la familia de las solanáceas.

Sin embargo, en la actualidad se consume ampliamente en todas partes, como producto fresco y procesado.

Su producción representa una actividad importante para los agricultores de muchos países, como los Estados Unidos donde ella se valora en más de mil millones de dólares al año; en Italia, España, Grecia, México, Brasil, Turquía y varios países asiáticos.

En Chile también es el cultivo hortícola más importante y se estima que ocupa unas 12 mil hectáreas al año, que se ubican desde Arica hasta Ñuble. Debido a la importancia de su demanda en los mercados se han desarrollado técnicas especiales para poder ofrecerlo a través de todo el año. Así, hay producciones especiales en Arica para el abastecimiento durante el invierno, a las que se agregan los cultivos bajo plásticos, en el norte chico y en la zona central.

El tomate se produce para ser utilizado como producto fresco y como materia prima para obtener la pasta de tomate, de la cual se derivan diver-

sos productos, como las salsas, sopas, ketchup, jugos, coctales.

Las mayores superficies de producción se concentran en la Región Metropolitana y en la Quinta y Sexta Regiones, cada una de las cuales tiene alrededor de tres mil hectáreas cultivadas anualmente.

En la Región Metropolitana, se cultiva en Colina, Lampa, Maipú, Talagante, Curacaví, Buín, Paine, etc.

En la Quinta Región, su cultivo se concentra en Limache, Quillota y La Cruz.

En la Sexta Región, las localidades principales son: Rengo, San Vicente de Tagua-Tagua, Rancagua, Pichidegua, Rosario, Quinta de Tilcoco.

Hay producción de tomate, especialmente durante el invierno, en la Primera Región, concentrándose en las cercanías de Arica (Azapa).

En la Tercera Región se encuentran producciones en las cercanías de Copiapó y en Vallenar. La Cuarta Región tiene áreas importantes dedicadas a la producción de primores bajo plástico y al aire libre en Ovalle, en las localidades del Palqui, San Lorenzo, etc.

En la Séptima Región hay producciones en las cercanías de Curicó, en Talca y Linares. Más al sur las producciones son de escasa monta, encontrándose cultivos de tomate en Chile Chico e incluso en Punta Arenas, en invernaderos.

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una especie que pertenece a la familia de las solanáceas, la misma del pimentón, ají, berenjena, papa, pepino dulce, tabaco, etc.

Su origen ha sido propuesto para la región andina de Perú, Bolivia, Ecuador y el norte de Chile. El antecesor del tomate moderno sería la especie silvestre, *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*, que produce frutos pequeños de 1 a 2 cm. de diámetro. La domesticación de esta especie y el desarrollo de tipos con frutos grandes lo habrían conseguido las civilizaciones antiguas de México.

Las referencias históricas señalan que Italia fue el primer país europeo que usó para el consumo y se le conoció con los nombres de "pomi d'oro" y "mala aurea" (manzana de oro) y también como "poma amoris" (manzana de amor). En el resto de Europa y en los Estados Unidos tenía valor sólo como una planta ornamental ya que su fruto se consideraba venenoso. Es sólo a fines del siglo pasado que tal temor desaparece y el tomate adquiere rápidamente un alto valor como alimento. Por esto, se le puede considerar como un producto de reciente incorporación al consumo humano.

1.1 La semilla

Es pequeña, mide entre 3 a 5 mm. de diámetro, tiene forma discoidal y su color es café claro o grisáceo. La superficie tiene una vellosidad espesa y fina, además de unas pequeñas escamas.

Un ^mgrano contiene entre 280 y 250 semillas.

Es una semilla que, en condiciones normales, puede mantener, un alto poder germinativo por cuatro años.

Actualmente, con mejores técnicas de almacenaje, se pueden conservar en buenas condiciones por muchos años. No tiene período de dormancia por lo que puede germinar inmediatamente después de su cosecha.

Para su germinación requiere una temperatura de 10° C siendo el rango óptimo entre 15 y 29° C. La temperatura óptima precisa es de 29° C y la máxima es de 35° C.

El proceso de germinación es favorecido por la oscuridad y la alternancia de temperaturas diurnas de 26° C y nocturnas de 20° C.

Se han realizado diversas experiencias de pretratamiento de la semilla de tomate; cuando se la sometió a la vernalización, es un medio húmedo y a 4° C durante un mes, se obtuvo una floración anticipada, apareciendo las flores en nudos bajos de la planta.

Al remojar la semilla con microelementos, como manganeso, molibdeno y cobalto se logró mayor precocidad en la cosecha y mayor rendimiento.

La aplicación de reguladores de crecimiento, como ácido giberélico e indol acético, provoca un crecimiento más rápido.

1.2 La planta

La planta de tomate tiene un comportamiento diferente según sean las condiciones climáticas; así en un medio tropical tiene a un comportamiento como una planta perenne, en cambio en un clima templado es una planta anual.

El sistema radicular adquiere características diferentes si la planta se inicia desde una semilla o si se establece por trasplante.

En el primer caso su raíz principal es pivotante, crece unos 2,5 cm. al día y puede penetrar hasta casi tres metros de profundidad y extenderse hasta 1,5 metros, lateralmente.

Cuando se trasplanta a raíz desnuda, se corta la raíz principal por lo que se favorece la ramificación de un sistema menos profundizador.

Mediante la técnica de los radioisótopos se ha determinado que el 75 por ciento de las raíces se concentran entre los 45 cm. de profundidad y 25 cm. de diámetro, alrededor de la planta.

Esta especie tiene gran facilidad para emitir raíces de los tallos; éstas son las raíces adventicias que se observan, a menudo, en la base del tallo principal cuando el sistema radicular sufre algún daño, ya sea por causas mecánicas o por enfermedades.

El crecimiento de las raíces es más rápido cuando la temperatura del suelo oscila entre 20 y 30° C.

En la primera etapa, el tallo es único y erecto; posteriormente se ramifica y se vuelve decumbente, es decir es un tallo rastrero. Alcanza una longitud de hasta un metro en los cultivares determinados y varios metros en las variedades indeterminadas.

Los tallos son angulosos, llenos y tienen pelos, algunos de los cuales son glandulares, que contienen una sustancia aceitosa que confiere el olor característico a la planta.

El tallo principal emite ramas en las axilas de las hojas, es decir es una ramificación monopodial; lo que ocurre hasta la primera inflorescencia, donde termina el eje principal. Después de cada inflorescencia es reemplazado por una rama que nace de la hoja siguiente. Esta es la ramificación simpodial.

El crecimiento del tallo puede terminar en una inflorescencia, como ocurre en las variedades determinadas, o bien continuar indefinidamente, como ocurre en los cultivares indeterminados.

Las primeras hojas son los dos cotiledones que son de forma fusiforme. Estos viven sólo por algún tiempo y luego se secan. Las dos primeras hojas verdaderas son simples, pero todas las siguientes son compuestas, es decir cada hoja tiene entre siete y nueve folíolos y su longitud es de 10 cm, incluyendo el pecíolo que mide entre 3 a 6 cm. Entre los folíolos hay otros que son más pequeños.

Hay bastante diferencia entre cultivares, en cuanto a la cantidad de hojas de la planta. Algunos presentan un follaje abundante que protege a los frutos, reduciendo el daño por "golpe de sol". Otras variedades, en cambio, tienen una cobertura menor.

También hay una variación considerable en el tamaño y forma de los folíolos. Así se distinguen dos tipos: la llamada hoja "tipo papa", cuyo folíolo es ancho, menos lobulado y de color verde oscuro. Y el tipo normal, con folíolos más angostos, de lóbulos profundos y diferentes tonos de verde.

La flor tiene cinco o más pétalos amarillos, fusiformes. Su pedúnculo es corto y presenta un cáliz con cinco a diez lóbulos profundos. Es una flor hermafrodita en que el sexo masculino está representado por cinco o más estambres, cuyas anteras son alargadas y se han unido formando un tubo

con forma de botella. En su interior se ubica el pistilo o gineceo, que tiene de dos a treinta carpelos los que dan origen a los lóculos o cavidades de los frutos. El pistilo es alargado y el estigma, achatado.

En algunos cultivares antiguos el pistilo crecía bastante por lo que el estigma quedaba fuera del tubo formado por las anteras. Esta situación dificulta la autopolinización y favorece la polinización cruzada, siempre que haya polen en el aire.

En condiciones frías y húmedas, es frecuente que algunas flores del primer racimo sufran una fasciación, es decir aparecen más estambres unidos y también ocurre esto en el pistilo. Estas flores dan origen a lo que se llama "los florones", que resultan en frutos deformados.

Las flores se presentan en grupos, formando una inflorescencia que se llama un racimo. En cada una puede haber desde una hasta cincuenta flores, pero lo común es de tres a diez flores. Este número puede ser alterado por un manejo de la temperatura de las raíces de las plántulas, como se explica más adelante (sección almácigo).

El primer racimo aparece, en promedio, entre la sexta y octava hoja; sin embargo su ubicación es influenciada por la temperatura a la cual se desarrolla la plántula. Si ésta es expuesta por varias semanas a temperaturas de 10 a 15°C, antes aparecerá el primer racimo.

En cambio con temperaturas más altas, habrá un número mayor de hojas antes que aparezca ese racimo; es decir habrá un retraso en la floración. La plántula debe ser expuesta a temperaturas bajas desde la expansión de los cotiledones hasta la aparición de las primeras hojas verdaderas.

La antesis o apertura de las flores se inicia a las seis de la mañana y es total entre las 8 y 9 horas.

La antesis de las anteras ocurre entre las 9 y 11 AM.

El estigma está en condiciones de recibir el polen desde unas 16 horas antes de la antesis y hasta cinco días después de ella.

El fruto es una baya de color rojo, rosado, violáceo o amarillo, de forma variable, desde achatado a forma de pera; de superficie lisa o con surcos más o menos profundos.

Tiene un diámetro de 3 a 20 cm. Al cortarlo transversalmente se observan unas cavidades que contienen la semilla. Esas cavidades son los lóculos, que pueden ser desde dos a treinta.

En general, los cultivares para el consumo fresco tienen un número alto de lóculos, en comparación a las variedades industriales.

En el fruto se distingue el tegumento o piel (cáscara), la pulpa firme que se extiende hacia el interior en el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve la semilla.

Para descubrir las diferentes formas de fruto que se presentan se han propuestos diferentes clasificaciones. Las formas más comunes son:

- a. Globo y esférico
- b. Achatado
- c. Ovalado ("cuadrado")
- d. Pera

En general, los dos primeros tipos se encuentran en los cultivares de consumo fresco; en cambio, los ovalados y los pera son característicos de los tomates industriales.

A la forma ovalada con diámetro superior e inferior iguales se les llama "cuadrada". También es común que el tomate achatado presente surcos superficiales, es el tipo conocido vulgarmente como "acostillado".

Esta característica que es indeseable para el tomate de consumo fresco se ha tratado de eliminar mediante el mejoramiento genético. Hace años los frutos "acostillado" eran típicos de las variedades más precoces, como Limachino, Marmande, etc., sin embargo, esta asociación de caracteres ha sido rota en los actuales cultivares precoces.

Otra característica del fruto importante es la proporción de pulpa sólida. Las variedades industriales tienen un porcentaje alto de esa pulpa y un contenido bajo de jugo, pulpa gelatinosa y semillas, lo que hace que tales frutos sean muy resistentes y que se mantengan en buenas condiciones, incluso al estado de plena madurez. Debe señalarse que la resistencia del fruto depende de las características genéticas de la variedad, pero también del manejo agronómico, especialmente la fertilización con potasio.

1.3 Cultivares

En la actualidad hay un número enorme de variedades comerciales y permanentemente se incorporan nuevos cultivares.

Esta es una especie en la cual los programas de mejoramiento genético han sido muy exitosos en el desarrollo de cultivares aptos para satisfacer los diversos requerimientos de precocidad, altos rendimientos, características industriales, tamaño, forma y color de fruto, resistencia a las enfermedades, etc.

Se está aprovechando la gran variabilidad natural de esta especie para obtener nuevos cultivares. Además se aplican las técnicas modernas de la ingeniería genética para incorporar genes de otras especies afines. Así se trata de aprovechar las características favorables de las nueve especies del género *Lycopersicon*. De estas especies, *L. esculentum* es la más conocida y la que se cultiva extensamente. Otras, como *L. esculentum* var. *cerasiforme* se cultiva para la obtención de frutos pequeños, es el llamado "tomate cereza". También *L. pinpinellifolium* se cultiva en pequeña escala.

L. cheesmali es una especie que crece en las costas de las islas Galápagos y tiene alta resistencia a las sales. *L. pennellii* crece en zonas muy secas de Perú.

L. hirsutum posee resistencia a algunos insectos.

Hay diversos criterios para calificar los cultivares de tomate:

- a. Según su uso: de consumo fresco e industrial.
- b. Según su precocidad: precoces, medios y tardíos.
- c. Según su hábito de crecimiento: determinados e indeterminados.
- d. Según su constitución genética: estándar e híbridas.

En Chile, históricamente según el sistema de cultivo y su uso, las variedades más conocidas han sido:

- a. Para consumo fresco: Limachino, Marglobe y Rutgers; éstos dos últimos se conocían como "redondo liso", al igual que otros cultivares que se fueron incorporando paulatinamente.

Limachino era un cultivar muy precoz, usado en los invernaderos.

b. Para la industria: Roma, Nápoli y San Marzano.

En la actualidad los cultivares predominantes son:

a. Para consumo fresco

Estándar: Calace, Packmor, Petoeary, Earlypack 7, Ace 55VF, Packmor, Earlypack y Petoeary son precoces.

Híbridos: Duke, Count, Baron y GS-12. De éstos, GS-12 es precoz y puede utilizarse también como tomate industrial.

b. Para producción en invernaderos o producción temprana al aire libre.

Estándar: Marmande

Híbridos: Carmelo, Robin, 6718, 7718, Camilo, Tito, Dona.

c. Para la industria

Estándar: Petoeary, UC82B, Petomech II

Híbridos: GS-12, Peto 9889 y Nema 1400

d. Tomate cereza

Small Fry, Red Cherry, Sweett 100

Estas variedades van siendo reemplazadas a medida que aparecen nuevos materiales.

Evaluación de cultivares nuevos

Desde hace algunos años, en Chile hay una intensa actividad de introducción y evaluación de nuevos cultivares de tomate. Las distintas alternativas de producción (consumo fresco, al aire libre y en invernaderos, industrial, primores) han favorecido una especialización en cuanto a las variedades que se usan.

En estos trabajos participan las universidades y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, empresas de semillas, agroindustrias y productores individuales.

Hay cientos de cultivares, tanto estándar como híbrido que han sido evaluados en el país y anualmente aparecen variedades con nuevas características para satisfacer los requerimientos de los productores y de los consumidores.

En los materiales modernos se trata de progresar en las siguientes características:

a. Alto potencial de rendimiento.

b. Precocidad.

c. Resistencia a enfermedades: radicales, nemátodos, virus. Aún se espera que aparezcan cultivares resistentes al chancro bacteriano, los tizones y botritis.

d. Mayor resistencia de los frutos para permitir su transporte a grandes distancias y su almacenamiento por períodos prolongados. Ya se conocen genes que hacen que el fruto madure muy lentamente, los que están siendo incorporados a variedades nuevas.

e. Alto contenido de sólidos: esto es importante para el tomate industrial. Se trata de superar niveles del 6 por ciento.

f. Madurez concentrada: para facilitar la cosecha mecanizada.

g. Facilidad de desprendimiento del fruto de la planta: también para favorecer la cosecha mecanizada.

h. Color y sabor

i. Acidez y pH.

j. Resistencia a la salinidad del suelo y agua.

k. Variedades partenocárpicas, que no requieren de la formación de semillas para el crecimiento del fruto. Así se evitará la aplicación de hormonas en los invernaderos.

l. Variedades resistentes a la sequía.

m. Variedades resistentes a los insectos.

Debido al gran número de variedades que están siendo evaluadas en Chile no se presentan los resultados obtenidos hasta ahora. Los antecedentes sobre estos materiales se pueden solicitar en las instituciones y empresas ya señaladas.

1.4 Usos y valor nutritivo

El fruto de esta especie se destina especialmente al consumo humano directo, al estado fresco del producto. También sirve como materia prima para elaborar diversos derivados, partiendo de la pasta de tomate, el producto básico que se obtiene al eliminar la semilla, parte del tegumento o piel y parte del agua. En un fruto maduro de tomate industrial el contenido de agua es de 94-95 por ciento. Este nivel de humedad se rebaja al 75-77 por ciento aproximadamente, de manera que de unos 6 kilos de frutos se obtiene un kilo de pasta. Este producto básico sirve para elaborar salsas condimentadas, jugos y ketchup.

Otro uso industrial es la preparación de conservas de frutos enteros, los cuales son solamente pelados y envasados. Para este objetivo se utilizan variedades especializadas, como Peelette, Murieta y otras.

Además se emplea en escala menor en la preparación de deshidratado para sopas, frutos verdes en vinagre (pickles) y mermeladas.

Algunos productos nuevos que se han desarrollado en Italia son:

a. Passata: jugo concentrado con 8-9 por ciento de sólidos. Se exporta a Inglaterra.

b. Triturado: pasta obtenida del jugo de tomate. Se exporta a Inglaterra y los Estados Unidos.

c. Tomate congelado: en torrijas, en cubos, pelados enteros y enteros sin semilla. Se exporta a Estados Unidos.

Como producto alimenticio destaca por su contenido de vitaminas, pero en términos generales no es un producto de alto valor nutricional. En una clasificación de los productos hortícolas en base a su valor nutricional, el tomate ha sido ubicado en el lugar 16, entre 33 hortalizas. Es superado por productos como brócoli, espinaca, arvejas, espárragos, alcachofa, zanahorias, papa, etc. Sin embargo, debido a su alto consumo en los Estados Unidos ocupa el primer lugar entre las hortalizas en cuanto a la contribución de nutrientes en la dieta.

El contenido de diversos componentes alimenticios se señala en la tabla siguiente.

Componente	Contenido/100 gr. de parte comestible
Agua	94,50/o
Energía	19,0 calorías
Proteínas	0,8 gr
Grasas	0,4 gr
Carbohidratos	4,7 gr
Fibra	0,6 gr
Calcio	15,0 mg
Fósforo	19,0 mg
Hierro	0,7 mg
Sodio	3,6 mg
Potasio	154,0 mg
Vitamina A	900,0 U I*
Tiamina	0,05 mg
Riboflavina	0,05 mg
Niacina	0,9 mg
Acido ascórbico	0,9 mg

* U.I. Unidades Internacionales

Fuente: Universidad de Chile, 1979, y United Fresh Fruit and Vegetable Assoc.

FISIOLOGIA DE LA FLORACION Y DE LA FRUCTIFICACION

Debido a la importancia que tienen los procesos de floración y fructificación en la producción se han realizado amplios estudios sobre los diversos factores que los afectan.

Así se ha determinado que la temperatura es el factor que tiene mayor influencia.

La floración

La inducción de las flores ocurre entre tres a cuatro semanas antes que los primeros botones sean visibles.

Para el primer racimo esta diferenciación de los tejidos se produce entre 10 a 21 días después de la expansión de los cotiledones. Es decir hay una inducción floral en un estado juvenil de la planta de tomate. En efecto se ha comprobado que desde la expansión de los cotiledones hasta la aparición de las primeras hojas verdaderas, la plántula es sensible a la temperatura. En ese estado, la temperatura debe ser de 10 a 13°C para que la aparición del primer racimo floral sea lo más precoz posible. La acción de esta temperatura debe durar por 10 a 21 días. En condiciones de días claros, soleados basta con 10 días, pero en días nublados el período debe ser más largo. Las temperaturas más adecuadas para la floración son entre 13 a 17°C durante la noche y entre 22 y 25°C en el día.

Algunos cultivares tienen una mayor tendencia a formar flores fasciadas ("florones") cuando la temperatura, en el período de la floración, es de 9 o 10°C. Tales flores dan origen a frutos muy deformados.

La ocurrencia de "florones" se explica porque habría un exceso de nutrientes disponibles para las yemas florales, ya que a esas temperaturas bajas el crecimiento de la planta sería nulo. Por lo tanto el problema se acentúa si hay nivel alto de nutrientes en el suelo, especialmente de nitrógeno.

Este problema puede solucionarse, parcialmente, reduciendo la luminosidad.

La fructificación

Para que haya una formación normal de los frutos es necesario que ocurra la polinización con

polen fértil, la fecundación y el crecimiento del fruto.

Como el estigma se encuentra en el interior de un tubo formado por las anteras, las condiciones son muy favorables para la autopolinización. Sin embargo, ésta puede fallar cuando la humedad ambiental es muy alta ya que el polen no es liberado. Esta situación puede ocurrir en los cultivos en invernadero, por eso que agitar las plantas o hacer vibrar las flores, aplicando un vibrador eléctrico permite superar el problema.

Otra causa de la mala polinización es el alargamiento excesivo del estilo, por lo que el estigma queda fuera de las anteras y no puede recibir el polen. Tal fenómeno, es propio de algunos cultivares, es decir hay un control genético, unido al efecto de temperaturas de 25°C en la noche y sobre 30°C en el día.

En la mayoría de los cultivares modernos se ha eliminado, genéticamente, este defecto.

Ocurrida la polinización la fecundación será normal si el polen es fértil. Las temperaturas inferiores a 13°C provocan una rápida muerte de él. En este caso la solución consiste en aplicar una hormona o regulador de crecimiento. Para ello se pulverizan las flores abiertas con una solución acuosa de una auxina, como los ácidos naftalenacético, clorofenoxiacético, indolbutírico y triyodobenzoico. En Chile se utiliza un producto comercial llamado Bayer 2-T, el cual se usa en dosis de 3 a 5 cc. por cada litro de agua.

La aplicación se efectúa con un pulverizador manual, mojando las flores. Como no todas ellas se abren al mismo tiempo es necesario repetir la aplicación varias veces, cuidando de no mojar los frutos en formación. El exceso de esta hormona produce deformaciones en los frutos.

La aplicación de este producto es habitual en las producciones en invernadero y en el tomate encoligado al aire libre.

La auxina aplicada estimula el crecimiento de los tejidos del ovario, formando así el fruto. En condiciones normales esa auxina es producida en el mismo ovario al ir desarrollándose las semillas.

Los frutos obtenidos con el uso de la hormona

carecen de semillas o éstas son escasas y por eso son algo deformados, con su superficie angulosa y más blandos.

Todas estas dificultades desaparecen cuando la fecundación ocurre en un ambiente cuyas temperaturas nocturnas son de 14 a 18°C y las diurnas, de 20 a 25°C.

2. ADAPTACION AL MEDIO AMBIENTE

La planta de tomate se desarrolla bien en condiciones cálidas, pero no excesivas. Por otra parte no soporta las heladas. Estas reacciones reflejan la importancia de la temperatura en el comportamiento de esta especie. Pero otros factores del medio también ejercen su influencia sobre ella, como la humedad relativa, la luminosidad, los patógenos e insectos, etc.

2.1 Clima

Se trata de una típica especie de estación cálida que encuentra en las zonas de clima templado las mejores condiciones para su desarrollo. Requiere temperaturas moderadas para su crecimiento y producción, debiendo haber una diferencia de varios grados entre el día y la noche, un período libre de heladas prolongado, una humedad relativa baja y una luminosidad moderada.

La temperatura juega un rol decisivo en las diferentes etapas de la planta. Para la germinación se requieren 10°C o más, en el suelo, siendo el rango óptimo entre 18 y 21°C y la máxima, 32°C.

Algunos cultivares germinan mejor entre 26 y 32°C.

Para el crecimiento vegetativo la temperatura debe ser de 15°C y sobre 35°C prácticamente se detiene el crecimiento, y las temperaturas de 0°C e inferiores matan a la planta. Para el mejor crecimiento de los cotiledones la temperatura debe ser de 15 a 18°C.

Para la aparición temprana de las flores, la plántula al estado de cotiledón debe ser expuesta a temperaturas de 10 a 13°C, por unos 10 a 20 días. Se ha demostrado que tales temperaturas aplicadas a la porción aérea de la plántula favorecen la precocidad de la floración. Y cuando se aplican al sistema radicular de la plántula, aumenta el número de flores en cada uno de los primeros racimos.

Durante la fertilización se requiere que la temperatura no baje de 13 a 14°C para que el polen sea viable, ocurra la fecundación y se inicie el crecimiento de los frutos. Tampoco debe ser superior a 25°C en la noche, para que no haya aborto de las flores.

El color de los frutos se debe a la presencia de dos pigmentos. El caroteno, que otorga un color amarillo rosado a los frutos y el licopeno que da el color rojo.

Este último se sintetiza sólo cuando hay temperaturas entre 10°C y 28°C. Por eso, los tomates cosechados a fines del verano, cuando las temperaturas son bajas, presentan una coloración más bien rosada.

Para una buena maduración de los frutos se requieren temperaturas de 24 a 28°C. Un resumen de los requerimientos de temperatura se presenta a continuación:

Estado de desarrollo	Temperaturas óptimas
Germinación	20 - 30°C
Expansión de cotiledones	16 - 20°C
Crecimiento de plántulas	25 - 26°C
Elongación del tallo	27 - 30°C en el día 17 - 20°C en la noche
Crecimiento de raíz	
Plántula	26 - 32°C
Planta	27°C en el día 13 - 22°C en la noche
Iniciación de hojas	25°C
Formación de flor	13 - 14°C
Antesis	26°C de día 22°C de noche
Formación del polen	20 - 26°C
Germinación del polen	22 - 27°C
Crecimiento del tubo polínico	22 - 27°C
Fructificación	18 - 20°C
Maduración	24 - 28°C

Fuente: Asian Vegetable Research and Development Center, 1979.

La luz es importante para la actividad fotosintética y puede ser un factor limitante en los cultivos que se realizan en el invierno, en invernaderos. Pero la planta de tomate se satura con dos a tres mil pies bujías, en circunstancias de que la intensidad en un día de verano, despejado y a mediodía es de unos diez mil pie-bujías.

Puede haber problemas cuando las temperaturas son moderadas a altas (20-25°C) y la luminosidad

es baja, ya que se forman menos flores y éstas aparecen más tarde.

En cuanto al fotoperíodo, el tomate se considera una especie de día corto facultativa. En efecto, su floración y fructificación son más precoces si el día tiene menos de 12 horas de luz.

La humedad relativa alta, sobre el 75 por ciento, favorece la obtención de frutos de mayor tamaño y con menos defectos, pero ese nivel tiene el grave inconveniente de estimular el desarrollo de hongos y bacterias, que pueden causar graves daños.

Los vientos secos y cálidos durante la floración pueden provocar la muerte del polen y el aborto de las flores.

En otros países como Argentina, puede haber daños serios causados por el granizo o "piedra", que se presenta en la primavera.

2.2 Suelos

Se puede cultivar en suelos de diferentes tipos y en las producciones de invernadero se ha llegado a utilizar materiales inertes (vermiculita, arena, perlita) en lo que se convierten en verdaderos sistemas hidropónicos.

Se requiere que el suelo tenga buen drenaje, ya que su raíz es muy sensible a los excesos de agua.

Indudablemente mientras mejor sea la calidad del suelo mejor será la producción, resaltando como características deseables una textura media (suelo franco), un alto contenido de materia orgánica (3 a 8 por ciento) y la ausencia de patógenos que afectan al tomate.

Se señala que el pH óptimo es de 6 a 6,6, aunque un estudio francés mostró que no había variaciones en los rendimientos con pH de 4,5 a 8,2. Pero a esos valores extremos hay problemas de disponibilidad de varios nutrientes.

La planta de tomate tiene cierta tolerancia a la salinidad. Su producción es afectada a partir de niveles de 4 mmhos/cm. Y una salinidad de 8 mmhos/cm provoca una reducción del 50 por ciento del rendimiento posible.

Para obtener producciones tempranas se debe

preferir los suelos arenosos; sin embargo, éstos tienen baja capacidad de retención de agua por lo que se producen variaciones rápidas en el nivel de humedad en el suelo; esto afecta el crecimiento de la planta y puede acentuar los problemas de partiduras en los frutos. Además, esos suelos requieren cantidades altas de fertilizantes para lograr buenos rendimientos.

En estos suelos arenosos hay mayores probabilidades de infestación con nemátodos, que pueden causar graves daños, cuando no se emplean cultivos resistentes.

Los suelos más arcillosos permiten obtener producciones más altas, pero no son recomendables para un cultivo precoz.

Rotación

La planta de tomate puede sufrir el ataque de hongos, nemátodos, insectos y bacterias que viven en el suelo o en los residuos de la propia planta o de otras afines. El daño que causan tales organismos puede ser muy grave, llegando a la pérdida total.

Por esta razón es esencial tomar todas las medidas para reducir al mínimo ese riesgo. Esto obliga a efectuar rotaciones de cultivo evitando que se repita el cultivo de tomate en por lo menos cuatro años.

Tal período es el mínimo suficiente para reducir el daño de hongos, insectos y bacterias. Pero con los nemátodos puede ser corto, dependiendo de las especies que se cultiven, en el intertanto ya que ellos atacan a la mayoría de las plantas.

Hay algunas situaciones especiales, como es la presencia de una planta parásita del género *Orobancha*, que crece establecida en las raíces del tomate o del tabaco. Produce gran cantidad de semillas que pueden quedar en el suelo por muchos años. En este caso sólo una rotación de más de seis años produce algún efecto.

3. EL CULTIVO

La gran versatilidad de esta especie ha permitido desarrollar diversos sistemas de producción al aire libre; hay varias tecnologías según se trata de tomate para el consumo fresco, la producción tem-

prana o para la industria. También ha habido considerable desarrollo tecnológico en la producción en invernaderos calefaccionados o no. Por otra parte se ha trabajado en técnicas como la hidroponía tradicional y sistemas más modernos como el de la película nutritiva.

Cada sistema involucra un conjunto de técnicas que deben armonizarse con los factores económicos para la obtención de resultados positivos.

Los sistemas se refieren, principalmente, a la forma de conducir la planta y a la ejecución de poda y desbrote. Los usados en Chile son:

- a) Cultivo botado
- b) Cultivo encoliguado
- c) Cultivo en espaldera
- d) Cultivo en invernadero, con amarra a un alambre
- e) Cultivo en parronal

Todos estos sistemas se inician por el sistema de almácigo-trasplante.

a) Cultivo botado

Es la forma más generalizada de producción de tomate en Chile. La producción se destina al consumo en fresco y la totalidad del tomate industrial se cultiva en este sistema. Consiste en dejar que la planta crezca libremente sobre el suelo, sin ningún soporte ni tratamiento de poda.

b) Cultivo encoliguado

Se usa para la producción fuera de estación, ya sea en invernadero o al aire libre, en zonas con climas benignos. Consiste en colocar un coligüe junto a cada planta y amarrarla; para ello es necesario podar dejando entre unos y tres tallos.

Este sistema permite aumentar el número de plantas por hectárea, exponer los frutos al sol para una maduración más rápida, en la primavera y proteger los frutos, al evitar que quedan en contacto con el suelo húmedo.

c) Cultivo en espaldera

Se usa sólo en algunas localidades como Rengo y Linares, para la producción de tomate de consumo fresco. Consiste en tender uno o dos alambres sobre las hileras de tomate y apoyar las plantas en ellos. En este caso no hay poda y sólo ocasionalmente se elimina parte del follaje.

d) Cultivo de invernaderos, con amarra a un alambre

En los invernaderos se trata de contar con el mayor número de plantas por unidad de superficie; por eso se podan las plantas dejando uno o dos tallos y cada uno se amarra con un cordel o hilo plástico, que se enrolla en el tallo y se sostiene de un alambre tendido a lo largo y por encima de las hileras de plantas.

e) Cultivo en parronal

Se usa sólo en Arica, en la producción de tomate de invierno y primavera. Consiste en instalar una estructura alta (1,8 - 2 m) con postes y alambres sobre la cual se desarrollan las plantas.

En este caso se utilizan cultivares indeterminados como el híbrido Carmelo.

3.1 Inicio del cultivo

Se puede iniciar por el sistema de almácigo o por la siembra directa. El primero es el único utilizado en Chile, aunque hace algunos años se trató de efectuar siembras directas en la producción de tomate industrial.

En el sistema de almácigo - trasplante se obtienen plántulas ya sea en el campo o utilizando sistemas especiales con contenedores como la bolsa plástica, el vaso de helado o la bandeja "speedling". La producción en contenedores la utilizan los productores que trabajan en invernaderos o en la producción para temprano, ya que sus ingresos le permiten aplicar técnicas más sofisticadas.

3.1.1 El almácigo

Se realiza en el campo, en canchas que son especialmente preparadas. Se elige un lugar que tenga un suelo de buena calidad, con disponibilidad de agua y de fácil acceso. Es común que el suelo se mejore con aplicaciones de guano, tierra de hoja o compost, más que nada para obtener una buena condición física, que favorezca el desarrollo de las plántulas. Las canchas son de 1 a 1,5 metros de ancho y de longitud variable. Se prepara con anticipación dejando el suelo bien mullido y libre de terrones y piedras. Luego se realiza la fumigación labor que es indispensable para asegurar el éxito del almácigo.

Para la fumigación se recurre a productos como el bromuro de metilo y el Basamid. El primero se expende en envases o bombonas metálicas, que contienen el producto en forma líquida. Al abrir el

envase el bromuro se gasifica de inmediato y como es más pesado que el aire penetra en el suelo. Actúa matando los hongos, bacterias, nemátodos, insectos y las semillas de muchas malezas. Para aplicarlo, el suelo debe estar bien mullido y con buena humedad, es decir en condiciones aptas para la siembra.

Las canchas se cubren con una carpa de polietileno u otro material que retenga el gas. Las bombonas se distribuyen en las canchas, usando una de una libra (450 gramos) para 10 metros cuadrados de almácigo. Hay unos envases de 1,5 libras que sirven para 15 metros cuadrados.

Estando cubiertas con el plástico se rompen las bombonas sellando bien los bordes. Es preferible que el plástico quede levantado unos 10 cm. sobre el suelo, para permitir la difusión del gas. También es recomendable colocar la bombona dentro de una bolsa plástica o de un tarro, ya que al perforarla la gasificación puede ser lenta, si la temperatura es baja. De manera que si la bombona está directamente sobre el suelo, el bromuro puede caer en forma líquida, por lo que en ese lugar habrá un exceso del producto y esto causa problemas con la semilla de tomate. Por otra parte, otros sectores de la cancha no recibirán la dosis adecuada.

Para que el efecto del bromuro sea eficiente y rápido debe haber una temperatura superior a los 18°C en el suelo. En tales condiciones, las canchas se mantienen cubiertas por 48 a 72 horas. Pero si la temperatura del suelo es inferior a la señalada se debe prolongar el período de fumigación. En la práctica, lo más conveniente es que la aplicación dure un mínimo de 3 días y en las épocas frías, mantener por 10 a 15 días.

Terminado el período de aplicación es necesario ventilar bien para disipar los residuos del producto. Se descubre el suelo y se deja por un mínimo de 48 horas antes de sembrar.

Otro fumigante que se puede utilizar es el Basamid que se expende en forma granular. Las mismas condiciones y cuidados descritos para el bromuro de metilo deben usarse. El Basamid se aplica en dosis de 45 a 60 gramos por metro cuadrado, usando las cantidades mayores en los suelos con materia orgánica más alta.

Después de la fumigación, se siembra con máquinas especiales si el almácigo es grande, o se marcan

hileras separadas a 10 cm. como mínimo, cuando se siembra a mano. La dosis de semilla es de 2-3 gr. por metro cuadrado. Por lo tanto se requieren entre 250 a 350 gramos para los 70-100 metros de almácigo para plantar una hectárea.

Epoca de siembra del almácigo

El momento de la siembra del almácigo se determina de acuerdo a las condiciones ambientales y a la época en que se quiere trasplantar. Es esencial recordar que la semilla de esta especie requiere un mínimo de 10°C, en el suelo, para germinar. Por lo tanto, hay que adecuar el momento de la siembra a ese requisito, o bien utilizar cubiertas plásticas para aumentar la temperatura. Este es el factor más influyente en el desarrollo de las plántulas.

Las épocas más comunes de siembra van desde junio a septiembre para el tomate que se cultiva al aire libre. Al sembrar en el primer mes nombrado, las plántulas están adecuadas para su trasplante en unos 90 días. En cambio, al sembrar en septiembre el almácigo demora unos 50 a 60 días.

Para acelerar la germinación se puede colocar una lámina de polietileno sobre el suelo y un túnel plástico. Así se aumenta la temperatura del suelo. Apenas se inicia la emergencia de las plántulas hay que retirar la primera cubierta.

Cuidados en el almácigo

La aparición de las plántulas debe ocurrir entre 8 y 15 días después de la siembra. A partir de ese momento es necesario preocuparse de las condiciones de temperatura, riego, control de los insectos y enfermedades.

La temperatura determina la velocidad de crecimiento de la plántula de tomate por lo que se procura que ella sea lo más alta posible. Se recurre al cubrimiento de las canchas con carpas plásticas, formando un túnel de 50 a 60 cm. de altura. Esta cubierta se mantiene hasta que la temperatura ambiental llega a los niveles adecuados para el tomate.

El riego debe organizarse para mantener siempre un nivel satisfactorio de humedad en el suelo. A medida que transcurre el tiempo, las raíces penetran a mayor profundidad, por lo que los riegos deben graduarse para mojar los suficientemente profundo en cada oportunidad.

Si el almácigo es pequeño el agua puede distri-

buirse con regaderas. Para almácigos mayores sería necesario disponer de un sistema de aspersión o bien regar por inundación o tendido; pero éste tiene el inconveniente de un posible descalce y arrastre de las plántulas y se provocan diferencias considerables en el mojamiento si el suelo no está perfectamente nivelado. Al regar por aspersión se mantiene húmedo el follaje lo que puede favorecer el ataque de algunos hongos e incluso bacterias, como se ha observado en algunas ocasiones. Esto obliga a la aplicación más frecuente de pesticidas e incluso el empleo de productos adicionales.

Las plántulas de tomate pueden ser atacadas por hongos, insectos y bacterias. Entre los primeros pueden presentarse los causantes del tizón temprano y tardío, *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans*, respectivamente. Para su control es necesario pulverizar con fungicidas como Manzate 200, Dithane M-45 y otros.

En caso de un ataque intenso se recomienda recurrir al Ridomil MZ.

El otro problema que se ha detectado es el ataque de una o más bacterias que pueden ser *Xanthomonas vesicatoria* y *Pseudomonas syringae*. Su control es difícil, ya que productos en base a cobre o los bactericidas AS-17 y Mycoshield sólo tienen una acción parcial. Si no se moja el follaje hay pocas probabilidades de la ocurrencia de este problema.

Las plántulas con bacterias presentan manchas pequeñas, de color café en los folíolos y en el tallo. Incluso puede provocarse la caída de algunos folíolos.

Los insectos que pueden colonizar las plántulas son los áfidos o pulgones y algunas cuncunillas.

Para su control se recurre a la aplicación de insecticidas como Sevin o Carbaryl, Monitor o Tamaron, etc.

Si el suelo ha sido fumigado previamente no cabe esperar problemas con malezas ni con bioantagonistas del suelo.

Labores especiales en el almácigo

Hay ocasiones en que las plántulas no pueden ser trasplantadas oportunamente y debido a las condiciones climáticas continúan creciendo, más o menos, activamente. Como una plántula excesivamente alta va a presentar problemas al ser llevada

al campo, se puede chapodar el follaje, es decir recortar parcialmente el extremo superior. En otros países, incluso se ha acondicionado segadoras de jardín para regular la altura y así mecanizar esta operación. Las heridas que se provocan en las plántulas pueden facilitar el ingreso de patógenos, por lo tanto hay que aplicar un fungicida, inmediatamente después.

En almácigos debilitados o con ataque de virus se puede pulverizar una mezcla de leche y agua, para lo que se puede recurrir a una leche en polvo barata.

Endurecimiento de las plántulas

En la almaciguera se dan condiciones muy favorables para el crecimiento, por lo que se producen plántulas con tejidos blandos, que no resisten bien el trasplante. Por eso que es necesario tomar medidas para robustecerlas y prepararlas para su traslado al campo, donde las condiciones son menos favorables. Este endurecimiento se consigue reduciendo la tasa de crecimiento, a través del manejo de la temperatura y el agua.

Cuando las plántulas tienen dos hojas verdaderas conviene exponer las plantas, por períodos cortos, a temperaturas más bajas, abriendo los túneles plásticos, si se están usando. Pero hay situaciones en que no es posible regular la temperatura, por lo tanto el endurecimiento se logra más fácilmente limitando la disponibilidad de agua. En las últimas 2-3 semanas antes del trasplante se reducen los riegos para provocar una sequía controlada.

La plántula, al endurecerse, tiene tejidos más firmes, acumula reservas en el tallo y concentra sus pigmentos, por lo que toma un color violáceo o morado.

Una buena plántula tiene 4 a 5 hojas verdaderas, el tallo firme, su ancho es similar a su altura y está sana, al momento de ser trasplantada.

Almácigos especiales

Se señaló que para la producción en invernaderos o de primores se acostumbra preparar las plantas en contenedores, de manera que el trasplante se efectúa con un cubo de tierra o turba, sin alterar ni dañar el sistema radicular. Así se evita un retraso en el crecimiento del tomate, como ocurre al hacer el trasplante a raíz desnuda. Y lo que interesa en

esas producciones especiales es obtener la cosecha lo antes posible.

Los contenedores usados en la actualidad son: bolsas pequeñas de plástico, vasos de helado y bandejas "speedling". En otros países se dispone de otros tipos de contenedores, como bandejas plásticas o de cartón especial, pequeñas macetas de turba, cartón o papel, los Jiffy-7 que son pequeñas macetas de turba que vienen comprimidas como un disco de 2 cm. de diámetro y 1 cm de grosor. Al agregar agua el material se expande formando una maceta de unos 8-10 cm. de alto y 2,5 cm. de diámetro. En este caso se siembra directamente en este contenedor sin requerir suelo u otro material.

Otros contenedores son tubos hexagonales de papel especial que vienen unidos y plegados, como un acordeón, en conjunto de 50 a 100 unidades y de diferentes tamaños. Al estirarlos, se abren los tubos que tienen unos 15 cm. de altura y se pueden llenar con la mezcla de suelo y otros materiales (turba, tierra de hoja). El conjunto se coloca sobre una bandeja para sembrar y producir las plántulas.

En Europa es común el uso de cubos de turba prensados, sin contenedor. También se usan cubos de fiberwool, etc.

Para los contenedores es necesario utilizar suelo o una mezcla de suelo con tierra de hoja, turba, arena, compost o guano. Lo importante es disponer de un sustrato con propiedades físicas y químicas apropiadas para el crecimiento de las plántulas, también, debe considerarse el costo, en cada caso. También será necesario asegurarse que el pH y la salinidad de la mezcla no serán causas de problemas. Para ello debe hacerse un análisis en un laboratorio especializado. Finalmente, el sustrato debe ser fumigado, con bromuro de metilo o Basamid.

En las producciones especiales de tomate se procura acortar cada etapa del cultivo para obtener una producción anticipada y así acceder al mercado cuando la oferta es reducida.

Por otra parte, se utilizan cultivares cuyas semillas tienen costos altos, por lo que se trata de aprovechar eficientemente cada semilla. Por estas razones se recomienda pregerminar las semillas para así acelerar el proceso y para colocar en cada contene-

dor una semilla ya germinada y no sembrar una semilla que puede o no estar viable y no es conveniente colocar dos semillas ya que ello obliga a usar el doble de la cantidad de semilla y posteriormente hay que ralear todos los contenedores donde germinaron las dos semillas.

Para la pregerminación se recomienda remojar la semilla durante 24 horas y luego ponerla sobre papel absorbente o toalla de papel en bandejas. Estas deben estar cubiertas para limitar pérdida de agua por evaporación.

Las semillas deben exponerse a una temperatura lo más cercana a los 25°C, permanentemente.

Se puede usar cámaras especiales con un control preciso de la temperatura pero es posible usar un sistema simple, colocando varias ampollitas juntas a unos 35-30 cm. sobre las bandejas con semillas.

Otra alternativa es preparar un sistema de camas calientes, hechas con cajas de madera en cuyo fondo se tienden cables eléctricos especiales que actúan como resistencias, liberando calor. Sobre ellos se pone una capa de suelo o mezcla de sustrato. El calor liberado calienta el suelo, en el cual se siembra. Cuando las plántulas tienen 2-3 cm. de altura se pre-trasplantan o repican a los contenedores.

Cuando se hace la pregerminación en bandejas hay que repicar tan pronto se produce la germinación, antes que la radícula crezca más de un cm. de longitud, pues ello dificulta esa operación. Se usa un par de pinzas para trasladar la plántula pequeña al contenedor. Este trabajo hay que hacerlo diariamente desde el momento que se inicia la germinación, la que ocurre paulatinamente.

Las plántulas deben cogerse con las pinzas desde los cotiledones y no del tallo fino o la radícula que pueden ser dañados.

Durante la permanencia de las plántulas en los contenedores se debe cuidar especialmente el riego, la temperatura y el control de los insectos y de las enfermedades.

Trasplante

El traslado de las plántulas desde el almácigo al campo debe efectuarse cuando ellas tienen 4-5 ho-

jas verdaderas. En el trasplante a raíz desnuda la plántula sufre la destrucción del 80 a 90 por ciento de su sistema radicular, por lo que debe adoptarse las medidas para reducir al mínimo posible el deterioro de la plántula.

Para ello es importante que esta operación sea bien organizada y con suficiente personal.

Antes de sacar las plántulas del almácigo, este debe ser regado. Ellas son colocadas en canastos, cajas de cartón o madera para llevarlas al potrero. Lo importante es que no queden expuestas a pleno sol por mucho tiempo. En lo posible mantenerlas en lugares con sombra y sobre suelo o sacos húmedos. En ningún caso se debe mojar el follaje de las plántulas.

El terreno del trasplante debe ser preparado previamente, dejando el suelo mullido, hechas las aplicaciones de fertilizantes que sean necesarios, nivelado y con su sistema de riego dispuesto. Además debe trazarse los surcos a la distancia que se decida, de acuerdo al sistema de cultivo. Para abrir los surcos se usan arados melgadores tirados por tractor, los que trabajan con varias unidades o bien se usa la tracción animal para un arado surcador o un arado de palo.

Por los surcos se hace correr agua para proporcionar humedad para el trasplante. Este se efectúa a mano, enterrando las plántulas en el costado del surco, a la altura de la marca del agua.

El trasplante también puede efectuarse con una máquina que se conecta al tractor. Hay transplantadoras de 1 o más hileras. Para esta operación mecanizada se requiere una plántula de tamaño mayor que para el trasplante manual. Al usar la máquina no se abren surcos previamente. Estos los traza la misma transplantadora.

Uno de los aspectos importantes durante esta operación es que se respete la distancia entre las plantas para obtener la población que ha sido determinada como la adecuada. Este control es indispensable en el trasplante a mano.

Una vez completado el establecimiento de las plántulas hay que cuidar que no falte humedad en los surcos durante los primeros días. Para ello se hace circular el agua, en forma rápida por los

surcos. Estos son los riesgos que se llaman "de pega".

Después de siete u ocho días hay que revisar la plantación para reemplazar todas las plantas que no se han establecido.

Epoca de trasplante

Para determinar el momento adecuado de trasplante hay que tener presente que el tomate muere por efecto de las heladas, que la temperatura mínima para crecer es de 10°C y se necesita conocer las condiciones climáticas de cada zona.

En general, el tomate se trasplanta al aire libre entre el 15 de septiembre y el 1° de diciembre en la zona central. Pero esta época de plantación es diferente para las producciones de primores, que se efectúan en Arica, el norte chico y la zona de Limache - Quillota, en que el trasplante se efectúa entre marzo y junio.

Distancias de plantación

Las distancias a las cuales se planta el tomate depende principalmente de:

- a) Sistema de cultivo
- b) Tipo de cultivar
- c) Características del suelo.

Cuando se usan los sistemas encoliguados, en espaldera y de parronal es posible tener más plantas por hectáreas que en el sistema botado. Los cultivos tienen distintos tamaños de sus plantas, lo que condiciona su espaciamento. Los suelos presentan diferencias en cuanto a la velocidad y alcance de su infiltración lateral.

Las distancias usuales para los diferentes sistemas son:

Sistema de plantación	Distancias	
	Entre hileras m	Entre plantas cm
Botado	1 - 1,5	20 - 30
Encoligado*	0,40 / 0,60 - 0,80	20 - 30
Espaldera	1,2 - 2,0	25 - 30
Parronal	1 - 1,5	30 - 40
Invernadero, amarrado*	0,80 - 0,90	25 - 30

- * En el sistema encoligado se plantan dos hileras separadas a 0,40 m. y estas dos se distancian de las siguientes a 0,60 - 0,70 m.
* En el sistema de invernadero, también se plantan dos hileras en una mesa o camellón de un metro de ancho.

3.1.2 Siembra directa

El establecimiento del tomate mediante la siembra directa es un sistema empleado en algunos países, como los Estados Unidos y México, especialmente en la producción del tomate industrial. Exige el uso de un suelo de buenas características físicas, muy bien nivelado y con una preparación cuidadosa, debiendo quedar mullido y casi libre de terrones. Una vez preparado se pasa un implemento con tractor para construir mesas o camas de siembra, firmes y planas, de 30 cm. de ancho y separadas a 0,75 m.

La siembra se efectúa con sembradoras de precisión o neumáticas usando una dosis de 0,9 a 1,2 kg. de semilla por hectárea, la que se debe depositar a una profundidad de 2 a 3 cm.

Para facilitar la siembra y reducir la cantidad de semilla por hectárea se recurre a la semilla peletizada, es decir semilla recubierta por una mezcla de sustancias para darle a todas las semillas la misma forma y tamaño. Además se impregna con fertilizantes y pesticidas.

Otro adelanto es la siembra con fluído desarrollada en Inglaterra. Consiste en sembrar mezclando, en la sembradora, la semilla con un fluído gelatinoso que la protege, le asegura una humedad óptima para la germinación e incluso permite la siembra de semilla pregerminada.

El suelo debe tener muy buena humedad en la superficie al sembrar o se debe contar con un sistema de riego por aspersión para asegurar una germinación satisfactoria y rápida.

Uno de los aspectos más decisivos para tener éxito con la siembra directa es el control eficiente de las malezas desde los primeros días para que la plántula de tomate no sufra por la competencia. Para ello sólo se puede recurrir a los herbicidas como:

Trifluralina: Este herbicida debe ser aplicado sobre el suelo e incorporado de inmediato a una profundidad de 5 a 7,5 cm. No debe usarse en suelos arenosos o que contengan más de un 5 por ciento de materia orgánica.

Enide (Diphenamid): Puede ser incorporado antes de la siembra o aplicarlo sobre el suelo, inmediatamente después de la siembra. Después es

necesario mojar la superficie (lluvia o riego por aspersión) para activar el producto.

Se usa en dosis de 4,5 kg. de ingrediente activo por hectárea en suelos ligeros y 6,8 kg. en suelos pesados.

Prefar (Bensulfide): También puede ser incorporado antes de sembrar, dejándolo a 12-15 cm. de profundidad o bien aplicarlo después de la siembra. Se usa en dosis de 4,5 kg. por hectárea.

No debe usarse en suelos con más de 5 por ciento de materia orgánica.

En suelos donde se ha aplicado este herbicida no debe sembrarse los siguientes cultivos, antes de 12 meses: maíz, sorgo, cebada, trigo, avena, centeno y espinaca.

En la aplicación después de la siembra debe mojarse la superficie del suelo.

Sencor (Metribuzin): Se aplica cuando las plantas de tomate tienen 5 a 6 hojas verdaderas (12 a 15 cm. de altura, aproximadamente). Se usa en dosis de 0,28 kg./há. en suelos livianos y 0,56 kg. en suelos pesados. Puede efectuarse una segunda aplicación siempre que haya un intervalo mínimo de 14 días y la aplicación total no supere 1,12 kg./há. de ingrediente activo.

La superficie del suelo debe ser mojada después de la aplicación.

Es posible usar combinaciones de estos herbicidas. Así se recomienda aplicar Trifluralina y Enide o Prefar y Sencor.

En la siembra directa se recomienda fertilizar con 20 kg. por hectárea de nitrógeno y 80 kg. de P_2O_5 al sembrar, depositando los fertilizantes en una banda y a 5 cm. de profundidad directamente bajo la hilera de semillas. En ningún caso deben quedar en contacto con ellas.

3.2 Prácticas de manejo agronómico

Cualquiera que sea el sistema de plantación usado, todo cultivo de tomate exige preocuparse del control de malezas, el riego, la fertilización y el control de los insectos y de las enfermedades.

Además, en algunos sistemas hay labores especiales como la poda y la aplicación de hormona.

3.2.1 Control de las malezas

Al trasplantar en un terreno que ha sido trabajado y en el cual, por lo tanto, no hay malezas le da una cierta ventaja a las plantas de tomate. Sin em-

bargo, las malezas reaparecen pronto y es necesario contrarrestarlas. En general, entre 15 y 25 días después del trasplante se hace necesario realizar alguna labor de control. Lo común es efectuar un trabajo con rasqueta o azadón junto a las plantas de tomate y entre las hileras se trabaja con una cultivadora, cuando las hileras están separadas a más de 60 m. Para ello se utiliza una cultivadora con caballo o con tractor. Si las hileras están muy próximas sólo se puede trabajar en forma manual.

Estas labores combinadas de trabajo manual y cultivadora se repiten una o dos veces adicionales, dependiente del grado de enmalezamiento. Al pasar la cultivadora se borra el surco de riego, por lo que una vez completada cada labor se rehace, pasando un arado surcador o un arado de palo con caballo. El surco, en cada oportunidad, se desplaza desde la hilera de plantas hacia el centro del espacio que hay entre dos hileras, hasta que finalmente queda al centro. Es importante que los surcos sean bien hechos, profundos y anchos para poder realizar el riego en buenas condiciones.

Otra alternativa para el control de las malezas es la aplicación de algún herbicida. Se puede recurrir a la Trifluralina que es un matamalezas que se aplica durante la preparación del suelo, ya que es un producto que debe ser incorporado, aprovechando el último rastraje. Este herbicida se usa en dosis de 1 a 2,5 lt./há. Otra posibilidad es el Sencor, que se aplica después que las plantas de tomate se han establecido. Este herbicida requiere que la superficie del suelo esté húmeda al ser aplicado; o bien, que sea mojada después de la aplicación. Este requerimiento es una limitante para las plantaciones que se efectúan en octubre y noviembre; en cambio, podría ser recomendable para las plantaciones efectuadas en agosto y septiembre, cuando aún hay posibilidades de lluvias.

El Sencor 70 por ciento P.M. se usa en dosis de 0,5 a 1 kg. por hectárea. No debe usarse en los suelos arenosos.

3.2.2 Riego

El agua es uno de los elementos esenciales para lograr un crecimiento satisfactorio y una producción alta del tomate, por lo tanto no debe haber deficiencia de ella en ninguna etapa del cultivo. Por otra parte es importante evitar los excesos de riego porque puede haber daño al sistema radicular y

a la calidad de los frutos, como se explica más adelante.

En la actualidad se dispone de escasos antecedentes específicos sobre diversos puntos relacionados con el regadío del tomate, a pesar de ser uno de los aspectos agronómicos más importante del cultivo de esta especie.

Los riegos se efectúan por surcos entre las hileras de tomate procurando evitar que el agua tome contacto con la base del tallo y también tratando de mantener seca la superficie del suelo debajo de la planta, para reducir la incidencia de enfermedades. Una vez completado el trasplante se dan varios riegos para mantener un buen nivel de humedad y asegurar el establecimiento de las plántulas. Terminada esta etapa hay productores que no riegan por un período relativamente largo para estimular el crecimiento y la profundización de las raíces.

En un trabajo realizado en la zona de Santiago con la variedad ACE 55 VF se demostró que los mejores resultados se obtenían al regar entre 14 y 28 días después del trasplante.

Días sin riego	Rendimiento ton/há.	Pérdida %
7	33,31 b	32,2
14	42,41 a	13,6
21	42,30 a	13,8
28	49,11 a	—
35	37,98 b	22,7

La frecuencia de riego depende de las condiciones climáticas, el tamaño de la planta y su estado de desarrollo y de las características del suelo. En los períodos de temperaturas altas, secos y ventosos ocurre una evaporación mayor, por lo tanto es necesario regar con mayor frecuencia para reponer el agua perdida. A medida que las plantas crecen su área foliar aumenta, por lo que también se incrementa su capacidad de transpiración; por otro lado, su sistema radicular seguramente abarca un volumen mayor de suelo; pero, en general, a mayor tamaño de la planta se requiere más agua, aunque se puede mantener la frecuencia. También hay una mayor demanda de agua durante el período de crecimiento de los frutos. Finalmente, la textura del suelo y la capacidad de retención de humedad son importantes para determinar el momento de riego. Los suelos arenosos se secan más rápido que los arcillosos y limosos. Un suelo con mayor contenido de materia orgánica retiene una cantidad más

alta de agua y por un período más largo. En este efecto también influye el drenaje del suelo.

Se ha calculado que la cantidad de agua retenida, es de alrededor del 5 por ciento del peso del suelo considerado si éste es arenoso. Un 25 por ciento, si es limoso y un 40 por ciento, si es arcilloso.

Se ha calculado que la reserva útil de una profundidad correspondiente al enraizamiento del cultivo es del 40 al 60 por ciento de la capacidad de retención de ese suelo. Y la reserva fácilmente utilizable es del 30 al 50 por ciento de la reserva útil, lo que equivale al 15-30 por ciento de la capacidad de retención.

En el experimento realizado en Santiago se verificó el efecto de diferentes frecuencias de regadío.

Frecuencia riego días	Humedad aprovechable agotada %	Rendimiento ton/há.	Pérdida %
7	56,3	62,3 a	—
14	61,9	62,3 a	0,16
21	67,5	40,8 c	34,51
28	75,2	55,0 b	11,72

Fuente: Castillo, R. 1975.

Los mejores resultados se obtuvieron regando con una frecuencia de 7 a 14 días. Los mejores caudales se logran al regar cada 7 días. Estas frecuencias son para cultivos al aire libre, en el sistema botado.

En las producciones en invernadero, a pesar de tratarse de sistemas semicerrados, en que se podría reducir la evapotranspiración, los productores llegan a regar cada 2 a 3 días para lograr los rendimientos más altos.

Durante el desarrollo de las plantas puede haber etapas más críticas en cuanto a los requerimientos de agua. Al estudiarse este efecto se limitó el agua durante algunos períodos para determinar su influencia sobre el rendimiento. Con una frecuencia de riego de 7 días se comprobó que al producir una deficiencia de agua en ciertas fases del desarrollo se afectaba la producción.

Período vegetativo sin riego	Días sin riego	período déficit real	Rendimiento ton./há.
Control	0	0	62,3
Inicio floración	21	4	52,6
Plena floración	20	6	62,7
Cuaja frutos	21	7	54,7
Madurez frutos	21	7	53,8

Fuente: Castillo, R. 1975.

Se consideró período de déficit real de humedad a aquel en que el agua en el suelo estuvo sometida a una tensión superior a 3,0 atmósferas. En este caso aparecen como períodos críticos el inicio de floración, la cuaja y madurez de los frutos.

La misma evaluación se repitió cuando la frecuencia de riego era de 14 días.

Período vegetativo sin riego	Días sin riego	Período déficit real	Rendimiento ton./há.
Control	0	0	62,2
Inicio floración	28	0	73,9
Plena floración	20	5	49,1
Cuaja frutos	21	1	50,9
Madurez frutos	21	8	50,6

Fuente: Castillo, R. 1975.

En este caso los efectos más negativos se detectaron al limitar el agua en los períodos de plena floración, cuaja y madurez. Como se ve estos resultados nos son totalmente claros para determinar los períodos críticos.

En esta experiencia se calculó un uso consumo diario de 7,07 mm/día para el mes de enero. Además se calculó el coeficiente adimensional K para el cultivo, siendo el valor más alto de esta relación un porcentaje de desarrollo vegetativo del 60 por ciento. Según ciertas estimaciones, cada planta de tomate requiere 2 litros de agua por día, al estado de floración del primer racimo; siendo el consumo total estimado de 130 litros por planta.

La absorción de agua depende de la tensión con que es retenida en el suelo. Lo mejor es mantener un estado de humedad cercano a la capacidad de retención o campo, al menos entre el 70 y 80 por ciento de esa capacidad.

También influye la temperatura, ya que si es baja o alta hay una menor absorción. Para el toma-

te, la temperatura óptima es de unos 18° C en el suelo.

Otro factor que afecta la absorción es la salinidad. Si ésta llega a niveles de 10 mmhos/cm se disminuye el rendimiento en un 50% o, en gran parte debido a problemas con el agua.

En Francia se ha determinado que las necesidades de agua en el tomate al aire libre son del 60% de la evaporación potencial, ETP entre el trasplante y la formación del tercer racimo floral. Suben al 80 - 100% de la ETP en la etapa del crecimiento de los frutos e inicio de la cosecha. Y se reducen al 60% de la ETP en la última fase del cultivo. En ese país, también se ha concluido que los períodos críticos son durante la floración y el crecimiento de los frutos.

La reserva útil (RU) se calcula con la siguiente fórmula:

$$RU = HU \times d \times TF \times e$$

HU = humedad útil (diferencia entre la humedad equivalente y la humedad al punto de marchitez).

d = densidad aparente el suelo

TF = porcentaje de tierra fina del suelo

e = espesor del suelo explorado por las raíces.

Finalmente es importante señalar que la deficiencia de agua, además de los efectos negativos sobre el crecimiento de la planta, puede resultar en el defecto conocido como pudrición seca apical, la que se describe más adelante.

El riego por aspersión no se usa en Chile en la producción de tomates, salvo en la etapa de almálico. Al mojar el follaje se favorece el ataque de varios patógenos.

En California, Estados Unidos, el riego por aspersión se utiliza principalmente en los cultivos que se inician por la siembra directa. Así se proporciona la humedad necesaria para una adecuada germinación y para lograr una acción efectiva de los herbicidas, al mantener húmeda la superficie del suelo.

En lugares muy calurosos el riego por aspersión permite bajar la temperatura del follaje hasta en 9° C lo que puede resultar en rendimientos hasta un 50% o más altos. Este sistema de regadío es útil, también para evitar el efecto de algunas heladas.

3.2.3 Fertilización

Para lograr una producción alta es indispensable que la planta de tomate disponga de suficientes nutrientes. Hay que considerar que en sólo tres meses o algo más esta planta puede producir 3 kg de frutos o más, además de toda la estructura vegetal de su follaje y raíz. Un estudio reciente efectuado en Chile, en condiciones de invernadero, ha determinado que la producción de materia seca, de la parte aérea, de una planta de tomate es de unos 7-10 mil kgs, correspondiendo 4-6 mil kgs a frutos y 3-4 mil kgs al follaje. En plantas de este tipo el requerimiento interno de los tres principales nutrientes fue de: N = 1,41-1,76% P = 0,21-0,29% K = 2,5-3,1%. En base a estos datos se ha calculado una extracción por hectárea de:

N = 100-140 kg P = 21-22 kg K = 210-290 kg
Si bien estos son antecedentes obtenidos en condiciones de invernadero, reflejan una realidad de producción.

Las cantidades de nutrientes que extraen las plantas pueden ser muy variables dependiendo de las condiciones de cultivo, el tipo de variedad y el manejo agronómico.

Algunos datos para diferentes producciones se presenta a continuación.

Rendimiento ton/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O kg/ha	Mg O
48	212	41	280	40
50	290	96	680	76
60	136	55	232	36
70	250	175	450	100
86	242	68	422	75

Fuente: La Tomate, Invuflec, 1974.

Estos son resultados obtenidos por diferentes autores en condiciones distintas de cultivo, lo que explica las notorias variaciones de los datos. No obstante, es posible establecer que el tomate tiene requerimientos altos de nitrógeno y potasio y moderados de fósforo y magnesio.

Otros antecedentes de Florida, Estados Unidos, indican que una cosecha de 67 toneladas por hectárea extrajo:

N = 322 kg Ca = 159 kg
P₂O₅ = 57 kg Mg O = 54 kg
K₂O = 442 kg

Y que las tasas de aprovechamiento fueron del 60% para el nitrógeno, 15% para el fósforo y 50% para el potasio.

En resumen de diversos trabajos realizados en Japón, los Estados Unidos y Europa se presentan los siguientes valores.

Nutriente	Absorción de nutrientes por tonelada de fruto	
	Rango kgs/tonelada	Promedio
N	2,1 - 3,4	2,90
P	0,28 - 0,45	0,40
P ₂ O ₅	0,64 - 1,03	0,91
K	3,11 - 4,40	4,00
K ₂ O	3,73 - 5,22	4,80
Mg	0,26 - 0,54	0,45
Mg O	0,43 - 0,90	0,75
Ca	1,80 - 2,99	2,35
Ca O	2,52 - 4,18	3,29

Fuente: AVRDC, 1979

Usando esta información se ha estimado la absorción para diferentes rendimientos, considerando los valores promedios de la tabla anterior.

Absorción estimada de nutrientes para diferentes rendimientos de tomate

Rendimiento ton/há	N	P	K kgs/há	Mg	Ca
5	14,5	2,0	20	2,25	11,75
10	29,0	4,0	40	4,50	23,50
25	72,5	10,0	100	11,25	58,75
100	290,0	40,0	400	45,00	235,00
200	580,0	80,0	800	90,00	470,00

Fuente: AVRC, 1979

Al efectuar la conversión para los nutrientes se obtienen los siguientes valores:

Rendimiento ton/há.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O kgs/há	Mg O	Ca O
5	14,5	4,58	24	3,75	16,45
10	29,0	9,16	48	7,51	32,90
25	72,5	22,90	120	18,80	82,25
100	290,0	91,60	480	75,10	329,00
200	580,0	183,20	960	150,00	658,00

En Chile, en base al estudio realizado en una producción en invernadero, en Curacaví, se ha esti-

mado los siguientes valores de absorción para diferentes rendimientos.

Rendimiento Ton/há	Nitrógeno kg/há
60	85,2
70	117,5
80	149,9
100	214,6
120	279,4

También se ha calculado la composición mineral de una planta de tomate madura.

Tejido	Peso fresco kg	Peso seco gr	N	P	K gr/planta	Ca	Mg
Hoja		136,8	3,77	0,75	5,85	8,56	0,57
Pecíolo		48,9	0,68	0,17	4,07	1,89	0,34
Flor y pecíolo		9,8	0,22	0,04	0,37	0,14	0,03
Fruto	6,72	443,1	8,55	1,82	16,70	0,58	0,62
Tallo		41,9	0,87	0,25	2,34	0,90	0,19
Raíz		3,7	0,08	0,01	0,08	0,05	0,01
		684,0	14,09	3,04	29,41	12,12	1,76

Desde el punto de vista del manejo agronómico es importante considerar que un cultivo de tomate requiere de una buena disponibilidad de nutrientes; por lo tanto, antes de establecer las plantas debe conocerse la fertilidad del suelo, mediante un análisis que se realiza en laboratorios de servicios (Universidades, Instituto de Investigaciones Agropecuarias o privados).

La preocupación es por los tres principales nutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio, debiendo determinarse la dosis para cada uno y el momento de aplicación del nitrógeno, ya que el fósforo y el potasio deben ser incorporados al suelo antes del trasplante debido a su baja solubilidad.

El nitrógeno es el elemento que más influye en el crecimiento del tomate. Estimula la floración y la frutificación, pero sobre ciertos niveles retrasa la madurez y hay un tamaño menor de fruto.

La deficiencia de nitrógeno provoca un menor crecimiento vegetativo, amarillez del follaje y caída de flores, especialmente cuando hay temperaturas altas. Un exceso resulta en frutos más pequeños, color y sabor inferiores, disminución del contenido de sólidos totales, aumento de la acidez y menor capacidad de conservación de los frutos.

Se ha comprobado que es preferible usar los nitratos en lugar de los amoniacales en la fertilización de esta especie. Además ésta debe ser fraccionada para un mejor aprovechamiento del nitrógeno, ya que su demanda mayor ocurre en la segunda mitad de la vida de la planta.

El fósforo es importante para el crecimiento y la absorción de las raíces, aumentando el número de flores por racimo y favorece la producción de frutos con mejor color, sabor, consistencia y contenido de vitamina C. También apura la madurez.

La aplicación debe efectuarse antes del trasplante y si el suelo tiene un pH sobre 7,8 y las temperaturas son bajas debe ubicarse en banda cerca de la zona radicular.

La deficiencia acentuada de fósforo se manifiesta por una coloración púrpura en toda la planta.

El potasio favorece un mayor crecimiento del fruto, mejor color al estimular la síntesis de licopeno, mayor resistencia de los frutos, que también resultan con un mayor contenido de sólidos totales, azúcares, ácidos y caroteno y licopeno. Se ha observado que para obtener los rendimientos más altos se ha requerido de 150-300 kg de K_2O por hectárea. En cambio la mejor calidad se obtuvo con dosis de 600 - 800 kg de K_2O por hectárea.

La deficiencia de potasio se manifiesta por un color verde oscuro en la planta, entrenudos cortos y la aparición de una serie de defectos de coloración en los frutos, más conocidos por sus nombres en inglés, "blochy ripening" "white wall", "gray wall", "greenback", etc.

El calcio es importante para evitar la pudrición seca apical, la partidura de los frutos y el hombro verde.

El magnesio es importante para el proceso de fotosíntesis y parece estar relacionado con la incidencia de algunas enfermedades radiculares.

Algunos elementos menores también pueden ser importantes. El boro influye en el número de flores, en el peso de los frutos y en el crecimiento radicular.

Una deficiencia de zinc resulta en internudos cortos, hojas encarrujadas con sectores blancos.

Dosis 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, por lo cual sólo es posible mencionar dosis que son utilizadas usualmente en Chile.

El nitrógeno se aplica en dosis de 80 a 120 kg. por hectárea, en las producciones al aire libre. En el tomate bajo invernadero el rango es amplio, llegándose a aplicaciones de 400 kg de N/há. Los fertilizantes más comúnmente utilizados son el nitrato de sodio y potasio (salitres), el fosfato de amonio y la urea. Las aplicaciones se efectúan parcialmente al trasplante y aproximadamente un mes después. En los invernaderos se aplica cada 15-20 días, a partir de la cuaja de los primeros frutos.

El fósforo se usa en dosis de 45 a 100 kg de P_2O_5 por hectárea. Se usan fertilizantes como superfosfato triple y fosfato de amonio, que se incorporan al suelo antes del trasplante. En los invernaderos se usan dosis de 200 a 400 kg de P_2O_5 /há.

El potasio es poco usado en las producciones al aire libre, aplicándose dosis de 50 a 100 kg de K_2O por hectárea. Los fertilizantes más comunes son el sulfato de potasio y el nitrato de potasio, que se aplican antes del trasplante.

En los invernaderos se aplican dosis de 300 a 600 kg de K_2O /há.

Hay algunos fertilizantes compuestos que se usan, como el Nitrofoska. Por otra parte en algunas producciones en invernaderos se recurre a fertilizantes especiales como el Krystalon.

3.2.4 Plagas

La planta de tomate es colonizada por diversos insectos algunos de los cuales pueden causar daños graves. Por esta razón, para evitar pérdidas en la producción es necesario organizar un programa de aplicaciones de insecticidas, en el cual se procura incluir productos de distinta naturaleza química (fosforados, carbamatos, piretroides) para combatir las diferentes plagas, no favorecer el desarrollo de poblaciones resistentes y buscar las alternativas más baratas.

Las plagas más importantes se describen a continuación:

Polilla del tomate (*Scrobipalpus absoluta*)

Es la plaga más grave del tomate en Chile. El daño es causado por una larva que es pequeña (2-3 mm. de longitud) de color verde. Esta hace galerías en los folíolos, especialmente junto a la nervadura central. También penetra los frutos en los cuales se observa una pequeña perforación, generalmente rodeada de un halo amarillento.

La infestación del tomate ocurre, generalmente, a fines de diciembre o en enero. Sin embargo, en aquellas zonas donde hay producción durante diferentes épocas del año es posible que se presenten ataques en las primeras etapas del cultivo, en noviembre.

La permanencia de residuos de tomate, los inviernos de temperatura moderadas y las temperaturas altas durante el ciclo del tomate son condiciones que favorecen la incidencia de esta plaga.

El adulto es una polilla pequeña de color gris que deposita sus huevos en las hojas, tallo y frutos. De ellos nacen las larvas que penetran los tejidos de los folíolos, haciendo galerías y dejando sólo la epidermis, por lo que las hojas toman una apariencia plateada. También es posible observar las fecas.

El control de este insecto debe iniciarse tan pronto aparecen las primeras evidencias de su ataque, mediante un programa de control que debe incluir la destrucción oportuna de los residuos de tomate, la plantación temprana y el uso de insecticidas. Es importante efectuar una rotación de productos, entre los cuales cabe señalar:

Insecticida	Dosis/100 lt agua	Dosis/há
Tamaron 600	60 cc	0,12 - 0,36 lt
Tokuthion 500 EC	200 cc	0,40 - 1,6 lt
Azodrin 40 CHS	125-250 cc	0,50 - 1,00 lt
Alsystin 480	20 cc	0,04 - 0,120 lt
Monitor	50 - 600 cc	1,00 - 1,50 lt
Ambush	50 cc	0,20 - 0,40 lt
Decis 2,5 EC	50 cc	0,20 - 0,35 lt
Baythroid 050 EC	50 cc	0,20 - 0,50 lt
Belmark 30 LE	30 - 40 cc	0,15 - 0,25 lt
Lannate	100 - 200 cc	0,50 - 1,00 kg

La cantidad de agua por hectárea, depende del tamaño de las plantas y varía entre 200 a 800 litros, para los equipos terrestres.

Es importante aplicar suficiente agua para mojar

bien las plantas. Se ha observado que ante ataques muy intensos los piretroides (Ambush, Decis y Baytroid) han resultado efectivos.

También se ha observado que ante ataques excepcionalmente fuertes no se ha logrado controlar.

Además del daño resultante de la destrucción del follaje y el deterioro de los frutos, se añade la contaminación de la pulpa de tomate con restos del insecto, lo que al superar ciertos niveles provoca el rechazo del producto en los mercados extranjeros.

En la elección de estos insecticidas es importante considerar su efecto residual, es decir el período durante el cual el pesticida tiene efecto sobre los insectos; el período de carencia, que es el tiempo que debe transcurrir desde el momento de la aplicación hasta que el tomate pueda ser consumido sin peligro para la salud humana. Así el Decis tiene 3 días de carencia, el Tamarón 1 día y el Lannate 1 día, por lo que pueden ser aplicados durante la cosecha.

En cambio, los otros insecticidas tienen una carencia de 14 a 21 días.

Otro aspecto importante es la necesidad de hacer rotar los insecticidas de diferente composición química. Así se limita la formación de poblaciones de polillas con resistencia a un insecticida.

Gusanos cortadores, gusanos blancos, etc.

Ocasionalmente pueden presentarse estas plagas dañando las plantas recién trasplantadas, que son mordidas en la base del tallo, y por lo tanto, mueren. Más común es el daño que causan estos gusanos al morder superficialmente los frutos que están en contacto con el suelo. Muchas veces el productor no observa tal daño ya que la planta cubre los frutos y éstos aparecen sanos; por lo que durante el desarrollo de ellos es conveniente revisar, levantándolos para verificar su estado.

Estos gusanos actúan de noche, permaneciendo durante el día, enterrados para evitar la acción del sol.

Para el control de estas plagas se puede actuar preventivamente aplicando un insecticida al suelo antes de efectuar el trasplante. Para ello se recurre al Basudin 10 G que se usa en dosis de 20 a 25 kg. por hectárea. Es un insecticida granulado que se distribuye sobre el suelo y se incorpora con una

rastra liviana. Otra alternativa es el Dyfonate 10 G, también granulado, que se usa en dosis de 30 a 35 kg. por hectárea, debiendo ser incorporado también.

El control puede efectuarse al observar el daño causado, ya sea en las plantas nuevas o en los frutos. En este caso se recurre a los cebos tóxicos como el Volaton pellets que se distribuye a lo largo de las hileras de plantas, preferentemente al atardecer, usándolo en dosis de 25 a 30 kg. por hectárea.

Concunilla del fruto

Son larvas de insectos, de 1 a 2 cm. de longitud, de color verde y café que dañan los frutos de tomate.

En general, estos insectos son controlados por los insecticidas que habitualmente se incluyen en los programas de control de plagas, siempre que se incluyan productos de contacto o acción estomacal como son el Monitor, Tamarón, Azodrin, Baythroid, Belmark, Decis, etc.

Afidos o pulgones

Pueden colonizar las plantas de tomate pero no constituyen, en general, un problema grave. Los programas usuales de control de plagas incluyen insecticidas que los controlan. Entre ellos están el Monitor, Azodrin, Tamarón, etc.

Monroy

Es una larva de gran tamaño (3-5 cm. de longitud) que se encuentra ocasionalmente en las plantas de tomate. No constituye un problema ya que los insecticidas que se usan para otras plagas lo controlan, además es parasitado por las larvas de una avispa.

3.2.5 Enfermedades

La planta del tomate es afectada por la acción de hongos, bacterias, virus y nemátodos. Algunos de estos patógenos se presentan en cada cultivo de esta especie; otros son de aparición ocasional. Debido a los daños serios que pueden causar se acostumbra organizar un programa de control que incluye medidas como la rotación de cultivos, el uso de variedades resistentes, adecuar la época de plantación y la aplicación periódica de pesticidas.

Enfermedades de la raíz

Hay algunas enfermedades radiculares que pueden causar daños severos. En general, estas son en-

fermedades difíciles de control, excepto mediante las variedades con resistencia genética.

Caída de almácigo (damping off)

Es un problema causado por un conjunto de hongos que se encuentran distribuidos en todo el mundo. Los agentes causales pertenecen a los géneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, etc.

Pueden provocar la pudrición de la semilla o la caída de las plántulas en el almácigo. Las condiciones que favorecen su ocurrencia son el exceso de plántulas, clima frío y húmedo y exceso de humedad en la almaciguera.

El control se logra fumigando el suelo como se describió en la sección almácigo, con productos como bromuro de metilo o Basamid. No se dispone de ninguna variedad con resistencia a este problema.

Marchitez

Es un problema serio que puede resultar por el daño radicular causado por algunos de los siguientes hongos: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. Hay tres razas identificadas

Verticillium dahliae y *V. albo-atrum*

Hay dos razas identificadas

Phytophthora parasitica y *P. capsici*

Las dos primeras, son hongos más comunes. Estos hongos penetran en la raíz e invaden los tejidos vasculares que transportan el agua y los nutrientes. Al fallar la disponibilidad de estos elementos se produce la destrucción de los folíolos que se ponen amarillos y luego café, se secan y caen. La planta no crece y su rendimiento es afectado seriamente. Si el ataque es intenso y ocurre en las primeras etapas de vida se produce la muerte de la planta. La invasión provoca la muerte de la mayor parte de la raíz y la planta se defiende emitiendo raíces adventicias en la base subterránea del tallo. Muchas veces la planta no muestra síntomas evidentes de la enfermedad, los que se manifiestan claramente durante el crecimiento y maduración de los frutos. Esto se debe a que en tal fase se produce un requerimiento alto de agua y nutrientes y la planta no es capaz de proporcionarlos porque sus tejidos están afectados.

La determinación precisa del hongo causante del

problema sólo se logra por pruebas que se hacen en laboratorios especializados.

El control es preventivo, ya que no se dispone de medidas para solucionar el problema una vez que se ha presentado. La prevención se hace no plantando tomate en un terreno que ha tenido este cultivo en los últimos 4 años. Y lo más importante es el uso de cultivares con resistencia a estos patógenos.

Estas variedades se identifican porque junto al nombre aparecen las siglas V1, F1, F2, lo que indica resistencia a *Verticillium*, raza 1 y a *Fusarium*, razas 1 y 2. En la actualidad no hay resistencia a la raza 2 de *Verticillium*. Tampoco hay resistencia a *Phytophthora*.

En Chile se ha observado que algunas variedades V F1 F2 han sufrido daño radicular, lo que puede deberse a la acción de una raza diferente o a la acción de otro hongo. Lamentablemente en el país, no hay trabajos para establecer las razas presentes y los patógenos más comunes que afectan al tomate.

Agallas radiculares

Son causados por nemátodos, entre los más importantes están *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla*.

Los nemátodos atacan las raíces produciendo agallas o nódulos o tumores y reduciendo considerablemente la actividad de ellas. Esto se refleja en un menor crecimiento de la planta, necrosis de los folíolos, desfoliación y escasa producción. El problema es más común en los suelos arenosos o livianos. Una vez que se ha presentado no tiene control curativo. En la actualidad el control más efectivo es mediante el uso de variedades resistentes. La mayoría de los cultivares modernos tiene tal característica, pero es importante verificar si la variedad elegida es resistente.

La otra alternativa de control es mediante la aplicación de nematocidas al suelo; pero esta es una medida que tiene un alto costo. Algunos de los productos posibles de usar como Nematicur, Nemagon, Vapan, Vydate, Temik, etc.

Enfermedades del follaje

La porción aérea de la planta de tomate puede ser afectada por los hongos, bacterias y virus. El da-

ño puede ocurrir en el follaje, pero ocasionalmente se extiende a los frutos.

Tizones

Son el tizón temprano, causado por el hongo *Alternaria solani* y el tizón tardío, cuyo agente causal es el hongo *Phytophthora infestans*.

Ellos invaden principalmente las hojas provocando lesiones y necrosis en los folíolos. El primero se distingue por las manchas café, circulares y con anillos concéntricos que aparecen en los folíolos.

En torno a esas manchas se observan zonas amarillas. Las lesiones del tallo son alargadas y ligeramente hundidas. En los frutos pueden aparecer lesiones en la zona del pedúnculo, presentándose los característicos anillos concéntricos.

La enfermedad tiene más posibilidades de ocurrir cuando hay condiciones de alta humedad y calurosas. La lluvia y el viento ayudan a diseminar el hongo.

El tizón tardío se caracteriza por manchas café que aparecen en los bordes de los folíolos. Son lesiones angulosas que se pueden extender a todo el folíolo, a los pecíolos y tallos. En los frutos pueden aparecer manchas café-verdosas, irregulares y de apariencia grasosa.

La enfermedad es favorecida por condiciones frescas y húmedas.

El control de los dos tizones se realiza, principalmente, con aplicaciones de fungicidas. No se dispone de cultivares con resistencia a estas enfermedades. Las aplicaciones de los pesticidas se acostumbra efectuarlas cada 20 a 30 días y se usan algunos de los siguientes fungicidas.

Fungicida	dosis/100 lt agua	Dosis/há
Manzate 200	180 - 240 gr.	1 - 2 kg/há
Dithane M-45	180 - 240 gr.	1 - 2 kg/há
Antracol	200 - 250 gr.	1 - 2 kg/há
Ridomil MZ 58 WP	500 gr.	2 kg/há

Los primeros se pueden aplicar cuando hay ataques leves a moderados. El Ridomil M Z se recomienda cuando hay ataques intensos de estos patógenos.

Pudrición algodonosa

Es una enfermedad causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, que puede infectar los tallos,

hojas y pecíolos. Pero el ataque más frecuente ocurre en la base del tallo principal donde se presenta un estrangulamiento, lo que deriva en una detención del crecimiento de la planta y su marchitez. Posteriormente, en el tallo aparece un micelio blanco, como algodón. En alguna etapa de la enfermedad es posible observar en la superficie del tallo dañado o en su interior, que aparece hueco y corchoso los esclerocios. Son estructuras del tamaño de un grano de trigo, de forma irregular y de color negro. Sirven para perpetuar el hongo.

Esta enfermedad se presenta cuando hay condiciones de alta humedad, por un período prolongado, en el suelo y en el ambiente. También es favorecida, si el cultivo anterior ha sido alfalfa, apio, lechuga, repollo, frejol, berenjena o pimentón.

El control se efectúa mediante medidas agronómicas como el control del riego, evitando los apozamientos y la rotación de cultivos. No se dispone de cultivares resistentes.

Mosaicos

Son enfermedades causadas por virus, de los cuales los más importantes son el mosaico del tabaco, el mosaico del pepino y el mosaico de la alfalfa. Los virus son transmitidos por áfidos (pulgones), langostinos y en el caso del mosaico del tabaco, también por semilla.

Las plantas enfermas tienen un menor crecimiento, deformaciones de sus hojas y descoloraciones en las hojas y, a veces, en los frutos. En los folíolos aparecen zonas amarillentas o áreas con distintos tonos de verde, dando origen a la apariencia de un mosaico.

En los frutos también puede observarse el mosaico o manchas café rojizas.

Estas enfermedades son de ocurrencia ocasional en el campo, presentándose sólo algunas plantas con síntomas. Pero pueden ser más comunes en las producciones en invernaderos, debido al intenso manipuleo de las plantas ya que algunos virus son transmitidos mecánicamente de una planta a otra.

Los virus permanecen en otras plantas cultivadas, en malezas y en el tabaco de los cigarrillos, desde donde son diseminados a las plantas de tomate.

El control se realiza utilizando semillas libres de virus, eliminando las plantas enfermas, recurriendo a personal que no fume, haciendo que los trabajadores que manipulan plantas, laven sus manos y herramientas con agua y detergente y controlando los insectos.

Para el mosaico del tabaco hay algunas variedades resistentes.

Botritis o Moho gris

Es causado por el hongo *Botrytis cinerea*. Es de ocurrencia común en los invernaderos afectando principalmente los frutos. Los síntomas son manchas acuosas que aparecen en los tallos, hojas y frutos. Rápidamente aparece un micelio gris ceniciento que cubre esas lesiones. En los folíolos éstas tienen forma de V. En los frutos, el hongo invade con rapidez terminando en una pudrición total.

Alta humedad y temperaturas moderadas a bajas, son las condiciones que favorecen el crecimiento del hongo. Si el follaje de las plantas permanece húmedo hay altas probabilidades que se presente la enfermedad. Las heridas causadas en los tallos por la poda facilitan el ingreso del hongo.

El control es posible cuando el ataque es leve a moderado, pero si prevalecen las condiciones de alta humedad es casi imposible detener la enfermedad. Lo fundamental es tratar de reducir aquélla mediante la aireación. A esto se agrega la aplicación de algunos fungicidas los que deben cubrir bien toda la planta.

Fungicida	Dosis/100 lt. agua	Dosis/há
Ronilan	100 - 150 gr.	0,75 - 1,0 kg/há
Sumiscler 50o/o P M	50 - 75 gr.	1,00 - 1,50 kg/há

No se dispone de variedades resistentes.

Cancro o cáncer bacteriano

Es causado por la bacteria *Corynebacterium michiganense* y constituye una de las enfermedades más graves que pueden ocurrir en las producciones en invernaderos. Las bacterias invaden los tallos resultando en la muerte de folíolos, hojas enteras y ramas completas. Si el ataque se produce cuando la planta es pequeña, ella puede morir.

La bacteria es diseminada por la semilla de tomate, por el agua y por contacto entre plantas o por medio de las herramientas.

Las heridas causadas en las raíces al trasplantar a raíz desnuda favorecen considerablemente la enfermedad. Otras condiciones que ayudan a la ocurrencia de este problema son la permanencia de residuos de tomate, heridas en el follaje y la falta de rotación de cultivos.

Esta enfermedad puede causar daños muy graves por lo que se debe tratar de reducir al mínimo la posibilidad de que ocurra. Para su control se recomienda usar semilla de buena procedencia, no trasplantar a raíz desnuda sino hacerlo usando contenedores para no dañar la raíz y aplicar oportunamente algunos productos como AS-17 más Mycoshield.

No se dispone de variedades resistentes.

Manchas foliares

Hay diversos patógenos que pueden causar daños foliares, por la presencia de manchas necróticas, que muchas veces se confunden con otras enfermedades. Aunque no hay estudios que permitan determinar su importancia parece que su incidencia es menor, salvo situaciones puntuales.

Entre estas enfermedades están las causadas por los hongos *Stemphylium solani*, *Cladosporium fulvum* y *Septoria lycopersici*.

Las medidas de control que se aplican usualmente contra otros patógenos más importantes son efectivas contra estas enfermedades.

Otras enfermedades

Hay algunas enfermedades que se han observado ocasionalmente y que no han causado daños graves, en forma extensiva. Entre ellos se puede mencionar: Manchas bacterianas, causada por una bacteria que puede ser *Pseudomonas syringae* pv, *tomato* o *Xanthomonas vesicatoria*. Se ha observado en almácigos que son regados por aspersión, ya que las bacterias requieren que haya agua sobre el follaje para multiplicarse, lo que ocurre con gran rapidez.

En los folíolos y en los tallos aparecen pequeñas manchas café, rodeadas de una zona amarilla. Si el ataque es intenso puede haber defoliación. Usualmente al efectuarse el trasplante y al no existir el riego por aspersión la planta se recupera.

El control es difícil cuando no se puede evitar el mojamiento del follaje. Se recurre a la aplicación de productos a base de cobre, como el Oxocup o bactericidas como AS-17 más Mycoshield.

Sarna negra

Es causada por el virus del marchitamiento manchado (spotted wilt). Las plantas afectadas presentan enanismo, hojas encarrujadas y necróticas. Pero el daño principal ocurre en los frutos que presentan círculos y áreas levantadas, con coloración amarilla, apareciendo después lesiones necróticas.

Esta enfermedad fue observada en 1978 y 1979 sólo en algunos campos, suponiéndose que el patógeno vino en semillas que llegaron del extranjero.

Es una enfermedad grave en el norte de Argentina. El virus puede ser diseminado por el trips de la cebolla y de las flores.

No se conocen medidas efectivas de control y no se dispone de cultivares resistentes.

Plantas parásitas

Hay vegetales que parasitan otras plantas. Es así como el tomate puede sufrir la acción parasitaria del cabello de ángel o cúscuta y del orobanque. La primera es bastante conocida en Chile y se ha constituido en un problema de cierta gravedad en algunos campos. La cúscuta es una especie que parasita a muchas plantas cultivadas y malezas.

Se adhiere a las plantas y se alimenta de la savia de ella, además sus guías cubren la planta, ahogándola y limitando su actividad fotosintética, al impedir el paso de la luz. La cúscuta tiene flores muy pequeñas, cada una de las cuales produce miles de semillas que pueden permanecer en el suelo por muchos años.

El control se realiza arrancando la cúscuta a mano y quemándola. También se puede aplicar un herbicida de acción total como el Gramoxone, que destruye todo vegetal.

El orobanque es una especie parásita (*Orobancha* sp) que ha sido observada en campos de las zonas de Aconcagua y Rengo. Las semillas, muy pequeñas y negras, pueden mantenerse viables en el suelo por más de 20 años y son estimuladas a germinar cuando en la cercanía hay una planta de tomate, tabaco, etc. Luego se adhiere a las raíces de su hos-

peder y extrae nutrientes de él, debilitándolo y reduciendo su producción. Cada planta de orobanque produce millones de semillas que caen al suelo.

Tan pronto se detecta su presencia se debe arrancar, eliminando también las plantas de tomate afectadas. Debido a que puede causar un daño grave y que es difícil eliminarla una vez que se ha establecido, se recomienda fumigar el campo que ha tenido este parásito.

No se dispone de variedades de tomate capaces de resistir la acción de estas plantas parásitas.

Otros problemas

Hay una serie de defectos que pueden dañar los frutos de tomate. Entre ellos cabe mencionar el golpe de sol, partiduras, "hombro verde", la deformación llamada "cara de gato", no crecimiento del fruto, frutos huecos y reblandecidos.

El golpe de sol es el daño por quemadura del sol fuerte sobre los frutos. La quemadura es localizada en la parte más expuesta de los frutos. Aparece una zona blanquecina y correosa, algo arrugada; posteriormente es invadida por hongos saprófitos, tomando una coloración oscura. Este daño se presenta cuando ocurre una defoliación prematura de la planta por alguna enfermedad u otra causa y cuando se abre la planta en el período de maduración de los frutos.

El peso de éstos hace que se caiga el follaje exponiendo los frutos. También, después de una cosecha en que se abra mucho la planta puede presentarse el problema.

El golpe de sol afecta principalmente a los cultivos de tomate botados y de plena temporada.

Se ha observado que algunas variedades presentan mayor susceptibilidad a este daño. Para reducirlo se recomienda mantener la planta lo más sana posible y efectuar las cosechas en forma cuidadosa sin abrir mucho las plantas. Si hay algunas malezas en las etapas finales del cultivo es preferible no sacarlas, ya que ayudan a sombrear.

En otros países, se recurre a la pulverización con una pintura blanca, soluble en agua, en las últimas etapas del cultivo, para proteger los frutos.

Las partiduras se presentan con mayor frecuencia en algunas variedades. Son del tipo concéntrico o transversal en el fruto del tomate. Las diferencias varietal es evidencia que el problema tiene su origen genético que se acentúa bajo ciertas condiciones. Fluctuaciones bruscas de humedad en el suelo provocan cambios violentos en el crecimiento de los frutos y aparecen las partiduras.

También un exceso de agua en el suelo, acompañado por una humedad ambiental alta son condiciones conducentes al problema.

El uso de variedades con menor tendencia a partirse y el control del riego, ayudan a reducir el daño.

El defecto llamado "hombro verde" es la coloración desuniforme en el fruto. Hay variedades que en la zona cercana a la unión con el pedúnculo mantienen un color verde-amarillo, aunque el resto del fruto esté rojo. No hay medidas recomendadas para evitarlo, salvo el uso de cultivares sin este defecto.

La deformación llamada "cara de gato" (catface) ocurre, principalmente, en los primeros frutos de los cultivos en invernaderos o de primor al aire libre.

Resulta por efecto de las bajas temperaturas durante el período de floración y fructificación. Ello provoca la deformación de algunas flores, apareciendo los "florones" y luego los frutos aparecen con lóbulos profundos. Ellos van, generalmente, acompañados por cicatrices que semejan un cierre eclair. Esto se debe a que durante el período de fructificación hay una humedad relativa alta por lo que algunas partes de la flor permanecen adheridas al fruto en crecimiento por un tiempo más largo. Cuando se separan, se produce una cicatriz que deja esas marcas.

Ocasionalmente se observa la presencia de algunos frutos que crecen hasta 1-2 cm. de diámetro y quedan de ese tamaño. Si esto ocurre en pleno verano se debe a una fecundación defectuosa debido a las temperaturas excesivamente altas, especialmente en la noche.

Los frutos huecos y blandos resultan también por una fecundación defectuosa, debido a temperaturas inferiores a 13°C o superiores a 35°C y

mantenidas por períodos prolongados. Otras condiciones que favorecen este defecto son el exceso de nitrógeno, sequías o exceso de agua, diferencias considerables entre las temperaturas del día y la noche.

Pudrición seca apical (Blossom end rot)

A veces se observa que los frutos presentan una mancha circular, oscura en su extremo. Es una pudrición seca que puede afectar tanto los frutos verdes como maduros. También puede afectar al pimentón, berenjena y sandía.

En otros países de lengua española se le conoce como "podredumbre apical, plancha, planchat o ahogado".

El primer síntoma es un amarillento y un ligero hundimiento de la zona terminal del fruto.

Posteriormente la zona se oscurece y endurece y, al final, puede ocurrir una invasión de hongos como *Alternaria tenuis*, *Cladosporium*, etc.

Este problema se ha observado en Chile cuando hay deficiencia de agua para la planta, pero estudios efectuados en el extranjero han demostrado que hay otros factores y condiciones que influyen en su ocurrencia. Así se señalan como causas adicionales; la deficiencia de calcio, altos niveles de potasio, exceso de abonos amoniacales que interfieren con la absorción de calcio, una alta salinidad y una alta tasa de transpiración.

Se señala que si el contenido de calcio (CaO) en los frutos es inferior al 0,20 por ciento, hay una alta incidencia de pudrición apical. La mayor demanda de este elemento se produce entre las 5 y 12 avas semanas. La falta de calcio produce una destrucción de los tejidos por una deficiente cementación de las paredes celulares. Por otra parte al haber un déficit de agua, la planta la toma del fruto, siendo la zona apical la que se deshidrata primero.

Para evitar o corregir este problema basta, en general, con mejorar la disponibilidad de agua, regando con mayor frecuencia o durante más tiempo. En casos graves hay que agregar calcio, en forma de nitrato de calcio, y hacer aplicaciones foliares con este mismo fertilizante, en dosis que no sobrepasen el 0,75 por ciento o con cloruro de calcio al 2 por ciento.

Encarrujamiento de las hojas

En algunos cultivares se observa un encarrujamiento acentuado de los folíolos, los que se doblan hacia el interior hasta que se tocan sus bordes. Este fenómeno se estudió buscando virus como causa o deficiencias de agua y nutrientes, sin embargo, se ha descartado tales factores. Por otra parte se ha observado que una poda intensa y la mantención del suelo muy húmedo por un período prolongado favorecen esta situación.

A pesar de ocurrir este fenómeno se ha comprobado que la planta tiene un crecimiento y producción normales.

4. COSECHA

La recolección de los frutos se realiza de acuerdo a criterios diversos, según cual sea el destino del producto. El proceso desde la floración hasta la maduración de los frutos demora entre 40 a 60 días. Una vez ocurrida la fecundación el fruto crece rápidamente hasta alcanzar su tamaño máximo y en la segunda mitad del período se producen diversos cambios que culminan en la madurez plena. Al principio hay una acumulación de almidón elaborado en las hojas y en el fruto. La clorofila va siendo degradada paulatinamente y empieza a aparecer la coloración rojiza por la acumulación de carotenos, especialmente de licopeno.

Disminuye el contenido de los ácidos, el almidón se transforma en azúcares y aceites esenciales y los tejidos se reblandecen. Aumenta la cantidad de etileno, que es la hormona que induce todo el proceso de maduración.

En la segunda etapa de este proceso ocurre el desarrollo más rápido de las semillas y se forma una sustancia gelatinosa.

La semilla madura y no germina dentro del fruto por la acción inhibidora del ácido abscísico y otros compuestos.

En cuanto al grado de madurez del fruto, en los Estados Unidos se distinguen seis estados: verde maduro, "breakers", "turning", pintón o rosado, rojo claro y rojo.

"Breakers": frutos que tienen menos del 10 por ciento de la superficie con un color crema-amarillento, rosado o rojo.

"Turning": hay coloración entre el 10 y 30 por ciento de la superficie.

"Pintón rosado": hay color rosado o rojo entre el 30 y 60 por ciento de la superficie.

Rojo claro: más del 60 por ciento de la superficie es rosado o rojo, pero el rojo no ocupa más del 90 por ciento.

Verde maduro indica que el fruto es de color verde, sin ninguna otra coloración, pero fisiológicamente ha alcanzado su madurez. De manera que al ser separado de la planta y en condiciones adecuadas de temperatura (15-22°C) sufrirá los cambios de color, sabor y consistencia de un tomate maduro. Antes de la madurez fisiológica el tomate no tiene las condiciones para madurar al ser separado de la planta.

Para reconocer el estado verde maduro se requiere bastante experiencia y un buen conocimiento de cada variedad. Un fruto verde maduro, al ser cortado por la mitad, muestra una especie de gelatina rodeando las semillas, éstas quedan intactas y hay un cierto color ámbar en parte de la pulpa sólida del fruto. En cambio un fruto verde, no presenta gelatina, sus semillas son cortadas y todos los tejidos son verdes.

El tomate verde maduro es de inferior calidad, en cuanto a sabor, que un fruto cosechado pintón o rojo. La mejor calidad se obtiene en este último estado.

En Chile, desde hace pocos años se ha empezado a cosechar verde maduros los frutos obtenidos en invernaderos. En general, el tomate destinado al consumo fresco se cosecha desde pintón a rojo, para prolongar la disponibilidad en los mercados. El fruto destinado a la industria debe cosecharse sólo al estado rojo, castigándose las entregas con mucho fruto no totalmente maduro.

El 100 por ciento de la cosecha se realiza en forma manual en el país. Cada planta es cosechada varias veces ya que los frutos van madurando paulatinamente. Hay cultivares que presentan mayor uniformidad en su maduración; son de madurez concentrada y han sido desarrollados principalmente en los Estados Unidos para ser cosechados con máquinas de altos costos. Prácticamente todo el tomate industrial se cosecha así y también parte del tomate de consumo fresco.

En la cosecha manual, los tomates se recogen en cajas de madera o canastos y los trabajadores son

pagados por cada unidad de esos envases. Los frutos son depositados después en cajas más grandes (cajas 3/4) que contienen unos 20 kg. o en bins, cuya capacidad es de unos 500 kgs. Estos últimos se emplean, principalmente, para el transporte del tomate industrial.

El tomate destinado al consumo fresco se clasifica en base al tamaño y el grado de madurez.

En Chile no hay normas ni estándares de clasificación general, por lo que cada productor utiliza su criterio. Por lo tanto tal práctica no contribuye a estandarizar la comercialización de este producto en los diversos mercados. Es común que los productores usen las clases Primera, Segunda y Tercera, en base al tamaño. Estos frutos se embalan en cajas de madera y hay dos envases de uso común para el tomate, la bandeja tomatera con capacidad para unos 10 kg de frutos; y la caja 3/4 con un contenido aproximado de 20 kgs. En estas cajas, los tomates son ordenados en dos o más capas. Tales envases son para el mercado por mayor y se venden por envase y no por el peso neto de ellos, lo que generalmente significa una pérdida para el productor.

El tomate industrial, es muestreado a la entrada de la planta para determinar los porcentajes de partido, daño de polilla, no rojo y daño de hongos. Cada fábrica tiene valores máximos tolerables.

En la cosecha mecanizada, la máquina corta las plantas a ras del suelo y las levanta por medio de una cadena sin fin hasta una plataforma vibradora donde se separan los frutos del follaje. Estos son llevados a una planta donde son separados por color, ya sea en forma manual o mediante un sistema con células fotoeléctricas.

En las producciones tardías, cuya cosecha ocurre en marzo o después puede producirse una deficiencia de color por falta de calor. En este caso es posible estimular este proceso mediante la pulverización de la planta con Ethrel (ethephon) en dosis de 2 a 3,5 kg. por hectárea.

Este producto se pulveriza, usando unos 600 lts. de agua por hectárea, cuando los frutos están pintones. La aplicación no debe efectuarse en horas de más calor, para evitar una defoliación violenta. Unos 10 a 15 días después, los frutos han adquirido suficiente color para ser cosechados.

5. POST COSECHA

El fruto de tomate tiene entre un 92 y un 95 por ciento de agua y es un producto altamente perecible. Además, no es posible someterlo a temperaturas inferiores a 12°C ya que se produce el daño por enfriamiento. Mientras más maduro está un tomate, más resistente es al efecto de enfriamiento, que ocurre entre 0°C y 12°C y que debe diferenciarse del año de congelamiento, el cual tiene lugar con temperaturas de 0°C e inferiores. Por otra parte, tomates verde-maduros o pintones sometidos a temperatura sobre 30°C, en forma continua, desarrollan un color naranja o amarillo, ya que se inhibe la síntesis de licopeno, que otorga el color rojo.

Los tomates verde maduros pueden ser enfriados hasta 5°C pero sólo por un día, pero en general deben ser mantenidos sobre 12°C. Esta misma recomendación es válida para los "breakers". En cambio, en el estado de madurez "turning" son más resistentes y pueden ser enfriados a 10°C por entre 4 y 7 días. Al estado rosado o pintón se les puede enfriar a 5°C por hasta 4 días, pero siempre son preferibles las temperaturas de 10 a 13°C.

El mantener los tomates a temperaturas bajas no sólo los expone al daño por enfriamiento sino también afecta el sabor. Este daño se manifiesta por la presencia de áreas circulares hundidas y necróticas, que después pueden ser invadidas por hongos.

El daño por congelamiento produce zonas extensas de color oscuro y reblandecimiento en los frutos, los que se deterioran rápidamente.

En experiencias realizadas en Chile se ha confirmado las diferencias entre variedades al almacenar tomates a 10°C, comprobándose el comportamiento del cultivar Royal Flush.

Variedad	Estado de madurez	Frutos podridos (10°C) por 12 días	Después de refrigeración	
			16 días	24 días
Royal Flush	Verde maduro	0	1	14
Jack Pot	Verde maduro	0	16	23
Sunny	Verde maduro	0	12	28 28
Calace	Verde maduro	5	13	28
Royal Flush	Inicio pintón	4	10	57
Jack Pot	Inicio pintón	5	50	65
Sunny	Inicio pintón	2	44	100
Calace	Inicio pintón	33	76	62
Royal Flush	Pintón	10	23	59
Jack Pot	Pintón	22	53	100
Sunny	Pintón	11	70	100
Calace	Pintón	39	100	100

Fuente: Universidad Católica de Chile - CORFO, 1984.

6. ANALISIS DE LA SITUACION AGRONOMICA EN CHILE

La producción de tomate ha experimentado grandes progresos en Chile en los últimos ocho años. Los cambios principales han sido en lo relativo a los cultivares utilizados, lo que ha llevado al uso de materiales especializados para los diversos objetivos de producción. Así en la actualidad se recurre a variedades específicas para la producción de primores, tanto en invernaderos como al aire libre. También se dispone de cultivares especiales para la obtención de materia prima para la industria.

Analizando los diversos sistemas de producción se pueden hacer las siguientes consideraciones:

a. Tomate primor en invernaderos

Las buenas condiciones de mercado han estimulado la introducción de técnicas mejoradas, destacando la incorporación de híbridos de alto potencial de rendimiento. La necesidad de aprovechar al máximo las características de estos materiales ha motivado el mejoramiento de otras técnicas. Así ha habido avances en la producción de plántulas mediante el sistema de almácigo en contenedores (vasos y bolsas plásticas y speedlings). También se ha mejorado las técnicas de plantación, aumentando el número de plantas por superficie, usando mulch plástico y desinfección del suelo. Los productores perfeccionan sus sistemas de poda y aplicación de hormona.

Uno de los cambios mayores ha sido el uso de grandes cantidades de fertilizantes para obtener altos rendimientos.

Aunque hay ciertos avances aún persisten problemas sanitarios que provocan incertidumbre, amenazando las elevadas inversiones de este sistema de producción.

Complementariamente se ha mejorado los diseños de los invernaderos y se usan nuevos tipos de polietileno.

Entre los aspectos pendientes cabe mencionar la extensión de las técnicas nuevas a los diferentes productores, el desarrollo de técnicas para el diagnóstico de enfermedades y de medidas de control, la reducción del uso de pesticidas que contaminan el producto, el mejoramiento de las condiciones de comercialización y la incorporación de nuevas zonas a este tipo de producción.

b. Tomate primor al aire libre

Se ha aprovechado los avances en la producción bajo plástico para mejorar el cultivo de primores al aire libre. Hay incorporación de variedades nuevas y el mejoramiento de algunas técnicas agronómicas.

El principal aspecto a desarrollar lo constituye la incorporación de nuevas áreas a este tipo de producción.

c. Tomate industrial

Es otro tipo de producción que ha experimentado notables avances en los últimos años. Entre ellos destacan la introducción de variedades especializadas, incluyendo híbridos, lo que ha permitido incrementar los rendimientos y el contenido de sólidos de los tomates con una mayor eficiencia industrial.

Paralelamente se han mejorado otras técnicas agronómicas con un fuerte apoyo de las agroindustrias. Todo ello ha servido de base para desarrollar las exportaciones de productos a diversos países. Se estima que hay unas 1.000 hectáreas dedicadas a esta producción.

Aún se requiere mejorar la detección y control de enfermedades y plagas, técnicas de regadío y fertilización.

d. Tomate de plena temporada

Este es el tipo de producción mayor en el país, ocupa unas 8 a 9 mil hectáreas. Debido a que son productos que se destinan sólo al mercado nacional, no ha habido incrementos en los precios, lo que no ha estimulado un mejoramiento tecnológico. En efecto, hay una lenta incorporación de variedades nuevas y un pausado progreso en el manejo agronómico.

No obstante, parece conveniente recomendar el desarrollo de estudios en aspectos como control de malezas, riego, fertilización, diagnóstico y control de enfermedades y plagas.

Es necesario señalar que, en la actualidad, hay escasa investigación para superar los problemas que persisten.

En general se puede considerar que el cultivo de tomate se encuentra en un nivel adecuado en el país. La tecnología disponible permite aprovechar gran parte del potencial productivo de esta especie y los productores están interesados en aplicar las nuevas técnicas. No obstante hay necesidad de una labor amplia para extender los nuevos conocimientos a los productores que no se han incorporado a los avances ocurridos.

También será necesario reforzar la investigación para disponer de la información que apoye nuevos progresos en la producción de esta especie.

ANALISIS ECONOMICO DEL TOMATE

1. Costos de Producción

En el Cuadro 1, se presentan los costos directos de producción especificando, época de labores, insumos y precios. Además de estimar un costo financiero e imprevistos.

El costo directo de producción por hectárea descrito en el Cuadro 1 se expresa en pesos de enero de 1986 y su monto asciende a \$ 169.292.

2. Información de Mercado

La comercialización de tomate se realiza principalmente en los mercados mayoristas de Santiago, tales como Bodega Mayorista Lo Valledor, Feria Municipal Mapocho y Vega Poniente, en ésta última existe la modalidad de venta directa al público. Hacia estos mercados convergen tomates de varias procedencias: Peumo, Limache, Arica, Ovalle, Quillota, entre otros.

La unidad de comercialización predominante es en base a cajas de madera de 20 kilos netos. En menor proporción se utilizan las cajas de madera de 12 kilos netos y también las bandejas de madera de 10 kilos netos.

Las transacciones realizadas en los mercados mencionados durante 1984 y 1985 se resumen a continuación:

CUADRO 1
COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE TOMATE
 (\$ enero 1986)

Items de costos	Epoca	Unidad/há.	\$/Unidad	Costo total
Labores				
Almacigo	Jul.	6 JH	370	2,280
Rotura	Ago.	0,4 JA	7.180	2.872
Rastraje (2)	Ago.	0,4 JTR	8.119	3.248
Cruza	Ago.	0,4 JTA	7.180	2.872
Melgadura	Ago.	0,2 JTA	7.180	1.436
Acequiadura	Ago.	0,1 JTA	7.180	718
Encabezar Melgas	Ago.	1 JH	370	370
Riegos (18)	Sep./Mar.	14 JH	370	5.180
Transplante	Sep.	7 JH	370	2.590
Acarreo Fertilizantes	Sep.	2 JH	370	740
Fertilización	Sep.	2 JH	370	740
Limpia	Oct.	6 JH	370	2.220
Cultivadora	Oct.	2 JH	370	740
		2 JA	300	600
Aplicación pesticidas (3)	Oct./Dic.	3 JH	370	1.110
Aporca	Nov.	2JH	370	740
		2 JA	300	600
Fertilización (2)	Nov.	3 JH	370	1.110
Limpia	Nov.	4 JH	370	1.480
Cultivadora	Dic.	2 JH	370	740
		2 JA	300	600
Aplicación Pesticida (3)	Ene/Mar.	3 JH	370	1.110
Cosecha	Dic/Mar.	85 JH	370	31.450
Flete a Santiago (3.500 cajas de 20 kg.)				40.000
Insumos				
Semilla		0,3 Kg.	8.640	2.851
Tamarón (4 aplic.)		2,4 Lt.	3.725	8.940
Belmark (1 aplic.)		0,12 Lt.	10.350	1.242
Lannate (1 aplic.)		1,0 Kg.	10.350	10.650
Dithane M-45 (7 aplic.)		7 Kg.	0	6.300
Salitre Sódico (100 UN)		625 Kg.	18,6	11.625
Superfosfato Triple (90 UP ₂ O ₅)		190 Kg.	40,7	7.733
Urea		26 Kg.	46,4	1.206
Sub-total				156.033
5 por ciento imprevistos				7.802
Costo financiero				5.457
Costo directo total				169.292

Mercado	Kilos Transados	
	1984	1985
Lo Valledor	28.219.010	23.438.755
Feria Municipal Mapocho	5.003.904	4.696.635
Vega Poniente	3.535.070	2.732.450
Venta Directa	8.210.021	5.956.451
Total	44.968.005	36.824.291

Llama la atención de los datos antes expuestos, la mayoritaria participación del mercado Lo Valledor, con un 63 por ciento del volumen total transado en todos los mercados.

En el Cuadro 2 se presentan los volúmenes de tomate comercializados por mes en todos los mercados para el año 1985. En general, se aprecia que el mercado se encuentra abastecido durante todo

el año. Sin embargo, entre mayo y agosto, el volumen comercializado es bastante menor al resto del año.

Las exportaciones de tomate representan otra alternativa de comercialización, aunque su participación hasta el momento es sumamente baja (hasta octubre de 1985 se exportaron 533.378 kilos). A través de los años su exportación ha ido aumentando: en 1982 representaron un valor de 22 mil dólares, en 1983, 54 mil dólares; y en 1984, 169 mil dólares. Hasta octubre de 1985 este valor asciende a 205 mil dólares. Los principales destinos son Argentina y Perú (ALADI) con la variedad Carmelo.

Para exportar se utilizan cajas de cartón cuyo contenido neto es de 8 o 18 kilos con un precio de \$ 0,35 dólares por kg. a nivel FOB.

La mayor parte de las exportaciones realizadas

se han hecho por vía terrestre a través de Los Andes —hacia Argentina— y Arica, hacia Perú.

CUADRO 2
VOLUMENES TRANSADOS POR MES,
DE TOMATE, DURANTE 1985.
EN TODOS LOS MERCADOS

Mes	Kg.
Enero	7.919.702
Febrero	4.654.721
Marzo	2.492.874
Abril	2.428.332
Mayo	972.196
Junio	664.083
Julio	462.320
Agosto	737.170
Septiembre	1.051.240
Octubre	2.971.998
Noviembre	5.297.767
Diciembre	6.171.888
Total	36.824.291

CUADRO 3

PRECIOS PROMEDIO MENSUALES MAXIMOS, MINIMOS Y COMUNES POR CALIDAD DE TOMATE RENGUINO,
EN LOS MERCADOS MAYORISTAS DE SANTIAGO. 1985 (\$/Kg.)

	CALIDAD								
	I			II			III		
	Máx.	Mín.	Com.	Máx.	Mín.	Com.	Máx.	Mín.	Com.
Enero	29,1	22,8	25,5	21,0	16,1	19,1	15,9	13,4	14,0
Febrero	18,0	14,3	16,2	13,0	9,2	10,6	6,4	5,3	5,6
Marzo	20,0	16,2	18,3	15,1	10,1	12,8	8,3	6,3	7,5
Abril	17,8	15,3	16,4	11,2	8,9	10,2	—	—	—
Mayo	35,7	24,6	30,0	28,3	25,9	26,8	—	—	—
Junio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Julio	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Agosto	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Septiembre	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Octubre	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Noviembre	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diciembre	27,5	27,5	27,5	27,7	25,6	15,0	15,0	15,0	15,0

(—) Indica que no hubo transacción.

La única modalidad de venta de exportación ha sido a Firme.

3. Precios

En el Cuadro 3 se presentan los precios máximos, mínimo y comunes mensuales por calidad para tomates provenientes de Rengo, promedio de todos los mercados para el año 1985 (Lo Valledor, Mapocho y Vega Poniente). Se aprecia en este cuadro

una clara diferencia de precios de tomate por calidad.

Cabe hacer notar que los precios más altos obtenidos para esta especie entre junio y diciembre corresponden a tomates de procedencia nortina (Ovalle, Arica) y/o de la Región Central donde el cultivo de tomate se realiza bajo plástico (Quillota, Limache).

Para el análisis económico de esta especie se de-

ció trabajar con precios de tomates procedentes de Rengo.

4. Margen Bruto

El margen bruto por hectárea se calcula restando los costos directos de producción y comercialización del ingreso bruto por venta.

4.1 Ingreso Bruto

Para el cálculo del ingreso bruto por venta de tomate, se utilizaron precios promedio por calidad de tomate Renguino (el más bajo de cada alternativa). Los precios considerados fueron los máximos, mínimos y comunes por calidad: \$ 17,8-14-16,2 el kilo para la calidad I; \$ 11,2-8, 9-10,2 el kilo para la calidad II; \$ 6,4-5, 3-5,6 para la calidad III. Este parámetro constituye el análisis de sensibilidad del ingreso bruto.

Adicionalmente, en base a los datos obtenidos de volúmenes transados por calidad para esta variedad, se estimó que del total de la producción por hectárea, un 60 por ciento pertenece a la calidad I, 30 por ciento a la II y 10 por ciento a la III. Se considera un rendimiento de 50 toneladas por hectárea de tomate.

A partir de los datos antes expuestos, se obtuvieron los siguientes ingresos brutos:

Alternativa	\$/há
(1) Precio Máximo	734.000
(2) Precio Mínimo	589.000
(3) Precio Promedio	667.000

4.2 Costos

Los costos directos de producción se presentan en el Cuadro 1 y ascienden a \$ 169.292.

El costo de comercialización estimado en un 10 por ciento de comisión del ingreso por ventas es para las 3 alternativas de:

Alternativa	\$/há
(1) Precio Máximo	73.400
(2) Precio Mínimo	58.900
(3) Precio Promedio	66.700

El costo de flete se incorporó en los costos directos de producción.

En resumen, los costos directos y de comercialización son:

Alternativa	\$/há
(1) Precio Máximo	242.692
(2) Precio Mínimo	228.192
(3) Precio Promedio	235.992

4.3 Margen Bruto

Los resultados de margen bruto obtenidos al restar de los ingresos brutos, los costos directos y de comercialización fueron:

Alternativa	\$/há
(1) Precio Máximo	491.308
(2) Precio Mínimo	360.808
(3) Precio Promedio	431.008

5. Mercado Externo

5.1. Mercados Potenciales

La exportación de tomate se ha llevado a cabo en términos comerciales exclusivamente a países de la ALADI, destacándose Argentina y Perú. Durante 1984, se enviaron partidas pequeñas de tomate —1.000 kilos a Alemania Occidental—, 350 kilos a Bélgica, y Suiza que importó desde Chile 550 kilos; el valor de estas exportaciones a Europa no superó los 2 mil dólares.

El precio promedio FOB para exportaciones ALADI durante 1985, fue de 0,35 dólares el kilo; precio similar obtenido en el mercado nacional en período de precios altos, es decir entre junio y diciembre.

A pesar de que la exportación de tomates hacia países no ALADI es incipiente, se vislumbra un potencial hacia Alemania y Japón.

En el Cuadro 4 se incluyen los precios cotizados a nivel mayorista y su estacionalidad para una serie de mercados estudiados en Europa y Japón.

El período favorable para la exportación de esta especie es diciembre a abril para el mercado europeo y de octubre a mayo para el mercado japonés.

El potencial de exportación de tomate se determina a partir del precio de mercado externo, descontando todos los costos pertinentes al proceso de exportación. Estos costos involucran los costos de producción, exportación (FOB), transporte hasta destino y costos del exportador y/o de internación al mercado.

En el Cuadro 5 se detecta un potencial de exportación hacia el mercado japonés bastante interesante, sobre todo si se considera que el análisis se hizo en base a transporte aéreo, cuyo alto costo, muestra sin potencial a casi todos los países estudiados.

Ahora bien, la duración post cosecha del tomate es de aproximadamente 30 días, lo que hace factible su envío vía aérea y empieza a ser restrictiva la vía marítima que requiere alrededor de 30 días de navegación. No obstante, no se visualiza como un gran problema alargar la duración del tomate vía manejar post cosecha y/o técnicas de conservación en los contenedores; restrictivos en el caso de Japón, cuya demora en la navegación sobrepasa los 45 días.

Se puede concluir que el tomate presente buenas perspectivas de exportación vía aérea a Japón y vía marítima a otros países de Europa, una vez que se adapten técnicas de conservación apropiadas.

CUADRO 4
PRECIO PROMEDIO (DESVIACION STANDARD) Y
ESTACIONALIDAD DE TOMATE A NIVEL
MAYORISTA EN CADA PAIS. 1979-83
(US\$ Enero 1986)

País	Precio (Desviación Standard)		Meses
Inglaterra	1,19	(0,39)	Diciembre-mayo
Francia	0,92	(0,47)	Enero-mayo
Holanda	0,79	(0,40)	Diciembre-marzo
Alemania	1,41	(0,83)	Diciembre-abril
Japón	3,79	(1,64)	Octubre-mayo

CUADRO 5
MERCADO EXTERNO: PRECIO RETORNO AL
PRODUCTOR DE TOMATE, VIA AEREA
(En US\$ por Kg. enero 1986)

Nivel de Precio	Precio Externo Mayorista	Costo Exportación a/	Retorno Productor
Bajo	0,8	1,77	(0,97)
Mediano	1,2	1,81	(0,61)
Alto	1,4	1,82	(0,42)
Muy alto	3,8	2,01	1,79

a/ Costos exportación incluyen: (1) FOB, excluyendo costo de producción US\$ 0,31/kg.; (2) Comisión exportador: 8 por ciento precio externo; (3) Vía aérea US\$ 1,40/Kg.

Se ha estudiado la posibilidad de exportar tomates frescos a los Estados Unidos vía marítima. El análisis económico ha demostrado claras ventajas de hacerlo; sin embargo, en ese país hay una restricción que prohíbe el ingreso de este producto, porque en Chile existe un insecto (la mosca del pepino dulce, *Rhagoletis occhnaspis*) que es cuarentenario para los Estados Unidos.

En la actualidad se realizan gestiones y estudios que podrían resultar en una solución de este impedimento, tal vez mediante la fumigación de los tomates antes de embarcarlos.

También se ha efectuado embarques por vía aérea a Canadá y los primeros resultados aparecen como promisorios.

la arveja

(Pisum sativum)

INTRODUCCION

Esta especie leguminosa es un cultivo tradicional en Chile, realizado para utilizar tanto su semilla inmadura (arveja verde) como al estado de madurez completa (arveja seca).

La semilla tiene un alto contenido de proteínas y de carbohidratos, por lo que resulta de interés para la alimentación humana.

Como arveja verde se aprovecha para el consumo en fresco así como en la conservería y en el congelado.

En Chile ha habido un desarrollo paulatino de las técnicas de producción, prestándose atención preferente a la introducción de nuevas variedades. En la actualidad hay interés por mejorar la producción de esta especie, para obtener materia prima de la mejor calidad posible para la conservería. Ello intensifica la preocupación por variedades mejoradas, la introducción de maquinaria moderna y la aplicación de mejores técnicas agronómicas.

Su cultivo se realiza en el valle central y en las áreas costeras de la zona central y en la zona sur. De acuerdo a los antecedentes del V Censo Agropecuario (1975) la superficie cultivada con arveja asciende a unas 3.700 hectáreas.

Es posible que en los próximos años se busque mejorar la producción de este cultivo para lo cual es necesario disponer de todos los antecedentes posibles sobre esta planta y su cultivo, incluyendo los aspectos económicos que son esenciales para motivar a los productores a buscar mejores o nuevas técnicas.

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Se trata de una especie anual perteneciente a la familia de las leguminosas, a la cual también pertenecen otras especies importantes como el frejol, la lenteja, el haba, el garbanzo, la alfalfa, el trébol, el lupino, la soya, etc.

La arveja (*Pisum sativum*) es una especie hortícola que puede ser cultivada en el invierno.

1.1 La semilla

Es casi esférica, de tamaño variable, con un diámetro promedio de 3 a 7 mm. Hay variedades con semilla rugosa o arrugada y otras con semilla lisa. Las primeras tienen gránulos de almidón corrugados y lobulados. En cambio, en las lisas los gránulos son esféricos y lisos. En éstas la relación almidón-azúcar es mayor que en las rugosas.

El contenido de almidón se ha estimado en un 33 por ciento en las rugosas y en 46 por ciento en las lisas. El contenido de azúcar del grano seco de las rugosas varía entre 7 y 13 por ciento y el de las lisas, entre 4 y 6 por ciento. En el grano verde se han determinado valores de 4 a 9 por ciento, siendo el contenido más alto en las variedades rugosas.

Más del 50 por ciento del peso seco de la semilla corresponde a los carbohidratos y de ellos un 5 a 6 por ciento son azúcares, de los cuales los principales son la glucosa, fructosa, sacarosa, rafinosa, estaquiosa y verbascosa.

El contenido de proteína, en la semilla seca, varía entre 14 y 39 por ciento.

El almidón está formado por dos fracciones, la amilosa y la amilopectina. La primera es soluble y la segunda, insoluble. En las arvejas rugosas se ha estimado un contenido de 69 por ciento de amilosa, mientras que en las lisas es de un 38 por ciento. Esta diferencia explica que la arveja rugosa sea más dulce.

Por estas características se prefiere las arvejas rugosas para obtener un producto de mejor calidad, lo que es especialmente importante para la conservación.

En las arvejas de grano liso el proceso de transformación de los azúcares en almidón es más rápido que en las rugosas.

Por lo tanto, las primeras experimentan un deterioro más rápido de su calidad, al estado de grano verde, por eso deben ser cosechadas más inmaduras y procesadas rápidamente.

La testa o cubierta puede ser blanca o verde, presentándose diversos tonos de este último color.

Los cotiledones pueden ser amarillos o verdes.

Para la emergencia tiene un requerimiento mínimo de 4,5°C; siendo su rango óptimo entre 4,5 y 24°C. La temperatura óptima es 24°C y la máxima de 29°C.

Su germinación en el suelo es hipógea, por lo que los dos cotiledones permanecen bajo la superficie, lo que facilita la emergencia de las plántulas.

1.2 La planta

Al ocurrir la emergencia, la planta nueva tiene un solo tallo hueco, que puede ser cilíndrico o anguloso.

Posteriormente se produce la ramificación formándose varias ramas, sin que se destaque una como la principal. Estas ramas o tallos son flexibles por lo que se extienden sobre la superficie del suelo. Su longitud está determinada por la constitución genética del cultivar; así hay variedades enanas o semi enanas que crecen 40 a 60 cm. En cambio, las variedades guiadoras alcanzan hasta 1,50 m.

Las hojas son compuestas, con folíolos ovalados.

Algunos de ellos se han modificado formando zarcillos.

Incluso, en los últimos años se han desarrollado cultivares prácticamente sin hojas, en los que predominan los zarcillos. En la arveja, las estipulas son grandes y dentadas.

Las flores se presentan en una inflorescencia conocida como un racimo, que tiene un pedúnculo largo y se forma en las axilas de las hojas. Cada racimo tiene entre 2 y 6 flores. Estas son grandes, de color blanco o púrpuras. Su caliz tiene 5 lóbulos. La corola está formada por los cinco pétalos típicos de muchas leguminosas: dos alas, dos pétalos soldados formando la quilla y el estandarte, que es el más prominente.

La flor tiene 10 estambres con anteras oblongas y un pistilo, con el estilo curvo y algo vellosa. Es una planta de autopolinización, pero porcentajes de 2 a 5 por ciento de polinización cruzada han sido verificados.

La temperatura es un factor que afecta la polinización.

En efecto, si a 16°C la receptividad del estigma se mantiene por tres días, ella sólo dura un día a 20 - 24°C.

La temperatura óptima para el desarrollo del tubo polínico es de 25°C, pero a 0° no hay problemas en este proceso.

El fruto de la arveja es una vaina, que se presenta de a uno o en pares. Las vainas de los diferentes cultivares varían considerablemente en cuanto a su tamaño, forma y color.

Cada una de ellas contiene entre 4 y 8 semillas.

La vaina está recubierta por una membrana apergaminada; sin embargo, hay cultivares que carecen de ella por lo que la vaina completa puede ser consumida al estado verde.

Cada planta de arveja puede tener entre 8 y 50 vainas.

La semilla, al madurar, es lisa o arrugada y puede tener color verde o amarillo.

1.3 Cultivares

Desde hace tiempo se dispone de varios cultivares apropiados para las condiciones agroecológicas chilenas. A través de los años ha habido un reemplazo gradual de cultivares al identificarse materiales superiores.

En la actualidad las variedades más importantes son:

Perfected Freezer: tiene grano rugoso, de tamaño grande. Es una variedad tardía con alto potencial de rendimiento.

Sparkler: variedad de grano rugoso, grande. Es 10 a 12 días más precoz que P. Freezer.

Target: variedad precoz, de grano rugoso y grande.

Cobrette: cultivar de grano liso, pequeño. Usada para la conservería de grano pequeño. Ha ido perdiendo importancia. Su período a cosecha es similar al de P. Freezer.

Kebby: variedad de grano rugoso y más precoz que Target.

Alaska: variedad antigua, grano liso y tamaño medio.

De estas variedades sobresale claramente Perfected Freezer, por su buen comportamiento agronómico,

su alto rendimiento y la buena calidad de su arveja.

Antiguamente se consideraba que las variedades de grano pequeño eran más convenientes para la conservería ("petit pois"); sin embargo, en la actualidad también se utiliza la arveja grande y hay mayor preocupación por la calidad, más que por el tamaño.

La mayoría de las arvejas de grano pequeño son del tipo liso, que tienen menor calidad que las rugosas.

Evaluación de cultivares en Chile

Permanentemente se está introduciendo variedades para ser probadas en el país. Ahora hay mayor interés por producir arvejas enlatadas de alta calidad, lo que ha estimulado la incorporación de cultivares especializados para el uso industrial.

Los trabajos de evaluación han permitido detectar cultivares que han demostrado un buen comportamiento y que podrían ser considerados para su producción comercial en Chile. Entre estos materiales han sobresalido las variedades Hortense, Anoka, Canice, Finale, Artura, Sittelle y Artolan, cuyas características principales se presentan a continuación.

CARACTERISTICAS DE LAS VARIEDADES PROMISORIAS DE ARVEJA

Cultivar	Hábito de crecimiento	Largo de vaina - cm	Número semillas por vaina	Tipo semilla seca	Tamaño semilla
Hortense	Erecto	8,0	8,3	Rugoso	Grande
Anoka	Erecto	8,5	8,3	Rugoso	Medio
Canice	Erecto	7,0	6,9	Rugoso	Grande
Finale	Erecto	6,5	6,6	Rugoso	Grande
Artura	Erecto	8,0	8,3	Rugoso	Pequeño
Sittelle	Erecto	9,5	9,6	Rugoso	Pequeño
Artolan	Erecto	8,0	8,2	Liso	Pequeño

Fuente: Investigación CORFO - UC, 1980 - 85.

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LAS VARIEDADES PROMISORIAS DE ARVEJA

Cultivar	Días a cosecha (verde)	Número vainas por planta	Vainas	Peso del grano verde de 1 kg de vainas gr.
Hortense	130 - 136	25 - 38	198	480
Anoka	124 - 130	36 - 40	338	480
Canice	117 - 125	25 - 38	214	520
Finale	120 - 124	20 - 28	220	440
Artura	124 - 130	30 - 32	390	680
Sittelle	124 - 130	34 - 37	320	520
Artolan	124 - 130	24 - 38	420	600

Fuente: Investigación CORFO - UC, 1980 - 85

Las variedades Canice y Finale son de la empresa Hurst de Inglaterra. Sittelle y Artolan son de la empresa Blondeau de Francia. Artura es de la empresa Ramón Batlle de España.

Anoka es de Global Seeds de los Estados Unidos y Hortense es de la empresa Yates de Nueva Zelanda.

Otros cultivares que han sido evaluados en Chile son:

Spring	Wendo	Melton
Biolera	Banquet	Upton
All Round	Duet	Eaton
Proco	Amino	Wensui
Rembrandt	Pluvier	Early Crop
Agio	Chipeau	Kelvil
Nihon - Kinu	Bouvreuil	Sweetpod
Hamakase	Verdier	Morgenster
Parade	Anik	Puttie
Gisella	Colvert	Spraket
Karina	Filby	Vitalis
Cobri	Trio-fin	Televisión
Scout	Banff	Surgevil
Waverex	Mutistar	Sprite

De éstas, Surgevil, Kelvil y Multistar aparecen como interesantes. Filby es una variedad sin hojas, las que se han transformado en zarcillos.

1.4 Usos y valor nutritivo

Tiene diversos usos, destacándose el consumo de su semilla inmadura, en la forma conocida como arveja verde. En este estado, hay cultivares que tienen vainas apropiadas para el consumo de ellas. La semilla inmadura es, además, procesada para la obtención de conservas y puede ser congelada.

La semilla madura es utilizada en la preparación de harina y sopas y también se rehidrata para usarla como arveja en la conservería. La arveja seca se comercializa también como arveja partida, la que ha sido definida por el Instituto Nacional de Nor-

malización (INN) como "las arvejas secas, con o sin cutículo, cuyo tamaño está comprendido entre el 25 y 90 por ciento del tamaño del grano entero".

La arveja es un alimento importante por su aporte de proteínas y carbohidratos.

Nutriente	Contenido / 100 gr.		
	Arveja verde	Arveja congelada	Arveja enlatada
Agua	81%	82	79
Energía	71 calorías	68	80
Proteínas	5,4 gr.	5,1	4,6
Grasas	0,4 gr.	0,3	0,4
Carbohidratos	12,1 gr.	11,8	15,0
Fibra	2,0 gr.	1,9	2,2
Calcio	23 mg.	19,0	25,0
Fósforo	99 mg.	86	67
Hierro	1,8 mg.	1,9	1,7
Sodio	1,0 mg.	11,5	236
Potasio	196 mg.	135	96
Vitamina A	540 U.I.*	600	690
Tiamina	0,28 mg.	0,27	0,11
Riboflavina	0,11 mg.	0,09	0,06
Niacina	2,3 mg.	1,7	1,0
Acido ascórbico	20,0 mg	13	8,0

U.I. Unidades Internacionales

2. ADAPTACION AL MEDIO AMBIENTE

2.1 Clima

Se trata de una especie que se desarrolla bien en condiciones frías, por lo que se cultiva en zonas alejadas de los trópicos o en las estaciones frías (otoño e invierno). Además requiere una humedad ambiental alta.

La planta puede soportar heladas de hasta dos grados bajo cero, sin embargo, ellas provocan el

aborto de las flores y de las vainas nuevas. Las variedades rugosas son más sensibles.

La temperatura mínima para el crecimiento es de 4 a 5°C.

Las temperaturas altas, sobre 25°C, provocan la detención del crecimiento, aceleran la floración y la maduración de las semillas. Por estas razones, en tales condiciones las plantas florecen, su rendimiento es bajo y la calidad se deteriora con rapidez.

Esta planta no debe sufrir deficiencia de agua pues su crecimiento se afecta notoriamente. Si la sequía ocurre durante la floración hay aborto de flores y vainas.

En resumen, la planta debe estar expuesta a temperaturas no superiores a 20 o 22°C para tener un buen desarrollo vegetativo antes de la floración. Así, tendrá la envergadura necesaria para un rendimiento alto.

2.2. Suelos

Puede ser cultivada en diferentes suelos, siempre que tengan buen drenaje. Esta es una característica esencial para lograr éxito con este cultivo, ya que la raíz es dañada por exceso de agua. Además se forma un sistema radicular muy superficial.

El suelo debe tener una estructura ligera a media y puede usarse suelos de textura liviana (arenosa) a pesado (arcilloso).

El pH óptimo es de 6 a 7 y un suelo con pH 5,5 no es apropiado para esta especie, en este caso será necesario aplicar una enmienda calcárea para elevar el valor del pH.

En los suelos con alto contenido de materia orgánica se produce un desarrollo vegetativo excesivo, con detrimento de su rendimiento. También es posible que haya deficiencia de manganeso, lo que se manifiesta por un amarillamiento del follaje. Se corrige con aplicaciones de sulfato de manganeso en dosis de 6 kg. por hectárea, se recomienda agregar un adherente o surfactante (Teepol, Triton, Citowet).

2.3 Rotación

La arveja puede ser afectada seriamente por enfermedades radiculares por lo que no debe repetirse en el mismo lugar antes de 3 o 4 años. Tampoco debe sembrarse después de alguna otra leguminosa

de grano, como frejol, haba, lenteja, garbanzo, o maní.

Sin embargo, es posible obtener buenos resultados a continuación de alguna forrajera leguminosa como alfalfa o trébol.

También es recomendable para las siembras que se efectúen después de maíz, papas, maravilla y varias otras hortalizas, como tomate, melón, zapallo, sandía, etc.

3. EL CULTIVO

La producción de arvejas se realiza con el fin de obtener arveja verde o grano seco, sin embargo, el manejo agronómico es similar, exceptuando la operación de la cosecha.

Diferencias en las prácticas agronómicas ocurren también en las siembras efectuadas en las zonas de secano, en comparación al cultivo bajo riego.

En general, el manejo del cultivo ha cambiado poco en muchos años, salvo la incorporación de algunas variedades y recientemente la incorporación de maquinaria para la cosecha.

En la producción se distinguen tres etapas:

Inicio del cultivo

Práctica de manejo agronómico

La cosecha

3.1 Inicio del cultivo

En la producción comercial este cultivo se establece sólo mediante la siembra directa, la que puede efectuarse en forma manual o mecanizada. En ambos casos se procede a preparar el suelo con trabajos de aradura, rastros y nivelación para dejar una cama de semilla muída, libre de restos vegetales y con buena humedad para una rápida germinación de la semilla. Es importante recalcar que la preparación debe ser profunda. Se ha comprobado que el trabajo con arado cincel o killer produce efectos muy beneficiosos en la producción de esta especie. Otra labor necesaria es la nivelación del suelo para evitar los problemas por exceso de humedad, que afectan seriamente a la arveja.

Durante la preparación se puede aplicar el superfosfato triple u otros fertilizantes que se distribuyen al voleo en toda la superficie y luego se procede a incorporarlos con un rastro superficial (10 cm.).

En la siembra manual, se abren surcos con un arado de palo o con arados surcadores que pueden

ser de tracción mecánica. Este implemento se ajusta para abrir los surcos a la distancia que se ha decidido.

Cualquiera sea el implemento utilizado para trazar los surcos de siembra, debe evitarse un exceso de profundidad ya que ello afectará negativamente la emergencia de las plántulas.

Cuando la profundidad es excesiva, hay una demora considerable en la emergencia y en ese período puede haber ataques de insectos y hongos, o pueden ocurrir lluvias que compactan la superficie del suelo.

Cualquiera sea el sistema de siembra, la profundidad debe ser de 4 a 6 cm. Una vez trazados los surcos se distribuye la semilla en el fondo de ellos a "chorro continuo" y luego se tapa pasando un arado por el costado de cada surco.

La siembra manual tiene varios inconvenientes: exige el uso de una mayor cantidad de semilla, ya que muchas se pierden. Hay bastante desuniformidad en la profundidad de la siembra, la cual es, además excesiva por lo general. La siembra mecanizada se realiza con una sembradora de granos o chacras; es decir una sembradora de tarros que permite usar discos específicos para el tamaño y forma de la semilla de arveja y también da oportunidad para regular la distancia entre las semillas y entre las hileras. Son las sembradoras que se usan para el maíz, el frejol, la maravilla, etc.

También es posible usar la sembradora de cereales tapando algunas salidas para dejar las hileras a 60 cm. o más. Debe sacarse los tubos de descarga del fertilizante para evitar que éste quede en contacto con la semilla. Además es necesario pasar un rastrón detrás de la sembradora para tapar bien la semilla.

En los últimos años se dispone, en el país de sembradoras neumáticas que sirven para una siembra de precisión en cuanto a las distancias, lo que permite usar menos semilla. No todas las sembradoras neumáticas han funcionado satisfactoriamente, por lo que debe verificarse antes de usarlas. Una máquina de este tipo, trabajando eficientemente, puede sembrar unas 8 hectáreas en una jornada de 10 horas.

En la mayoría de los suelos hay bacterias del género *Rhizobium* que se asocian con las raíces de la arveja para fijar el nitrógeno del aire. No obstante puede ser conveniente inocular la semilla antes de

sembrarla. Se usan inoculantes como Nitrofix y Nitragin que se aplican humedeciendo ligeramente la semilla para que el inoculante se adhiera.

La siembra mecanizada resulta en una mejor y más uniforme distribución especial de las plantas, deja las semillas a la misma profundidad, permite la aplicación localizada de los fertilizantes lo que aumenta la eficiencia de aprovechamiento de ellos y se requiere menores cantidades de semilla por hectárea.

Dosis de semilla

Depende del sistema de siembra, el tamaño y calidad de la semilla y las condiciones de siembra. La siembra manual se realiza distribuyendo entre 100 y 150 kg. por hectárea. La siembra mecanizada permite usar dosis de 80 a 120 kg. por hectárea.

Distancia de siembra

Las principales modificaciones en las distancias de siembra se refieren al distanciamiento entre las hileras. Este se ajusta dependiendo de las características del cultivar usado y del manejo agronómico que se efectúe. Si la variedad es de gran desarrollo se usan hileras separadas a 0,70 m. o 0,80 m. Con las variedades más pequeñas, tal distancia se reduce a 0,50 o 0,60 m. Otra consideración que influye es el sistema de control de las malezas. Cuando se recurre a implementos de tracción animal o mecánica debe dejarse suficiente espacio entre las hileras para permitir el paso del caballo o tractor. El uso de herbicidas permite espaciamientos menores.

La distancia sobre la hilera es de 8 a 10 cm, aunque en las siembras manuales este espaciamiento es menor, ya que se efectúa una siembra a chorro continuo.

Epoca de siembra

En la zona central la época se extiende desde abril a julio, sin embargo, los mejores resultados se han obtenido al sembrar en mayo, y hasta mediados de junio. Las siembras más tardías están expuestas a las bajas temperaturas del invierno lo que retarda la germinación y la emergencia de las plantas. Además, es el período de las lluvias más intensas, lo que dificulta los trabajos en el campo.

Por otra parte, estas plantas florecen en septiembre y octubre debido a las altas temperaturas, afectándose su producción ya que las plantas aún no alcanzan un buen desarrollo. Y su cosecha tendrá lugar en noviembre y diciembre cuando el grano de

arveja experimenta un deterioro rápido por las altas temperaturas y la baja humedad ambiental.

En las zonas costeras de la parte central de Chile se puede sembrar en julio, agosto y septiembre, ya que las temperaturas del invierno no son tan bajas como en los valles centrales, y por otra parte las temperaturas de los meses de la primavera son más bajas.

En el sur del país la arveja se siembra a inicios de la primavera lo que es posible porque el clima de esta estación es fresco hasta el verano.

En otros países el momento preciso de las siembras se determina aplicando el sistema de los grados - días, en que se conoce para cada cultivar la cantidad de grados - días que requiere desde la siembra hasta la cosecha. Con los datos meteorológicos de varios años se determina la fecha en que se debe sembrar para cosechar en cierto período. Así es posible organizar siembras escalonadas para mantener un abastecimiento prolongado, lo que es importante tanto para el mercado fresco como para la industria procesadora de arveja. Tales determinaciones son válidas para cada zona.

En Chile, sólo recientemente se han iniciado estudios para aplicar este método en el futuro.

La emergencia de las plantas depende de la temperatura y humedad del suelo. En condiciones normales las plántulas aparecen sobre la superficie del suelo entre 8 a 12 días después de la siembra.

3.2 Prácticas de manejo agronómico

La arveja se cultiva tanto para obtener arveja verde, como grano seco. En ambos casos las prácticas agronómicas son similares, exceptuando el control del bruco que debe efectuarse en el caso de la arveja seca.

Las labores que deben realizarse durante el desarrollo de las plantas, son el control de las malezas, el riego, la fertilización, el control de los insectos y enfermedades.

3.2.1 Control de malezas

Las plantas de arveja tienen un crecimiento lento en sus primeras etapas por lo que no compiten bien en contra de las malezas durante las primeras semanas, que es el período más crítico, ya que en él ocurre el mayor daño de las malezas.

Por estas razones es importante efectuar un control efectivo en las primeras seis semanas del cultivo, recurriendo ya sea a labores mecánicas o mediante el uso de herbicidas.

El control con labores se realiza usando una cultivadora entre las hileras, completando con labores manuales con azadón o rasqueta, en los lugares cercanos a las plantas de arveja. El trabajo con la cultivadora exige una distancia entre las hileras que permita el paso de un caballo o de un tractor, es decir entre 60 y 80 cm. Esta labor además de controlar las malezas da oportunidad para trazar los surcos de riego.

Tanto esta labor como el trabajo con azadón o rasqueta deben ser muy cuidadosos para evitar causar daño a las plantas nuevas de arveja, lo que puede resultar en pérdidas de rendimiento.

La otra alternativa es el uso de herbicidas.

Se ha obtenido buenos resultados con la aplicación de Lorox (linuron) en dosis de 2 kilos por hectárea. Este herbicida debe aplicarse sobre el área inmediatamente después de la siembra; es decir, es una aplicación de preemergencia de la arveja.

Para su aplicación se usan bombas de espalda o pulverizadoras de barra.

Para un buen resultado es importante aplicar la dosis del producto recomendada; usar una cantidad de agua suficiente para mojar bien todo el suelo (200-400 a litros/ha), usar boquillas de abanico y regular bien los equipos. El suelo debe tener buena humedad superficial para que el herbicida sea efectivo.

Los herbicidas recomendados son:

Herbicida	Dosis producto comercial/ha
Lorox 50 PM	1 - 2 kg/ha pre emergencia
Afalon	2 - 2,5 kg/ha pre emergencia
Aretit	4 - 5 kg/ha post emergencia
Gesagard	2 - 3 kg/ha pre emergencia

El Aretit debe aplicarse cuando las plantas tienen humedad (rocío) en el follaje y usar unos 600 litros de agua por hectárea.

3.2.2 Riego

La planta de arveja requiere un abastecimiento parejo y permanente de agua, para su crecimiento.

floración y producción. Una deficiencia de agua, especialmente en el período de floración y fructificación afecta seriamente su capacidad productiva.

Un buen nivel de humedad es requerido para lograr una germinación rápida y uniforme.

Durante el invierno, la planta se desarrolla vegetativamente y dispone del agua de las lluvias por lo que no es necesario regar. A partir de septiembre se hace necesario recurrir al riego, el que se efectúa por los surcos; por eso que es conveniente repasar éstos en agosto, con un arado de palo o surcador tirado por caballo. Las lluvias tienden a borrar los surcos por lo que se hace necesaria esta labor.

El riego debe ser cuidadoso, evitando que el agua llegue directamente a la base de la planta o que se produzcan aniegos, los que causan pérdidas de plantas y reducen la capacidad productiva de todas aquellas que quedan expuestas a excesos de humedad.

Es común que se den cuatro riegos, dos en septiembre y dos en octubre; además debe enfatizarse que los riegos tardíos, es decir durante la formación de las vainas favorecen claramente mayores rendimientos.

3.2.3 Fertilización

La planta de arveja, por ser una leguminosa, tiene la capacidad de fijar nitrógeno del aire por su simbiosis con las bacterias del género *Rhizobium*. Por esta razón puede aprovechar directamente este elemento de la atmósfera. No obstante, durante el desarrollo de la planta pueden producirse situaciones que afectan el metabolismo general de ella, por lo que la fijación del nitrógeno será reducida. Entonces es necesario considerar la aplicación de este nutriente a través de la fertilización.

Al principio de su desarrollo la planta tiene un sistema radicular pequeño por lo que, tanto el proceso de absorción y de fijación del nitrógeno, son limitados. Entonces conviene aplicar una cantidad moderada de él, pero siempre teniendo presente la cantidad de nitrógeno disponible, lo que se conoce mediante un análisis de suelo.

El nitrógeno se puede proporcionar antes o durante la siembra aplicando fertilizantes como la urea o los salitres de sodio y potasio. También puede recurrirse al fosfato de amonio que aporta nitró-

geno y proporciona azufre, otro elemento beneficioso para la arveja.

La aplicación de 30-40 unidades de nitrógeno (60-80 kg de urea o 200-260 kg de salitre sódico o 200 kg de fosfato de amonio por hectárea), puede satisfacer las necesidades de este nutriente. Pero en los suelos livianos o con escasa materia orgánica las lluvias pueden llevar nitrógeno a profundidades desde donde no puede ser extraído. En tal caso debe recomendarse la aplicación de este elemento durante el crecimiento de las plantas.

Se ha comprobado que una buena disponibilidad de nitrógeno durante el período de crecimiento del grano hará que su maduración sea más lenta, lo que conviene desde el punto de vista de mantención de una alta calidad.

Al aplicar el fertilizante nitrogenado debe evitarse que él caiga sobre el follaje, especialmente si éste se encuentra húmedo.

El fósforo es un elemento importante para el desarrollo de la arveja; por lo que debe conocerse el contenido que hay en el suelo para decidir si se aplica. Este nutriente debe proporcionarse antes o durante la siembra, distribuyéndolo al voleo e incorporado con el último rastraje. Pero más eficiente es la aplicación en el fondo del surco o en banda debajo de la semilla.

Las dosis usuales de este nutriente son de 45 a 90 unidades de P_2O_5 por hectárea (100-200 kg de superfosfato triple).

El potasio es otro elemento importante para la arveja; sin embargo, la mayoría de los suelos en Chile tienen un contenido adecuado de él. En caso de ser requerido se aplica sulfato de potasio, que tiene 50 por ciento de potasio. Este fertilizante debe aplicarse antes o durante la siembra.

En toda fertilización debe tenerse presente que la semilla no puede quedar en contacto con ninguno de los fertilizantes porque la semilla se daña. En este sentido se debe tomar las providencias necesarias cuando se usa para sembrar una máquina cerealera, que deposita la semilla y los fertilizantes juntos.

3.2.4 Plagas

En general se considera que no hay problemas

graves, habituales, causados por los insectos, en los cultivos de arveja. Pero pueden ocurrir infestaciones que provoquen daños económicos, en algunos casos.

Los insectos que tienen más probabilidades de atacar en forma intensa las plantas de arveja son los gusanos cortadores, las larvas minahojas y los áfidos o pulgones.

— Los Gusanos cortadores

Atacan el tallo de la planta recién emergida por lo que se reduce la población de plantas y así se afecta el rendimiento. Por la época en que se realizan las siembras de arveja es poco probable que ocurra un ataque severo. Si ello acontece se recurre a la aplicación de cebos tóxicos, como el Volaton que viene en forma de pequeños pellets.

Este producto se distribuye a lo largo de las hileras usando entre 20 y 30 kg por hectárea.

Otra alternativa es preparar un cebo con harinilla, azúcar o leche y algún insecticida como Diptrex o Sevín.

— Larvas minahojas

Se presentan en forma habitual en los cultivos de arveja, pero no siempre producen un daño que justifique su control. Si éste es necesario se recurre a la pulverización de insecticidas sistémicos, como los siguientes:

Insecticida	Dosis/100 lt agua	Dosis/ha
Azodrin 40 CHS	125 - 250 cc	0,5 - 1,0 lt
Tamaron 600	40 - 100 cc	0,20 - 1,0 lt
Dipterex 80	100 - 200 gr	0,5 - 1,0 kg
Decis 2,5	60 - 75 cc	0,25 - 0,30 lt
Rothion	250 - 400 cc	1,0 - 1,5 lt
Sumithion 50 LE	200 - 300 cc	0,8 - 1,2 lt
Belmark 30 LE	40 - 60 cc	0,15 - 0,25 lt

— Áfidos o pulgones

Pueden causar daños severos si se produce una infestación intensa de las plantas.

El efecto más perjudicial se produce cuando este ataque ocurre en las etapas iniciales del cultivo, al estar las plantas débiles.

Como se trata de insectos picadores - chupadores es necesario recurrir a los insecticidas sistémicos para su control. Los mismos productos indicados para el control de las larvas minahojas son efectivos contra los áfidos.

— Brucos

Es el insecto que causa los daños más graves en la arveja seca. Los adultos pasan el invierno en bodegas, bajo los árboles o en los cercos y vuelan en un período que coincide con la floración de la arveja. Depositán, entonces, sus huevos sobre las vainas nuevas. Las larvas que nacen penetran al interior de las semillas en formación, ahí se desarrollan hasta salir como adultos cuando el grano está seco, dejando una perforación circular típica.

El control de este insecto es complicado. Debe iniciarse en forma preventiva durante la floración para matar los adultos ya que los insecticidas no tienen efecto sobre los huevos o sobre las larvas en el interior de la semilla. Se recomienda efectuar unas tres pulverizaciones, que se inician al 10 por ciento de floración, usando alguno de los siguientes insecticidas:

Insecticidas	Dosis/100 lt agua	Dosis/ha
Lorsban	200 - 300 cc	0,8 - 1,2 lt
Gusathion 400/o	100 cc	1,0 lt
Gusatox	100 cc	1,0 lt
Thiodan 50	400 - 500 gr	2,0 kg
Decis 2,5	60 - 75 cc	0,25 - 0,30 lt
Belmark 30 LE	50 - 60 cc	0,20 - 0,25 lt

En almacenaje, el control se efectúa aplicando un fumigante como Phostoxin, que está formulado como pastillas, las que se distribuyen entre los sacos. Estos deben cubrirse con una cubierta impermeable para evitar que se pierda el gas o bien usar en cámaras herméticas.

Otros problemas

En el sur del país se ha observado el ataque de babosas, desde el principio del verano. Para controlarlas se recomienda la utilización de un cebo como Mesurol.

3.2.5 Enfermedades

En general la arveja cultivada en Chile presenta limitados problemas causados por las enfermedades; sin embargo, ocasionalmente ocurre una alta incidencia de alguna enfermedad, produciéndose pérdidas elevadas.

Las enfermedades que pueden ser más graves son:

— Tizón

Puede ser causado por tres hongos, *Ascochyta pisi*, *A. pinodella* y *Mycosphaella pinodes*.

La enfermedad se presenta con manchas en los tallos, hojas y en la vainas. Son de color púrpura, a veces con círculos concéntricos y puntos centrales cenicientos.

Si el ataque es intenso puede provocar la caída de las hojas.

La enfermedad se disemina por la semilla de arveja y en el campo, los hongos, persisten en los residuos del cultivo. Las condiciones de alta humedad relativa son las más favorables para la ocurrencia de ella.

El control no es fácil ya que no se cuenta con fungicidas que sean efectivos. Se ha comprobado que la desinfección de la semilla de arveja con Arasan o Benlate y la pulverización de las plantas con Dimazin, Dithane M-45 o Manzate 200 reducen los daños.

Otras medidas recomendadas son la destrucción oportuna de los residuos de arveja, después de la cosecha y la rotación mínima de tres años.

En lo posible debe sembrarse en épocas en que haya bajas probabilidades de condiciones con alta humedad ambiental.

— Oidio

Causada por el hongo *Erysiphe polygoni* que también ataca al frejol y otras leguminosas.

La manifestación más característica es un polvillo blanquecino que aparece en las hojas y tallos y ocasionalmente sobre las vainas. Esta enfermedad no se trasmite por semilla.

Para el control se recurre a las aplicaciones de azufre, Afugan o Karathane.

— Septoriosis

Es causada por el hongo *Septoria pisi* y se caracteriza por la ocurrencia de manchas en el follaje, confundándose a veces con el tizón.

Las mismas medidas recomendadas para esta última enfermedad parecen tener algún efecto sobre la septoriosis.

Esta enfermedad ha sido observada en el sur del país.

Otras enfermedades

Hay varias enfermedades que pueden dañar las plantas de arveja, pero que son pocas usuales en Chile. Entre ellas se puede mencionar:

— Pudriciones radiculares

Causada por varios hongos, como *Fusarium oxysporum f. pisi*, *Fusarium solani f. pisi*, *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Thielaviopsis basicola* y otras.

— Antracnosis: causada por *Colletotrichum pisi*

— Virus: hay varios

— Nemátodos: especialmente del género *Meioidogyne*.

4. COSECHA

Se diferencia la cosecha para grano verde y para grano seco.

Arveja Verde

En el primer caso se recogen las vainas en forma manual, las que son envasadas en sacos harineros ("quintal") para su comercialización mayorista.

En la planta de arveja el desarrollo de las vainas ocurre desde los nudos de la base hacia la parte superior de los tallos, por lo tanto, en cualquier momento hay vainas y semillas en diferentes estados. Por esta razón las vainas se cosechan en dos o tres oportunidades. Las variedades nuevas tienden a tener una formación de vainas y semillas más uniforme ya que se procura que sean adecuadas para la cosecha mecanizada.

Para obtener una arveja de alta calidad es imprescindible cosecharla cuando los granos han alcanzado un buen tamaño y tienen un alto contenido de azúcares; es decir antes que éstos se transformen en almidón. La dificultad está en la determinación precisa de este momento, procedimiento que debe ser sencillo y rápido para ser aplicable en condiciones de campo.

Se ha recurrido a diversas técnicas, pero pocas de

ellas pueden ser utilizadas por los productores.

Hay métodos sofisticados como el uso de un tenderómetro de laboratorio que da mucha precisión, pero el equipo necesario tiene un valor superior a los 14 mil dólares.

El otro método de laboratorio de alta precisión es la determinación del contenido de sólidos insolubles al alcohol (SIAL); pero también este es un método lento y caro, no apropiado para decidir el momento más oportuno para cosechar.

Otra posibilidad es la determinación del contenido de materia seca, para lo cual las muestras de grano verde se pesan con precisión y luego se someten a un secado a 80-100° C hasta que se estabiliza su peso. Por diferencia del peso inicial y final se determina el porcentaje de materia seca. Este parámetro se ha encontrado estrechamente asociado al contenido de sólidos insolubles; en efecto, Krarup (1981) estableció una correlación positiva de 0,83, altamente significativa.

Este método es rápido y podría ser usado por los productores.

Sin embargo, hay otro método más práctico. Es el uso de un tenderómetro manual cuyo valor es de 100 a 200 dólares.

Se obtienen muestras de granos verdes y se colocan en el instrumento que registra la resistencia de ellos. Lecturas de 90 a 100 se han relacionado con una calidad adecuada para cosechar. Este instrumento es de uso común en los Estados Unidos y Europa.

En Chile, lo habitual es decidir el momento de la cosecha en base a observaciones visuales, apreciando la apariencia de las vainas y de los granos. Para ello se muestrea día a día, en el período crítico y se cosecha cuando se estima que entre el 60 al 80 por ciento de los granos son aprovechables.

La cosecha de arveja verde para la industria se efectúa con este mismo criterio. Recientemente un agroindustria ha traído una desgranadora FMC de arveja para uso en el campo.

- En este caso se cortan las plantas y se transportan al lugar donde trabaja esa máquina. Ella puede

desgranar unas 24 toneladas de grano por día lo que corresponde a la producción de 4 a 6 hectáreas.

Para cortar, cargar y transportar el material de una hectárea se necesita el trabajo de unas 15 a 16 personas. Se ha calculado que seis personas, trabajando en el sistema de "trato" pueden cortar las plantas de una hectárea en un día. La misma labor la harían 10 personas, trabajando "al día".

La arveja desgranada se transporta en tambores a la industria, donde es vaciada en una salmuera al 13 por ciento. Si flota entre el 85 y 100 por ciento de los granos se clasifica como calidad A. Si flota menos del 85 por ciento es calidad B.

Considerando el tamaño de los granos una clasificación es:

Granos extrafinos: con menos de 6,4 mm de diámetro.

Granos finos: entre 6,5 y 7,9 mm de diámetro.

Granos corrientes: con diámetro superior a 8 mm.

Las vainas de la arveja verde para el consumo fresco se envasan en sacos blancos, harineros, con un peso aproximado de 30 kilos. El uso de este sistema de un peso aproximado debe ser eliminado ya que tanto el productor como el comerciante pueden ser perjudicados. Es así que algunas personas mojan los sacos una vez llenos para que la tela encoja y el envase dé una apariencia de estar lleno. En la actualidad la comercialización debe efectuarse en base al peso del producto transado y no por volumen.

Rendimientos

Producciones satisfactorias de arveja verde son de cuatro a ocho toneladas por hectárea de grano. Las variedades precoces tienen rendimientos más bajos. Estos rendimientos pueden llegar a 10-12 toneladas por hectárea, cuando todas las condiciones de producción son apropiadas.

En vaina, para el mercado fresco, se obtienen rendimientos de 300-400 bolsas por hectárea, cada una de 30 kgs, aproximados.

Arveja seca

Para la producción de arveja seca sólo se usan los cultivares de grano liso. En este caso se espera hasta la maduración casi completa de las semillas. Pero la

recolección se efectúa antes de la madurez completa para evitar el desgrane.

Primero se procede a arrancar las plantas que se amontonan en hileras y luego se pasa una cosechadora automotriz, con un implemento recogedor de leguminosas, que es el mismo que se utiliza para la cosecha mecanizada del frejol.

Rendimientos

Producciones satisfactorias son de 1,5 a 2 toneladas por hectárea. Con la variedad Finale, cultivada en condiciones favorables se ha obtenido 2,5 a 3 toneladas por hectárea.

Las variedades arrugadas se cosechan como grano seco sólo para semilla y se logran rendimientos 2 a 2,5 toneladas por hectárea con un buen cultivar como Perfected Freezer.

5. POST COSECHA

El principal deterioro de la calidad de las arvejas verdes ocurre por la transformación de los azúcares en almidón y el aumento de la cantidad de fibra. Estos cambios químicos que afectan la textura y el sabor de este producto son acelerados por las temperaturas altas, que influyen sobre los diversos procesos bioquímicos.

Para asegurar una alta calidad de la arveja verde es esencial cosechar oportunamente, es decir cuando el contenido de azúcares es lo más alto posible y por lo tanto hay poco almidón. Después de la cosecha se debe tratar de conservar esa calidad aplicando un manejo de post-cosecha adecuado. En él, la temperatura es el factor más importante. Por eso que las arvejas cosechadas deben ser enfriadas hasta 0°C lo más rápido posible y mantenidas a esa temperatura u otra cercana. El enfriado se logra con agua helada o agregando hielo picado. La temperatura se puede bajar de 20°C a 2°C en unos 12 minutos, si el agua está a 0°C.

El enfriado al vacío se puede usar con este producto, sin embargo su eficiencia es baja, por lo que se prefieren los métodos señalados antes.

El grano verde de arveja puede experimentar un proceso rápido de deshidratación, por eso que junto con un régimen adecuado de temperatura es necesario mantener una humedad relativa de 95 a 100 por ciento.

La atmósfera modificada puede ayudar a conservar la calidad de la arveja verde. En efecto, con una concentración de 5 a 7 por ciento de CO₂ se mantiene mejor la arveja, a 0°C, que en el aire normal. En tales condiciones se conserva bien hasta 20 días. Concentraciones más altas de CO₂ provocan malos olores y descoloraciones al momento de la cocción.

En condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa la arveja verde se pueden mantener en buenas condiciones por unos 20 días. En cambio, a 4,5°C ese período se reduce a 13-15 días.

Si la temperatura y la humedad son altas pueden ocurrir pudriciones causadas por alguna bacteria como *Erwinia carotovora* o por hongos como *Sclerotinia*, *Rhizopus* y *Botrytis*, sp.

El grano seco también está expuesto a algún deterioro que puede resultar por humedecimiento de ellos o por la acción de roedores e insectos. De éstos el bruco es que puede causar daños mayores. Si el grano está infestado debe fumigarse con bromuro de metilo, tetracloruro de carbono o Phostoxin. Este último producto es el más práctico para usar. Está formulado como pastillas que al contacto con el aire se gasifican; por esta razón la arveja debe cubrirse con una cubierta impermeable o bien tratarla en una cámara hermética.

6. ANALISIS DE LA SITUACION AGRONOMICA EN CHILE

La arveja es un cultivo tradicional en diversas zonas del país, por lo que se ha ido desarrollando una tecnología apropiada para las condiciones agrícolas y de mercado de este producto. Además hay algún apoyo de la investigación, aunque sería necesario contar con más trabajos experimentales para ayudar al mejoramiento de este cultivo. También se cuenta con la labor efectuada por algunas empresas como Anasac, que se ha preocupado de abastecer de semillas y Malloa, que está desarrollando un programa de producción de arveja de alta calidad.

En los aspectos agronómicos cabe analizar los siguientes aspectos:

a) Cultivares y semillas: puede considerarse satisfactoria tanto la disponibilidad de cultivares como el abastecimiento de semilla.

Hay variedades precoces, como Sparkler y semi tardías como Perfected Freezer, con alto potencial de rendimiento, que pueden satisfacer los requerimientos actuales, sin embargo, se ha observado una susceptibilidad de Sparkler a ciertos hongos, en condiciones de alta humedad, lo que siempre va a representar un riesgo para el productor. Por eso será interesante encontrar variedades precoces sin ese defecto.

Las evaluaciones que se realizan en los centros de investigación y en las empresas permiten anticipar que tal objetivo se logrará. Además, estas actividades servirán para detectar los cultivares que se podrían recomendar a futuro, ya que cada vez se hará, más conveniente disponer de variedades específicas para satisfacer objetivos determinados de consumo e industrialización.

b) Manejo agronómico de la producción: hay ciertos aspectos que deben, y pueden, ser mejorados para realizar una producción exitosa. Aún hay siembras que se pierden por errores de los productores.

Para superarlos el agricultor debe preocuparse de hacer una buena elección y preparación del suelo donde se va a sembrar. Es fundamental que éste tenga buen drenaje superficial e interno para evitar los daños por excesos de humedad.

La preparación debe ser profunda, lo que en la mayoría de los casos no ocurre ya que muy pocos productores disponen de arado cincel o similares para cumplir tal requerimiento. También es importante la nivelación del terreno para evitar la acumulación superficial de agua, especialmente en el invierno.

Esta labor tampoco es común que se efectúe en circunstancias que los efectos son altamente beneficiosos para cualquier cultivo, por lo tanto su costo no debe cargarse a uno solo de ellos.

La siembra se efectúa, en muchos casos, en forma manual. Si bien es una alternativa aceptable para los productores que no disponen de maquinaria tiene el inconveniente serio de la desuniformidad y exceso de profundidad a que se deposita la semilla. Para optar a rendimientos altos es indispensable una buena siembra.

El control de las malezas es en general, deficiente, produciéndose pérdidas de siembras por una in-

festación alta de ellas, o bien resultan costos muy elevados para las numerosas labores que hay que efectuar a veces.

A esto se agrega la dificultad de trabajar durante el invierno, por efecto de las lluvias. Incluso muchas veces llueve poco después de una labor de control y las malezas vuelven a enraizar. Estas dificultades que se presentan hacen conveniente el uso de herbicidas que permiten superar la mayoría de estos problemas.

El deficiente control de las malezas es notorio en un número alto de los cultivos de arveja, siendo un problema grave que debe y puede ser solucionado en forma satisfactoria.

También hay deficiencias con respecto al riego, especialmente en lo referente a excesos de agua que se producen por la desnivelación de la mayoría de los terrenos.

Para la fertilización, el productor no dispone de información adecuada ya que los estudios sobre este aspecto son escasos y discontinuados.

Tampoco hay suficientes antecedentes sobre las enfermedades, no habiéndose identificado con exactitud los patógenos involucrados y la gravedad de los daños que causan.

Un aspecto que está adquiriendo relevancia es una metodología precisa y práctica para determinar el momento oportuno de cosecha, a fin de obtener un producto de alta calidad. El uso del tenderómetro asociado a un conocimiento exacto de la maduración de cada cultivar será, seguramente, la mejor manera de definir tal momento.

En relación a este mismo punto debe señalarse la necesidad de desarrollar estudios que relacionen los factores meteorológicos, como la temperatura y otros con el crecimiento de las plantas. Así se podría usar el método de grados-días que se emplea desde hace muchos años en los países más desarrollados y que es una ayuda importante para planificar las siembras, de acuerdo a criterios modernos de manejo de la empresa agrícola.

Es necesario destacar que muchas de las deficiencias técnicas que se observan en el manejo de esta especie se deben a las dudosas expectativas de una

comercialización satisfactoria que enfrentan los productores. Así se ha comprobado que cuando éstos operan con un contrato de producciones se esmeran por aplicar técnicas adecuadas, lo que les permite obtener altos rendimientos y arvejas de buena calidad.

ANÁLISIS ECONOMICO DE LA ARVEJA

1. Costos de Producción

En el Cuadro 1 se presentan los costos directos de producción. El total de costos asciende a \$ 61,209 por hectárea.

2. Información de Mercado

La comercialización de arveja se realiza exclusivamente en sacos de 25 kilos netos.

Los principales mercados mayoristas son Lo Valledor, Mapocho y Vega Poniente. Además partici-

pa la modalidad de venta directa a público en la Feria Municipal Mapocho.

Las transacciones realizadas en los mercados mencionados durante 1985 fueron:

Mercado	Kilos transados 1985
Lo Valledor	1.715.475
Feria Municipal Mapocho	455.525
Vega Poniente	24.125
Venta Directa	59.275
Total	2.254.400

Se aprecia de los datos anteriores que la participación de la Bodega Mayorista Lo Valledor es del 76 por ciento del total de transacciones.

En el Cuadro 2 se presentan los volúmenes de arveja comercializados por mes en todos los mercados durante 1985. Se observa que el mercado está abastecido durante todo el año; sin embargo, los meses con mayor volumen son entre septiembre y diciembre.

Cuadro 1
Costo de Producción para una hectárea de arveja
(\$ enero 1986)

Items de costos	Epoca	Unidad/ha.	\$/Unidad	Costo total
Labores				
Rotura	Abr.	0,4 JTA	7.180	2.872
Rastrajes (2)	May.	0,4 JTR	8.119	3.248
Nivelación	May.	1	6.750	6.750
Acarreo Semilla y Fertilizante	Jun.	2 JH	370	740
Siembra y Fertilización	Jun.	—	3.000	3.000
Aplicación Herbicida	Jul.	2 JH	370	740
Cultivadora	Ago.	2 JH	370	1.480
		4 JH	300	1.200
Riesgos (4)	Sep/Oct.	4 JH	370	1.480
Cultivadora	Sep.	4 JH	370	1.480
		4 JA	300	1.200
Aplicación Pesticida	Sep/Oct.	2 JH	370	740
Cosecha	Oct.	20 JH	370	7.400
Flete a Santiago				5.000
Insumos				
Semilla (Perfected Freezer)		100 kg.	140	14.000
Salitre Sódico (30 UN)		188 kg.	18,6	3.497
Dithane M-45		1 kg.	900	900
Sub-total				55.727
50/o Imprevistos				2.786
Costo financiero				2.696
Costo Directo total				61.209

Cuadro 2
Volúmenes transados por mes de arveja, en todos los
mercados durante 1985

Mes	Kilos
Enero	45.825
Febrero	16.600
Marzo	27.700
Abril	40.325
Mayo	31.600
Junio	36.475
Julio	23.475
Agosto	23.475
Septiembre	152.425
Octubre	816.150
Noviembre	762.675
Diciembre	253.775

No se han llevado a cabo exportaciones comerciales de arveja y su estudio está en un nivel exploratorio.

3. Precios

No existe una clara estacionalidad de precios de arvejas durante el año.

Los precios promedio anuales por calidad de arveja, en la bodega mayorista Lo Valledor durante 1985 fueron:

	Calidad		
	1	2	3
Precio máximo	56,5	46,1	34,6
Precio mínimo	46,7	35,4	31,4
Precio común	51,1	40,4	33,0

Se observa una clara diferencia de precios entre calidades. Los precios de la calidad I son aproximadamente un 25 por ciento superior a la calidad II y un 50 por ciento mayor a la III.

4. Margen Bruto

El margen bruto por hectárea resulta de la diferencia entre los ingresos brutos y el costo total de producción y comercialización.

4.1 Ingreso Bruto

Para el cálculo del ingreso bruto por venta de arvejas se usaron los precios expuestos anterioremen-

te. Además, se estimó que un 40 por ciento de la producción por hectárea correspondió a la calidad I, un 55 por ciento a la II y un 5 por ciento a la calidad III.

Se consideró un rendimiento de 4.500 kilos por hectárea de arvejas frescas.

En base a los antecedentes anteriores, se obtuvieron los siguientes ingresos brutos:

Alternativa	\$/há.
(1) Precio máximo	223.582
(2) Precio mínimo	178.740
(3) Precio común	199.395

4.2 Costos

Los costos directos de producción por hectárea presentados en el Cuadro 1 ascienden a \$ 61.209.

El costo de comercialización estimado en un 10 por ciento de comisión del ingreso resulta ser:

Alternativa	\$/há.
(1) Precio máximo	22.358
(2) Precio mínimo	17.874
(3) Precio común	19.940

El costo de flete está incorporado en los costos directos de producción.

A continuación se presentan los costos directos y de comercialización:

Alternativa	\$/há.
(1) Precio máximo	83.567
(2) Precio mínimo	79.083
(3) Precio común	81.149

4.3 Margen Bruto

Los resultados de margen bruto obtenidos al descontar de los ingresos brutos los costos directos y de comercialización fueron:

Alternativa	\$/há.
(1) Precio máximo	140.015
(2) Precio mínimo	99.657
(3) Precio común	188.246

5. Mercado Externo

5.1. Mercados Potenciales

Estudios exploratorios estiman que la arveja verde tiene un bajo potencial de exportación. En los mercados de Europa (Inglaterra, Alemania y Francia) y Canadá existe una estacionalidad de precios altos, coincidente con un período de total desabastecimiento.

Es preciso tener en cuenta que la durabilidad de esta especie no es más de 10 días, lo que restringe su transporte sólo a la vía aérea.

El potencial de exportación de arveja verde se determina a partir del precio de mercado externo, descontando los costos de producción, exportación (FOB), transporte a destino y costos del exportador.

En el Cuadro 3 se incluyen los precios cotizados a nivel mayorista para algunos mercados de Europa y Canadá.

CUADRO 3
PRECIOS PROMEDIOS Y DESVIACION STANDAR
DE ARVEJAS VERDES EN CADA MERCADO:
1980-1984

País	US\$ enero 1986/Kg.
Inglaterra	0,99 (0,50)
Francia	1,11 (0,23)
Alemania	1,23 (0,31)
Canadá-Montreal	1,53 (0,42)
Canadá-Toronto	1,40 (0,37)

En el Cuadro 4 se presenta una estimación del retorno a productor. Se aprecia que ninguno de los precios externos supuestos para el análisis logra cubrir los costos de exportación. Sin embargo, considerando que existe desabastecimiento y que estacionalmente los precios podrían ser más altos, es que se pretende continuar explorando el potencial de exportación de esta especie.

CUADRO 4
MERCADO EXTERNO: PRECIO RETORNO AL
PRODUCTOR DE ARVEJA VERDE, VIA AEREA
(En US\$ por Kg. enero 1986)

Nivel de precio	Precio externo	Costo exportación ^{a/}	Retorno productor
Bajo	0,99	1,75	(0,76)
Mediano	1,23	1,77	(0,54)
Alto	1,53	1,79	(0,26)

^{a/} Costos exportación incluyen: (1) FOB, excluyendo costo producción US\$ 0,27/kg.; (2) Comisión exportador, 8% precio externo; (3) Vía aérea US\$ 1,40/Kg.

el brocoli

(Brassica oleracea var. italica)

INTRODUCCION

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) es una especie hortícola que pertenece a la familia botánica de la crucíferas; relacionada, por lo tanto con el repollo, la coliflor, el repollito de Bruselas, el rabanito y otras.

Es originaria de la zona de Asia Menor, en el Mediterráneo. Se cultivaba en Europa desde principios del siglo 18 y llegó a ser bastante conocido en los Estados Unidos, a partir de 1925.

En Chile era, comercialmente desconocida hasta hace pocos años. Aunque actualmente se distribuye a través de varios canales de comercialización, sigue siendo un producto poco conocido y de consumo restringido a sólo algunos grupos de consumidores.

No se dispone de datos estadísticos sobre la superficie cultivada con esta especie, sin embargo, considerando las ventas de semilla, puede estimarse que ella no supera las 60 hectáreas.

Es posible esperar que su consumo aumente constantemente, en los próximos años, en el país, a medida que vaya siendo conocido por la población. Por otra parte, ha sido considerado en el grupo de los productos hortícolas que podrían ser exportados en forma congelada a los Estados Unidos.

Su producción puede realizarse desde el Norte Chico hasta el extremo Sur del país y su corto período desde el trasplante a la cosecha, de 60 a 90 días, lo hace apto para el programa de uso intensivo del suelo y otros recursos naturales.

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Se trata de una especie anual, es decir que completa su ciclo de vida en una sola temporada, en la que se desarrolla vegetativamente y después produce sus flores y semillas.

Tiene una reacción neutra al fotoperíodo, es decir el largo del día no es un factor climático que influya en su proceso reproductivo. La temperatura es el factor que tiene mayor influencia sobre el comportamiento de esta planta.

1.1 La semilla

Es similar a la semilla de repollo, coliflor y repollito de Bruselas. Tiene forma esférica y es de tamaño pequeño, midiendo entre 2 y 3 mm. de diámetro. Su color es verde cuando está inmadura y va adquiriendo un color café a medida que avanza en su madurez, finalmente tiene un tono café oscuro.

Las semillas se producen en órganos alargados, como en una vaina, que se llaman silículas.

La germinación de la semilla depende directamente de la temperatura. El mínimo requerido para que se inicie este proceso es de 4,5° C. Sin embargo, la germinación será muy lenta con temperaturas inferiores a 10° C, ya que el rango óptimo es de 17° C a 29° C, siendo 25° C la temperatura óptima.

El proceso se desarrolla normalmente hasta un máximo de 38° C.

En un grano hay entre 300 y 350 semillas.

1.2. La planta

Es una dicotiledónea que desarrolla un tallo principal, en el cual inserta las hojas y se ramifica mediante yemas axilares.

La raíz es fibrosa, abundante y se ramifica hacia los lados en una planta establecida por trasplante. La mayor parte del sistema radicular, de este tipo de planta, se concentra hasta una profundidad de 40 centímetros.

En una planta establecida mediante la siembra directa, la raíz tiene un hábito pivotante, pudiendo penetrar en el suelo hasta los 80 centímetros, de profundidad.

El tallo principal es grueso, alcanzando hasta 6 a 7 centímetros de diámetro. De él nacen las hojas que son de lámina alargada con venas bastante prominentes.

Tienen los pecíolos cortos y su superficie está cubierta con una sustancia cerosa, que le da un tono plomizo al follaje.

En el extremo superior del tallo se forma el "pan" central, que es la estructura aprovechable de esta planta.

Tiene algunas ramificaciones laterales las que también forman panes muchos más pequeños que el central.

Las yemas florales, en su desarrollo, pasan por un estado de agrupamiento, constituyendo una etapa preliminar de la inflorescencia.

Es en esta fase que la inflorescencia se presenta como una estructura compacta, de color verde plomizo o azulado. En algunos cultivares aparecen tonos amarillos. Esta estructura es la que se conoce como el pan o brócoli, semejante a una coliflor, pero de forma más plana y de color verde.

Este estado dura sólo unos pocos días, observándose posteriormente la separación de las yemas florales y luego el inicio de la aparición de las puntas amarillas de los pétalos. El pan verde pierde compactibilidad y se separa, con lo que deja de tener valor comercial.

Las flores son numerosas, grandes, con pétalos amarillos y son hermafroditas. No obstante su poli-

nización es cruzada debido a que en esta crucífera ocurre el fenómeno de la autoincompatibilidad. Consiste en que, genéticamente, hay un impedimento para que el polen de una flor se desarrolle y fecunde los óvulos de esa misma flor. Por lo tanto el pistilo debe recibir polen de otra flor, genéticamente diferente, para que ocurra la fecundación.

En la actualidad muchos de los cultivares disponibles son híbridos F1, obtenidos mediante la polinización dirigida de dos líneas puras.

Los pétalos de la flor son amarillos y vistosos, lo que atrae las abejas y otros insectos (moscas) que actúan como agentes polinizantes al llevar el polen adherido a sus cuerpos de una flor a otra.

Una vez ocurrida la fecundación de los óvulos de cada flor, se inicia el desarrollo de los frutos, que son unas vainas cilíndricas, delgadas, separadas longitudinalmente en dos mitades. Se llaman silicuas.

En su interior se forman 12 a 20 semillas.

Las silicuas son verdes, al principio, pero cambian a un color café claro cuando maduran, etapa en la cual tienden a abrirse espontáneamente.

La planta de brócoli, al igual que otras crucíferas, tienen un olor característico, producido por la presencia de glucosinolato (isotiocianato y tío oxazolidone).

1.3 Cultivares

Los cultivares que se están usando en el país son de reciente introducción ya que esta especie era prácticamente desconocida en Chile.

La mayoría son híbridos que se caracterizan por su gran uniformidad, tanto en lo morfológico como en la duración de sus diferentes etapas de desarrollo.

Al seleccionar un cultivar para la producción comercial se busca que produzca un pan compacto, de buen tamaño, de color adecuado a las exigencias del mercado; que tenga plantas de amplia adaptación a las condiciones del medio y que posea resistencia a enfermedades y plagas.

Diversos materiales han sido introducidos para su evaluación en el país por las Facultades de Agronomía, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Fundación Chile y los productores.

En base a los resultados obtenidos, se recomiendan las siguientes variedades:

a) SG-1 Híbrido de la empresa Sluis and Groot de Holanda. Distribuida por la empresa Agrotec de Quillota.

b) Green Comet: Híbrido de varias empresas de semillas.

c) Green Duke: Híbrido de varias empresas de semillas.

d) Futura: Híbrido de la empresa Asgrow de Estados Unidos, representada en Chile por Agroprodex.

e) Packer: de la empresa Peto Seeds.

f) Dandy Early: Híbrido de la empresa Sakata de Japón.

g) Cape Queen: Híbrido de la empresa Takii de Japón.

Evaluación de cultivares en Chile

Desde hace 7-8 años se realizan introducciones y evaluaciones de variedades de brócoli. La Corporación de Fomento de la Producción ha apoyado la realización de programas intensivos en las Universidades y en el INIA.

Son numerosos los cultivares que han sido sometidos a pruebas agronómicas abarcando desde el Norte Chico hasta la zona de Valdivia.

Estos antecedentes están permitiendo identificar aquellas variedades más apropiadas para cada zona.

Un resumen de las características más importantes de los cultivares que han sobresalido en las evaluaciones realizadas en Chile, se presentan a continuación:

Cultivar	Días de trasplante a cosecha	Altura de planta cm.	Color de pan
SG-1	60 - 70	61 - 70	Verde intenso
Green Comet	60 - 70	68 - 77	Verde azulado
Green Duke	65 - 75	50 - 65	Verde claro
Futura	65 - 74	70 - 75	Verde azulado
Gem	65 - 74	71 - 75	Verde azulado
Dandy Early	60 - 70	55 - 60	Verde azulado
Cape Queen	60 - 70	65 - 70	Verde intenso
Packer	70 - 80	65 - 70	Verde azulado
Emerald Corona	75 - 83	76 - 80	Verde azulado
Cleopatra	92 - 100	70 - 80	Verde azulado
Waltham 29	60 - 70	60 - 68	Verde intenso

Todos estos cultivares demostraron una adapta-

ción general satisfactoria y producen panes de buena calidad.

Otros cultivares evaluados pero que no han tenido un buen comportamiento son:

Sprouting Calabrese	Mercedes
De Cicco	Medium Late 423
Express Corona	Premium Crop
Prominence	Green Beauty

1.4 Usos y valor nutritivo del brócoli

El brócoli se comercializa al estado fresco y también se puede congelar, conservándose muchos meses.

Es un producto que aporta principalmente, vitaminas y minerales.

El valor nutritivo del brócoli

El aporte nutritivo del brócoli es principalmente en minerales y vitaminas, constituyendo un alimento interesante para ciertos regímenes dietéticos por su bajo contenido de carbohidratos.

	Cantidad/100 gr. de brócoli (cocido)
Agua	912/o
Energía	26 calorías
Proteínas	3,1 gr.
Grasas	0,3 gr.
Carbohidratos	4,5 gr.
Fibra	1,5 gr.
Calcio	88 mg.
Fósforo	62 mg.
Hierro	0,8 mg.
Sodio	10 mg.
Potasio	267 mg.
Vitamina A	2,500 U.I.
Tiamina	0,29 mg.
Riboflavina	0,20 mg.
Niacina	0,8 mg.
Acido ascórbico	90 mg.

2. ADAPTACION AL MEDIO AMBIENTE

2.1. Clima

El brócoli es una planta que se desarrolla mejor en condiciones de temperaturas moderadas y de alta humedad ambiental.

Es conveniente distinguir la fase de crecimiento vegetativo, desde la germinación de la semilla hasta los primeros indicios de la aparición del pan. Y una vez que se produce la diferenciación y se inicia la formación del pan, la planta pasa a la fase reproductiva.

Durante el período vegetativo la planta será beneficiada por temperaturas entre 20°C y 25°C, ya que ellas favorecen todos los procesos fisiológicos, resultando en crecimiento activo. Así alcanzará un buen tamaño, tanto en su follaje como en su sistema radicular.

La temperatura mínima para que haya crecimiento es de 4 - 6°C.

Durante la formación del pan es preferible que las temperaturas sean de 12 a 18°C, para que esta estructura se forme compacta y para que la separación de las yemas florales individuales no ocurra muy rápidamente. Las temperaturas bajas (menos de 10°C) durante esta fase producen un lento crecimiento del pan y puede haber cierto daño a secadores de él.

La planta de brócoli, en su fase vegetativa, puede soportar temperaturas de hasta 2 - 3°C bajo cero. En tales condiciones se observa un cierto marchitamiento de las hojas, que aparecen caídas. Al aumentar la temperatura recuperan su turgencia.

Temperaturas altas (sobre 22°C) durante la formación del pan, hace que éste se abra prematuramente y se presente como una estructura ramificada, con escaso valor comercial.

Tanto en su fase vegetativa como en la reproductiva la planta es favorecida por una alta humedad ambiental.

Por estas características de adaptación al clima su cultivo será más conveniente en zonas con condiciones moderadas, como ocurre en sectores costeros (Huasco, La Serena, Coquimbo, Quillota, Limache) o sectores del interior con tales características (Illapel, Curacaví) o bien en el sur del país (Chillán a Chiloé).

En zonas del valle central, el cultivo debe realizarse entre el verano y el otoño para que la planta quede expuesta a las condiciones que favorecen su desarrollo y producción, es decir temperaturas más altas para la fase del crecimiento vegetativo y temperaturas moderadas durante la formación del pan.

2.2. Suelos

El brócoli puede desarrollarse en suelos de carac-

terísticas diversas, pero su comportamiento será diferente. Los mejores suelos son aquellos que tienen una buena fertilidad natural, un contenido de materia orgánica superior al 3 por ciento, con alta capacidad de retención de la humedad y buen drenaje.

En los suelos más arenosos se producen oscilaciones bruscas en su contenido de humedad lo que afecta negativamente el comportamiento de esta planta.

El suelo elegido para realizar el cultivo debe tener un pH entre 6,5 y 7,5. En los suelos con pH inferiores se puede presentar la enfermedad llamada hernia de las coles y puede ocurrir la deficiencia de algunos elementos como fósforo, magnesio, molibdeno.

En suelos con pH superior a 7,5 puede haber deficiencias de manganeso, hierro y zinc.

Los problemas con pH bajos (ácidos) pueden ocurrir en los suelos del sur (suelos trumaos y rojo arcillosos) dependiendo de la localidad.

2.3 Rotación

Como se trata de una planta que puede ser dañada por hongos (hernia) y nemátodos del suelo no es conveniente repetir su cultivo en el mismo lugar antes de cuatro a cinco años. Lo mismo es válido para los terrenos donde se ha producido otras crucíferas como repollo, coliflor, repollito de Bruselas, rabanito, nabo, raps, etc. Si en el programa de cultivos se incluyen cereales como el trigo, cebada o maíz, es posible reducir el período para repetir el brócoli en unos tres años.

3. EL CULTIVO

La producción del brócoli tiene como objetivo la obtención de altos rendimientos y alta calidad del producto, para abastecer los mercados en períodos determinados. Por una parte hay una estacionalidad en la producción, provocada por la necesidad de realizar el cultivo en los períodos en que las temperaturas sean favorables para el desarrollo de esta planta. Por otra parte, hay una estacionalidad en el consumo. En efecto, se trata de un producto de mayor aceptación en otoño, invierno y primavera. Durante parte de esta última y en el verano hay oferta de otros productos hortícolas que son más apetecidos por el consumidor chileno.

Las tres etapas principales del proceso productivo son:

- a) El inicio o establecimiento del cultivo
- b) Las prácticas de manejo agronómico
- c) La cosecha y la post-cosecha.

3.1 Inicio o establecimiento del cultivo

Para iniciar el cultivo del brócoli se puede recurrir a dos sistemas:

- El sistema de almácigo trasplante.
- La siembra directa.

3.1.1 Sistema de almácigo trasplante

En este sistema, el cultivo se inicia, en el lugar de producción, con el trasplante de plántulas obtenidas en un almácigo. Así es posible disponer las plantas a las distancias determinadas previamente, lo que permitirá tener inicialmente, las poblaciones óptimas y un espaciamiento uniforme entre las plantas, condiciones que favorecen la producción.

El almácigo

Para tener éxito en la producción de brócoli es necesario contar con plántulas de la mejor calidad posible. Ello exige realizar un buen almácigo.

El lugar elegido para el almácigo debe tener un buen suelo, libre de piedras y malezas muy agresivas (chépica, maicillo, chufa), con buena disponibilidad de agua para el riego, protegido de los vientos fuertes y con buen drenaje. Debe prepararse canchas de un metro de ancho y de 50 a 100 metros de longitud. El suelo se remueve con arados y rastras para dejarlo mullido y libre de terrones. Durante este proceso se recomienda mezclar el suelo con tierra de hoja, de litre o con guano.

Será indispensable obtener una muestra de esta mezcla y hacerla analizar en un laboratorio especializado (universidades e Instituto de Investigaciones Agropecuarias) para conocer el pH, la salinidad, el contenido de materia orgánica y el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Así será posible que un agrónomo especialista formule recomendaciones específicas sobre correcciones y fertilizaciones a efectuar.

El suelo debe ser desinfectado antes de sembrar. Para ello, el suelo mullido y con humedad adecuada para la siembra se trata con bromuro de metilo o con Basamid. Estos productos actúan sobre los

hongos, bacterias, nemátodos, insectos y semillas de malezas que hay en el suelo.

El bromuro de metilo se aplica usando una bombona metálica de una libra (450 gramos para 10-12 metros cuadrados).

Es necesario hacer la aplicación cubriendo el suelo a tratar con una carpa plástica para evitar la pérdida del gas.

El suelo debe dejarse con el producto por 4 a 5 días. Si la temperatura es inferior a 18°C, debe dejarse por 10 a 12 días. Luego se retira la carpa y se ventila bien antes de sembrar.

El Basamid se aplica granulado en dosis de 35-40 gramos por metro cuadrado en suelos livianos y 60 gramos en suelos pesados.

Después de la aplicación se sella la superficie mojando abundantemente. Transcurrido 4 a 10 días se airea bien.

Uno de los detalles importantes consiste en realizar una nivelación lo más precisa posible de las canchas.

La siembra del almácigo se efectúa marcando líneas a lo ancho de las canchas y separadas a 10-15 cm. La marca deja una depresión que se utiliza para depositar la semilla. La dosis de ésta debe ser de 4-5 gramos por metro cuadrado, es decir unas 1.900 a 1.500 semillas/m².

Con esta dosis se espera obtener unas 700 a 800 plantas por metro cuadrado.

En cada línea de un metro de largo debe lograrse unas 80 a 90 plántulas, evitando un exceso de plántulas que compiten intensamente. El exceso de plántulas es uno de los errores más comunes en los almácigos.

Epocas de realización de los almácigos

En el Norte Chico y en la zona central los almácigos se realizan principalmente entre diciembre y febrero, para obtener producciones en el otoño. En esa época, el período desde la siembra hasta el trasplante dura entre 25 y 35 días.

En algunas localidades los almácigos se inician en

agosto y septiembre, para obtener producciones en la primavera.

En la zona sur del país, los almácigos se efectúan en el verano y en septiembre y octubre.

Cuidados del almácigo

En los almácigos realizados en las épocas de temperaturas altas debe cuidarse la humedad del suelo, para lograr una buena germinación y crecimiento de las plántulas. Ello se consigue con riegos diarios y protegiendo la almaciguera de la acción del sol, con una cubierta de arpillera o un género barato.

Si el suelo es tratado con bromuro de metilo o con Basamid no habría presencia de malezas. En caso contrario será necesario realizar controles manuales de las malas hierbas, evitando que ellas afecten el desarrollo de las plántulas de brócoli.

Otro de los cuidados se refiere al control de los insectos y de las enfermedades. Es común que se produzca el ataque de pulgones, los que se controlan con aplicaciones de insecticidas, como Metasytox, Pirimor, Tamaron, Azodrin, Nuvacron, Dimefato, etc.

También es habitual el ataque de oidio que aparece, inicialmente, con manchas grisáceas en la cara inferior de las hojas. Esta enfermedad se propaga rápidamente por lo que su control debe ser oportuno. Se recurre a la aplicación de fungicidas como Bayleton, Dithane M 45 y Benlate.

Debe agregarse un humectante, como Triton o Cittowet para lograr un buen mojamiento del follaje.

Almácigo necesario para una hectárea

Considerando que es posible obtener unas 700 a 800 plántulas por metro cuadrado, como se requieren entre 36 y 47 mil plantas por hectárea, será necesario contar con 45 a 55 metros cuadrados de almácigo.

El trasplante

Se efectúa cuando las plántulas han alcanzado unos 12-15 cm. de altura y tienen 4 a 5 hojas verdaderas.

En el almácigo debe seleccionarse las plantas, eliminando aquellas que están muy pequeñas o presentan daños.

Para el trasplante, en el campo que ha sido previamente preparado con araduras, rastrajes y fertilización, se abren surcos distanciados a 0,70 o 0,80 m.

Antes de la plantación se distribuye agua por los surcos para asentarlos y proporcionar humedad para las plántulas.

Estas deben llevarse al potrero en cajas de madera o canastos, cuidando de que no permanezcan expuestas al sol por mucho tiempo antes de plantarlas.

Las plántulas se entierran a mano en uno de los bordes del surco, en la marca dejada por el agua.

La distancia entre cada planta debe ser de 30 a 40 cm.

Una vez completado el trasplante debe regarse con pequeños volúmenes de agua para lograr un buen contacto de las raíces con el suelo. Estos riegos deben repetirse diariamente hasta que las plántulas se han arraigado bien.

Epocas de trasplante

Al decidir la época del trasplante, debe considerarse que el desarrollo del pan debe ocurrir en un período con temperaturas inferiores a 20°C, para obtenerlos compactos y de buena calidad.

La etapa de formación del pan tiene lugar entre 40 y 60 días después del trasplante para las variedades precoces y entre 70 y 100 días para las más tardías. El clima de la zona será determinante para escoger la época de plantación. Así en las localidades costeras es posible trasplantar en noviembre y diciembre lo que no es recomendable en los valles interiores.

En la zona sur y en algunos lugares de la zona central es posible trasplantar en septiembre y octubre para cosechar en noviembre y diciembre.

En resumen, la época más común de plantación es entre diciembre y marzo, para cosechar entre marzo y julio, dependiendo de la precocidad de los cultivares usados.

En algunas localidades es posible efectuar la plantación entre septiembre y octubre para cosechar entre noviembre y enero.

3.1.2 Siembra directa

En otros países es común el establecimiento del brócoli mediante el sistema de siembra directa. Para que ésta sea exitosa se requiere un suelo muy mullido y nivelado, una sembradora de precisión, un sistema de regadío para mantener una humedad óptima en los primeros cinco o seis centímetros del suelo, durante las primeras tres semanas y un buen herbicida de presiembra o preemergencia del brócoli.

Es decir, hay necesidad de una tecnología avanzada, cuyo uso se justifica en superficies grandes, situación que no se presenta en Chile.

Para la siembra directa se usan 500 a 700 gramos de semilla por hectárea, si la germinación es superior al 80 por ciento.

3.2 Prácticas de manejo agronómico

Son las labores que se realizan en el campo durante el cultivo para proporcionar las condiciones adecuadas para el crecimiento de las plantas, hasta la cosecha.

Estos trabajos son: el control de las malezas, el riego, la fertilización y el control de los insectos y los patógenos.

3.2.1 El control de las malezas

Las malezas compiten con las plantas de brócoli por la luz, nutrientes, agua y espacio. Lo importante es eliminarlas antes de que produzcan su daño, es decir en las primeras cuatro a cinco semanas. Posteriormente el sombreado de las mismas plantas de brócoli, impide el crecimiento de las malezas.

El control de éstas se realiza mediante labores con implementos o bien recurriendo a la aplicación de herbicidas. En el primer caso se puede trabajar con una cultivadora con caballo, entre las hileras y con azadón o rasqueta junto a las plantas.

Esta labor se efectúa entre 20 y 30 días después del trasplante, período en el cual se desarrollan las malezas.

Es importante que este control se realice cuando las malezas están pequeñas, para evitar los daños a las plantas de brócoli.

Es usual que estos controles se hagan en dos oportunidades, dependiendo del enmalezamiento del campo.

El control mediante el uso de herbicidas ha sido demostrado experimentalmente en Chile. Los resultados obtenidos permiten recomendar los siguientes productos:

Herbicida	Dosis de producto comercial por hectárea
a) Presiembra o pretrasplante	
Trifluralina	20,0 lt/há.
b) Post-trasplante	
Banvel	0,15 lt/há.
Devrinol 50 WP	3,0 kg/há.
Hache 1 Super	3,0 lt/há.
Poast	2,0 lt/há.
Galant	0,8 lt/há.
Tordon 25 K	0,1 lt/há.

3.2.2 Riego

La planta de brócoli tiene un crecimiento rápido, que ocurre principalmente en períodos de temperaturas altas, condiciones que favorecen una alta tasa de evapotranspiración. Por lo tanto debe proporcionarse suficiente agua para ayudar al metabolismo activo de esta especie.

Los riegos se efectúan por los surcos que se abrieron antes del trasplante. Después del control de las malezas con implementos, desaparecen los surcos por lo que será necesario volver a trazarlos con un arado surcador o un arado de palo, ambos de tracción animal.

En la etapa del establecimiento del cultivo se debe asegurar suficiente humedad para lograr un arraigamiento definitivo de las plántulas. Inmediatamente después se debe suspender los riegos para estimular un mayor crecimiento de las raíces. Este período de sequía provocada tendrá una duración que depende de las características del suelo y de las condiciones climáticas. Estas sirven, también, para decidir la frecuencia y el tiempo de regadío. Lo importante es mantener un nivel lo más uniforme posible de humedad.

En general, los riegos se efectúan cada siete a diez días en los períodos cálidos, reduciendo esta frecuencia a medida que se avanza en el otoño.

3.2.3 Fertilización

El brócoli extrae del suelo cantidades considerables de algunos nutrientes. En un estudio realizado en Italia se determinaron los siguientes valores:

CUADRO 2
EXTRACCION DE N, P y K POR
PLANTAS DE BROCOLI

Parte de la planta	Peso		N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha
	Fresco ton/ha	Seco ton/ha			
Hojas	72,2	8,8	373	12	335
Tallos	37,1	3,5	110	5	202
Panes	32,3	3,2	57	4	147
Raíces	6,8	1,3	19	2	39
Total	148,4	16,8	559	23	723

Fuente: Jou. Amer. Soc. Hort. Sci. 1979.

La extracción es alta para el nitrógeno y el potasio; sin embargo, una proporción alta de estas cantidades es devuelta al suelo, ya que el material que se retira del campo representa sólo el 22 por ciento del peso fresco total y el 19 por ciento del peso seco, producidos. Por lo tanto, sólo el 10 por ciento del nitrógeno y el 17 por ciento del fósforo y el 20 por ciento del potasio extraídos del suelo por las plantas son llevados fuera del campo.

Es importante considerar que para obtener una buena producción es necesario que las plantas cuenten con un abastecimiento adecuado de los principales nutrientes. Algunas experiencias realizadas en Chile han demostrado la respuesta satisfactoria del brócoli a las aplicaciones de nitrógeno.

En experiencias realizadas en Quillota y Curacaví, se observó una buena respuesta hasta niveles de 100 unidades N/ha (Cuadro 3).

CUADRO 3

PRODUCCION DE BROCOLI CON CUATRO NIVELES DE NITROGENO

Dosis N	Rendimiento Curacaví ton/ha	Quillota ton/ha	Porcentaje para calibres del pan central		
			Extra	Primera	Segunda
Control	9,06	9,08	4,1	24,6	30,1
50 u/ha	9,92	10,99	5,5	31,9	30,5
100 u/ha	11,84	13,02	14,8	46,9	19,7
150 u/ha	11,87	13,32	11,7	45,4	22,1

Fuente: Investigación UC-CORFO, 1983.

Estos experimentos se realizaron en suelos con un contenido inicial de N 26 ppm en Curacaví, y 35 en Quillota. El efecto más notorio fue en el mayor tamaño del pan central, a medida que se aumentó la dosis de nitrógeno.

En base a los antecedentes disponibles se recomienda hacer un análisis del suelo y ajustar la fertilización a los resultados de él. Las aplicaciones de N deben ser de 60 a 100 unidades por hectárea; de 45 a 90 unidades de P_2O_5 /ha y de 50 a 80 unidades de K_2O /ha.

El fósforo y el potasio deben ser incorporados al suelo antes del trasplante.

De preferencia deben ser ubicados en la zona donde estarán las raíces. El nitrógeno debe aplicarse en dos ocasiones: la mitad de la dosis 15 a 20 días después de la primera aplicación. Aplicaciones posteriores pueden favorecer el crecimiento de los panes laterales.

3.2.4 Plagas

Las principales plagas que se han detectado en

los cultivos de brócoli, en Chile, son los áfidos (pulgones), cuncunillas y gusanos cortadores.

— Afidos o pulgones:

Estos insectos pueden colonizar intensamente las plantas de brócoli. El daño es mayor cuando el ataque se produce en las plantas pequeñas.

La especie de áfidos identificada en Chile son *Myzus persicae* y *Brevicoryne brassicae*. El primero es de color verde y el segundo de color ceniza. Para el control de ellos se recurre a la aplicación de insecticidas como:

Insecticida	Dosis para 100 lts. de agua	Dosis/ha producto comercial
Pirimor 50%	50 - 75 gr	200 - 300 gr/ha
Metasystoc (i) EC	75 - 200 cc	0,3 - 0,8 lt/ha
Nuvacrón 405 CW	125 - 250 cc	0,5 - 1,0 lt/ha
Dimecrón	500 - cc	1,0 lt/ha
Azodrin	125 - 250 cc.	0,5 - 1,0 lt/ha
Lannate 90	62 - 125 cc	0,25 - 0,50 lt/ha
Phosdrin 24 LE	125 - 250 gr	0,5 - 0,50 lt/ha

Para las pulverizaciones se debe usar 400 a 600 litros de agua por hectárea, cuando las plantas están grandes y 200 a 300 litros, cuando están pequeñas.

Hay tres cuncunillas principales que atacan la planta de brócoli causando daño en su follaje, ya que devoran las hojas, dejando muchas veces sólo la nervadura.

— Mariposa blanca de las crucíferas

Es la especie *Pieris brassicae*, cuyo adulto tiene alas blancas. La hembra deposita sus huevos amarillos en la cara inferior de las hojas, dejando grupos de 20 a 30 de ellos.

La larva es la que causa el daño. Es un gusano de 4 a 5 cm de longitud, de color verde grisáceo con bandas amarillas y manchas negras.

El control debe ser oportuno mediante la aplicación de insecticidas como:

Insecticida	Dosis para 100 litros de agua	Dosis/ha producto comercial
Tamaron 600	50 - 250 cc	0,2 - 1,0 lt/ha
Azodrin	125 - 250 cc	0,5 - 1,0 lt/ha
Tokuthion 500	375 - 625 cc	1,5 - 2,5 lt/ha
Gusatox (40%)	250 - 375 cc	1,0 - 1,5 lt/ha
Orthene 75	125 - 250 cc	0,5 - 1,0 lt/ha
Nogos 100	50 - 100 cc	200 - 400 cc/ha
Ambush 50	50 cc	200 cc/ha
Baythroid 0 50 EC	125 cc	0,5 lt/ha
Belmark 30 LE	37 - 62 cc	150 - 250 cc/ha
Decis 2,5 EC	50 - 75 cc	200 - 300 cc/ha

— Polillas de las crucíferas

Corresponde a la especie *Plutella xylostella*, cuyo adulto es una polilla pequeña de color grisáceo.

La larva mide 1,5 cm aproximadamente. Su cabeza es negra y el cuerpo verdoso. El control es similar al indicado para la mariposa blanca.

— Gusano medidor del repollo

Es la especie *Trichoplusia nu.* Es una polilla grande de color grisáceo. La larva es un gusano de 2-3 cm, de color verde, que levanta su cuerpo al desplazarse por las hojas.

Su control es similar al de las dos anteriores.

Otros insectos de ocurrencia ocasional son los gusanos cortadores, que se controlan con la aplicación de cebos. Entre estos se puede citar el Volador o bien cebos preparados por el propio productor en base a harinilla, azúcar o leche y con algún insecticida como Dipterox o Sevin.

3.2.5 Enfermedades

En general, en Chile, no se ha observado una incidencia alta de enfermedades, lo que puede deberse a la reducida superficie de este cultivo, aunque las enfermedades principales son comunes al repollo y la coliflor.

— Mildiú

Es una enfermedad causada por el hongo *Pero-*

nospora parasítica. Este patógeno ataca la planta tanto en el almacigo como en el campo.

En las hojas, especialmente en el envés, aparecen unas manchas grisáceas que después se tornan café, causando la muerte de las hojas.

Se disemina muy rápidamente cuando hay temperaturas y humedad ambiental elevadas, por lo tanto, su control debe efectuarse tan pronto aparecen los primeros síntomas.

Para el control se recurre a la aplicación de fungicidas.

- Dithane M-45
- Manzate 200
- Benlate 50
- Dimazin
- Polyran Combi

— Oidio

Es causada por el hongo *Erysiphe cruciferarum*.

Se manifiesta por la presencia del micelio del hongo que aparece como un polvillo o tela blanca sobre las hojas. A medida que avanza la enfermedad se va produciendo la necrosis de los tejidos, apareciendo sectores con manchas de color café.

Para el control se realizan aplicaciones con los fungicidas señalados para mildiú.

— Hernia de las coles

Es una enfermedad causada por el hongo *Plasmodiophora brassicae*, que vive en el suelo.

El daño se manifiesta en las raíces por la aparición de tumores o nódulos que deforman el sistema radicular. Esto afecta los procesos de absorción resultando en un escaso desarrollo de las plantas.

La enfermedad ocurre, en especial, en los suelos con un pH bajo (suelos ácidos), ya que en suelos con un pH sobre 6,5 el hongo no prospera. En Chile, se ha observado esta enfermedad en algunos sectores del sur del país donde hay suelos trumaos y rojos arcillosos con pH bajos.

Como el control no puede efectuarse mediante el uso de fungicidas, se recurre a medidas de tipo agronómico. Se recomienda elegir suelos con un pH

superior a 6,5 y, en caso contrario, efectuar aplicaciones de compuestos calcáreos para elevar el pH.

También es necesario efectuar rotaciones de cuatro a cinco años, sin incluir ninguna crucífera en ese período.

4. COSECHA

La recolección de los panes de brócoli debe efectuarse oportunamente, aprovechando el momento en que alcancen un tamaño adecuado para su comercialización y antes que pierdan su compactibilidad.

El pan central de una planta de brócoli puede alcanzar entre 8 y 25 cm, dependiendo del cultivar y de las condiciones de producción. En la zona central y en el Norte Chico se ha observado, usualmente, panes de 8 a 15 cm de diámetro. En el sur (Valdivia) se han obtenido panes de un tamaño mucho mayor.

Ya se señaló que la aplicación de nitrógeno tiene un efecto importante sobre el tamaño de los panes.

Es necesario considerar que en Chile no hay normas ni estándares para determinar categorías comerciales de este producto. Por lo tanto, en la actualidad se paga el mismo precio por un pan de 12 cm que por uno más grande. Sólo cuando hay diferencias muy grandes es posible obtener un mejor precio. El principal efecto de producir panes más grandes es la posibilidad de ser preferido, sobre otros productores, por parte de los compradores.

En trabajos experimentales realizados en Chile se han obtenido panes de 260 a 400 gramos de peso, con un diámetro de 12 a 16 cm, en La Serena.

Panes de 160 a 280 gramos y un diámetro de 10 a 16 cm en El Palqui (Ovalle).

En Illapel se obtuvo brócolis de 240 a 310 gramos, con un diámetro de 8 a 9 cm.

En Curacaví se ha obtenido brócolis de 180 a 320 gramos y un diámetro de 11 a 15 cm, trabajando con 21 variedades.

En Valdivia, en cultivos de primavera se han obtenido panes de 8 a 14 cm de diámetro, con un peso de más de 200 gramos.

La cosecha se efectúa a mano cortando cada pan central con 8 a 10 cm de tallo. Los panes deben ser compactos y no presentar daños de ningún tipo.

Antecedentes obtenidos en producciones comerciales, en la zona central, muestran que para la cosecha de 1.000 brócolis se requiere media jornada-hombre para cortarlos y una jornada-hombre para acarrearlos, prepararlos y empacarlos. En campos de media hectárea o más el período de cosecha se extiende por 15 a 40 días para recoger los panes centrales y los laterales. Los híbridos tienen mayor uniformidad de producción.

4.1 Rendimientos

Las plantaciones efectuadas a 0,80 m x 0,40 m ó 0,70 m x 0,40 m permiten tener poblaciones totales de 31 mil y 36 mil plantas por hectárea.

Descontando un 10 por ciento de las plantas perdidas por diversas razones, se llega a poblaciones teóricas comerciales de 27.900 y 32.400 plantas por hectárea, respectivamente.

Los antecedentes recogidos de los productores chilenos revelan producciones de 25 a 28 mil panes centrales por hectárea.

En términos de peso los datos obtenidos en el país muestran rendimientos de 8 a 14 toneladas por hectárea, incluyendo los panes centrales y los laterales.

Los estudios realizados en el país han permitido obtener los siguientes resultados:

LOCALIDAD	RENDIMIENTO Ton/ha
La Serena	9 - 14
El Palqui (Ovalle)	9 - 12
Illapel	24 - 30
Curacaví	9 - 13
Quillota	9 - 14
Valdivia	

5. POST COSECHA

Los panes cosechados deben prepararse para la comercialización. Los panes centrales se seleccionan y se les elimina todas las hojuelas que pueden llevar. La selección se basa en la eliminación de los panes pasados en su desarrollo, es decir, aquellos que han empezado a abrirse y en los que ya se observa el amarillamiento de las yemas florales individuales.

Los panes laterales se agrupan y amarran simulando el tamaño de un pan central. El producto así preparado se embala en cajas bananeras, que son cajas de cartón en las cuales llegan los plátanos al país.

En una caja de éstas caben unos 20 panes centrales y así se transportan.

El brócoli es un producto que se deteriora con gran rapidez. Se deshidrata, apareciendo marchito. Pierde su compactibilidad al separarse las yemas individuales y adquiere una coloración amarilla, que desmerece su presentación.

Para mantener su calidad es necesario enfriarlo con la mayor rapidez posible, bajando la temperatura lo más cerca de 0°C. El enfriado puede lograrse en cámaras refrigeradas, agregando hielo, pasando el producto por un hidrocooler.

En otros países se usa el sistema de enfriado al vacío, sistema que no existe en Chile.

En el hidrocooler, con agua a 0°C, se puede bajar la temperatura de 21°C a 2°C en unos 10 minutos.

Debe mantenerse una humedad relativa del 95 por ciento o más para evitar la deshidratación de los brócolis.

También hay un efecto beneficioso si el brócoli se mantiene en un sistema de atmósfera controlada.

En este caso, si la concentración de oxígeno es de 0,5 a 1,5 por ciento y la temperatura de 5°C

se puede mantener en buenas condiciones por tres semanas.

Sin embargo, concentraciones de oxígeno inferiores a 0,25 por ciento, producen daño en este producto, resultando en olores y sabores desagradables al ser cocinado.

El almacenaje con concentraciones de 5 a 10 por ciento de CO₂ y entre 5° y 7° C retrasa el amarillamiento y el endurecimiento del brócoli. También es posible combinar estas concentraciones de CO₂ con una concentración de 1 por ciento de oxígeno.

Si se empaca en bolsas plásticas de 500 gramos, éstas deben tener unas 20 perforaciones de 5 mm cada una, para asegurar una buena ventilación.

6. ANALISIS DE LA SITUACION AGRONOMICA EN CHILE

El brócoli se cultiva en una superficie, que se ha estimado, inferior a 60 hectáreas. Por lo tanto, es un cultivo realizado por un escaso número de productores.

Esta situación general se explica porque este producto tiene un consumo muy reducido, ya que se trata de una hortaliza de incorporación reciente al mercado nacional.

Los antecedentes recogidos en las zonas de producción revelan que hay agricultores que se han informado sobre el cultivo; por lo tanto, su tecnología es satisfactoria. Por otra parte, hay otros productores que se inician en el cultivo y algunos de ellos lo hacen sin conocimientos elementales, cometiendo graves errores. Entre estos destaca el desconocimiento sobre cultivares posibles de usar, distancias y épocas de plantación y fertilización.

En general, puede considerarse que el cultivo del brócoli es simple y que los aspectos esenciales son la realización de un buen almácigo, la obtención de una población adecuada para una alta producción y el desarrollo satisfactorio de las plantas.

Los aspectos agronómicos que debe enfatizarse para obtener éxito en la producción de esta especie son:

- a) Fumigación del suelo de los almácigos. Así se podría reducir la cantidad de semilla requerida, la cual alcanza valores muy altos y obtener plántulas de mejor calidad.
- b) Trasplantar oportunamente para lograr un buen establecimiento de las plántulas.
- c) Trasplantar a las distancias más adecuadas para cada cultivar, recordando que cada planta produce un pan central. Por lo tanto, debe contarse con la población más alta posible para así asegurar un alto rendimiento.
- d) Cuidar que las labores de control de malezas no resulten en pérdidas de plantas de brócoli.
- e) Asegurar un abastecimiento adecuado de nutrientes, especialmente nitrógeno, en base a un análisis del suelo.
- g) Cosechar oportunamente para evitar el deterioro de los panes.
- h) Hacer el mejor manejo de postcosecha posible para mantener una alta calidad del producto.

A futuro será necesario observar con atención el posible desarrollo de algunos problemas de insectos y enfermedades, a niveles más serios que en la actualidad.

ANALISIS ECONOMICO DEL BROCOLI

1. Costos de Producción

En el Cuadro 1 se presentan los costos de producción directos del cultivo del brócoli. Estos costos se especifican en términos de fichas de producción, identificando cada una de las labores (época de realización, jornadas hombre y maquinaria) y de los insumos utilizados en el proceso productivo.

La ficha de producción anteriormente descrita corresponde a una tecnología promedio y ella puede ser modificada y su costo recalculado, al incorporar avances técnicos en la materia. Paralelamente, los ítems de costo de cada labor y/o insumo corresponden a los precios por unidad de recurso o insumo que se cotizó en el mercado durante diciembre de 1985. Estos costos también pueden ser reactualizados ante sus eventuales cambios.

Dado que el nivel de rendimiento que se puede lograr en el brócoli es sumamente variable; se especifican dos alternativas de cosecha: (A) 20.000 panes por hectárea y (B) 30.000 panes por hectárea.

CUADRO 1
COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE BROCOLI
(\$ Diciembre de 1985)

Items de Costos	Epoca	Unidad/Há	\$/Unidad	Costo Total
<i>Labores</i>				
Almácigo	Dic./Ene.	20 JH	370	7.400
Riego Tierras	Ene./Feb.	2 JH	370	740
Aradura	Ene./Feb.	1	3.300	3.300
Rastraje (2)	Feb.	2	1.716	3.432
Fertilización	Feb.	2 JH	370	740
Trasplante	Feb.	20 JH	370	7.400
Riegos (8)	Feb./May.	12 JH	370	4.440
Melgadura	Feb.	1	1.980	1.980
Limpia Surco	Mar.	143 Surcos	50	7.150
Aplicación Pesticidas	Feb./Abr.	10 JH	370	3.700
A. Cosecha 20.000 panes/há				
Cosecha (3 JH/100 cajas)	May./Jun.	30 JH	370	11.100
Flete (20 panes/caja)		1000 Cajas	10	10.000
B. Cosecha 30.000 panes/há				
Cosecha (3 JH/100 cajas)		45 JH	370	16.650
Flete (20 panes/caja)		1500 Cajas	10	15.000
<i>Insumos</i>				
Semilla Híbrida (SG-1)		0,3 Kg.	80.000	24.000
Bromuro de Metilo		5 u.	341	1.705
Plástico 0,1 (100 mts. ó 20 kgs.) (2 usos)		10 Kg.	230	2.300
A. Cajas (6 usos)		166 u.	60	9.960
B. Cajas (6 usos)		250 u.	60	15.000
Insecticida Tokuthion 500 cc.		2 lt.	5.300	10.600
Insecticida Tamarón 800 cc.		1,4 lt.	3.195	4.473
Salitre Potásico (80 U.N.)		533 Kg.	26	13.858
Superfosfato Triple (70 U.P ₂ O ₅)		149 Kg.	40	5.960
A. Cosecha 20.000 panes:				
Subtotal				134.238
5% Imprevistos				6.712
Costo Financiero				6.020
Costo Directo Total				146.970
B. Cosecha 30.000 panes:				
Subtotal				149.828
5% Imprevistos				7.491
Costo Financiero				6.253
Costo Directo Total				163.676

NOTA: El pan de brócoli pesa 0,30 kg y la producción de (A) corresponde a 6 ton/há y la de (B) a 9 ton/há.

rea; el primer caso corresponde a 6 ton/há y el segundo caso a 9 ton/ha (0,30 kg/pan). Estos dos niveles de cosecha afectan los costos de cosecha propiamente tales (jornadas hombre, envases y flete), los cuales se indican en la ficha de costos de cultivo.

Adicionalmente se calculó un costo de 5 por ciento de imprevistos sobre los costos directos.

También se determinó el costo financiero del capital invertido en la producción de esta especie; este fue de un 1 por ciento mensual sobre los desembolsos de dinero realizados durante el lapso siembra-cosecha, es decir, 7 meses.

Finalmente, los costos de producción calculados para los 2 niveles de rendimiento están expresados en pesos de diciembre de 1985. Los costos directos suman \$ 147.000 por hectárea en el caso del rendimiento de 20.000 panes y \$ 164.000 por hectárea en el caso del rendimiento de 30.000 panes. Luego el costo por pan baja de \$ 7,35 a \$ 5,47, o sea, un 25 por ciento, frente al incremento del 50 por ciento estipulado en el rendimiento.

2. Información de Mercado

La comercialización de brócoli se realiza a nivel de mayoristas que abastecen a su vez a supermercados, ferias libres y verdurerías. Además, este producto puede ser adquirido directamente por el consumidor en la Feria Municipal Mapocho, donde la unidad de comercialización es de 100 unidades de panes, equivalente a 5 cajas de 20 panes cada una.

Con respecto a la participación de los mercados mayoristas, el único que realizó transacciones durante 1985 fue el de la Feria Municipal Mapocho y cuyo volumen ascendió a 8 mil unidades a nivel mayorista; en tanto que el mismo mercado vendió directamente al consumidor 30.000 panes durante 1985.

En la comercialización del brócoli en el mercado mayorista anteriormente mencionado, se distinguen las calidades I y II.

En el Cuadro 2 se detallan los volúmenes transados por mes y calidad en la Feria Municipal Mapocho.

Se desprende de este cuadro que el mercado se encuentra abastecido en los meses de junio y agosto, llamando la atención la ausencia de transacciones durante el mes de julio, así como también la similitud de los volúmenes transados por calidad, ya que el total del volumen transado, un 54 por ciento, correspondió a la calidad I y un 46 por ciento a la calidad II.

CUADRO 2

VOLUMENES TRANSADOS POR MES Y CALIDAD DE BROCOLI, EN LA FERIA MUNICIPAL MAPOCHO, 1985

Mes	En unidades de 100 panes		
	Calidad		Total
	I	II	
Junio	2.950	1.370	4.320
Julio	—	—	—
Agosto	1.410	2.366	3.776
Total	4.360	3.736	8.090

3. Precios

En el Cuadro 3 se presentan los precios mensuales obtenidos a nivel mayorista en la Feria Municipal Mapocho, por calidad.

Se aprecia en este cuadro una clara diferencia de precios de brócoli según la calidad. Así, comparando el mes de junio, la calidad I tiene un 66 por ciento mayor precio que la calidad II, cifra que alcanza al 50 por ciento en el mes de agosto.

Además, se observan diferencias de precios entre los distintos meses. Por ejemplo, para la calidad I la diferencia es de 47 por ciento en favor del mes de agosto en relación a junio, y de 62 por ciento para la calidad II comparando los mismos meses.

El precio promedio del pan de brócoli transado a nivel mayorista, ponderado por los volúmenes y calidades comercializados, resultó ser \$ 12 por pan; el promedio para la calidad I fue de \$ 14 por pan y de la calidad II de \$ 9 por pan.

4. Margen Bruto

El margen bruto por hectárea resulta de restar al ingreso bruto por ventas al por mayor los costos directos de producción y de comercialización.

4.1 Ingreso Bruto

Para el cálculo del ingreso bruto por venta de brócoli, se utilizó precios promedio entre los meses que presentaron cotizaciones (junio y agosto), por calidad. Los precios considerados fueron para la calidad I de \$ 14 el pan y de \$ 9 por pan, para la calidad II.

CUADRO 3

PRECIOS PROMEDIO MENSUALES POR CALIDAD DE BROCOLI, EN FERIA MUNICIPAL MAPOCHO, 1985

Mes	Precio por pan	
	Calidad	
	I	II
Junio	11,8	7,1
Julio	—	—
Agosto	17,3	11,5
Promedio		
Ponderado	14,0	9,0

Adicionalmente, en base a los datos obtenidos de volúmenes transados por calidad, se estimó que del total de la producción por hectárea, un 50 por ciento pertenece a la calidad I y un 50 por ciento a la calidad II. Por lo tanto, el precio utilizado para el cálculo del ingreso bruto fue de \$ 11,5 por pan.

Para realizar el análisis de sensibilidad del ingreso bruto, se consideró 2 niveles de rendimiento, a saber:

- (1) Caso rendimiento normal (20.000 panes/há ó 6 ton/há): \$ 230.000/há.
- (2) Caso rendimiento bueno (30.000 panes/há ó 9 ton/há): \$ 345.000/há.

4.2 Costos

Los costos directos de producción se detallan en el Cuadro 1. Ellos ascienden a \$ 146.970 por há en el caso del rendimiento normal (20.000 panes/há) y a \$ 163.672 por há en el caso del rendimiento bueno (30.000 panes/há).

Adicionalmente se debe incluir el costo de comercialización que se estima en un 10 por ciento de comisión del ingreso por ventas. El costo del flete al mercado está incorporado en los costos di-

rectos. El costo de comisión, aplicado a los dos casos estipulados de ingreso bruto, genera los siguientes montos:

- (1) Caso rendimiento normal: \$ 23.000/há
- (2) Caso rendimiento bueno: \$ 34.500/há

Luego, los costos directos y de comercialización del brócoli resultan ser los siguientes:

	por hectárea	por pan
(1) Caso rendimiento normal:	\$ 169.970	\$ 8,5
(2) Caso rendimiento bueno:	\$ 198.172	\$ 6,6

4.3 Margen Bruto

A partir de los ingresos brutos, costos directos y de comercialización se obtienen los siguientes márgenes brutos:

	por hectárea	por pan
(1) Caso rendimiento normal:	\$ 60.030	\$ 3,0
(2) Caso rendimiento bueno:	\$ 146.828	\$ 4,9

Es interesante observar que la proporción margen/ingreso bruto del brócoli es el 25 por ciento en el caso del rendimiento normal, subiendo al 43 por ciento en el caso del rendimiento bueno.

Por otro lado, la utilidad por hectárea que representa el margen bruto es poco atractiva en el caso del rendimiento normal; pasando a ser ella más atractiva en el caso del rendimiento bueno. El nivel de la utilidad por hectárea generada por el brócoli se debe comparar con otras actividades agrícolas competitivas por el mismo suelo, ponderando factores como época de uso del suelo, de la mano de obra, de los recursos financieros, entre otros factores que inciden en la selección de un cultivo.

Es importante tener en cuenta que la producción de brócoli es una actividad bastante nueva en nuestra agricultura, y que su mercado potencial todavía está en un estado exploratorio. Ello constituye una restricción para la expansión ilimitada de su producción, salvo que sea factible abastecer mercados externos.

5. Mercado Externo

5.1. Mercados Potenciales

El potencial de los mercados de exportación para hortalizas todavía está a nivel de estudio exploratorio. La exportación de brócoli no se ha llevado a cabo en términos comerciales ni exploratorio.

Los estudios de mercado indican que el potencial de exportación del brócoli es prácticamente nulo por vía marítima por su corta duración (2 semanas); tampoco es viable utilizar la vía aérea debido a su alto costo de transporte en relación a los precios cotizados en los mercados externos.

En el Cuadro 4 se incluyen los precios cotizados a nivel mayorista para una serie de mercados estudiados en Europa, Japón y Canadá. En el Cuadro 5 se muestra la estacionalidad de precios (meses) detectados para estos mismos mercados.

El potencial de exportación de brócoli se determina a partir del precio del mercado externo, descontando todos los costos pertinentes al proceso de exportación. Estos costos involucran los costos de producción, los costos de exportación hasta el puerto de embarque (FOB), los costos de transporte hasta el mercado de destino y los costos del exportador y/o internación del producto al mercado externo.

Los costos de producción se detallan en el Cuadro 1. Los costos de exportación desde el nivel productor hasta el puerto de embarque se incluyen en el Cuadro 6.

5.2 Precios de Retorno al Productor

En el Cuadro 7 se incluye la estimación del precio de retorno al productor. Para su cálculo se han supuesto varias alternativas de precios externos a nivel mayorista del brócoli, las cuales corresponden a los rangos bajos, medianos, altos y muy altos observados en los mercados externos. Luego se han descontado los costos pertinentes a la exportación desde el nivel productor hasta el mercado externo a nivel mayorista, pasando por el FOB y transporte aéreo; donde la vía marítima no se incluye como alternativa por ser el brócoli un producto de muy corta duración (2 semanas).

Se observa que ninguno de los precios externos supuestos para el análisis logra cubrir los costos de exportación. Ello se debe principalmente a que los precios del brócoli no toleran la exportación vía aérea, como tampoco es un producto que por su corta duración puede ser fletado vía marítima.

Por lo tanto, el brócoli no indica tener potencial de exportación bajo las condiciones de mercado y restricciones postcosechas estipuladas. Donde el margen bruto de la actividad exportadora resulta ser negativo. Esta situación conlleva a que el cultivo del brócoli sólo debe ser enfocado al mercado interno, cuyo margen bruto generado por hectárea es sólo atractivo en el caso de buenos rendimientos (30.000 panes por hectárea).

CUADRO 4

PRECIOS PROMEDIO Y (DESVIACION ESTANDAR)
A NIVEL MAYORISTA EN CADA PAIS.
(1979-83 Europa y Japón; 80-84 Canadá).
US\$ Diciembre, 1985

1 US\$ = \$ 182,4 por kg.	
País	Precio (Desviación Estándar)
Inglaterra	0,55 (0,21)
Francia	0,85 (0,12)
Holanda	1,06 (0,72)
Alemania	1,10 (0,26)
Japón	1,78 (0,56)
Canadá - Montreal	1,16 (0,16)
Canadá - Toronto	1,12 (0,17)

CUADRO 5

ESTACIONALIDAD DE PRECIOS DEL BROCOLI
(Meses con Mayor Precio Estacional)
en cada país

País	Meses
Inglaterra	Abril - Diciembre
Francia	Sin información de precios
Holanda	Noviembre - Junio
Alemania	Sin estacionalidad importante
Japón	Sin estacionalidad importante
Canadá - Montreal	Sin estacionalidad importante
Canadá - Toronto	Sin estacionalidad importante

CUADRO 6

COSTOS DE EXPORTACION A FOB PARA BROCOLI
(US\$ Diciembre de 1985)

Items	US\$/Caja (5 kg)
Transporte de campo a planta de embalaje	0,15
Envases y materiales	0,93
Proceso de selección y embalaje	0,86
Paletización	0,10
Mantenimiento en almacenaje refrigerado	0,20
Estiba de camión y transporte a aeropuerto	0,12
Estiba y desestiba en el lugar de despacho	0,10
Revisiones	0,04
TOTAL	2,50

CUADRO 7

MERCADO EXTERNO:
PRECIO RETORNO AL PRODUCTOR DE BROCOLI
VIA AREA

Nivel de Precio	Precio Externo Mayorista	Costo Exportación	Retorno Productor
	(En US\$ por kg a \$ 182,4/US\$)		
Bajo	0,60	1,95	(1,35)
Mediano	1,00	1,98	(0,98)
Alto	1,40	2,01	(0,61)
Muy Alto	1,80	2,04	(0,24)

a/ Costos exportación incluyen: (1) FOB, excluyendo costo producción \$ 0,50/kg; (2) Comisión exportador 8 por ciento precio externo; (3) Vía aérea \$ 1,40/kg.

la zanahoria

(Daucus carota)

INTRODUCCION

La zanahoria (*Daucus carota*) es una planta perteneciente a la familia de las umbelíferas y que se cultiva para aprovechar su raíz.

Esta se ha adaptado convirtiéndose en un órgano donde se acumulan diversos compuestos de reserva, en especial azúcares como la sacarosa y vitamina A, en un pigmento que le da el característico color naranja.

En Chile, es una hortaliza de uso habitual en la dieta de la población, lo que hace que exista una demanda sostenida por ella. Para abastecer las necesidades de los mercados nacionales se produce todo el año, aprovechando las zonas diferentes del país. De esta manera es posible encontrar siempre zanahoria fresca, lo que explica la carencia de desarrollo de otras formas de consumo, como la conservería y la zanahoria congelada. Sólo en pequeña escala se procesa para la obtención de pickles.

Se ha estimado que en Chile se cultivan unas 1.500 hectáreas, anualmente, con esta especie, concentrándose su producción en zonas como los alrededores de Santiago (800 hectáreas) en las comunas de Colina, Lampa, Quilicura, Radahuel y Limache (200 hectáreas), en La Serena - Ovalle (200 hectáreas) y superficies menores (entre 50 y 100 hectáreas) en las Regiones I, VI y VII.

En el género *Daucus* se ha descrito cerca de 60 especies, muchas de las cuales son plantas silvestres.

En la antigüedad, la zanahoria fue utilizada como una planta medicinal. Al parecer, una de las pri-

meras zanahorias comestibles fue doméstica en Afganistán y tenía raíces de color púrpura o violeta, por la presencia de un pigmento llamado antocianina.

Esta se cultivó en Europa hasta el siglo XVI.

Después hubo producciones de zanahorias amarillas y los cultivares con raíces de color naranja fueron desarrollados en Holanda, a partir del siglo XVII. Este color se debe a la presencia de los carotenoides, pigmentos vegetales que son productos antecesores de la vitamina A.

1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

Es una planta bianual de la familia de las umbelíferas, porque sus numerosas flores se agrupan en una estructura llamada la umbela. Por esta característica está relacionada con otras hortalizas, como el apio y el perejil.

1.1 La semilla

Es una de las más pequeñas entre las especies hortícolas, ya que tiene una forma aplanada en un lado y algo convexa en el opuesto.

Su color es café claro y en la superficie del lado convexo presenta estrías longitudinales, algunas de las cuales tienen pequeñas espinas.

Botánicamente, la semilla de la zanahoria es la mitad de un fruto seco y recibe el nombre técnico de un mericarpio. Para la germinación esta semilla tiene un requerimiento mínimo de 4,5°C, siendo

su rango óptimo entre 7° y 29° C. La temperatura óptima es de 27° C y la máxima es de 35° C.

Se ha observado que con temperaturas de 20° C a 35° C la emergencia ocurrió entre 6 a 8 días. Pero a 10° C demoró 17 días y a 15° C demoró 10 días.

1.2 La planta

La raíz es la parte comestible de esta planta. La raíz principal es carnosa y está constituida por una capa gruesa que corresponde a la corteza o floema. En el interior se ubica otra zona que es el corazón o xilema. En general, la corteza presenta un color más intenso, en cambio el corazón puede tener hasta una coloración amarillenta o cremosa.

Una buena zanahoria es aquella que presenta una zona interior lo más pequeña posible y que tenga un color uniforme entre ambos sectores de la raíz.

De la raíz principal se ramifican las raíces secundarias, que son delgadas, fibrosas y cumplen las funciones de absorción del agua y de los nutrientes que aporta el suelo.

En el extremo inferior de la raíz principal nace una raíz pivotante que puede profundizar hasta un máximo de dos a tres metros; sin embargo en la mayoría de los casos las raíces se concentran en los primeros 60 centímetros de suelo.

El tallo consiste en una estructura con forma de disco que se ubica en la parte superior de la raíz principal. De él nacen las hojas.

Normalmente, en la segunda temporada de vida de la planta el tallo se elonga, formando ramas que alcanzan una longitud de 0,60 a 2 metros. En los extremos de ellas se forman las flores. Los tallos tienen nudos gruesos e internudos huecos.

Las hojas se desarrollan, al principio, formando una roseta. Son pinadas, compuestas y tienen un pecíolo largo que se expande en la base formando una especie de vaina. Las hojas de la parte superior de los tallos elongados son más pequeñas y menos lobuladas en sus bordes.

Las flores se agrupan en una inflorescencia llamada la umbela, que está rodeada por varias brácteas profundamente lobuladas. En esta inflorescencia se distingue una umbela primaria y luego un

conjunto formado por umbelas secundarias, terciarias y cuaternarias.

La primera es la de mayor tamaño, alcanzando entre 12 y 15 centímetros de diámetro. Las umbelas tienen la forma de un disco casi plano, pero se pone ligeramente convexo al madurar las semillas.

Las flores forman una masa compacta en cada umbela. Son pequeñas y generalmente tienen ambos sexos.

Cada flor tiene cinco pétalos y cinco estambres. El ovario está formado por dos lóculos, cada uno de los cuales encierra un solo óvulo. Sobre éste hay un disco que produce néctar.

Se han detectado plantas cuyas flores son macho estériles; es decir, no producen polen, por lo tanto, para formar su semilla requieren recibir polen de otras plantas. Este mecanismo ha sido utilizado para desarrollar los híbridos F1 que actualmente se encuentran disponibles para la producción comercial.

La macho esterilidad es controlada por genes y por factores citoplasmáticos. Otras características de interés que tienen un control genético bien definido son el color de la raíz, el contenido de los carotenoides, el contenido de azúcar y materia seca y la tendencia a partirse de las zanahorias.

El conocimiento de estos antecedentes ha permitido acelerar los trabajos de obtención de cultivares mejorados.

1.3 Cultivares

Los cultivares de zanahoria se clasifican, principalmente, en base a la longitud y la forma de sus raíces. Considerando estas características se distinguen cuatro tipos más comunes:

1. Chantenay
2. Nantes
3. Danvers
4. Imperator o Emperador

Otro tipo menos conocido es el de zanahorias con forma de corazón casi esféricas. Otra clasificación distingue raíces de longitud corta, media y larga.

En las de longitud media se incluyen los tipos Chantenay, Danvers y Nantes. Las largas corresponden al tipo Imperator, y las cortas son de escasa importancia, nombrándose cultivares como Mercado de París y Holandesa.

Las características de los tipos señalados se describen a continuación:

Chantenay

Es una zanahoria ligeramente cónica cuyo extremo inferior es redondeado. Su longitud media es de 11 a 15 cm y su diámetro de 3 a 5 cm.

En general presenta un color intenso y uniforme, tanto en la corteza como en el centro de la zanahoria.

En Chile es prácticamente el único cultivar usado.

Nantes

Es una zanahoria de forma casi cilíndrica y su extremo inferior redondeado. Es más delgada que la zanahoria Chantenay. Su longitud es de 11 a 15 cm y su diámetro varía entre 2,5 y 4 cm. Se destaca por su buena textura y sabor, pero las raíces son más frágiles que los otros tipos. Su color es intenso en la corteza. Varios cultivares de este tipo tienen tendencia a presentar hombros verdes y la parte central de la zanahoria de color amarillo.

Se utiliza para el consumo fresco y para la industrialización (congelada, cortada en discos).

Es el tipo más cultivado en Francia.

Imperator o Emperador

Este tipo, tal vez, se derivó de un cruzamiento entre Nantes y Chantenay. Las zanahorias son largas, delgada y cónicas, terminando en un extremo bastante aguzado. Miden entre 15 y 18 cm de longitud y 2,5 a 4 cm de diámetro. En general, la corteza es de color más intenso que la parte central de la zanahoria.

Se destina al consumo fresco.

Un cultivar común de este tipo es Long Imperator 58.

En la actualidad se dispone de varios cultivares que se han derivado de la Chantenay original.

Las empresas de semilla y centros de investiga-

ción de diversos países han realizado selecciones genéticas para mejorar algunos aspectos de esta zanahoria.

Entre los cultivares del tipo Chantenay más conocidos cabe mencionar: Red Cored Chantenay, Royal Chantenay, Chantenay Long Type y Chantcler.

En Chile, en los últimos años, se ha entregado a los productores una selección realizada en el país que se conoce como Chantenay Platina.

En los Estados Unidos se destina principalmente a la industrialización y en forma secundaria al consumo en fresco. En Europa es menos usada.

Danvers

Es una zanahoria más delgada que la Chantenay de forma cónica que termina en un extremo aguzado.

Mide 12 a 15 cm de longitud y 2,5 a 4 cm de diámetro.

En general, presenta buen color en la corteza, pero una coloración más tenue en la parte central.

Uno de los cultivares más conocido es Danvers 126.

Se destina tanto al consumo en fresco como a la industrialización. En Chile hay alguna producción dedicada al congelado.

Otros cultivares

En otros países se usan otros cultivares para ciertos fines. Por ejemplo, para la conservería se recurre a los cultivares Amsterdam y Amsterdam a Forcer, que producen zanahorias delgadas y de menos de 10 cm de longitud, por lo que se pueden procesar enteras.

Los híbridos de zanahorias

En los últimos años se han desarrollado híbridos de esta especie, los que destacan por la gran uniformidad de sus raíces y por el buen color de ellas. Sin embargo, el precio de la semilla es muy alto, lo que hace difícil su incorporación a la producción comercial chilena, en la actualidad.

Algunos de los híbridos franceses son:

Tancar, Nandor y Tiana, de la empresa Chause.

El híbrido Revo es de la empresa Vilmorin.

Evaluación de cultivares en Chile

En experiencias realizadas por la CORFO y la Universidad Católica de Chile, se han evaluado alrededor de 50 cultivares extranjeros; sin embargo, no se ha obtenido resultados destacados, excepto con el híbrido SG-591 que mostró una gran uniformidad de sus raíces y el mejor color de todas las variedades evaluadas.

Pero este híbrido tiene una semilla de muy alto

costo, lo que hace imposible su incorporación a la producción en Chile, en las actuales condiciones. Incluso la semilla de este híbrido se vende por semilla en Europa.

En estos trabajos fue posible identificar siete variedades que tuvieron un buen comportamiento, aunque no mostraron una gran diferencia con la zanahoria Chantenay cultivada en el país, excepto el ya nombrado híbrido SG-591, de la empresa Sluis and Groot de Holanda.

Las características más importantes de estos cultivares se presentan en el cuadro siguiente.

Comportamiento de los cultivares promisorios de zanahorias

Variedad	Tipo de raíz	Días a cosecha	Longitud raíces cm	Diámetro promedio raíces cm	Peso promedio por raíz gr	Intensidad color interno de raíz	Raíces comerciales de buena calidad o/o
Tahoe	Chantenay	150	13 - 19	3,8 - 4,6	78 - 84	intenso	63
Rothild	Chantenay	150	13 - 18	3,3 - 4,5	61 - 96	intenso	67
SG-591	Chantenay	150	15 - 16	3,6	68 - 100	medio	80
Karaf	Nantes	150	16 - 17	3,3 - 4,5	74 - 82	medio	81
Winter Perfection	Nantes	150	13 - 15	3 - 4	53 - 64	intenso	82
Top Weight Raiser	Nantes	150	15 - 18	3 - 5	57 - 84	claro	72
Sierra	Imperator	150	21 - 22	3 - 4	84 - 87	intenso	60

Otros cultivares que han sido probados pero que no tuvieron un resultado claramente superior a la zanahoria Chantenay son:

Scarlet	Tip Top
Woodland	New kuroda
Fanci Pak	Carentan
Gold King	De Flakke
Bonanza	Amsterdam
Dandy	XP - 653
Berlicum	Kuroda Nova
Amsterdam Finger	T - Medium
Urgelda	T - Summer
SG - 762	T - Spring

Además, de varias Chantenay y Nantes.

1.4 Usos y valor nutritivo de la zanahoria

La zanahoria se produce en Chile para destinarla

principalmente al consumo fresco, es decir, a su utilización sin ningún procesamiento previo.

Pero hay algunas alternativas de industrialización las que en otros países son bastante importantes. Una de las más comunes es el congelado, para lo cual se corta la zanahoria en cubos pequeños o en discos delgados. Se expande sola o mezclada con otros productos (arveja, poroto verde).

Otro tipo de procesamiento consiste en la conservación. En este caso se enlatan trozos grandes de zanahorias o bien se recurre a variedades especiales que producen zanahorias pequeñas que se enlatan enteras. También es usada como materia prima para la obtención de jugo, un producto muy apetecido en algunos mercados. En la preparación de pickles se incluyen zanahorias enteras o partidas longitudinalmente.

Finalmente, la zanahoria se puede utilizar para mejorar el color de algunas salsas de tomate y para extraer caroteno.

Las zanahorias se usan además en la alimentación de los caballos de carreras, lo que representa una demanda importante.

El aporte nutricional es principalmente en vitamina A y azúcares.

Contenido de los principales nutrientes en la zanahoria cruda y cocida

Nutriente	Cruda	Contenido/100 gr de zanahoria cocida
Agua	88 %	91 %
Energía	42 calorías	31 calorías
Proteína	1,1 gr	0,9 gr
Grasa	0,2 gr	0,2 gr
Carbohidratos	0,7 gr	7,1 gr
Fibra	1,0 gr	1,0 gr
Calcio	37,0 mg	33,0 mg
Fósforo	36,0 mg	31,0 mg
Hierro	0,7 mg	0,6 mg
Sodio	47,0 mg	33,0 mg
Potasio	341,0 mg	222,0 mg
Vitamina A	11.000 UI *	10.500 UI *
Tiamina	0,06 mg	0,05 mg
Riboflavina	0,05 mg	0,05 mg
Niacina	0,6 mg	0,5 mg
Acido ascórbico	8,0 mg	6,0 mg

* Unidades Internacionales.

Fuentes: United Fresh Fruit and Vegetable Assoc, y Universidad de Chile, 1973.

1.5 La calidad de la zanahoria

La calidad de este producto está determinada por varios factores: el color, el sabor, el contenido de materia seca, el contenido de fibra, el tamaño, la forma y la textura externa.

El color depende del contenido y la distribución del pigmento caroteno en la zanahoria. Este compuesto es sintetizado en la misma raíz y aunque el follaje también lo tiene no hay traslado de él hacia la raíz.

Mientras mayor sea la cantidad de follaje y ha-

ya mayor actividad fotosintética en las hojas mayor será el contenido de caroteno en la raíz.

La temperatura tiene considerable efecto sobre la formación del caroteno, siendo el rango más adecuado entre 15° y 21°C, para el crecimiento de las plantas. Y se obtiene mejor color si la temperatura promedio durante las últimas tres semanas antes de la cosecha es de 10 ó 16°C; en cambio, el color es pobre si esta temperatura es superior a 22°C.

El caroteno se acumula rápidamente durante los primeros 100 días y después lo hace más lentamente.

También hay diferencias varietales, y se ha observado que el tipo Chantenay tiene más color que el tipo Nantes.

La fertilización no parece afectar el contenido de caroteno, excepto en condiciones de una deficiencia de algún nutriente. Tampoco el pH del suelo tiene efecto.

Las zanahorias obtenidas en suelos con más humedad tienen menos color.

El sabor está determinado, principalmente, por el contenido de azúcares. A medida que la zanahoria madura hay más sucrosa que glucosa y la primera es un 25 por ciento más dulce.

Al aumentar el nitrógeno en el suelo aumenta la cantidad de glucosa y disminuye la sucrosa.

El contenido de materia seca es de interés en la conservación y en la deshidratación de la zanahoria. Está positivamente correlacionado con el contenido de sólidos solubles y azúcar.

El contenido de fibra aumenta hasta 60 días y después permanece constante hasta los 170 días.

El tamaño de las zanahorias depende de la variedad, de la época del cultivo y de las condiciones en que efectúe éste.

La forma está determinada principalmente por las características genéticas del cultivar y por las temperaturas durante el desarrollo del cultivo, como se explicó antes. En general, las raíces tienden a ser más largas a temperaturas más altas (20-26°C)

y más cortas con temperaturas inferiores (16°C o menos). También una excesiva cantidad de plantas puede afectar el tamaño y la forma de la zanahoria.

La presencia de partiduras en las zanahorias puede deberse a un exceso de nitrógeno y a una distancia excesiva entre las plantas. Esta parece ser la condición que tiene la mayor influencia en este defecto.

Así, se comparó una distancia de 2-3 cm entre las zanahorias, en que se obtuvo sólo un 5,2 de raíces con partiduras y un espaciamiento de 30 cm en que hubo un 25 por ciento de raíces con partiduras.

Otro defecto que puede ocurrir es la aparición de zanahorias dobles. Esto resulta cuando la raíz principal sufre algún daño, que puede ser causado por el amoníaco de un guano fresco, por fertilización amoniacales, como la úrea, o por daño mecánico del suelo.

La ocurrencia de una coloración verde o púrpura en la parte superior de la zanahoria, defecto que se llama "hombro verde", se debe a la exposición de las raíces a la luz, en las últimas etapas del cultivo.

Para evitar esto se efectúa una aporca para cubrir con tierra las raíces.

Muchas veces se observa, en los campos de producción, la presencia de plantas que han florecido. Tales plantas no producen una zanahoria aprovechable.

La floración prematura es causada por la exposición de las plantas a temperaturas inferiores a 10°C .

En la actualidad, los cultivares mejorados de Chantenay han sido seleccionados para que sean más resistentes a la floración prematura. También un espaciamiento excesivo entre las plantas favorece este fenómeno.

2. ADAPTACION AL MEDIO AMBIENTE

2.1 Clima:

La zanahoria se considera una hortaliza que se adapta mejor a las condiciones de un clima fresco o estación fría. Las raíces no son dañadas por he-

ladas suaves (0° a 2°C bajo cero), pero el follaje puede ser afectado por estas condiciones.

La temperatura es un factor climático que ejerce considerable influencia sobre el comportamiento de esta planta. En efecto, se considera que su desarrollo óptimo ocurre entre los 15°C y 21°C , rango de temperatura que también favorece la obtención de zanahorias de mejor calidad.

Las temperaturas muy altas (más de 25°C) o muy bajas (menos de 12°C) afectan diversos aspectos, como la forma de las raíces, el color, el contenido de caroteno y la consistencia de los tejidos.

Si la temperatura del ambiente permanece bajo los 12°C las raíces tienden a ser más delgadas y largas. En cambio aparecen más cortas y gruesas con temperaturas superiores a los 22°C . La forma típica de la raíz de cada variedad se manifiesta mejor entre los 15° y 21°C .

Las temperaturas de 7°C en la noche y de 18°C , promedio durante el día también favorecen el desarrollo de raíces delgadas y alargadas que las temperaturas estables alrededor de los 18°C .

Las temperaturas bajas (inferiores a 8°C) en la última etapa de desarrollo de la raíz provocan la producción de zanahorias con un color interno menos intenso. Las temperaturas altas (sobre 22°C) en esa misma etapa retrasan el crecimiento de la raíz, reducen el rendimiento, causan una mayor fibrosidad de la zanahoria y disminuyen la intensidad de su color.

Las temperaturas externas también impide la formación de un extremo inferior redondeado en los cultivares Chantenay y Nantes.

La zanahoria se hiela con temperaturas inferiores a 7°C bajo cero.

La humedad relativa puede ser importante cuando se cosechan las raíces en períodos calurosos, debido a que es posible que sufran una deshidratación rápida, lo que disminuye su calidad y vida útil. La humedad excesiva y permanente en el suelo afecta negativamente el color de las raíces.

Un fotoperíodo o largo del día de unas 14 horas es

el que más favorece la obtención de raíces con buen color.

2.2 Suelos

La zanahoria se puede cultivar en una gama amplia de suelos, pero los más apropiados son los suelos profundos, con buen drenaje, franco-arenoso y los suelos con un alto contenido de materia orgánica (sobre el 10 por ciento). En los suelos que se compactan con rapidez hay problemas para la emergencia de las plántulas, después de la siembra. También pueden impedir un buen crecimiento de la raíz, en las últimas etapas, resultando en zanahorias deformadas.

En los suelos más livianos (más arenosos) se obtienen raíces más lisas, apropiadas para el consumo fresco. En cambio, las zanahorias para la industria pueden ser producidas, también, en los suelos más arcillosos, porque la forma y la textura externa de la raíz no tienen mayor importancia y estos últimos suelos son más fértiles, lo que permiten la obtención de rendimientos muy altos.

El suelo debe tener una profundidad de 80 cm o más y debe estar libre de piedras y nemátodos.

El pH óptimo debe ser de 6,5 a 7,8; sin embargo, aún se obtienen buenas producciones con pH de 8 a 8,2. No hay evidencia que el pH del suelo afecte el color de las raíces. Con pH 5 o inferiores no es posible obtener raíces adecuadas para el mercado.

La cantidad de oxígeno en el suelo puede afectar el color de las zanahorias.

Con niveles inferiores al 6 por ciento hay menos color que entre 6 y 9,5 por ciento. Sobre este valor alto no hubo modificaciones.

2.3 Rotación

Es importante no repetir el cultivo de la zanahoria en el mismo terreno antes de tres años, para evitar el aumento de algunos problemas sanitarios causados por hongos y nemátodos.

Durante ese período tampoco debe incluirse apio ni perejil, que son especies relacionadas con la zanahoria.

3. EL CULTIVO

La producción de la zanahoria, en Chile, se realiza en superficies pequeñas, siendo común que un mismo productor tenga varios lotes sembrados en distintas fechas para así disponer de producto en forma continua a través del año.

3.1 Inicio o establecimiento del cultivo

El cultivo de la zanahoria debe iniciarse mediante la siembra directa. No es posible efectuar trasplante, porque se daña la raíz principal y no se obtiene una zanahoria aprovechable.

La preparación del suelo debe ser cuidadosa, porque la semilla es pequeña y no puede sembrarse muy profundo. Además la plántula, al emerger, es muy débil, por lo tanto, no debe haber terrones que dificulten su salida.

En Chile, lo común es que se efectúe una siembra al voleo usando una gran cantidad de semilla. Para ello se prepara el terreno con aradura y rastraje y luego se distribuye la semilla a mano sobre la superficie. Inmediatamente después se pasa una rastro de ramas para enterrar la semilla, superficialmente.

Con este procedimiento se usan 6 a 8 kg de semilla por hectárea. En tales condiciones se estima que se obtiene un 60 por ciento de emergencia.

Otro sistema consiste en trazar surcos a 60 ó 70 cm, dejando un camellón alto que se rebaja y aplana pasando un rastrón. Así se confecciona una especie de mesa entre los surcos. Sobre ella se siembra al voleo, en la forma descrita antes. Otra alternativa es la siembra con máquina. Se puede usar varias unidades tipo Planet, Jr. u otras en una barra portaherramientas conectada al sistema de tres puntos del tractor. También pueden agregarse algunos arados surcadores para trazar los surcos, simultáneamente.

El ancho de la mesa depende de la capacidad de infiltración lateral que tenga el suelo para poder regar todas las hileras. Como norma general deben hacerse las mesas lo más anchas posibles para aprovechar mejor el terreno, pero debe haber seguridad que el agua conducida por los surcos se infiltrará hasta el centro de la mesa.

El ancho de las mesas varía entre 0,40 y 1 metro.

Los suelos arcillosos tienen mejor infiltración lateral que los arenosos y que algunos suelos limosos.

El número de hileras por mesa depende del ancho de ésta y de las posibilidades de ajustar la separación entre las unidades sembradoras. Se recomienda una distancia de 25 a 30 cm, entre las hileras. La semilla es distribuida a chorro continuo en cada hilera. En algunas sembradoras se adiciona una placa en la zapata sembradora para que la semilla quede más espaciada, en una banda ancha (2-3 cm) en lugar de una hilera.

Si se recurre a la siembra mecanizada se usan 4 a 5 kg de semilla por hectárea. La eficiencia de esta operación mejora ostensiblemente al usar semilla que ha sido calibrada.

En toda siembra la semilla debe ser tratada con un fungicida como Thiram, para protegerla de los hongos del suelo.

En las zonas del Norte Chico y en la zona central de Chile, la zanahoria puede sembrarse durante todo el año. Se señalan, no obstante, tres épocas de siembra bien definidas:

1. Siembra en el verano: se realiza en los meses de enero y febrero, para obtener la cosecha en junio y julio. Un problema de esta época es que la siembra se efectúa en los meses más calurosos, cuando es difícil mantener una buena humedad en los primeros centímetros del suelo para lograr una germinación y emergencia adecuadas. Incluso, las plántulas, que son débiles y finas, pueden ser quemadas por el sol intenso.

Durante la etapa de germinación y emergencia los riegos deben ser frecuentes y cuidadosos hasta lograr un establecimiento satisfactorio de las plantas.

Las siembras del verano permiten obtener zanahorias de buena calidad en el otoño e invierno.

2. Siembra en el otoño: se realiza en abril y mayo. El establecimiento del cultivo es más fácil por las temperaturas moderadas y por las lluvias, que ayudan a mantener una buena humedad en el suelo. Sin embargo, en general, los rendimientos

son inferiores a los de otras épocas y la calidad es afectada, ya que las raíces son más pequeñas y de color menos intenso.

Además hay un cierto porcentaje de las plantas, y que se estima en un 10 por ciento, que experimentan la floración prematura, por lo que no obtienen raíces comerciales.

Las cosechas de esta época se efectúan en septiembre, octubre y noviembre.

3. Siembra en la primavera: se realiza desde septiembre a diciembre. La siembra se ve favorecida por las condiciones climáticas de la primavera. En la cosecha se obtienen rendimientos altos y buena calidad; sin embargo, existe el riesgo de pérdidas por exceso de calor en las últimas etapas del cultivo.

En éstas debe cuidarse, especialmente, el riego. Los productores riegan en la madrugada o de noche para evitar las pudriciones de las raíces.

Las cosechas tienen lugar en marzo y abril.

3.2 Prácticas de manejo agronómico

Los antecedentes recogidos en las principales zonas de producción de la zanahoria revelan que la mayoría de los productores aplican técnicas deficientes, debido principalmente a las limitadas expectativas de precio para su producto, por lo tanto, no están dispuestos a gastar más allá de lo mínimo necesario para desarrollar el cultivo.

3.2.1 Control de las malezas

La presencia de malezas será variable, dependiendo de las condiciones y del historial agronómico del suelo y de la época de cultivo.

Puesto que el cultivo de la zanahoria se realiza con una alta densidad de plantas y escaso distanciamiento entre ellas no se puede recurrir a labores mecanizadas para controlar las malezas. Por esta razón se usan los herbicidas para combatirlas, efectuando algunas labores manuales para eliminar las malezas en las etapas más avanzadas del cultivo.

Los herbicidas recomendados para la zanahoria son:

Herbicidas	Dosis de producto comercial por hectárea	
Lorox	2 – 3 kg/ha	Postemergencia
Afalon	1,5 – 2,5 kg/ha	Postemergencia
Gesagard	0,5 – 1,0 kg/ha	Postemergencia
Sencor	1 kg/ha	Pre o postemergencia

El Lorox y el Afalon tienen el mismo ingrediente (linuron). Se aplican a las plantas de zanahoria que tiene como mínimo 12 a 15 cm de altura. Su efecto será más eficiente si las malezas se encuentran en su primera etapa de desarrollo, si el suelo tiene buena humedad en la superficie y si la temperatura ambiental es de 25°C o más.

El Gesagard se aplica cuando las plantas de zanahorias tienen 3 a 4 hojas verdaderas. Este herbicida controla algunas malezas especiales, como la flor de la culebra que abunda en la zona de Colina. Para ampliar el espectro de control se recomienda usar una mezcla de Afalon o Lorox (1 kg/ha) y Gesagard (0,5 kg/ha).

El Sencor se aplica de pre-emergencia o bien cuando la zanahoria tenga un mínimo de 2-3 hojas.

Las labores manuales se efectúan al realizar el raleo en las siembras al voleo y durante etapas más avanzadas del cultivo, si la infestación con malezas es alta, como para justificar su control. Entre las mesas, es decir, en los surcos, se pasa un arado u otro implemento de tracción animal para eliminar las malezas.

Antes se acostumbraba utilizar algunos productos derivados del petróleo para controlar las malezas en los cultivos de la zanahoria. En Estados Unidos se ha usado el solvente de Stoddard, aplicado cuando las plantas de zanahorias tienen entre dos y cuatro hojas verdaderas y la raíz no mide más de 0,6 cm de diámetro. El precio elevado de estos productos en los últimos años, ha favorecido el uso de otros herbicidas.

3.2.2 Riego

En Chile no se dispone de antecedentes experimentales sobre este importante aspecto del cultivo, por lo tanto los productores se basan en sus propias observaciones y experiencias para realizar los riegos.

Como principio general es necesario enfatizar que en todo momento debe mantener una disponibilidad abundante y pareja de agua, evitando las fluctuaciones extremas en el grado de humedad, ya que ello resulta en raíces partidas o deformadas.

Por otra parte los excesos de agua son causa de la obtención de raíces descoloridas y de la mayor incidencia de enfermedades que producen pudriciones.

Los riegos se efectúan por los surcos entre las mesas evitando siempre que el agua llegue directamente a las plantas. La frecuencia y el tiempo de mantención del agua en los surcos depende de las condiciones climáticas, el tipo de suelo y el tamaño de las plantas.

Además de proporcionar agua, los riegos pueden ser usados para reducir los riesgos de daños causados por las heladas fuertes y para evitar las quemaduras de las plantas nuevas en las siembras de verano, cuando la temperatura del aire supera los 30°C.

En estos casos se mantiene húmeda la superficie del suelo.

Los cultivos que sufren escasez de agua producen zanahorias pequeñas, duras, fibrosas y ásperas.

Para detectar la condición de humedad del suelo deben obtenerse muestras de suelo hasta una profundidad de 60 cm periódicamente.

En los cultivos que se desarrollan principalmente en la primavera y el verano es necesario prevenir el daño causado por la temperatura alta del agua. Por ello se acostumbra a regar de noche o en la madrugada, así se evitan las pudriciones de raíces.

3.2.3 Fertilización

La planta de zanahoria requiere cantidades considerables de nutrientes y es un eficiente extractor de ellos.

Diversos estudios (INVUFLEC, 1978) han establecido diversas cantidades de los principales elementos que son absorbidos por la zanahoria, en relación al rendimiento obtenido.

Rendimiento de raíces	Cantidades de Nutrientes Extraídos			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O kg/ha	MgO
30 - 34	37 - 102	22 - 40	72 - 150	
40 - 45	102 - 125	31 - 71	94 - 270	12,3
50 - 59	70 - 120	42 - 70	277 - 298	6 - 21

Fuente: INVUFLEC, 1978.

El follaje también acumula estos nutrientes y se han determinado valores de 7 a 27 toneladas/ha de este material vegetal, siendo más comunes los valores de 12 a 15 toneladas por hectárea. Para ellas se han estimado cantidades de extracción de 25 a 70 kg de N/ha; 8 a 23 kg de P₂O₅/ha; 33 a 224 kg de K₂O/ha y 8 a 17 kg de MgO/ha.

Otros estudios han demostrado que se observa un aumento de los rendimientos hasta niveles de 100 a 110 unidades de N/ha. Con cantidades mayores no hay respuesta en el rendimiento y, por el contrario, disminuye el contenido de caroteno y azúcares de las raíces.

Dosis de nitrógeno sobre las 100 unidades pueden provocar la acumulación de nitratos en las raíces y esto resultar peligroso, especialmente para los menores de edad.

La deficiencia de nitrógeno se manifiesta por un crecimiento reducido del follaje, hojas amarillas que después toman una coloración rojiza y que mueren rápidamente.

La fertilización con dosis elevadas de nitrógeno debe efectuarse en varias parcialidades, aplicando parte a la siembra y luego en dos oportunidades más que puede ser a los 40 y 60 días después de la siembra.

No es recomendable aplicar el nitrógeno en las últimas etapas del crecimiento de las raíces, para evitar la ocurrencia de partiduras en éstas.

Como fertilizante nitrogenado se debe preferir a los salitres, ya que los amoniacales en dosis altas pueden causar deformaciones de las zanahorias. Igual daño ocurre cuando se aplica guano fresco.

Los antecedentes recogidos entre los productores

chilenos revelan que el nitrógeno no se aplica o se hace en dosis bajas, de 16-25 kg/ha. Esto se explica por la falta de convencimiento del efecto beneficioso de este elemento, como por razones económicas, ya que se evita incurrir en gastos ante la incertidumbre de venta y de precios de este producto.

Los estudios con el fósforo han revelado que el rendimiento sigue aumentando con dosis de hasta 800 kg de P₂O₅/ha sin que se produzcan efectos nocivos. Sin embargo, las recomendaciones señalan hasta 80 kg/ha.

La deficiencia de fósforo resulta en un crecimiento débil y las hojas más viejas adquieren una coloración violeta y luego caen.

El potasio es un elemento requerido en cantidades altas por un cultivo de zanahoria. Afortunadamente la mayoría de los suelos en Chile tienen un contenido alto de este nutriente, por lo tanto, será importante disponer de los resultados de un análisis del suelo para decidir si es necesario suplementar con potasio.

No debe usarse cloruro de potasio, sino sulfato de potasio, ya que el primero provoca una menor acumulación de caroteno. Las recomendaciones en el extranjero señalan hasta 200 unidades de K₂O por hectárea.

La deficiencia de este elemento se manifiesta por las hojas enroscadas hacia adentro y las hojas más viejas presentan sus bordes necrosados, situación que después se extiende a toda la lámina.

Hay otros elementos que parecen tener un rol importante en el comportamiento de la planta de zanahoria. Así se ha informado de una respuesta favorable al sodio y que la deficiencia de potasio podía ser corregida, parcialmente, con aportes de sodio.

En general, los suelos de Chile tienen un contenido alto de este elemento, por lo que no parece necesario preocuparse de él.

El magnesio es otro elemento que puede ser requerido en algunos casos, como sería en algunos suelos livianos y en suelos ácidos.

La deficiencia de este elemento produce clorosis entre la nervadura de las hojas.

Las hojas más viejas se secan y caen, y en las hojas nuevas no se presentan síntomas.

Para aplicar magnesio se recurre a la fertilización con sulfatos de magnesio.

El boro es un elemento que puede presentar deficiencia en muchos suelos. En Chile se han detectado niveles bajos desde Linares hacia el sur, en los suelos trumaos.

Se ha determinado que por cada kilo de materia seca, la zanahoria extrae 25 mg de este elemento.

La falta de boro resulta en un crecimiento de las hojas nuevas en forma de roseta, las hojas más viejas presentan una coloración naranja y el punto de crecimiento muere. En las raíces aparecen manchas café y huecos en el interior; incluso puede haber partiduras a lo largo de la zanahoria.

Las deficiencias de boro pueden ocurrir bajo los siguientes niveles:

Suelo ácido:	0,3 a 0,4 ppm
Suelo no calcáreo:	0,6 a 0,7 ppm
Suelo calcáreo:	1 ppm

El problema puede acentuarse en los períodos de sequía.

En Chile no se dispone de antecedentes sobre la posibilidad de deficiencia de estos elementos.

3.2.4 Plagas

Los insectos que puedan causar los daños más serios en la zanahoria son los gusanos cortadores, las larvas de algunas moscas y los pulgones o áfidos.

— Gusanos del suelo

Los gusanos cortadores y los gusanos alambres atacan tanto la planta nueva como las zanahorias en desarrollo, causándoles daños que impiden su comercialización.

Estas larvas viven en el suelo y se presentan en la primavera y el verano.

Para controlarlos se requiere aplicar insecticidas

al suelo, como Dyfonate, Basudin o Furadan; o bien, mediante la aplicación de cebos tóxicos distribuidos en la superficie del suelo. Entre estos se puede mencionar el Volaton y cebos preparados en base a harinilla, leche o azúcar y Dipterex.

Los tres primeros se aplican como producto granulado al suelo antes de la siembra.

Es habitual que la aplicación se efectúe mezclando el insecticida con el superfosfato triple y que este se distribuya al voleo, antes del último rastreo en la preparación del suelo para la siembra.

El Dyfonate se aplica en dosis de 25 kg/hectárea.

El Basudín se usa en dosis de 20 kg/ha y el Furadán en dosis de 20 kg/ha.

El cebo Volaton se aplica en dosis de 20-30 kg/ha, esparciéndolo de preferencia al atardecer.

El cebo preparado con Dipterex se usa en dosis de 40 kg/ha.

— Larvas de moscas

Son gusanos pequeños, de pocos milímetros de longitud que se encuentran en el suelo.

Son larvas de *Hylemia* y otros dípteros.

Dañan las zanahorias haciendo galerías superficiales en ellas.

Su control se consigue con la aplicación de insecticidas al suelo como Basudin, Dyfonate o Furadan.

— Áfidos

Los áfidos o pulgones son insectos pequeños que atacan el follaje de las plantas, succionan la savia de ellas, lo que provoca su debilitamiento y en esta acción pueden transmitir algunos virus que afectan a la zanahoria.

El control debe efectuarse cuando se detecta una colonización abundante de las plantas.

Se recurre a la aplicación de insecticidas como Nuvacron, Dimetoato, Rogor, Malathion, Metasystox, Disyston, Ekatín, etc.

3.2.5 Enfermedades

En general se considera que la planta de zanahoria no es muy afectada por las enfermedades. Sin embargo, si las condiciones son favorables para el desarrollo de algunos patógenos, pueden producirse daños serios.

Las siguientes son las enfermedades que pueden presentarse, afectando la planta de este especie:

— Cercosporiosis

Es causada por el hongo *Cercospora carotae* y es una enfermedad que se encuentra en todo el mundo. Puede atacar cualquier parte de la planta, sin embargo, lo más común es su ocurrencia en los bordes de los folíolos, provocando un encarrujamiento. Aparecen manchas alargadas, que al principio son pequeños puntos necróticos, rodeados por un borde clorótico. Estas lesiones se van juntando hasta afectar toda la lámina y la hoja cae.

La formación de esporas ocurre, especialmente, en el pecíolo, donde se desarrollan lesiones alargadas de color negro.

Esta enfermedad no afecta las raíces.

Para su control se recomienda efectuar rotaciones de 3 años, destruir bien los residuos de cultivos de zanahoria y aplicar algunos fungicidas como Maneb o Dithane M-45.

— Alternariosis

Es una enfermedad causada por el hongo *Alternaria dauci*, que se encuentra en todo el mundo. Esta enfermedad se presenta a menudo, junto con la cercosporiosis.

Este hongo afecta también al perejil y al apio.

En las hojas de la zanahoria aparecen manchas pequeñas, de forma irregular a lo largo de los márgenes. Posteriormente estas manchas de color café oscuro aumentan en número y tamaño, cubriendo toda la hoja que cae. El ataque se produce de preferencia en los estados más avanzados de desarrollo de la planta de zanahoria.

La enfermedad no se produce en las raíces.

El hongo se distribuye por medio de la semilla de zanahoria, del viento y el agua.

Condiciones de temperatura de 28°C y alta humedad ambiental favorecen el desarrollo del hongo.

El control de esta enfermedad incluye las medidas recomendadas para la cercosporiosis: rotación de 3 años, destrucción de los residuos de zanahoria y aplicación de fungicida como Maneb, Dithane M-45, etc.

— Marchitez o esclerotiniosis o pudrición algodonosa

El agente causal es el hongo *Sclerotinia sclerotium*, que ataca a la mayoría de las hortalizas y a otras plantas.

La enfermedad presenta un signo característico por la presencia de su micelio blanco, como algodón, que acompaña las lesiones de pudrición. En estados más avanzados aparecen unos corpúsculos de forma irregular, de color negro y duros, que se llaman esclerocios.

Las condiciones de clima frío y húmedo favorecen el ataque de este patógeno.

El control se efectúa con prácticas agronómicas, evitando repetir el cultivo en los suelos donde se ha presentado la enfermedad y procurando que en el suelo no se produzcan condiciones de exceso de humedad.

— Pudrición radicular seca

Es causada por el hongo *Fusarium roseum*, que también afecta a muchas otras especies vegetales.

El daño principal se produce en la raíz, por la ocurrencia de lesiones en la parte superior de las zanahorias. El daño es una pudrición seca, que se agrava por la acción de hongos secundarios que terminan por destruir la raíz completamente.

Las esporas de este hongo pueden distribuirse por la semilla de zanahoria.

El control de esta enfermedad se basa en medidas agronómicas, como la rotación de los cultivos y evitar los daños a las raíces al efectuar labores con implementos. No es posible recurrir al uso de fungicidas para combatir este hongo.

— Otras enfermedades

Hay otras enfermedades que pueden afectar a la zanahoria, pero las cuales no han sido informa-

das en Chile. Es posible que algunas de ellas se presenten en los campos de producción, pero no hay estudios sobre su ocurrencia y el daño que puedan provocar.

Entre estas posibles enfermedades se puede mencionar:

- a) La pudrición gris: causada por el hongo *Botrytis cinerea*.
- b) Amarillamiento del aster causado por micoplasma.
- c) El enanismo moteado: causado por un virus.

— Nemátodos

Los nemátodos son organismos microscópicos que habitan en el suelo y que pueden dañar severamente las raíces de muchas plantas.

Los síntomas de este problema se manifiestan en un crecimiento reducido de las plantas de zanahoria y en la presencia de agallas o nódulos, tanto en la raíz principal como en las secundarias. Este daño elimina la posibilidad de comercializar las zanahorias afectadas.

La incidencia es mayor en los suelos arenosos, por lo que se recomienda hacer un análisis para detectar la presencia de los nemátodos antes de decidir su utilización. Hay laboratorios especializados que efectúan dicho análisis (Universidades, INIA).

El control debe efectuarse en forma preventiva, para lo cual se recurre a la aplicación de productos químicos con acción nematocida. Entre ellos puede nombrarse Nematicur, Temik, Nemaqón, Vydate y otros.

4. COSECHA

En la recolección de las zanahorias deben considerarse dos aspectos: el criterio para determinar el momento oportuno de cosecha y el procedimiento de cosecha.

Las zanahorias deben ser retiradas del campo cuando han alcanzado un tamaño adecuado, según sean los requisitos del mercado. En Chile, la comercialización se realiza principalmente por unidad, es decir, interesa más el número de zanahorias y su aspecto que el rendimiento expresado en kilos.

Por esta razón el productor muchas veces decide su cosecha en base a las condiciones de precio del mercado. También es común que se coseche a los 5 meses desde la fecha de la siembra. Este último criterio resulta en diferencias apreciables, según sea la época en que se realiza el cultivo.

En Chile la cosecha se efectúa en forma manual recurriendo a una herramienta llamada laya.

Previamente se da un riego para facilitar la extracción de las raíces, esto se efectúa con la laya levantando las plantas que se dejan sobre el suelo.

Se recogen aquellas que tienen un tamaño adecuado para ser comercializadas y se llevan a algún lugar para el lavado de las raíces.

Otra alternativa es pasar un arado con tracción animal para ayudar a soltar las raíces.

Esta misma operación puede ser hecha pasando una barra cortadora con tractor. Es una barra horizontal que se entierra a una profundidad suficiente para cortar las raicillas, pero sin dañar las raíces principales.

En la mayoría de las zonas de producción la cosecha se realiza conservando el follaje de cada zanahoria, ya que la comercialización se efectúa con la planta completa. En la Quinta Región, en los sectores de Limache, Quillota y La Cruz, se acostumbra cosechar y enviar al mercado sólo las raíces.

Una vez que se han extraído las zanahorias, se corta el follaje y las raíces lavadas son vendidas en sacos paperos, con un contenido de 80 a 90 kg.

En el extranjero predomina el mercado de las zanahorias sin follaje; sin embargo, en los Estados Unidos una porción de las zanahorias destinada al consumo en fresco se expende con el follaje.

4.1 Rendimientos

La información disponible en base a los antecedentes recogidos de los productos, señala que los rendimientos comunes son de 250 a 300 mil zanahorias por hectárea, lo que equivaldría a unas 25 a 30 toneladas por hectárea.

Pero algunos productores que aplican una buena

tecnología han alcanzado producciones de 500 a 630 mil zanahorias por hectárea en cultivos realizados en el invierno y en el verano, respectivamente.

En Francia el rendimiento promedio de 800 a 900 hectáreas es de unas 30 toneladas, pero algunos productos obtienen 70 toneladas/ha.

En California, en los Estados Unidos, se obtienen rendimientos de 30 a 40 toneladas para la zanahoria de consumo fresco y de 50 toneladas en las producciones para la industria.

5. MANEJO DE POSTCOSECHA

El manejo de postcosecha que se realiza en Chile es de bajo nivel tecnológico, lo que se explica porque la mayoría de los productores carecen de los conocimientos sobre este aspecto y por razones económicas, ya que este producto experimenta fluctuaciones violentas en su precio; en tales condiciones el productor trata de mantener sus costos lo más bajo posible, lo que determina su reticencia a incorporar técnicas nuevas.

El procedimiento habitual, después de sacar las raíces, es llevarlas a un lugar para lavarlas.

Esto se hace generalmente, en una acequia o canal, sin ninguna preocupación por los aspectos de contaminación del producto al usar aguas sucias, incluso aguas servidas.

Las zanahorias se lavan y escobillan para sacarles el barro y dejarlas bien presentadas.

En el mismo lugar se procede a clasificarlas en tres grupos, según el tamaño, sin que haya normas y estándares para esta clasificación.

En la mayoría de las zonas de producción se hacen paquetes con 8 zanahorias, las que conservan su follaje. En la zona de Limache, Quillota, se corta el follaje y las zanahorias se venden en sacos que contienen 80 a 90 kg del producto.

Los paquetes de zanahoria son transportadas sin envase a los mercados. Toda la comercialización mayorista y minorista se efectúa por paquete.

En Chile las zanahorias cosechadas se envían de inmediato al mercado, no existiendo interés por su

conservación durante algún tiempo. El abastecimiento continuo con producto fresco y los precios bajos no hacen atractiva la alternativa de almacenar este producto; además, que no se dispone de las facilidades para hacerlo en los principales mercados de Santiago y Valparaíso.

La conservación de las zanahorias durante algunos días podría ser de interés para ayudar a regular la oferta en un momento dado, pero sería necesario contar con la infraestructura adecuada para efectuarla.

También puede ser de interés en las industrias que procesan zanahorias.

Los trabajos realizados, principalmente en los Estados Unidos, han demostrado que para mantener una buena calidad de las zanahorias debe bajarse su temperatura a niveles de 0° a 5°C, lo más pronto posible después de la cosecha. Tales temperaturas prolongan la vida útil de este producto y reducen las pérdidas por pudriciones causadas por los hongos y las bacterias. Además, una temperatura baja disminuye el riesgo de la formación de etileno, producto que induce la formación de productos amargos en las zanahorias.

Para el enfriado rápido se recurre al uso del hidrógeno líquido o hielo picado.

Con el primer sistema, la temperatura de las zanahorias puede ser bajada desde 25°C a 5°C en sólo 9 minutos si el agua está a 1°C.

Se recomienda mantener las raíces en un ambiente con una humedad relativa del 98 al 100%, siempre que la temperatura sea de 0°C a 3°C, cuando el almacenaje dura más de 45 días.

Las zanahorias mantenidas en las condiciones óptimas de temperatura (0° a 3°C) y humedad relativa (38 a 100) pueden ser conservadas por 7 a 9 meses; sin embargo, aún en tales condiciones entre el 10 y 20 por ciento de ellas presentará algún deterioro.

Los resultados de la atmósfera controlada en la conservación de las zanahorias son contradictorias, por lo que no se recomienda este sistema para este producto.

La conservación de las zanahorias depende tam-

bién de la presencia o ausencia del follaje y del grado de "madurez" de ellas.

En Chile la mayor parte de las zanahorias se comercializa con follaje. Esto ayuda a conservar su turgencia y a demostrar que las zanahorias son frescas.

Al entregar el producto al consumidor se corta el follaje.

Debe considerarse que esta costumbre obliga al transporte de una considerable cantidad de material inútil desde el campo hacia las ciudades y luego hay que disponer de los restos del follaje, convertido en basura, una vez que ha sido separado de las zanahorias.

Parece, por lo tanto, una práctica que debiera eliminarse recurriendo al envasado en bolsas plásticas perforadas para mantener la turgencia de las raíces.

Las raíces con follaje duran menos que aquellas sin follaje.

Las zanahorias con su follaje pueden conservarse por unas 3 semanas a 0°C y la mitad de ese tiempo si la temperatura es de 5°C.

Las zanahorias maduras se conservan mejor que las cosechadas antes de alcanzar tal estado. En el primer caso se mantienen entre 4 y 6 meses, en cambio las zanahorias no maduras se pueden mantener por un mes.

El almacenaje de las zanahorias no debe efectuarse conjuntamente con productos que liberan etileno, como las manzanas, peras, melones, plátanos, etc.

— Enfermedades en el almacenaje

Las zanahorias mantenidas en almacenaje pueden ser afectadas por pudriciones provocadas por bacterias y hongos, entre los que se puede señalar:

A) Pudrición blanda bacteriana: causada por la bacteria *Erwinia carotovora*. Problema que se presenta al almacenar zanahorias con su follaje.

Esta enfermedad no ocurre si la temperatura es de 0° a 2,5°C.

B) Moho negro: causado por el hongo *Thielaviopsis basicola*, que ataca las zanahorias en condiciones de alta humedad y temperatura. De manera que este problema se evita con temperaturas bajas.

C) Otras pudriciones fungosas: causadas por varios hongos, como *Botrytis cinerea*, *Rhizoctonia carotae*, *Stemphylium radicum*, *Fusarium* sp, *Rhizopus* sp, y *Sclerotinia sclerotiorum*.

Todos ellos se controlan manteniendo la temperatura lo más cercano a 0°C.

Envases

En Chile, en general, se comercializa en paquetes de 8 zanahorias con su follaje y su transporte es a granel. En la zona de Quillota-Limache, la zanahoria se comercializa en sacos paperos de 80 kg.

También se envasa en mallas plásticas, las que contienen ocho zanahorias sin follaje. Este tipo se usa para la comercialización en los supermercados.

En otros países, se envasa en cajas de cartón o jvas de madera para su comercialización mayorista. Para su expendio a nivel minorista es común el envasado en bolsas plásticas perforadas; estas zanahorias van sin follaje.

6. ANALISIS DE LA SITUACIÓN AGRONÓMICA EN CHILE

La situación agronómica de esta especie está determinada por las condiciones de mercado. En efecto, se trata de un producto que no tiene un valor alto, hay abastecimiento abundante todo el año e incluso hay ocasiones en que la oferta supera la demanda. Todo ello crea un clima de incertidumbre para los productores, quienes no incurren en gastos superiores a los mínimos ante la posibilidad de no poder vender sus zanahorias o venderlas a precio bajo.

En consecuencia, la incorporación de nuevas técnicas es considerada con cuidado para evitar un incremento en los costos de producción.

Desde el punto de vista agronómico y basándose en los antecedentes aportados por los productores, deben mencionarse los siguientes aspectos:

a) Calidad de la semilla: la mayoría de los productores usa semilla de su propia producción o comprada a otros productores. Esta práctica hace que la calidad de ella sea baja y a veces motivo de problemas serios, como la diseminación de algunos hongos y virus y la perpetuación de defectos de las zanahorias. Como esta semilla es barata, el productor no se preocupa si tiene que usar dosis más altas para superar las deficiencias de germinación o vigor. Sin embargo, ello no corrige las deficiencias genéticas de este tipo de material, que es multiplicado sin criterios técnicos.

Así, se observan campos con un porcentaje alto de plantas con floración prematura, lo que puede ser corregido mediante la selección.

Es conveniente señalar que en el país se dispone de buenos cultivares del tipo Chantenay que han sido desarrollados mediante una cuidadosa selección.

b) Sistema de siembra: la siembra se efectúa, en general, al voleo, utilizando una cantidad excesiva de semilla y en condiciones deficientes de preparación del suelo. La dosis alta de semilla tiene por finalidad superar los problemas de este sistema de inicio del cultivo.

La alta población de plantas resultante obliga a una labor de raleo que es lenta y cara. Además, el espaciado entre ellas es desuniforme, lo que suele afectar el tamaño de las zanahorias.

Es común observar al momento de la cosecha la gran cantidad de desecho que queda en el campo.

El uso de semilla de buena calidad y la siembra con máquinas, grandes o manuales, permitiría provocar un mejoramiento considerable de este cultivo, obteniéndose mejores rendimientos y calidad.

c) Las prácticas de control de malezas, riego, fertilización y control de las plagas y enfermedades pueden considerarse satisfactorias, aunque hay algunos productores con muchas deficiencias en estos aspectos.

Hay que reconocer que no hay suficiente infor-

mación para formular recomendaciones sobre el riego y la fertilización.

d) Una práctica que ya debe irse abandonando es la comercialización de las zanahorias con su follaje. Es considerable la cantidad de material inútil que se debe transportar hacia los mercados encareciendo los costos. Si bien esta costumbre se justificaba antes, ahora hay mejores condiciones para distribuir las zanahorias sin su follaje y manteniendo su calidad. Este es un aspecto que merece ser considerado por los productores y comerciantes para mejorar la presentación del producto y así estimular su consumo y aspirar a precios más altos.

El uso de cajas de cartón y bolsas de polietileno permitirían cumplir tales objetivos.

ANÁLISIS ECONOMICO DE LA ZANAHORIA

1. Costos de Producción

En el Cuadro 1 se presentan los costos directos de producción, con sus respectivas labores y época de ejecución, así como también los insumos utilizados (pesticidas, fertilizantes, semillas, entre otros).

Se incluye en este cuadro un costo de 5 por ciento sobre el costo directo, por concepto de imprevistos y el costo financiero calculado en base a un 1 por ciento mensual sobre los desembolsos de dinero entre el período siembra-cosecha.

El costo total de producción por hectárea ascendió a \$ 123.482, en pesos de enero de 1986.

2. Información de Mercado

La comercialización de zanahoria se realiza principalmente en mercados mayoristas nacionales, dentro de los cuales se destacan Lo Valledor, Vega Poniente y Mapocho.

Esta especie se transa en los mercados mayoristas en base a 1.000 unidades.

Los volúmenes involucrados en los mercados anteriores, durante 1985, fueron:

Mercado	1.000 unidades
Lo Valledor	94.945
Feria Municipal Mapocho	25.737
Vega Poniente	3.080
Total	123.763

El mercado mayorista Lo Valledor participa con un 77 por ciento del volumen total transado.

CUADRO 1

COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA HECTAREA DE ZANAHORIA (\$ Enero 1986)

Items de Costos	Epoca	Unidad/Ha	\$/Unidad	Costo Total
Labores				
Rotura	Jul.	0,4 JTA	1.180	2.872
Rastraje (2)	Ago.	0,4 JTR	8.119	2.248
Cruza	Ago.	0,4 JTA	7.180	2.872
Melgadura	Ago.	0,2 JTA	7.180	2.872
Acequiadura	Ago.	0,1 JTA	7.180	718
Encabezar Melgas	Ago.	2 JA	300	600
Siembra	Ago.	2 JH	370	740
Rastra Rama	Ago.	3 JH	370	1.110
Aplicación Herbicida	Sep.	2 JH	370	740
Riegos (6)	Sep./Dic.	6 JH	370	2.220
Limpia y Raieo (2)	Sep./Nov.	20 JH	370	7.400
Cultivadora (2)	Sep./Nov.	6 JH	370	2.200
		6 JA	300	1.800
Acarreo Insumos	Sep.	1 JH	300	370
Aplicación Fertilizante (2)	Sep.	2 JH	370	740
Aplicación Pesticida	Oct.	2 JH	370	740
Cosecha	Dic.	70 JH	370	25.900
Flete a Santiago		-	-	12.500
Insumos				
Semilla (Chantenay)		7 Kg.	4.050	28.350
Afalón		1 Kg.	2.700	2.700
Tamarón		0,6 Lt.	3.725	2.235
Salitre Sódico		160	18,6	2.976
Urea		200 Kg.	46,4	9.280
Subtotal				114.203
5% Imprevistos				5.710
Costo Financiero				3.569
Costo Directo Total				123.482

En el Cuadro 2 se presentan los volúmenes de zanahoria comercializados por mes, en todos los mercados durante 1985.

Se observa que el mercado está abastecido durante todo el año.

Las exportaciones de zanahoria representan otra alternativa de comercialización; ellas alcanzaron hasta octubre de 1985, un volumen de 295.960 kilos, equivalentes a 40.556,97 dólares. El principal destino ha sido Perú, a través de Arica. Se utilizan

cajas de cartón y su precio fue de aproximadamente 0,137 dólares por kilo.

La única modalidad de venta de exportación fue Firme.

3. Precios

Los precios de zanahoria no presentan estacionalidad durante el año. A continuación se detallan los precios promedio anuales máximos, mínimos y comunes para esta especie obtenidos en la Feria Lo Valledor durante 1985.

	I	Calidad II \$/unidad	III
Precio Máximo	2,1	1,1	0,30
Precio Mínimo	1,2	0,6	0,20
Precio Común	1,6	0,8	0,25

Se aprecian de los datos expuestos, claras diferencias de precios por calidad.

4. Margen Bruto

El margen bruto por hectárea resulta de la diferencia entre los ingresos brutos con los costos de producción y de comercialización.

CUADRO 2

VOLUMENES DE ZANAHORIA COMERCIALIZADOS
MENSUALMENTE EN TODOS LOS MERCADOS
MAYORISTAS DE SANTIAGO DURANTE 1985

Mes	1.000 Unidades
Enero	17.016,50
Febrero	11.761,60
Marzo	7.496,20
Abril	7.827,85
Mayo	11.948,50
Junio	6.668,10
Julio	5.378,60
Agosto	13.036,80
Septiembre	9.118,85
Octubre	11.426,30
Noviembre	12.220,00
Diciembre	9.864,20

4.1 Ingreso Bruto

El ingreso bruto por hectárea se calculó en base a precios promedio anuales máximos, mínimos y comunes, descritos en el punto anterior.

Se determinó, adicionalmente, que un 30 por ciento de la producción por hectárea corresponde a la calidad I, igual porcentaje para la calidad II y 40 por ciento para la calidad III. Se estimó un rendimiento de 400.000 unidades por hectárea.

En base a estos antecedentes, se determinaron los ingresos brutos para las 3 alternativas, a saber:

Alternativa	\$/ha
(1) Precio Máximo	432.000
(2) Precio Mínimo	248.000
(3) Precio Común	328.000

4.2 Costos

Los costos de producción se presentaron en el Cuadro 1, ascendiendo a \$ 123.482. Los costos directos incluyen el costo de flete de producto al mercado de venta.

El costo de comercialización fue estimado en un 10 por ciento de comisión sobre el ingreso por ventas, siendo para los 3 casos de:

Alternativa	\$/ha
(1) Precio Máximo	43.200
(2) Precio Mínimo	24.800
(3) Precio Común	32.800

Los costos directos y de comercialización se resumen en:

Alternativa	\$/ha
(1) Precio Máximo	166.682
(2) Precio Mínimo	148.282
(3) Precio Común	156.282

4.3 Margen Bruto

Al descontar a los ingresos brutos los costos directos de producción y de comercialización se obtuvieron los siguientes resultados de márgenes brutos:

Alternativa	\$/ha
(1) Precio Máximo	265.318
(2) Precio Mínimo	99.718
(3) Precio Com8n	171.718

5. Mercado Externo

5.1 Mercados Potenciales

A través de los estudios realizados no se vislumbra ningún potencial de exportación para esta especie, dado que su nivel de precios es bajísimo y no cubre ni siquiera el costo de transporte vía marítima.

Por lo anterior, la zanahoria solamente debe ser orientada al mercado nacional.