



CAPÍTULO I

CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL EN CHILE

Susana Arredondo Sepúlveda
Ingeniero Agrónomo, Máster en Sistemas Agroforestales
Centro de Estudios en Alimentos Procesados CEAP

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) es la principal hortaliza cultivada en el mundo y también en Chile. Posee una gran diversidad, hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza), existen variedades destinadas para consumo fresco y otras para procesado industrial y dentro de este grupo, muchas especializaciones del producto. A nivel mundial se producen 40 millones de toneladas de tomate industrial en materia fresca, de los cuales Chile genera cerca de un millón, es decir, solo el 2,5% de la producción global.

Es una hortaliza que debido a la creación de nuevas variedades ha adquirido gran incremento en los últimos años, como resultado de nuevas técnicas, exigencias agrícolas e industriales y de problemas derivados de la presencia de nuevas enfermedades y plagas.

En la década de los 80's se produce un aumento en el consumo de pasta de tomate, producto del aumento de las comidas fuera del hogar, en especial en establecimientos de comida rápida, y la difusión de la comida italiana en el mundo, principalmente pizzas y pastas. Estos cambios en el consumo convierten al procesamiento de tomate en una industria de gran dinamismo y niveles crecientes de consumo.

Para elaborar la pasta, los tomates son molidos para extraer la pulpa, la que es concentrada en evaporadores. Se le añaden aditivos y saborizantes, es homogeneizada y pasteurizada, para finalmente ser envasada. En este proceso muchos de los componentes son concentrados, lo que hace de este producto una excelente fuente de licopeno y otros nutrientes. Este pigmento le otorga el característico color rojo y que es un poderoso antioxidante que contribuye a reducir la incidencia de enfermedades cancerosas, como las de pulmón, próstata y tracto digestivo, además de enfermedades cardiovasculares y otras asociadas al envejecimiento. El tomate es también rico en vitaminas A, C y minerales.

1.1 Características botánicas

1.1.1 Origen

El tomate industrial pertenece a la familia de las solanáceas y tiene su origen en Sudamérica en las zonas andinas de Perú, Bolivia, Ecuador y en el norte de Chile (Nuez, 1995), la que se distribuyó por todo el continente a través de sucesivas migraciones. Probablemente desde estas zonas fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos. Para entonces ya habían sido llevados a España y se utilizaba como alimento como también en Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX.

1.2 Morfología

Es una planta dicotiledónea perenne, que se planta de forma anual. Ésta presenta porte arbustivo y se desarrolla de forma rastrera, semi erecta o erecta, en ocasiones. El cultivo de crecimiento limitado cuando se trata de variedades determinadas e ilimitado cuando son variedades indeterminadas, pudiendo llegar estas últimas a alcanzar 10 metros de altura en un año (Foto 1.1).



Foto 1.1 Planta de Tomate

En plantas de crecimiento limitado se pueden observar características claras de su condición ya que los tallos de estas presentan en su término, un ramillete floral, siendo este el punto de término del crecimiento. En cambio, en plantas de crecimiento indeterminado se puede observar que presentan solamente inflorescencias laterales ya que sus ápices presentan la particularidad de poseer siempre un meristema de crecimiento, lo que provoca el alargamiento del tallo.

1.2.1 Sistema radicular: uede alcanzar los dos metros de profundidad, desarrollando una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. La raíz pivotante bajo algunas condiciones del cultivo se daña, lo que provoca que la planta tenga que desarrollar un sistema radicular fasciculado, en el cual dominaran raíces adventicias que se concentran en los primeros 30 cm de profundidad.

Tallo principal: son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. El eje central presenta un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

1.2.2 Hojas: presenta hojas compuestas y con folíolos dentados con bordes lobulados y peciolados, sus hojas se disponen de forma alterna sobre el tallo y presentan pelos glandulares.

1.2.3 Flor: presenta 5 ó más sépalos y la misma cantidad de pétalos de color amarillo que están dispuestos en forma helicoidal. También presentan el mismo número de estambres que se alternan con los pétalos. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como racimos. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

1.2.4 Fruto: se caracteriza por ser más pulposo que el tomate tradicional, más concentrado y con mayor cantidad de sólidos solubles. Su color es intenso, más firme que las variedades de consumo fresco y de menor tamaño. Las variedades son "determinadas", o sea, la planta tiende a desarrollarse en una forma bastante homogénea y con una cuaja bastante uniforme, lo que es ideal para la cosecha mecanizada (Foto 1.2).



Foto 1.2 Fruto de tomate.

1.3 Etapas fenológicas

El tomate tiene varias etapas de desarrollo en su ciclo de crecimiento. Cada etapa es diferente con respecto a sus necesidades nutritivas, además, el tiempo de desarrollo de cada etapa dependerá de la variedad, condiciones medioambientales y manejo del cultivo (SQM, 2006).

Se planta, dependiendo de la zona, desde mediados de septiembre a fines de noviembre, ya que es un cultivo que requiere que no haya heladas ni lluvias en la cosecha. Esto genera un poco la limitación de su cultivo hacia el sur, donde las ventanas de producción son más cortas, pues para escapar de las heladas se debe plantar desde fines de octubre en adelante, sin sobrepasar mediados de noviembre, dado los mayores riesgos de lluvias a principios de abril.

1.3.1 Establecimiento de la planta: Se enfoca en el desarrollo firme de la raíz y la formación inicial de las partes aéreas de la planta (Foto 1.3).



Foto 1.3 Raíz de planta de tomate invernadero.

Crecimiento vegetativo: ocurre los primeros 40-45 días, después de lo cual los frutos empiezan a desarrollarse continuamente. Este período es seguido por otras 4 semanas de crecimiento rápido, mientras la planta está floreciendo y está desarrollando los frutos. Después de 70 días, no hay casi ningún desarrollo vegetativo, ni acumulación de materia seca en hojas y tallos (Foto 1.4).



Foto 1.4 Crecimiento vegetativo.

1.3.2 Floración y cuaja: Dependiendo de la variedad, las condiciones medioambientales y manejo del cultivo, la floración y cuaja empiezan alrededor de 20-40 días después del trasplante y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento. La polinización se efectúa por medio de abejas, viento y aplicación de hormonas (auxinas) para promover la cuaja.

1.3.3 Desarrollo de fruta: después de la floración y cuaja, la fruta empieza a desarrollarse y crecer y logra en este período la mayor acumulación de materia seca en la fruta, a un ritmo relativamente estable.

Madurez fisiológica y cosecha: la madurez fisiológica de la fruta se logra a los 80 DDT (días después de trasplante). La cosecha continúa permanentemente, a menos que se detenga por razones climáticas (heladas, lluvia).

1.4 Cultivo

1.4.1 Elección del terreno

Prefiere los suelos francos, de buen drenaje (porque es una planta algo sensible a enfermedades radiculares), y un suelo que permita regar bien, ya que requiere de un buen abastecimiento hídrico.

Este es un paso fundamental para el éxito del sistema, y tiene varias aristas importantes que se deben considerar:

- 1.4.1.1 Nivelación:** debe ser un terreno lo más nivelado posible, de lo contrario debe ser corregido. El riego es muy importante en este sistema, por lo tanto, debe ser fácil de implementar.
- 1.4.1.2 Piedras:** no debe presentar piedras en toda la superficie, esto es limitante tanto para los equipos encamadores como posteriormente para la trasplantadora y la cosechadora.
- 1.4.1.3 Dimensiones:** debe ser un potrero relativamente proporcionado, y que en lo posible la parte más larga sea coincidente con la dirección del riego.
- 1.4.1.4 Textura:** de preferencia debe ser un suelo franco, no es recomendable elegir suelos con mucho contenido de arena, porque se dificulta el manejo del riego, ni con mucho contenido de arcillas, porque son difíciles de manejar los terrones, limitantes para una buena cosecha mecánica.
- 1.4.1.5 Malezas:** en lo posible que no tenga mucha presión de malezas, de lo contrario se deben tomar las precauciones como se indica más adelante.

1.4.2 Preparación de suelos

La preparación de suelos es una de las labores más importantes en el éxito del cultivo. El objetivo preparar un perfil donde, en profundidad, no existan restricciones físicas al desarrollo de las raíces del cultivo y donde se pueda maximizar la aireación del suelo.

Para preparar el perfil del suelo, donde se va a desarrollar la planta, es necesario efectuar una serie de labores que vamos a denominar "Laboreo primario" (donde se trabaja en profundidad) y "Laboreo secundario" (donde se nivela, se reducen terrones y se afina la superficie para plantación).

Laboreo primario

La realización del laboreo primario puede efectuarse por medio de labores horizontales (con inversión del suelo) y/o verticales (sin inversión del suelo).

1.4.3 Labores Horizontales

Esta labor se realiza cuando tenemos residuos en superficie, que se necesitan incorporar, de manera que no interfieran en las posteriores labores de cultivo.

También se pueden realizar cuando no tengamos residuos por incorporar, y el efecto buscado sea trabajar en profundidad. El único equipo recomendado para esta labor es el arado de vertedera, el cual, hace una labor de inversión parcial del suelo.

La profundidad de trabajo debe ser de 30 a 35 cm, la que se mide desde el corte del arado vertedera hasta el fondo del surco. Tener precaución en suelos delgados, procurando invertir sólo la capa vegetal. Hay que observar en terreno la buena regulación del implemento, que se debe encontrar horizontal respecto al suelo.

1.4.4 Labores Verticales

Las labores primarias con equipos verticales tienen como función el fragmentar el perfil sin producir incorporación de residuos. Los equipos recomendados para estas labores son los subsoladores (Jympa, escarificadores y otros) y, en menor medida, los cinceles (pata fija).

Los subsoladores deben penetrar según la profundidad de las capas endurecidas entre 40 a 60 cm. El espaciamiento entre las patas del subsolador va a depender del nivel de humedad del suelo al momento de la labor, de manera que se produzca una buena fracturación del perfil.

Con un suelo seco y en la medida que se pueda lograr la profundidad deseada, se pueden separar las patas a 60 cm., pero con un suelo con algo de humedad, no deben estar a más de 50 cm (situación ideal en toda condición). El mejor resultado de este trabajo se obtiene con suelo semiseco a semifrío.

Dada la profundidad y fracturación del suelo deseada, es muy importante que el tractor sea de una potencia adecuada.

Los cinceles de pata fija, trabajan a una profundidad bastante menor que los subsoladores (entre 25 a 30 cm como máximo).

Los cinceles de pata flexible (o resorte), tienen una profundidad de trabajo efectiva de no más de 20 cms., por lo que no se deben considerar para este objetivo. Si se pueden considerar para labores secundarias o de cultivo entre hileras.

Cabe recordar, que las raíces del tomate, en condición de suelo sin compactaciones limitantes, pueden llegar a más de 1 m. de profundidad. El mayor porcentaje de raíces efectivas, se encuentran, sin embargo, en los primeros 50 cms.

El momento de la realización del laboreo primario va a depender principalmente del objetivo que tendremos de plantación la próxima temporada, además del tipo de suelo.

En general se recomienda realizar labores en otoño en suelos arcillosos, ya que al tener buena estructura, ésta no se perdería por el efecto de las lluvias de invierno. Si el objetivo principal es romper una capa dura (compacta) en profundidad, sin lugar a dudas e independiente de la textura de los suelos, el mejor resultado se obtiene con laboreo en suelo seco (otoño).

1.4.5 Laboreo secundario

El objetivo del laboreo secundario es reducir el tamaño de los terrones, nivelar y afinar la cama para la plantación. Para conseguir el primer y segundo objetivo, se pueden recomendar vibrocultivadores, los cuales contienen escardillas y rodillos que van asentando el suelo y rastras de discos, las cuales con una pasada, debieran dejar el suelo mullido y algo asentado.

También se pueden utilizar aperos accionados por la toma fuerza del tractor como rotofresadoras (grada rotativa). Estas, idealmente debieran poseer incorporados unos rodillos packer (compactadores), para que se produzca una leve compactación del suelo.

En la preparación de suelos es importante tener presente cuáles son los objetivos que se quieren lograr y, en base a ello, definir una buena estrategia a desarrollar para cada caso específico.

En la plantación mecánica, y dada la formación de mesas para el trasplante, se logra una mayor profundidad efectiva para el crecimiento radicular. Sin embargo, es igualmente importante, partir con un suelo trabajado con la profundidad adecuada, ya que los melgadores y perfiladores, no logran corregir una deficiente preparación de suelos.

1.4.6 Trasplante

En esta labor se utilizan máquinas trasplantadoras de tres hileras con estanque de agua. Todas las maquinas utilizadas son de distribuidor giratorio (carrusel) de cuatro a ocho cavidades, la planta cae por gravedad. Son máquinas semiautomáticas para plantas de cubo cónico y piramidal de hasta 6 cm. de diámetro, accionada por las ruedas motrices de goma. Son adecuadas para plantas con tamaño foliar particularmente desarrollado. Las unidades de trasplante son independientes y modulares. Su rendimiento aproximado es de 10.000 a 12.000 plantas hora⁻¹ (Foto 1.5).



Foto 1.5. Trasplante.

Si es necesario, dependiendo de la temperatura y el porcentaje de humedad que tenga el suelo a transplantar, se debe realizar un riego de pre-transplante. Este se realiza normalmente con equipos por aspersión y debe ir avanzando en el campo a la velocidad de la plantación para evitar pérdidas de humedad por la alta temperatura, esta labor se realiza normalmente en las plantaciones tardías.
Primera labor

Se realiza a los 20-25 días después del transplante mono hilera el cual tiene un rendimiento diario de 5 has/días. Su función es cultivar la superficie da la mesa, lo más próximo a la planta, y los costados de los surcos solo 2 a 3 cm de profundidad, para lo cual cuenta con sistemas de cuchillas ajustables.

Adicionalmente se fertiliza con la mezcla cultivo la cual será ubicada en el borde de la hilera a 25 cm de la planta y a no menos de 20 cm de profundidad. En la medida que la disponibilidad de los equipos y el desarrollo del cultivo lo permita haremos una segunda cultivada, la cual se realiza a los 35-40 días después de plantado y tiene por finalidad tanto el control de las malezas como la descompactación del surco de riego provocada tanto por el laboreo como por el agua de riego.

Es muy importante la calibración y el control de la aplicación de fertilizantes, para lograr una buena distribución de este en el cultivo y no tener deficiencias.

1.4.7 Cosecha mecánica

El programa del cultivo mecanizado finaliza con la cosecha mecánica, sin embargo, la cosecha es uno de los puntos fundamentales en la toma de decisión al momento de definir la superficie de tomate a contratar por parte del agricultor, debido a que la cosecha mecánica es la labor en la que se puede disminuir la mayor cantidad de jornadas hombre dentro del cultivo, facilitando el manejo y acortando el periodo de la cosecha.

Al momento de considerar una cosecha mecánica el productor debe tener en cuenta los siguientes puntos:

- No se puede considerar los potreros con piedras.
- Mantener la plantación con las condiciones adecuadas para realizar una buena labor de cosecha, esto es, mesa plana, sin terrones y libre de malezas hasta la cosecha.
- Deberá eliminar las acequias regadoras y desagües con anticipación a la llegada de las máquinas cosechadoras al terreno.
- Aportar la mano de obra necesaria para realizar una adecuada labor de selección en la máquina (6 personas como mínimo).
- Despejar y rastrear las cabeceras de los potreros (como mínimo 14 metros libres).
- Hacer los caminos necesarios dentro de la plantación para ejecutar la cosecha en forma ordenada. Para ello se deberán cosechar 4 hileras o lo que indique el personal técnico.
- Tener expeditos los accesos al potrero antes de iniciar la cosecha.

1.4.8 Fumigaciones

Se realizan de acuerdo al calendario de aplicaciones y al monitoreo de plagas. Fundamental es respetar los volúmenes de agua para cada estado de cultivo (Foto 1.6).



Foto 1.6. Fumigaciones en tomate

1.4.9 Riego

Las plantas en general, necesitan de un suministro de agua para su desarrollo, generado a partir de la evapotranspiración donde se incluyen dos fenómenos, evaporación y transpiración.



Foto 1.7. Riego en tomate.

En general el tipo de riego determinará el consumo de agua. En un riego por goteo, el consumo de agua es de alrededor de 5.000 a 5.500 metros cúbicos por hectárea por temporada, en cambio en un riego por surco tradicional, con todas las pérdidas e ineficiencias, es alrededor de 11.500 m³ ha⁻¹. Esto lleva a que los requisitos del suelo tengan también relación con el riego, es decir, que tenga un buen abastecimiento de agua, sea un suelo parejo que permita regar bien, de buen drenaje, etc.

Alrededor de un 20% de las hectáreas cultivadas están contratadas bajo sistema de riego por goteo (Foto 1.7), permite importantes ventajas en la producción, y en términos de mecanización del cultivo se planta y cosecha en forma mecanizada. La empresa se encarga de gestionar toda la maquinaria necesaria con los prestadores de servicios respectivos.

El cultivo del tomate industrial es altamente exigente en requerimientos hídricos, desde la plantación en adelante.

Con una buena programación de riego, es decir, buen manejo de frecuencias (días entre riegos) y tiempo de riegos, se pueden aumentar los rendimientos y lograr una óptima calidad de frutos. Para esto se deben conocer las necesidades de agua del cultivo, de acuerdo a su nivel de desarrollo y los momentos críticos.

A partir de los 40 días después de trasplante y en la medida que aumenta la floración, las necesidades de agua por parte del cultivo aumentan fuertemente, llegando a un peak a los 60 días, el cual se mantiene prácticamente hasta los 110 días posteriores al trasplante.

Durante este período los requerimientos hídricos de las plantas deben suplirse óptimamente con riego para alcanzar altos potenciales de rendimiento.

1.4.10 Fertilización

El manejo de la nutrición del tomate es muy importante, ya que influye fuertemente en el rendimiento, en las características físico químicas de los frutos, y en los costos de producción.

Dado los altos niveles de extracción que tiene este cultivo, normalmente las reservas de nutrientes en el suelo no alcanzan a cubrir la demanda. Por esto, es necesario corregir con la aplicación de fertilizantes minerales.

Para establecer un programa de fertilización, idealmente se debería contar con un análisis de suelo, como herramienta de diagnóstico que permita estimar la cantidad de nutrientes disponibles para las plantas.

Los elementos que las plantas requieren en grandes cantidades (macronutrientes) son: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Estos normalmente, se presentan en cantidades insuficientes en el suelo.

Otros macronutrientes son los secundarios (Azufre, Magnesio, Calcio), que las plantas requieren en menor cantidad, y normalmente se encuentran en cantidades suficientes en el suelo. Solo en algunos casos, es necesario aplicarlos correctivamente.

Los nutrientes que las plantas requieren en muy baja cantidad, son conocidos como micronutrientes (Boro; Manganeso, Zinc, etc.). Se aplican sólo si su contenido en suelos es muy bajo o si las plantas presentan síntomas de deficiencias.

Para una alta producción de tomates, es necesario que la planta tenga a disposición nutrientes suficientes, ya que en un corto período de cultivo la planta produce una gran cantidad de fruta.

La disponibilidad de nutrientes, debe ir además acompañada de un correcto balance entre ellos y una adecuada oportunidad de acuerdo a sus requerimientos para mejorar tanto calidad como rendimiento.

1.5 Principales enfermedades

Los hongos en general presentan un ciclo de vida que tiene las siguientes etapas:

- Germinación de las esporas (elementos de reproducción de estos).
- Infección con penetración en el organismo hospedero.
- Diseminación dentro y fuera del mismo mediante micelios.
- Formación de estructuras reproductivas.
- Producción de nuevas esporas para cerrar el ciclo.

Los distintos fungicidas químicos utilizados habitualmente en la agricultura actúan con mayor o menor eficacia, en cada una de estas etapas.

Los fungicidas de contacto en general actúan bien en la etapa de germinación de las esporas previamente a la infección, por lo que son más bien preventivos. Los fungicidas sistémicos, pueden actuar preventivamente y/o post ocurrencia de la infección.

Por ejemplo y para el caso del control de *Alternaria alternata*, las estrobirulinas (como el azoxistrobin y trifloxistrobin), son eficaces en controlar la germinación y la infección del patógeno, perdiendo eficacia una vez que el micelio está presente.

Por último, los triazoles como el difenoconazole presentan su mejor performance en las etapas de crecimiento de micelio y esporulación.

1.5.1 Enfermedades producidas por hongos

Nombre: Pudrición negra; Moho negro; Cancro del tallo > Agente Causal: *Alternaria alternata*

Nombre: Tizón temprano; Alternariosis > Agente Causal: *Alternaria solani*

Nombre: Pudrición gris, tizón de la flor, Botritis > Agente Causal: *Botrytis cinerea*

Nombre: Cancro del tallo, Pudrición del cuello > Agente Causal: *Phytophthora nicotianae* var. parasítica

1.5.2 Enfermedades producidas por bacterias

Nombre: Cancro Bacteriano > Agente Causal: *Clavibacter michiganensis*

Nombre: Mancha bacteriana > Agente Causal: *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria*

Nombre: Peca Bacteriana > Agente Causal: *Pseudomonas syringae*

1.5.3 Enfermedades producidas por virus

Las enfermedades producidas por virus no son curables por lo que una vez que el virus ingresa a la planta no hay nada que hacer. Existen algunas cultivares con resistencia a determinados virus como el del Mosaico del Tomate (Tomato Mosaic Virus, ToMV).

Los virus son transmitidos por vectores ya que por sí solos no pueden ingresar a las plantas. Los principales vectores de virosis son los áfidos, los trips y el hombre. En el primer grupo el que se destaca es el pulgón verde del Duraznero (*Myzus persicae*), que transmite el Virus del Mosaico del Pepino (Cucumber Mosaic Virus, CMV) y el Virus del Mosaico de la Alfalfa (Alfalfa Mosaic Virus, AMV).

Entre los trips el *Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis* y *Frankliniella fusca*, son vectores del Virus del Bronceado del Tomate o peste negra (Tomato Spotted Wilt Virus, TSWV), mientras que el hombre transmite el Virus del Mosaico de la Tomate (ToMV), mediante herramientas de poda, manos y ropas en labores de cosecha deshoje y poda.

1.6 Principales plagas

Nombre: Polilla del Tomate > Agente causal: *Tuta absoluta*

Nombre: Gusano del Fruto > Agente causal: *Heliothis zea*

Nombre: Gusano Cortador > Agente causal: *Agrotis ipsilon*

Nombre: Trips californiano > Agente causal: *Frankliniella occidentalis*

Nombre: Pulgones > Agente causal: *Myzus persicae* y otras especies

Nombre: Minador de las Chacras > Agente causal: *Liriomiza huidobrensis*

Nombre: Acaro del Bronceado > Agente causal: *Aculops lycopersici*

1.7 Control de malezas

Los principales efectos perjudiciales de las malezas en tomate ocurren durante las primeras cinco a seis semanas de desarrollo del cultivo (es decir, hasta los 35-40 días desde trasplante).

Por lo tanto, los enmalezamientos iniciales son los más negativos para el resultado del cultivo.

Pero no solo hay que preocuparse de controlar las malezas en la primera etapa, es importante mantener el cultivo libre de malezas hasta el final del período vegetativo, dado que estas son hospederas de plagas y patógenos que pueden atacar el cultivo. Por esto también es muy importante mantener limpios los alrededores inmediatos (bordes).

Además un cultivo enmalezado es más dificultoso, lento y costoso de cosechar manualmente; y en cosecha mecánica es absolutamente restrictivo, ya que se dificulta el trabajo de las máquinas, perdiéndose eficiencia y productividad.

En general, con un PROGRAMA de control de malezas, se busca lograr los siguientes objetivos:

- Eliminar la competencia (por luz, agua y nutrientes) en los momentos más críticos.
- Conseguir un control eficiente al más bajo costo posible.
- Eliminar las malezas como hospederos de insectos y patógenos.
- Realizar aplicaciones foliares más efectivas.
- Facilitar la labor de cosecha, especialmente la mecánica.

Este programa, a nivel de cada agricultor, se debe planificar en base a:

- Superficie de la plantación.
- Tipo de malezas presentes.
- Equipamiento con que cuente el agricultor.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Tipo de plantación (mecánica o manual).
- Anticipación de labores de preparación de suelo para plantación.

Un programa efectivo de control de malezas siempre debe iniciarse antes de establecer el cultivo, con un barbecho químico.

Esta labor debe ser anticipada al establecimiento del cultivo, para eliminar las malezas presentes y evitar su diseminación.

1.7.1 Uso de herbicidas

Se debe tener claridad que los herbicidas FUNCIONAN. Cuando se tienen deficiencias de control o fitotoxicidad en el cultivo, es debido a problemas en la aplicación; en la dosis, o en el desarrollo de las malezas (o el tomate), al momento de aplicar.

En general y como primera precaución, cualquier aplicación debe realizarse con buenos equipos de pulverización, calibrados, y con la precaución de no aplicar sobre o sub dosis.

Esta es una práctica de indudables beneficios y que se debe masificar.

Se trata de aplicaciones de herbicidas (generalmente sistémicos), con anterioridad a la fecha de plantación (período de otoño – invierno anterior al cultivo).

Objetivos:

- Controlar eficientemente y a bajo costos, las malezas perennes.
- Evitar pérdidas en la estructura del suelo.
- Mejorar condiciones físicas del suelo.
- Evitar procesos de erosión.

1.7.2 Principales productos utilizados

Glifosato: es el herbicida más común en este tipo de aplicaciones. Proporciona un excelente control de malezas gramíneas y también de hoja ancha (según la dosis aplicada).

Hormonales: dado que el control de algunas malezas de hoja ancha no es suficientemente eficiente solo con glifosato, en algunos casos puntuales se podría complementar con herbicidas hormonales tipo MCPA o 2,4D.

1.8 Industria nacional

Chile se ha convertido en un importante actor del comercio internacional de pasta de tomates, en la actualidad, existen dos compañías involucradas en la producción de pasta de tomate en el país (Sugal Group y Agrozzi), que producen alrededor de 85.500 toneladas de tomate, lo que corresponde a una superficie aproximada de 900 has, concentradas principalmente entre la VI y VII regiones.

En Chile el promedio de producción es en torno a las 93 y 95 toneladas por hectáreas, la mano de obra que ocupa es mínima. Se calcula que en la cosecha necesita aproximadamente 2,5 jornadas-hombre por hectárea, lo que es bajo en comparación con las frutas u otros cultivos. La cosecha es entre fines de enero y mediados de abril, dependiendo de la fecha de plantación. Por otra parte, Chile tiene la ventaja de ser el principal productor y exportador del Hemisferio Sur, y eso hace la diferencia, porque si pasa algo en el Hemisferio Norte, podemos reaccionar mejor.

El sector emplea a unas 250 personas de forma permanente, y más de 2.000 durante la temporada. La mayor parte del volumen de tomates que las industrias procesan es adquirido a agricultores mediante contrato, pagándose en promedio (\$45.000) pesos por tonelada de tomate fresco (Antonio. Concha, comunicación personal). Las empresas dan a sus proveedores asistencia técnica y apoyo financiero para la realización de labores o el pago de insumos. Alrededor de 40% de la superficie cultivada con tomates industriales es cosechada mecánicamente, servicio que es prestado por empresas especializadas. Igualmente, la mayor parte de la superficie es trasplantada de manera mecanizada. Los costos de producción de los agricultores son de alrededor de \$3 millones por hectárea, y varían dependiendo de la mecanización de las labores y la escala del predio, entre otros factores.

Chile se ha convertido en el séptimo mayor exportador de pasta de tomate en el mundo y el primero en el hemisferio sur (Figura 1.1), con cantidades exportadas que se han duplicado en los últimos diez años, a partir de USD 47 millones en 2003 a USD 127 millones en 2015.

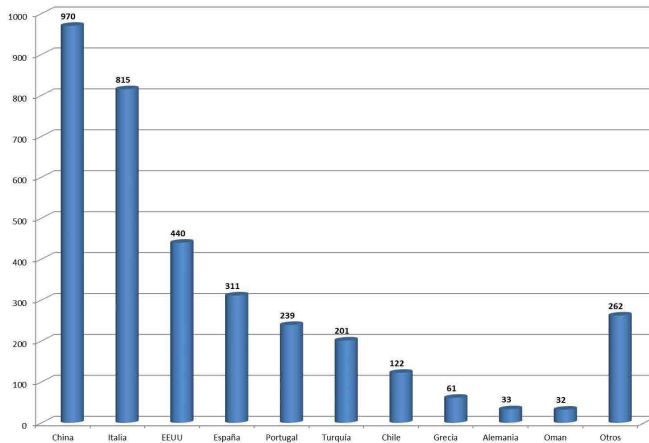


Figura 1.1. Principales Países Exportadores de Pasta de Tomate (2014)

Las empresas exportan entre el 70 y 80% de la producción la cual se comercializa, principalmente, a granel. De estas, la pasta de tomates lidera las ventas al exterior, exportando la temporada 2015 101.000 toneladas, los principales destinos de exportación son Argentina, Venezuela, Brasil y Rusia (Figura 1.2).

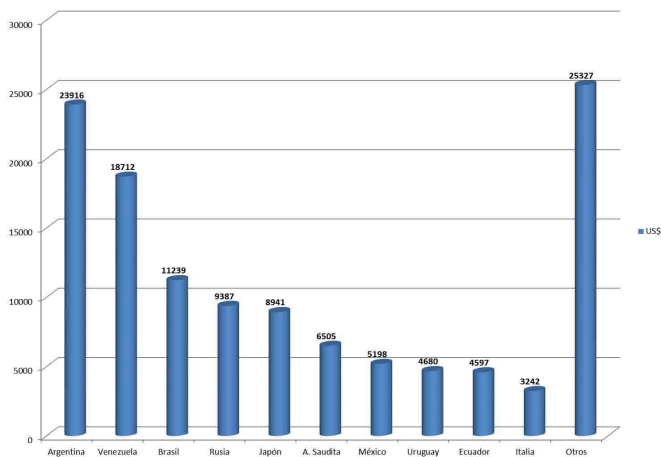


Figura 1.2. Principales destinos de exportación (millones de US\$, 2014).

1.8.1 Parámetros de calidad para la industria

Los principales parámetros de calidad de importancia para el proceso, se refieren a las características internas del fruto: color, firmeza, sólidos solubles, pH y viscosidad.

La cantidad de producto que puede ser procesado es directamente dependiente del contenido de sólidos solubles del fruto. Este carácter es muy influenciado por el ambiente ya que existe una relación negativa entre la producción y el contenido de sólidos solubles del fruto.

1.8.2 Color

El color es un factor muy importante en cuanto al tomate para uso industrial. Éste debe ser de un color rojo intenso y uniforme. El color verde en los frutos se debe a la presencia de clorofila. Luego este pigmento se degrada y se sintetizan pigmentos amarillos, principalmente xantofilas y β -caroteno. A continuación, el tomate adquiere una coloración roja, debido a la rápida acumulación de licopeno. El β -caroteno contribuye de manera importante en el color del fruto en sus primeras etapas de maduración, alcanzando su valor máximo poco antes del total desarrollo del color.

1.8.3 Acidez y pH

El pH del jugo sitúa normalmente entre 4,2 a 4,4. Si el pH es superior, se pueden presentar problemas en la esterilización. La acidez es esencial para la obtención de frutos de buena calidad para la agroindustria. Su concentración debe ser lo suficientemente alta para tener un pH menor a 4,4, y de esta manera evitar los problemas causados por los organismos termófilos (*Clostridium botulinum*). La elevación de pH hace necesario recurrir a tratamientos térmicos más severos por encima de los 100° C, para obtener una buena esterilización frente a estos organismos termófilos.

Los ácidos más abundantes presentes en la maduración del fruto son el ácido cítrico y málico. Desde que el fruto está verde maduro hasta rojo maduro, la acidez alcanza un máximo, lo cual está marcado con la aparición de la pigmentación amarilla; luego de esto sigue un decrecimiento progresivo en la acidificación mientras dura la maduración.

1.8.4 Sólidos totales y sólidos solubles

El porcentaje de sólidos totales en el fruto de tomate corresponde de 5 a 7,5%. Dentro de los sólidos, el 25% está dado por compuestos insolubles, como celulosa y proteínas; el 75% restante corresponde a sólidos solubles, los cuales son de gran importancia para la calidad industrial del tomate.

En cuanto a la economía, el contenido de sólidos solubles representa el parámetro de mayor importancia en la producción de concentrados, mientras mayor sea el valor de residuo de la materia prima, menor será la cantidad de tomate necesario para la obtención de la misma cantidad de producto final con un menor costo de producción.

Los sólidos solubles de un tomate para proceso pueden variar de 4 a 6 grados Brix.

Literatura consultada

Bezert, J. 1994. Sistema de pago por calidad de tomate. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional de Tomate Industrial. Viña del Mar. 1-3 diciembre. pp. 7-10.

Chamarro J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. In: Nuez, F. ed. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. pp. 43-91.

Civera, A. 1990. El tomate de industria, técnica y variedades en la mecanización para su recolección. A+grícola Vergel 6: 955-963.

Diez, M.J. 1995. Tipos varietales. In: Nuez, F. ed. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. pp 93-129.

Giaconi M, V. y Escaff G., M. 2004. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. XV ed. 337 p.

Maroto, J.V. 2002. Horticultura Herbácea especial. Mundi-Prensa, Madrid. 704 p.

Mira, J.M. 2016. The World Processing Tomato Congress, Chile, Marzo 2016.
Nuez, 1990. Nuevas tendencias de la mejora agronómica del cultivo del tomate. Agrícola Vergel 108:909-913.

Nuez, F. 1995. Desarrollo de nuevos cultivares In: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid.

SQM 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. En: http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf Consultado: julio 2016.

Young, T., Juvik, J and Sullivan, J. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. Journal of the American Society for Horticultural Science 118:286-292.