



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 22 cvs. DE
TOMATE INDUSTRIAL (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Y
CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA DESTINADA A
PASTA CONCENTRADA.**

CAROLINA IVÓN RIVERA MONTOYA

SANTIAGO - CHILE
2006

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE 22 cvs. DE TOMATE INDUSTRIAL
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) Y CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA
DESTINADA A PASTA CONCENTRA.

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fitotecnia

Carolina Ivón Rivera Montoya

PROFESOR GUIA	Calificaciones
Sr. Ricardo Pertuzé Concha Ingeniero Agrónomo, Ph.D.	6,7
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Pablo Alvarado Valenzuela Ingeniero Agrónomo, M.S.	6,0
Sra. Maria Luisa Tapia Figueras Ingeniero Agrónomo, M.S.	5,8
COLABORADOR	
Sr. Moisés Escaff Gacitua Ingeniero Agrónomo, M.S.	

Santiago, Chile
2006

AGRADECIMIENTOS

En la realización de este trabajo se agradece al Instituto de Investigación Agropecuaria, CRI La Platina, que me abrió sus puertas de una manera amena y cordial.

A mi padre que en algún lugar del cielo me mira y especialmente a mi madre, quiero agradecerles el haberme dado oportunidades que ellos no tuvieron, me infundieron la ética y el rigor que guían mi transitar por la vida y por su apoyo incondicional.

A mi hermano y su familia, especialmente a Cote y Natalia por su ayuda en todo orden de cosas.

En el mundo académico quiero dar las gracias al Sr. Moisés Escaff, por su confianza y dedicación en la supervisión de este trabajo por su buena voluntad, la paciencia y la cordialidad que siempre me mostró. A Ricardo Pertuzé, profesor guía, por su dedicación, preocupación y sus comentarios para la realización de esta memoria. A ambos les agradezco sinceramente, no sólo sus comentarios y aportes, sino también su paciencia.

Además quiero agradecer especialmente, a la Sra. Mabel Muñoz por mostrarme una forma de trabajar que considero muy valiosa, y por su generosidad.

A lo largo de todo el proceso he contraído deudas de gratitud con muchas persona, que de una u otra forma, colaboraron o participaron en la realización de esta investigación, me gustaría expresar, desde estas páginas, mi más sincero agradecimiento.

A mi grupo de amigos por permitirme soñar y crecer con su imaginación, por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mi.

Y antes de dar fin a estas líneas es preciso mirar atrás y recordar con afecto agradecimiento a todos los que conmigo empezaron, que continúan o que han seguido otros rumbos.

INDICE

	Página
RESUMEN	1
Palabras claves	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
MATERIALES Y MÉTODOS	
Materiales	
Ubicación ensayo	8
Antecedentes edafo-climáticos	8
Material vegetal	8
Métodos	
Tratamientos y diseño del ensayo	9
Manejo del cultivo	9
Evaluaciones de precocidad	9
Evaluaciones de rendimiento	10
Evaluaciones de calidad de frutos	10
Análisis estadístico	11
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
Parámetros de precocidad	12
Rendimiento de frutos comerciales	14
Descarte o Daño de frutos	17
Evaluación de calidad	
pH	22
Acidez	24
Sólidos solubles	24
Sólidos totales	25
Color	26
Licopeno	28
CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXO	35
APENDICE	37

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objeto de evaluar 22 cultivares de tomate industrial para pasta, desde el punto de vista de la caracterización de su etapa productiva y de la calidad de sus frutos como materia prima. Esto debido a que hoy en día son varios los cultivares de tomate industrial que han sido introducidos en el país, y anualmente aparecen otros con nuevas características para satisfacer los requerimientos de los productores y de los consumidores. Así la elección del cultivar debe ser lo más cuidadoso posible ya que la materia prima para industrialización debe tener características especiales.

El ensayo se realizó en el Centro Regional de Investigación La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Se evaluó para cada uno de los cultivares su precocidad, rendimiento comercial, descarte de frutos, características de la materia prima cosechada en cuanto a pH, sólidos solubles, sólidos totales, acidez titulable, color y contenido de licopeno.

Todas las variables evaluadas presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 5\%$), generando información muy importante para la elección de cultivares de tomate industrial.

Para las características de precocidad a cosecha los cultivares estudiados se clasificaron como semitardíos y tardíos. En cuanto a rendimiento comercial sólo SUN 6366, Curicó, Challenger, CXD 224 y CXD 2268 mostraron un rendimiento superior a 90 t/ha. En cuanto a las características industriales el cultivar que sobresalió en cuanto a color fue Advantage, sólidos solubles y totales fue SUN 6366, contenido de licopeno fue SUN 6358, en cuanto pH y acidez ningún cultivar mostró márgenes deficitarios, por lo cual no fueron limitantes en la investigación.

Con la información tanto de rendimiento y calidad industrial el cultivar que presentó características relevantes tanto para el productor como para la agroindustria fue SUN 6366, que mostró rendimientos de 105 t/ha y con estándares de calidad industrial superiores a los exigidos por las industrias procesadoras de tomate.

Palabras Claves: Licopeno, calidad industrial, sólidos solubles, pH, Acidez.

ABSTRACT

The present investigation was done with the goal to evaluate 22 different cvs. of processing tomatoes, from the point of view of their productive characterization and the quality of its fruit as raw material. This because nowadays there are several cvs. of processing tomatoes that are being introduced in our country and every year cvs. with new characteristics looking to satisfy growers and consumers appeal. Therefore the cv. selection must be very accurate, because the raw material must have it special characteristics.

The present essay was done in “La Platina” Research Regional Center of INIA (Institute of Agricultural Research). The precocity of each cv., and the commercial yield and the rejection of their fruits were evaluated, Also characteristics of the harvested raw material, their pH, soluble solids, total solids, titulable acidity, colour and lycopene content were evaluated.

Every parameter evaluated showed statistic differences ($p \leq 5\%$), giving relevant information for the election of processing tomatoes cvs.

For harvest precocity characteristics the cvs. were classified as half late and belated. For commercial yield SUN 6366, Curicó, Challenger, CXD 224 y CXD 2268 showed over 90 t/ha. For industrial characteristics the cv. Advantage stand out for its color, SUN 6366 for its soluble solids and total solids, and SUN 6358 for its lycopene content. On the other hand for pH and acidity no cvs. showed to be out of the normal range, therefore were not limiting the present research.

Based on yield and industrial quality, the cv. that showed relevant characteristics not only for the growers but also for the industry was SUN 6366, that showed yields of 105 t/ha and also presented industrial quality standards better than the required in the industry.

Key words: Lycopene, industrial quality, soluble solids, pH, acidity.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), es una de las especies hortícolas de mayor importancia económica en Chile, con una superficie plantada de 17.500 ha, durante la temporada 2004-2005. Alrededor de un 58% de ellas (10.100 has) fueron dedicadas a tomate industrial (ODEPA, 2005). La producción se concentra entre la VI y VII región, esta zona se caracteriza por: temperaturas moderadas, diferencia de varios grados entre temperatura diurna y nocturna, baja humedad relativa y alta luminosidad, que hacen posible el buen desarrollo del cultivo con un rendimiento promedio de 75 t/ha (ODEPA, 2004b) y la obtención de productos finales de alta calidad (Valdés, 1992).

La pasta es el producto industrial más importante derivado del tomate, corresponde a un concentrado del jugo que resulta de eliminar la piel y las semillas por tamización del tomate triturado (ODEPA, 2004a). Es la hortaliza procesada más importante de Chile, debido a que es el insumo base para la elaboración de diferentes salsas. La producción nacional esta principalmente enfocada a la exportación, en el año 2004, la pasta de tomate representó el 68,9% del volumen de las exportaciones de hortalizas en conserva, lo cual ha permitido que Chile se convierta en uno de los principales proveedores de concentrados de tomate de América Latina (ODEPA, 2004b).

El progreso más interesante que ha experimentado la producción de tomates en los últimos años ha sido el uso de nuevos cvs. que se han venido desarrollando (Tomic, 1991), como resultado de nuevas técnicas, exigencias agrícolas e industriales y de problemas derivados de la presencia de nuevas enfermedades y plagas. Esto ha permitido incrementar los rendimientos y el contenido de sólidos, que confieren una mayor eficiencia industrial, además presentan plantas más vigorosas, mayor cuajado de frutos, mayor producción, más resistencia a enfermedades, precocidad, uniformidad en la maduración, más consistencia, mejor color y homogeneidad en el calibre de los frutos (Tomic, 1991; Rodríguez del Rincón, 1995; Giaconi y Escaff, 1998).

Al elegir un cv. para destinarlo a la industrialización hay que considerar una serie de características según el destino que va tener dentro de la conservería, por lo tanto, es necesario contar con cvs. que produzcan frutos idóneos para la elaboración de cada producto (Tomic, 1991).

Los cvs. de tomate industrial deben tener ciertas características, dentro de éstas se puede mencionar que deben ser de hábito de crecimiento determinado y compacto, que no presenten follaje excesivo, facilitando el trabajo de la máquina cosechadora (Giaconi y Escaff, 1998).

Los frutos de estos cvs. deben llegar a ser rojos, con maduración uniforme y concentrada en el tiempo. Esto tiene relación con la mecanización de la cosecha, ya que el rendimiento en frutos sanos y útiles no debe ser menor al 90%, reduciéndose al mínimo la cantidad de frutos descartables (Giaconi y Escaff, 1998). Civera (1990), Diez (1995) y Giaconi y Escaff (1998) coinciden en que los frutos deben poseer buena resistencia a los golpes que sufren en la recolección, el transporte y el almacenamiento previo a ser procesados. Junto con estos caracteres es esencial también una alta

elasticidad de epidermis, que permita al fruto deformarse sin que se agriete, para evitar la entrada de hongos parásitos y saprófitos que deprecian la calidad del fruto (Diez, 1995; Rodríguez del Rincón, 1995). Civera (1990), menciona que deben tener resistencia a la sobremaduración, ya que estos deben ser capaces de conservar el color, la textura de pulpa y la ausencia de hongos en niveles óptimos, aún cuando permanezcan por más tiempo en el campo.

El fruto se debe desprender de la planta sin el pedúnculo, ya sea porque la fuerza de desprendimiento de este sea inferior a la necesaria para que se rompa su articulación, o porque el pedúnculo es no articulado (gen “jointless”), lo que permite la fácil separación de los frutos desde la planta, para reducir la frecuencia e intensidad de la oscilación de los sacudidores de la máquina cosechadora y limitar la manipulación en la fábrica (Giaconi y Escaff, 1998).

Resistencia genética a plagas y enfermedades es el medio más eficaz y en ocasiones el único utilizable económicamente para el cultivo del tomate industrial. De ahí, el interés de incorporar el máximo número de resistencias genéticas a los cvs. más usados (Diez, 1995; Giaconi y Escaff, 1998).

Uno de los puntos importantes es lo que se refiere a los resultados productivos, éstos son variables; se ha observado rendimientos entre 50 t/ha a 120 t/ha. Un productor que cumple con las especificaciones técnicas que recomienda la empresa debería cosechar más de 75 t/ha y la variación sobre esta cuota se debería a limitantes específicas del suelo o de tipo climático, donde se lleve a cabo la plantación. El uso de cvs. híbridos especialmente adaptados a las condiciones climáticas de cada zona permiten alcanzar altos rendimientos que puedan ir más allá de los 120 t/ha cuando se realiza un manejo adecuado del cultivo (Tomic, 1991).

Diez (1995), menciona que son cinco parámetros que contribuyen a la calidad y al rendimiento industrial, y que permiten cuantificar la calidad de la materia prima. Estos son sólidos solubles, pH del fruto, acidez titulable, color y viscosidad.

Los sólidos solubles son un parámetro de calidad que influye directamente en el grado de concentración y cantidad de tomate requerido para manufacturar productos en los cuales los estándares de calidad son determinados por el contenido de sólidos, siendo el parámetro industrial más estrechamente ligado a la economía de la producción de concentrado (Nuez, 1995). Civera (1990), coincide con el autor anterior y señala que la variación en un grado hace variar el rendimiento de la transformación en un 20%, por lo tanto, es deseable un nivel de sólidos solubles alto para obtener un mayor rendimiento en pasta, recomendando como mínimo 5% y deseable sobre 7%. Diez (1995) menciona que en la mayor parte de los cvs. de tomate industrial se sitúan en un rango de sólidos solubles entre 4,5 a 5,5 °Brix, aparte de las características del cultivar también influyen factores medioambientales, que pueden hacer variar los sólidos solubles para frutos de una misma variedad entre 4 y 7 °Brix.

El pH es una característica importante dentro del proceso industrial, dado que es capaz de definir los aspectos de calidad del producto final y la conducta de los microorganismos, relacionándose directamente con el grado de acidez que posee un

producto (Diez, 1995). La finalidad esencial es mantener la calidad sanitaria, al inhibir el desarrollo de los microorganismos, de esta manera productos que tienen pH inferior a 4,5 presentan resistencia a la germinación de esporas bacterianas como *Clostridium botulinum*, además afecta el tiempo de calentamiento necesario para llevar a cabo la esterilización del producto procesado, requiriendo de tiempos más largos para aquellos con pH alto, lo que implica costos superiores y sobre todo efectos negativos en las características físico-químicas y organolépticas del producto final (Civera, 1990; Cortés, 2000). Diez (1995) menciona que el pH del zumo se sitúa normalmente entre 4,2 y 4,4, siendo muy raro que superen estos valores.

La acidez es uno de los componentes que más influye en el sabor del fruto, y por ende, determina en gran parte la calidad final del producto. El principal ácido en el fruto de tomate es el cítrico, seguido por el málico, que en conjunto son responsables en un 70 a 80% de la acidez total de los frutos (Chamorro, 1995). Se requiere alto contenido de acidez con un mínimo de 0,35 g/100 cc y deseable sobre 0,55 g/100 cc (Civera, 1990).

El color del fruto es un parámetro clave ya que la calidad de algunos productos elaborados está determinada por la intensidad de color, influyendo en el grado, estandarización y rentabilidad del producto procesado (Nuez, 1995), por lo cual el fruto maduro debe ser rojo intenso (Diez, 1995). Chamorro (1995), menciona que los pigmentos que dan la coloración al tomate maduro son licopeno, responsable del color rojo y el β -caroteno, que aporta el color amarillo. El color del fruto va a depender de la relación entre ambos carotenos. La concentración de licopeno esta estrechamente correlacionada con valores de color y su síntesis ocurre solamente con temperaturas en el rango entre 10 y 28°C. El color está dado por características del cultivar, además está influenciado por el estado de maduración del fruto en el momento de la recolección. Riquelme (1995), menciona que la medición colorimétrica es una práctica común en las industrias procesadoras de tomate, a partir de los parámetros L^* , a^* , b^* es posible separar los frutos de diferentes grados de maduración estableciendo los valores límites de cada estado y para cada cv. Los valores más frecuentes para la relación a^*/b^* se sitúan entre 2,2 y 2,5 y para L^* entre 25 y 28.

Además de los aspectos mencionados anteriormente la calidad del tomate está determinada también por la ausencia de defectos del fruto. Dichos defectos se pueden deber a alteraciones fisiológicas, plagas y/o enfermedades (Civera, 1990; Oyanedel, 2003). Es así que normalmente, todos los contratos de venta de tomate de industria fijan tolerancias para la presencia de materiales extraños y de frutos no aptos para la transformación; en caso de superar esas tolerancias, se pueden aplicar descuentos en el precio de la partida e incluso un rechazo (Tomic, 1991; Giaconi y Escaff, 1998).

La partidura de frutos es un defecto importante y frecuente, los frutos con esta alteración presentan una menor resistencia mecánica a la manipulación, una mayor deshidratación, y una menor duración debido a que en las zonas expuestas normalmente se desarrollan hongos de poscosecha (Apablaza, 2000). Se caracteriza por la pérdida de continuidad de la epidermis del fruto, la ruptura se puede producir en el plano longitudinal o transversal, o ambas, en la zona pedicular y hombros del fruto. Este problema se debe a la susceptibilidad genética frente a cambios hídricos y ambientales, que provocan cambios violentos en el fruto (Giaconi y Escaff, 1998; Oyanedel, 2003).

La pudrición apical es descrita por Ho (1999) y Oyanedel (2003) como un desorden fisiológico, que generalmente no alcanza niveles de daño económico significativo (Apablaza, 2000). El síntoma más característico es el colapso del tejido de la zona apical del fruto que lleva a la formación de una zona necrótica, que puede presentar más del 50% de la superficie del fruto. Normalmente esta región es colonizada por hongos, formando un moho negro que cubre una pudrición seca (Oyanedel, 2003). La causa básica de esta enfermedad sería una deficiencia de calcio localizada en los tejidos de la zona distal del fruto. Aunque la deficiencia puede ser causada por una falta de agua o por insuficiente suministro de calcio en las zonas de las raíces, frecuentemente ocurre aun cuando la humedad y el contenido de calcio del sustrato están en un nivel adecuado. Investigadores mostraron cierta susceptibilidad genética a esta enfermedad. La susceptibilidad estaría dada por la expresión, bajo condiciones adversas, de genes que inhiben la actividad de enzimas involucradas en el transporte de materiales a través de las membranas y en la síntesis de la pared celular Ho (1999). Existen variedades más tolerantes a esta anomalía que pueden ser preferidas en suelos predisponentes a la pudrición (Apablaza, 2000). La calidad de los tomates obtenidos con pudrición apical se ve notablemente mermada, debido a que el fruto detiene su crecimiento y comienza precozmente el proceso de maduración a la vez que el tejido que había pardeado se necrosa (Cuartero *et al.*, 1995; Apablaza, 2000).

Los hongos son especialmente importantes debido a causales de rechazo al momento de la entrega a la agroindustria. En el caso de la pudrición negra del tomate causada por *Alternaria alternata* f.sp *lycopersici* constituye una de las principales enfermedades tanto en campo como en poscosecha, siendo la principal causa de rechazo de los tomates en la agroindustria (Estay y Bruna, 2002). Con frecuencia las lesiones se inician sobre frutos que han sufrido golpe de sol, también penetran por hendiduras de crecimiento, picaduras de insecto, golpes diversos y en forma directa a través de la epidermis intacta de los tallos. Ocasiona disminuciones en los rendimientos e impacta negativamente la calidad del fruto, lo que produce el rechazo de los tomates en las plantas procesadoras del país (Estay y Bruna, 2002). Puede causar daño considerable en cvs. que son susceptibles a esta forma del patógeno, pero actualmente existen cvs. que llevan incorporada la resistencia a ella, y se reconocen por las siglas ASC (*Alternaria stem canker*) en los catálogos de cvs. Hay otros patógenos que atacan al tomate como *Fusarium oxysporum* f.sp *Lycopersici*, *Verticilliosis Verticillium albo-atrum* y *V. dahliae* y Virus del mosaico del pepino (Estay y Bruna, 2002).

Los daños por insecto más importantes se deben al ataque de la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick), plaga clave en el cultivo del tomate, si no se controla puede llegar a producir pérdidas del rendimiento comercial del orden del 90%. El daño que produce en los frutos son galerías y perforaciones, que los hace perder su valor comercial, si el ataque se inicia en frutos verdes, suelen aparecer deformaciones (Estay, 2000). Gusano del fruto, *Heiothis zea* (Boddie), en el tomate el daño es provocado por la larva recién eclosada, consume hojas, taladra tallos, en plena fructificación se traslada al fruto teniendo preferencia por los frutos verdes, por lo general completan su ciclo larval en un solo fruto, al que muerden perforándolo superficialmente, lo que a menudo facilita la introducción de patógenos. Se han determinado en algunas temporadas pérdidas de hasta el 30% de los frutos por el ataque de este insecto (Estay y Bruna, 2002). Gusano

cortador de las chacras *Agrotis ipsilon* (Hüfnagel), su principal daño lo provoca en su estado larvario en frutos verdes, los que tienen coloración no son atacados.

El golpe de sol es resultado de la exposición directa a la radiación solar. En condiciones naturales, los frutos en la planta se exponen durante todo el día a la luz del sol, esto causa un aumento rápido de la temperatura junto con una acción combinada de la luz, provocan estas lesiones (Retig *et al.*, 1974). Se presenta en cvs. que por exceso de carga o por naturaleza genética, abren su follaje y exponen los frutos a la luz directa del sol en los meses de mayor calor y con frutos cercanos a la madurez (Rabinowitch *et al.*, 1974; Apablaza, 2000). Este tipo de daño, que ocurre con frecuencia, presenta una necrosis blanca rodeada de un halo amarillo permanente de aspecto más bien corchoso (escaldado), en esta zona se provoca una decoloración debido a la inhibición de la síntesis de licopeno (Rabinowitch *et al.*, 1974), esto tiene serios efectos en la comercialización de los frutos por un alto índice de rechazo (Giaconi y Escaff, 1998), además la zona afectada posteriormente puede ser invadida por hongos saprófitos (Retig *et al.*, 1974; Cuartero *et al.*, 1995; Giaconi y Escaff, 1998; Apablaza, 2000). El daño por quemadura de sol inutiliza al fruto frente a cualquier clasificación, es así, frutos dañados por golpe de sol presentan valores de pH anormalmente altos (Cuartero *et al.*, 1995).

Considerando los antecedentes expuestos, y la importancia que reviste la elección del cultivar para obtener un alto rendimiento y calidad del producto final, se hace indispensable estudiar su comportamiento, tanto en el aspecto agronómico como tecnológico, ya que existe bastante evidencia que señala que estas características son propias de cada cultivar, existiendo diferencia entre ellos en muchos casos. Con el propósito de aportar antecedentes agronómicos y de calidad de diferentes cvs. de tomate se programó esta investigación.

Hipótesis

La caracterización del rendimiento y calidad de fruto de cvs. de tomate industrial para pasta permite establecer cual de ellas tiene el mejor comportamiento para su cultivo.

Objetivo general

Evaluar el comportamiento de 22 cvs. de tomate industrial para pasta en la Región Metropolitana.

Objetivos específicos

- Evaluar la precocidad de 22 cvs. de tomate industrial para pasta.
- Analizar el rendimiento comercial de cada uno de los cvs. de tomate industrial para su uso en el proceso de producción de pasta.
- Evaluar la calidad física y química de los frutos de cada uno de los cvs. en estudio para su uso en el proceso de producción de pasta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Ubicación del ensayo

Este ensayo se realizó entre los meses de octubre del 2003 y marzo del 2004 en las dependencias del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, ubicado en la comuna de La Pintana, Región Metropolitana, 33° 33' latitud sur y 70° 39' longitud oeste.

Antecedentes edafo-climáticos

La Platina está ubicada en clima templado, con una T° media anual de 13,9°C, T° máxima media de 29°C y T° mínima media de 2,8°C. La suma anual de T° base de 10°C es de 1.528 días-grados. Hay una precipitación anual de 370 mm. El suelo es de la serie Santiago, clase III de riego, de textura franco arenosa fina con una profundidad moderada de origen aluvial (Novoa y Villaseca, 1989).

Material vegetal

El material genético empleado estuvo compuesto por 22 cvs. híbridos de tomate industrial, cuyas características se describen en Anexo I, que pertenecen a diferentes empresas proveedoras de semillas, como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cultivares evaluados en el ensayo

Cultivar	Empresa	Cultivar	Empresa
Hypeel 108	Seminis	CXD 2236	Campbell Seed
APT 410	Asgrow	CXD 2268	Campbell Seed
Hypeel 45	Seminis	SUN 6109	Sunseeds
Curicó	Seminis	SUN 6119	Sunseeds
SVR 02410731	Seminis	SUN 6332	Sunseeds
Challenger	Campbell Seed	SUN 6358	Sunseeds
Advantage	Campbell Seed	SUN 6365	Sunseeds
CXD 142	Campbell Seed	SUN 6366	Sunseeds
CXD 179	Campbell Seed	Easypeel	United Genetic
CXD 206	Campbell Seed	HA 3512	Hazera
CXD 224	Campbell Seed	HA 3513	Hazera

Fuente: Confeccionado por el Autor.

Métodos

Tratamientos y diseño del ensayo

Se establecieron 22 tratamientos que corresponden a las cvs., los que se muestran en el Cuadro 1. El ensayo se estableció con un diseño experimental en bloques completamente al azar, con 4 repeticiones por tratamiento. Cada unidad experimental constó de 2 hileras de 20 plantas cada una, sólo una de ellas fue utilizada para realizar las evaluaciones. La distancia de plantación fue de 1,3 m. entre hilera, y 20 cm. sobre la hilera (5 pl/m. lineal).

Manejo del cultivo

Todos los cvs. tuvieron el mismo sistema de cultivo y manejo desde siembra a cosecha, con el objeto de uniformar las condiciones y de este modo hacer comparable los resultados.

- Almacigo: El establecimiento del cultivo se realizó utilizando el sistema de almacigo-transplante. Las semillas se sembraron el 16 y 17 de septiembre del 2003.
- Transplante: Se efectuó del 4 y 5 de noviembre del 2003. Este se realizó cuando las plantas presentaban de 4 a 5 hojas verdaderas.
- Densidad de plantación en campo: esta fue de 38.462 plantas por hectárea, con el marco de plantación antes mencionado.
- Fertilización: Se aplicaron 120 u de P₂O₅ (Superfosfato Triple), 120 u de K₂O (Salitre Potásico) y 180 u de Nitrógeno (Salitre Potásico). El fósforo y el potasio se aplicaron en el último rastraje, mientras que el nitrógeno se aplicó al momento de la plantación y luego en 2 parcialidades que correspondieron a la primera y segunda aporca.
- Riego: El método de riego fue por surcos, utilizando sifones por cada 5 surcos la determinación y frecuencia en el tiempo de riego fue dada por el desarrollo del cultivo.
- Cosecha: Se realizó cuando las plantas presentaron un 90% de sus frutos maduros (70% de la superficie de color rojo). Para la determinación del momento de cosecha propicio se marcaron al azar 3 plantas por parcela, en las cuales se realizaron periódicamente recuentos de sus frutos, evaluándose el momento en que los frutos cumplieran el requisito para ser cosechados.

Evaluaciones de precocidad

- Tiempo a de transplante a floración y a cosecha (días): Se registró la fecha de transplante, floración y cosecha, en base al 50% de las plantas con dicha condición, y se calculó el número de días comprendidos entre las diferentes fechas para cada uno de los cvs. del ensayo.
- Requerimientos de temperatura de transplante a floración y a cosecha (D°). Se registraron las temperaturas del periodo de transplante a cosecha y se procedió a calcular la sumatoria de días grados acumulados por sobre un umbral temperatura de 10° C.

$$D^{\circ} = \frac{T^{\circ} \text{ máx. diaria} + T^{\circ} \text{ mín. diaria}}{2} - T^{\circ} \text{ Umbral}$$

Evaluaciones de rendimiento

Se cosecharon los frutos de 10 plantas, tomadas al azar que se encontraban en competencia perfecta de la hilera a medir, se procedió a pesar y contar el número de frutos. Los valores obtenidos fueron llevados a valores por hectárea (Kg/ha y nº frutos/ha).

- Rendimiento Total: se pesó y contó la totalidad de los frutos cosechados, es decir, corresponde a la suma de las categorías de frutos comerciales y descarte.
- Rendimiento comercial: corresponden a todos los frutos que enteros, sanos (sin daños aparentes), y con un mínimo del 70% de la superficie de color rojo.
- Descarte: se expresó en porcentaje de daños y defectos respecto al total (categoría comercial y descarte). Son aquellos frutos que no cumplieron con la madurez adecuada o que presentaron algún tipo de daño. Los parámetros utilizados fueron los mismos empleados por el control de calidad de IANSAFRUT (Anexo II) calculándose el porcentaje que cada categoría representa respecto del total:
 - Frutos podridos
 - Frutos partidos
 - Pudrición apical
 - Frutos sobremaduros
 - Frutos con presencia de daño por insectos
 - Frutos inmaduros
 - Frutos con golpe de sol

Evaluaciones de calidad de frutos

Para las siguientes evaluaciones se procedió a sacar una muestra aleatoria de 10 frutos comerciales por repetición. Cada muestra se molió independientemente en una máquina especial (Lillo Passa Pomodoro, Marca Pedrini). Todas las determinaciones fueron hechas el mismo día de la cosecha para evitar variaciones debido al almacenaje. Los análisis fueron los siguientes:

- pH: Se midió con pHmetro manual a partir del jugo extraído de cada uno de los 10 tomates comerciales sacados al azar.
- Acidez titulable (%): Para determinar la cantidad de ácido predominante, que en el caso del tomate es el ácido cítrico. Se tituló una muestra de jugo de 10 tomates comerciales con NaOH 0.1 N controlando el pH hasta llegar un valor de 8,2, punto en el cual la muestra se neutraliza. Las cantidades de NaOH 0.1 N se expresaron en % de ácido cítrico mediante la siguiente relación (AOAC, 1984):

$$\% \text{ Ac. Cítrico} = (V_{\text{NaOH}} * [\text{NaOH}] * 0.064 * 100) V_{\text{M}}^{-1}$$

Donde:

V_{NaOH} = Volumen de NaOH gastados por titulación (ml); $[\text{NaOH}]$ = Concentración del NaOH (0.1 N); 0.064 = Factor del ácido cítrico; V_{M}^{-1} = Volumen de la muestra (ml)

- Sólidos solubles (° Brix): Medido con refractómetro utilizando un pequeño volumen de jugo de cada uno de los 10 tomates comerciales tomados al azar.

- Sólidos totales o materia seca (%):

Para determinar el porcentaje de materia seca se pesaron muestras de 100 g de pulpa (peso fresco = PF) de una muestra compuesta de los 10 frutos a evaluar para cada repetición. Posteriormente las muestras fueron llevadas a una estufa a 60°C hasta obtener un peso constante (peso seco = PS), determinándose el porcentaje de materia seca (%MS) mediante la siguiente relación (AOAC, 1984):

$$\% \text{ MS} = \text{PS} \times \text{PF}^{-1} \times 100$$

A partir de este porcentaje se determinó el rendimiento total de materia seca (RMS) por hectárea en base al rendimiento total de campo (R) mediante la siguiente relación:

$$\text{RMS} = \text{R} \times \% \text{MS}$$

- Color: Se tomaron 3 muestras de pulpa por repetición. Se midió empleando un colorímetro Colorflex Tomato Color Meter, Hunter Lab., los aspectos de color considerados para la evaluación fueron el coeficiente L* que corresponde a la de luminosidad, a* que equivale al color rojo, b* que corresponde al amarillo y a*/b* que es proporción entre rojo y amarillo.

- Contenido o concentración de Licopeno (mg/100 gr. de pasta): Las muestras de pulpa fueron congeladas en nitrógeno líquido y luego mantenidas a -20°C hasta su evaluación. Para obtener el contenido de licopeno se utilizó la metodología empleada por Sadler *et al.* (1990), donde se tomaron 0,5 g de pulpa a las que se les aplicó 10 mm de hexano: acetona: etanol (50:25:25) para extraer la capa orgánica. Se agitó a 140 rpm, por 30 minutos, luego se agregaron 1,5 mm de agua para separar la capa orgánica y se agitó por 30 minutos. Posteriormente se filtraron 0,2 µl en filtros Millipore y se tomaron 200 µl del extracto y se diluyeron con 1,80 ml de hexano para ser analizarla espectrofotométricamente a 472 nm (E=3450).

Análisis Estadístico

Los resultados de las diversas variables analizadas fueron sometidos a un análisis de varianza para determinar diferencias significativas. En el caso de valores porcentuales como lo es el caso de las evaluaciones de frutos no comerciales se hicieron transformaciones a arcoseno para su análisis. En aquellas variables donde se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) se realizó la prueba de rango múltiple de TUKEY al 5% para separar las medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de precocidad

Habiendo estado los 22 cvs. sujetos a iguales condiciones de campo durante su desarrollo, se observaron diferencias significativas entre ellos para los parámetros de precocidad evaluados (Cuadro 2). Las diferencias entre los cvs. sólo se manifestaron a partir del trasplante.

Cuadro 2. Días a Cosecha, días grados a floración y a cosecha de 22 cvs. de tomate industrial.

Cultivar	Días-grado Floración	Días-grado Cosecha	Días a Cosecha
HA 3513	283,48 a ¹	1216,65 a	140 a
HA 3512	279,64 a	1194,71 ab	137 b
Advantage	216,05 ab	1173,55 bc	135 b
Curicó	215,01 a	1169,2 bcd	134 bc
SUN 6119	216,05 ab	1166,47 bcd	134 bc
SUN 6332	216,05 ab	1166,47 bcd	134 bc
Easypeel	243,50 bc	1158,10 cd	133 cd
Hypeel 108	216,05 ab	1152,48 cd	133 cd
SVR 02410731	219,00 de	1137,74 de	131 de
CXD 142	219,00 de	1136,40 de	131 de
SUN 6109	212,15 a	1135,16 de	131 de
CXD 179	219,00 de	1113,99 ef	128 ef
Challenger	275,80 ab	1093,85 fg	125 fg
SUN 6365	209,20 e	1089,83 fg	125 fg
CXD 2236	218,84 de	1089,59 fg	125 fg
Hypeel 45	216,05 ab	1067,20 gh	122 gh
CXD 206	229,96 abc	1050,44 hi	120 hi
CXD 224	248,40 bc	1023,75 ij	117 hi
SUN 6366	216,05 de	1003,76 jk	114 ij
CXD 2268	219,00 de	987,96 k	112 ij
SUN 6358	216,05 de	971,88 k	110 j
APT 410	236,65 cde	933,34 l	106 k

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

Los cvs. evaluados completaron el periodo de trasplante a floración entre 27 y 37 días (Apéndice I), cumpliendo entre 209 y 283 D° respectivamente. En tanto el periodo desde trasplante a cosecha también presentó diferencias estadísticamente significativas. En este caso, como se muestra en el Cuadro 2, el periodo varió desde 106 días (APT 410) hasta 140 días (HA 3513), cumpliendo entre 933 y 1.216 D° respectivamente. El

caso de HA 3513 fue el cv. más tardío a cosecha y también lo fue al momento de floración, pero no ocurrió lo mismo con los cvs. más precoces como se verá más adelante.

Los cvs. se clasificaron según el largo del periodo desde transplante hasta cosecha según lo descrito por Ormeño (1991). Se catalogaron como cvs. semitardíos aquellos cuyo ciclo fluctuó entre 106 y 115 días, y como tardíos aquellos con un periodo superior a 116 días. Los cvs. semitardíos tuvieron un rango de 933,34 a 1.003,76 D°, y en los cvs. tardíos el rango fue de entre 1.023,75 y 1.216,65 D°. Es importante poder identificar cvs. con características de precocidad a cosecha ya que de esta forma se pueden evitar posibles condiciones detrimentales para los frutos, tales como lluvias tempranas de otoño, que son normales para el mes de marzo en la zona centro y centro sur del país.

Se correlacionó la precocidad a floración con la precocidad a cosecha en los diferentes cvs., el coeficiente de correlación fue igual a 0,21, esto demuestra que no necesariamente cvs. precoces a floración deben comportarse como tal a cosecha, esto se puede observar en cvs. catalogados como tardíos a cosecha (SUN 6109, Hypeel 108, SUN 6119, SUN 6332, Curicó y Advantage), que se comportaron como precoces al estado de floración. Además algunas cvs. que se comportaron como tardíos a floración fueron precoces a cosecha (APT 410 y CXD 2268). Es importante mencionar que las diferencias entre los cvs. y sus periodos de precocidad a floración o a cosecha están dados por el tiempo que demoran las plantas en formar frutos y en que estos toman en madurar y adquirir su color rojo, además de la concentración en el tiempo de maduración (Gould, 1992). Se debe destacar que algunos cvs. mantuvieron sus características de precocidad tanto para floración como para cosecha. Dentro del grupo de cvs. más precoces en cuanto a floración que no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas se debe destacar a APT 410, la cual fue precoz a floración y mantuvo igual característica para cosecha, completando su ciclo de desarrollo con 933,3 D°. Los cvs. más tardíos mantuvieron igual comportamiento tanto para floración y cosecha (HA 3513 y HA 3512).

Entre los híbridos de mayor rendimiento (sobre 90 t/ha) destacan 2 semitardíos (SUN 6366 y CXD 2268) y 3 tardíos (Curicó, Challenger y CXD 224). Los híbridos que presentaron más bajo rendimiento (menor 60 ton/ha) son catalogados como tardíos, con más de 120 días entre transplante y cosecha, en este grupo se encuentran CXD 206, Easypeel, HA 3513 y SVR 0241073. Es importante señalar que cvs. que tuvieron una floración precoz no tuvieron un rendimiento mayor a aquellas con floración más tardía. Esto se puede corroborar a través del coeficiente de correlación que existe entre días de transplante a floración y rendimiento que dio un $r = 0,008$, y entre días a cosecha y rendimiento cuyo r fue de $-0,49$.

No obstante se aprecian menores rendimientos en los híbridos tardíos, por altos porcentajes de descarte asociados a mayor incidencia de frutos inmaduros y afectados por el ataque de hongos, resulta importante señalar que las cosechas tardías son clave para ampliar el uso de la maquinaria y la capacidad instalada de las plantas industriales. Los problemas antes mencionados pueden ser solucionados con un programa fitosanitario adecuado. Así, cosechas que se prolonguen en condiciones de temperatura

no óptimas, pueden presentar problemas e impedimentos en la obtención de un mejor desarrollo de color, cosa que no paso en este ensayo ya que las temperaturas en el tiempo de cosecha fueron favorables.

De acuerdo a las diferencias de precocidad de los cvs. evaluados es posible programar un abastecimiento constante y regular, contando con un periodo amplio de disponibilidad de materia prima. Esto asociado con una buena predicción de fecha de cosecha por la acumulación térmica puede generar un buen rendimiento comercial con un mínimo de descarte (Machado *et al.*, 2004), sirviendo como herramienta de apoyo para la programación de los cultivos.

Rendimiento de frutos comerciales

Al evaluar los valores comerciales en los 22 cvs., como era de esperar, mostraron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). El rendimiento comercial comprende a los frutos sanos y es el factor en que se basa la agroindustria para pagar. Por lo cual es importante mencionar que, el promedio del rendimiento comercial de los cvs. evaluados fue de 74,53 t/ha, lo que es calificado como un rendimiento medio a nivel nacional (Ormeño, 1991). En general los rendimientos comerciales fluctuaron entre las 50,03 t/ha para el cv. SVR 02410731 y las 105,95 t/ha del cv. SUN 6366. Se pueden distinguir 3 grandes grupos en cuanto a agrupación de rendimiento: el primer grupo con rendimientos bajos menores a 75 t/ha, el segundo con rendimientos medios entre 75 y 90 t/ha, y el tercero de rendimientos altos mayor a 90 t/ha, que comprende a las híbridos SUN 6366, Curicó, Challenger, CXD 224 y CXD 2268.

Sólo 10 cvs. de los 22 estuvieron por sobre el promedio nacional, 75 t/ha, nivel considerado como deseable por el productor, puesto que económicamente supera los costos de producción, solamente 5 cvs. se clasificaron como rendimiento alto a nivel nacional superando las 90 t/ha.

Jorquera (1977), menciona que los cultivares que obtienen bajos rendimientos coinciden en mostrar un menor desarrollo vegetativo, lo que también se observó en este ensayo. Por esta razón, se puede suponer que estas variedades podrían ser plantadas usando una mayor densidad, lográndose de este modo aumentar los rendimientos por hectárea, de esto se desprende que resulta imprescindible aplicar técnicas de manejo diferenciados, con el objeto que logren expresar los rendimientos potenciales máximos.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para frutos/ha, estos variaron entre 935.588 para HA 3512 y 1.792.338 para Curicó (Cuadro 3). Los cvs. que presentaron altos rendimientos también presentaron alto número de frutos/ha. Esto se ve reflejado en el coeficiente de correlación que fue de 0,91. González (1998), correlacionó positivamente estos parámetros obteniendo un $r = 0,87$, indicando que un aumento en el número de frutos/ha se asocia directamente con un mayor rendimiento.

Cuadro 3. Evaluación de Rendimiento comercial y Número de frutos por hectárea de 22 cvs. de tomate industrial.

Cultivar	Rendimiento comercial (ton/ha)	Número de frutos (Miles/ha)
SUN 6366	105,95 a ¹	1.667 ab
Curicó	98,81 ab	1.792 a
CXD 2268	94,53 b	1.724 a
Challenger	92,12 bc	1.457 bc
CXD 224	91,02 bcd	1.637 ab
APT 410	81,84 cde	1.340 cde
CXD 142	81,33 de	1.207 def
SUN 6365	80,19 e	1.454 bc
SUN 6332	78,72 ef	1.409 cd
SUN 6358	77,75 ef	1.502 bc
Advantage	69,06 fg	1.347 cde
Hypeel 45	68,89 fg	1.216 def
HA 3512	67,21 gh	1.359 cde
CXD 2236	66,39 gh	1.103 fgh
SUN 6119	66,22 gh	1.161 efg
Hypeel 108	64,20 gh	1.071 fgh
CXD 179	63,90 gh	1.147 efg
SUN 6109	62,20 gh	958 gh
CXD 206	60,46 gh	1.075 fgh
Easypeel	60,27 ghi	958 gh
HA 3513	58,49 hi	935 h
SVR 02410731	50,03 i	954 gh

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

El peso de fruto en los cvs. evaluados varió entre 67,3 g para CXD 142 y 49,6 g para HA 3513 (Cuadro 4). Si bien CXD 142 presentó el mayor peso de fruto, esto se asoció con un rendimiento medio en el ensayo. Sólo el cv. SUN 6366 mostró rendimiento alto y a la vez tuvo un buen peso de fruto. De esta manera se observó para la situación de esta investigación que aquellos cvs. con mayores rendimientos no necesariamente mostraron un bajo peso de sus frutos para corroborar esto el coeficiente de correlación entre estos dos parámetros fue de 0,105 coincidente con lo que señala González (1998), que obtuvo un bajo coeficiente de correlación ($r = 0,0013$). Otros autores (Tapia y Alvarado, 1977) indican coeficientes de correlación entre rendimiento y peso promedio de fruto relativamente variables ($r = 0,69$ a $r = 0,18$) pero con asociación positiva. Sin embargo algunos autores (Alarcón, 1993; Jin Hui, 1985) encontraron coeficientes de correlación negativos ($r = -0,79$ y $r = -0,41$), indicando que en la medida que aumentan los rendimientos el peso del fruto disminuye.

Cuadro 4. Evaluación de Peso de fruto y frutos por planta de 22 cvs. de tomate industrial

Cultivar	Peso fruto (g)	Frutos/planta
CXD 142	67,34 a	31 def
SUN 6109	64,97 ab	25 gh
SUN 6366	63,56 ab	43 ab
Challenger	63,23 ab	38 bc
Easypeel	62,95 abc	25 gh
HA 3513	62,59 abcd	24 h
APT 410	61,06 bcde	35 cde
Hypeel 108	60,43 bcdef	28 fgh
CXD 2236	60,32 bcdef	29 fgh
SUN 6119	57,02 cdefg	30 efg
Hypeel 45	56,64 defg	32 def
CXD 206	56,29 efg	28 fgh
SUN 6332	55,84 efg	37 cd
CXD 179	55,75 efg	30 efg
CXD 224	55,59 efg	43 ab
SUN 6365	55,17 efg	38 bc
Curicó	55,13 efg	47 a
CXD 2268	54,84 fgh	45 a
SVR 02410731	52,44 gh	25 gh
SUN 6358	51,70 gh	39 bc
Advantage	51,33 gh	35 cde
HA 3512	49,61 h	35 cde

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

El peso promedio de frutos de los cvs. analizados fue de 57,9 g. Al comparar los valores de peso de fruto de los catálogos de las empresas de semilla (Anexo I) con los obtenidos en el ensayo, éstos fueron más bajos en todos los cvs. Cabe mencionar, que este parámetro puede verse afectado por condiciones ambientales adversas durante el periodo de crecimiento del fruto, además la densidad de población también influye sobre el peso del fruto, éste se reduce al aumentar el número de plantas por unidad de superficie, sin embargo, para el producto cosechado a máquina y destinado al concentrado de tomate esto tiene escasa importancia, siendo sólo un inconveniente para la recolección manual o cuando el producto es destinado a la producción de pelado. Es importante mencionar que para la industria los cvs. deseables son aquellos de tamaño mediano, por tener una consistencia más firme que aquellos más grandes y por ser más fáciles de cosechar que los de tamaño pequeño Civera (1990).

En cuanto al número de frutos/planta también presenta diferencias estadísticamente significativas para los cvs. estudiados, estos fluctuaron entre 47 para Curicó y 24 en HA 3513 (Cuadro 4). De acuerdo al comportamiento presentado por los cvs., se asocia directamente un mayor número de frutos/planta a un mayor rendimiento esto se ve reflejado en que el cv. Curicó fue una de los que presentó mejor rendimiento comercial

a diferencia de HA 3513 que tuvo un rendimiento bastante bajo, con el menor número de frutos/planta. Es así que las variedades con rendimiento sobre 90 t/ha como SUN 6366, CXD 224, Curicó y CXD 2268 presentaron los números de frutos/planta más altos. Al contrario, aquellos cvs. que obtuvieron rendimientos bajos, menores a 66 ton/ha como SUN 6109, Easypeel, Hyppel 108 CXD 2236, SUN 6119, CXD 206, CXD 179, SVR 02410731 y HA 3513 tuvieron un número menor a 30 frutos/planta. Al correlacionar estos dos parámetros (número de frutos/planta y rendimiento), se observó un $r = 0,91$, lo que coincide perfectamente con Tapia y Alvarado (1977) y Alarcón (1993), quienes obtuvieron valores de $r = 0.90$ y $r = 0.96$ para los mismos parámetros.

El cv. SVR 02410731 presentó el rendimiento más bajo, y coincidentemente también presentó un bajo número de frutos/ha y uno de los menores peso de fruto con 52,4 g. Esto también se pudo apreciar en los cvs. que mostraron rendimientos inferiores o iguales a 60 t/ha, las que dieron menos de 1.000.000 frutos/ha, por ejemplo SUN 6109, Easypeel, HA 3513. Todos los cvs. que presentaron rendimientos mayores a 95 t/ha mostraron tener alrededor 1.500.000 frutos/ha, pero no todos ellos mostraron tener un elevado peso de frutos, como es el caso de la variedad Curicó que tuvo 98,8 t/ha pero su rendimiento alto estuvo dado básicamente por el elevado número de frutos/ha que por el peso de éstos. Con lo expuesto anteriormente y coincidiendo con Alarcón (1993), el desmedro en el rendimiento esta dado mas bien por una disminución en el número de frutos que por el peso de ellos. Los principales factores que determinan el rendimiento del tomate son el número de frutos por planta y el peso de fruto por planta. Pero el primero es más importante para determinar el rendimiento, influyendo directamente en el número de frutos/ha, siendo una característica deseable en las variedades de tomate industrial (Jin Hui, 1985).

Los factores ambientales tienen gran importancia tanto en la floración y fructificación, es así que en los meses donde se produjo la floración, cuaja, crecimiento y maduración de los frutos, las temperaturas medias se mantuvieron sobre el límite de 13°C, además hubo temperaturas óptimas de entre 22-25 °C, la humedad relativa en este periodo fue de cerca de 70% (Apéndice II). Por lo cual ninguno de los dos factores (temperatura y/o humedad) influyó negativamente en la cuaja y desarrollo de frutos, consecuentemente la diferencia significativa en el número de frutos/planta y rendimiento fueron producto del cultivar.

Descarte o Daño de frutos

En general, todos los contratos de venta de tomate de industria fijan tolerancias en cuanto a la presencia de materiales extraños y de frutos no aptos para la transformación industrial. En caso de superar esas tolerancias, se pueden aplicar descuentos en el precio e incluso un rechazo de la partida. La presencia de residuos de pesticidas no removibles en agua fría, materias extrañas, daño visible con mohos, gusanos o larvas, golpe de sol, entre otros (Tomic, 1991). Sólo un cv. superó el 25% de daño general, que constituye el rechazo de la partida para la agroindustria (Easypeel, 27,55% de daño). Los otros cvs. presentaron niveles de daño sobre 14,24% pero ninguna superó el 25% (Cuadro 5). Cabe destacar que si bien algunos cvs. tienen mayor ton/ha de daño comparada con

Easypeel, debido a sus mayores rendimientos no llegaron al 25% de daño como es el caso de Challenger, ya que Easypeel fue el cv. con menor rendimiento comercial.

Cuadro 5. Porcentajes de Descarte de 22 cvs de tomate industrial

Cultivar	% Descarte	
Easypeel	27,55	a ¹
HA 3512	23,74	ab
HA 3513	23,46	ab
CXD 206	23,45	ab
SVR 02410731	23,37	ab
SUN 6109	22,57	abc
Hypeel 108	22,42	abcd
Advantage	22,24	abcd
Challenger	21,49	abcd
SUN 6332	21,40	abcd
CXD 2236	21,08	abcd
CXD 179	20,05	abcd
APT 410	19,64	abcd
CXD 224	18,97	bcd
Hypeel 45	18,34	bcd
CXD 142	18,12	bcd
SUN 6365	17,09	bcd
SUN 6119	16,95	bcd
SUN 6366	16,36	bcd
CXD 2268	15,76	bcd
Curicó	14,99	cd
SUN 6358	14,24	d

¹ Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas para $p \leq 0,05$.

Los daños que se presentaron fueron hongos, insectos, pudriciones, pudrición apical, partiduras, sobremadurez e inmadurez de frutos. El híbrido que registró el menor descarte fue SUN 6358 con 14,24%, este presentó un rendimiento comercial medio de 77,75 t/ha, considerándose un cv. semitardío. Es importante mencionar que es uno de los cvs. que presentó 0% de pudrición apical (Cuadro 6).

La principal causa de descarte en los cvs. fue la presencia de frutos con golpe de sol, en esta categoría se encontraron diferencias estadísticamente significativas para todos los cvs. (Cuadro 6), los más afectados fueron SUN 6109, HA 3512 y HA 3513, que corresponden a cvs. tardíos. Este daño se observó en los racimos más superficiales, sobre los cuales el sol tenía incidencia directa no así en las variedades más compactas y buen cubrimiento del fruto con el follaje, esto coincide con lo descrito por Alarcón (1993). Entre las variedades con menor porcentaje de daño de sol se encuentran SUN 6366 con 1,15%, SUN 6358 con 2,43%, Curicó con 2,46% y CXD 2268 con 2,72%, siendo SUN 6366, Curicó y CXD 2268, los tres cvs. que presentaron mayor rendimiento comercial. Algunos cvs. presentaron porcentaje de golpe de sol sobre 5%, lo que

constituye el rechazo de la partida por la agroindustria según los parámetros de IANSAFRUT (Anexo 2), estos fueron SUN 6109 con 7,34%, HA 3512 con 7,22%, HA 3513 con 6,48%, Advantage con 6,38%, CXD 206 con 5,47%. Sólo CXD 224 tiene un rendimiento alto, los otros cvs. mencionados presentaron rendimientos menores a 85 t/ha. La mayoría de los investigadores coinciden en que las principales causas del golpe de sol son la exposición prolongada de los frutos a una alta radiación solar y temperaturas elevadas, pero parece ser complejo especificar cual de estos factores es el más importantes, haciéndose necesario analizar sus efectos en forma separada (Rabinowitch *et al.*, 1974; Retig *et al.*, 1974). El daño por quemadura de sol inutiliza al fruto frente a cualquier clasificación, es así, estos presentan valores de pH anormalmente altos (Cuartero *et al.*, 1995). Se deben preferir los cvs. con tallos y follaje que no se abra por la carga frutal, dejando los frutos expuestos directamente al sol.

Otro daño importante fue la presencia de frutos podridos, en el cual se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cvs. (Cuadro 6). Este valor varió entre 3,27% para Curicó y 7,08% para SUN 6109, esta último cv. presentó un elevado porcentaje por la decumbencia de sus tallos causado por el peso de los frutos, el cual fue el segundo más elevado del ensayo (65 g). Los cvs. Que presentaron altos porcentajes de golpe de sol tienen los porcentajes más altos de daño por hongos, es así que SUN 6109 presentó los mayores % de golpe de sol y frutos podridos, debido básicamente a que fue uno de los cvs. más atacados por *Alternaria alternata f.sp. lycopersici*, esto coincide con lo descrito por Estay y Bruna (2002), donde menciona que el hongo penetra generalmente a través de heridas causadas por golpe de sol. Los mayores porcentajes de frutos podridos fueron de aquellos cvs. más tardíos que presentaron sobre 1.080 días grados, por lo cual quedan más expuestas a humedad relativa más altas y al rocío.

El porcentaje de daño por insecto presentó diferencias estadísticamente significativas, varió desde 3,24% para CXD 2236 hasta 6,74% para Easypeel (Cuadro 6). CXD 179, CXD 206 y Easypeel mostraron valores superiores al 6% de daño por lo cual la partida podría, tener problema en la agroindustria. SUN 6366 fue una de los cvs. que presentó bajo descarte además de un buen rendimiento siendo su mayor problema el daño por insecto. Básicamente el insecto que más atacó al cultivo fue el gusano cortador (*Agrotis ipsilon*), este daño en la última etapa del cultivo a los frutos, en especial a aquellos que estuvieron en contacto o cercanos al suelo, este daño se visualizó principalmente entre los meses de enero y febrero, el control de este insecto fue probablemente deficiente ya que se realizó en base a cebos tóxicos, ya que sólo se presentó durante el desarrollo de los frutos y no al estado de plántulas. La polilla del tomate (*Tuta absoluta*) fue monitoreada a través de trampas de feromonas y presentó un ataque mínimo.

Los valores presentados por daños de insectos y hongos son altos para el objetivo del proceso, el cual tiene un valor máximo de 5% sobre el total de la materia prima recepcionada, estos se considera causal de castigo, se puede argumentar que dichos parámetros son potencialmente modificables por medio del manejo del cultivo en los diferentes estados fenológicos.

Cuadro 6. Porcentajes de las diferentes categorías de desecho evaluadas en 22 cvs. de tomate industrial.

Cultivar	Categoría de Descarte (%)						
	Pudrición apical	Golpe de sol	Sobre Maduros	Podridos	Inmaduros	Daño insecto	Partidos
SUN 6109	1,07 a ¹	7,34 a	0 b	7,08 a	2,55 abc	4,53 abcd	0 c
HA 3512	0 a	7,22 a	2,92 a	5,51 ab	3,19 abc	4,17 abcd	0,73 bc
HA 3513	0 a	6,48 ab	2,96 a	4,85 ab	2,04 bc	4,38 abcd	2,70 a
Advantage	0 a	6,38 ab	1,57 ab	4,81 ab	2,65 abc	5,11 abcd	1,73 abc
CXD 224	0 a	6,16 ab	2,04 ab	4,05 ab	1,28 c	4,10 abcd	1,34 abc
Easypeel	1,74 a	5,58 abc	2,84 a	5,92 ab	3,25 abc	6,74 a	1,46 abc
CXD 206	0,84 a	5,47 abc	0 b	4,70 ab	4,02 abc	6,53 ab	1,89 ab
SUN 6332	1,02 a	4,95 abc	2,03 ab	3,73 ab	3,84 abc	4,70 abcd	1,13 abc
Challenger	0,10 a	4,74 abc	1,93 ab	3,97 ab	4,91 ab	5,35 abcd	0 c
SUN 6119	0 a	4,54 abc	0 b	3,52 ab	3,11 abc	5,77 abcd	0 c
CXD 179	0 a	4,48 abc	2,73 a	3,87 ab	1,60 c	6,35 abc	1,01 abc
Hypeel 45	0,48 a	4,38 abc	1,69 ab	3,38 b	2,56 abc	3,89 bcd	1,94 ab
SVR 02410731	1,40 a	4,31 abc	2,37 ab	5,71 ab	2,85 abc	4,99 abcd	1,72 abc
CXD 2236	0 a	4,18 abc	1,55 ab	4,43 ab	1,30 c	3,24 d	1,19 abc
Hypeel 108	1,53 a	4,06 abc	0 b	6,70 ab	5,20 a	4,61 abcd	0,29 bc
SUN 6365	0 a	3,46 abc	2,51 ab	5,71 ab	1,36 c	4,05 bcd	0 c
CXD 142	1,03 a	3,39 abc	0 b	4,64 ab	3,39 abc	3,85 cd	1,83 abc
APT 410	1,16 a	3,00 abc	0,68 ab	5,15 ab	3,77 abc	4,52 abcd	1,35 abc
CXD 2268	0,09 a	2,72 abc	1,07 ab	3,81 ab	2,96 abc	4,29 abcd	0,81 bc
Curicó	0,31 a	2,46 bc	1,82 ab	3,27 b	2,51 abc	3,76 cd	0,85 bc
SUN 6358	0 a	2,43 bc	1,32 ab	4,89 ab	1,05 c	3,34 d	1,21 abc
SUN 6366	0,77 a	1,15 c	1,39 ab	3,52 ab	3,72 abc	4,55 abcd	1,26 abc

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

El porcentaje de fruto partido mostró diferencias estadísticamente significativas entre los cvs. (Cuadro 6), este osciló entre 0% para SUN 6109, Challenger, SUN 6365, SUN 6119 y 2,70% para HA 3513, este híbrido fue el último en ser cosechado por lo que estuvo expuesto a periodos de humedad relativa mayor, lo que podría haber provocado mayor partidura. Hay cvs. que mostraron alto porcentaje de partiduras como es el caso de HA 3513, Easypeel, SVR 02410731 y CXD 142 que además tienen alto porcentaje de frutos podridos, básicamente esto se debió a que las grietas son punto de fácil entrada para hongos parásitos y saprofitos que deprecian la calidad del fruto (Diez, 1995; Pascual *et al.*, 2000), siendo importante mencionar que estos frutos presentan una menor resistencia mecánica en la recolección (Apablaza, 2000). Se debe resaltar que ninguno de estos cvs. presentó un porcentaje de fruto partido que pudiera ser rechazado por la agroindustria (Anexo II). Los cvs. que presentaron 0% de este desorden se habría debido a que presentaron ciertas condiciones de tolerancia o resistencia a la partidura, esto coincide con lo descrito en el trabajo de Pascual *et al.* (2000), donde probó cvs. de tomate industrial y fresco observando diferencias importante entre cultivares a la tolerancia que tenían estas en cuanto a este desorden.

Para el caso de la pudrición apical, todos los cvs. mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Cuadro 6), el rango fue de 0% a 1,74%. Cabe mencionar que hubo cvs. que no presentaron este desorden como CDX 179, CXD 2236, CXD 224, HA 3512, HA 3513, SUN 6119, SUN 6358, SUN 6365, esto se puede deber a lo que menciona Gould (1992), que relaciona directamente este desorden con una falta de calcio y con una susceptibilidad genética, referente a esto Avdeyev (1994), comenta que la susceptibilidad estaría dada por la expresión, bajo condiciones adversas a la planta, de genes que inhiben la actividad de enzimas involucradas en el transporte de nutrientes a través de las membranas y en la síntesis de la pared celular. En este caso, una deficiencia de calcio en los frutos podría no ser la causa directa de la pudrición apical, sino mas bien una consecuencia de otros desordenes metabólicos, provocando una falta de coordinación entre el transporte de fotosintatos por el floema y de calcio por el xilema, durante el rápido crecimiento distal del fruto. Aunque esta situación esta generalmente condicionada por factores ambientales, la susceptibilidad genética de los distintos cvs. de tomate sería también una causa importante de la enfermedad (Ho, 1999). La calidad de los tomates obtenidos con pudrición apical se ve notablemente mermada, debido a que el fruto detiene su crecimiento y comienza precozmente el proceso de maduración a la vez que el tejido que había pardeado se necrosa (Cuartero *et al.*, 1995; Apablaza, 2000).

En cuanto a fruto inmaduro también se presentaron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 6), con valores que van entre 1,05% para SUN 6358 hasta 5,20% para Hypeel 108, casi todos los cvs. presentaron porcentajes inferiores al 5% dentro del rendimiento total. El porcentaje de inmadurez es un factor de rechazo para la agroindustria, es así que Hypeel 108 habría sido castigado, se debe mencionar que no presentó frutos sobremaduros por lo cual probablemente no tuvo un buen parámetro de cosecha. CXD 224 tuvo bajo porcentaje de fruto inmaduro, pero presentó un % de sobremadurez sobre el 2%, con lo cual probablemente una vez maduros los frutos resisten menos tiempo en la planta. Los cvs. que presentaron los porcentajes de frutos inmaduros más elevados presentaron ciclos vegetativos tardíos sobre los 119 días. Pero en general el porcentaje de frutos inmaduros y los días grados a cosecha no guardaron

relación, esto se debe probablemente sólo a la característica de los cvs., ya que en este caso la temperatura no fue una limitante en la madurez de los frutos. Los frutos fueron clasificados como inmaduros basándose en el desarrollo de color rojo. Como el color rojo continua evolucionando después de la cosecha, parte de ellos puede alcanzar el estado maduro en pocos días antes de su procesamiento, además es posible mezclar adecuadamente estos frutos con maduros obteniendo un color promedio adecuado. Estas consideraciones permitirían reducir la pérdida producida por este concepto.

En cuanto a frutos sobremaduros los cvs tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre ellos (Cuadro 5), los valores variaron desde 0% para algunos cvs. hasta 1,74% para Easypeel. Es importante mencionar que en este parámetro los valores de sobremadurez fueron bajos y ninguna de los cvs. tuvo valores que generen un rechazo por la agroindustria. Los valores de 0% de frutos sobremaduros obtenidos por algunos cvs. (CXD 206, Hyppel 108, SUN 6109, SUN 6119 y CXD 2236) son importantes ya que sus frutos pueden tener una cierta tolerancia a la sobremadurez, por lo cual podrían ser cosechados en una fecha un poco más tarde en el caso de que se tuvieran problemas con esta labor.

Cultivares que presentaron bajos porcentajes de frutos inmaduros, tuvieron porcentajes importante de sobremadurez, esto se puede deber a lo que Machado *et al.* (2004) mencionan en su trabajo, que el aumento de porcentaje de fruto sobremaduro es mas rápido que la reducción de fruto verde, en la práctica esto debe estar equilibrado, para tener una cosecha mecánica con el mínimo de desecho, en este caso para el uso de días grados es importante tener en cuenta que el porcentaje de frutos verdes debe ser igual al porcentaje de fruto sobremaduro siendo no superior al 10%, para los cvs. evaluados todos mostraron menos del porcentaje entre las dos categorías indicando probablemente una buena fecha de cosecha. Lo anterior también se asocia con la resistencia del fruto a la sobremaduración, la que es dependiente de las características genéticas del cv. (Civera, 1990), por lo cual aquellos que pudieron presentar bajos valores de fruto inmaduro y sobremaduro fueron capaces de concentrar la maduración y tolerar de buena manera el fruto el paso del tiempo en la planta sin mayor problema.

Lo mencionada anteriormente se asocia al rendimiento de fruto maduro, donde todos los cvs. presentaron un porcentaje superior al 90% respecto del rendimiento total, lo cual es una característica importante y deseable en los cvs. para el sistema de cosecha mecanizada reduciendo al mínimo la cantidad de frutos descartables aumentando favorablemente el rendimiento comercial (Giacconi y Escaff, 1998; Diez, 1995). Del 75 al 99% de los frutos deben estar maduros en la fecha de la recolección. Si la proporción de frutos maduros no excede el 60-70% se considera que decrece sensiblemente su rentabilidad económica (Diez, 1995).

Evaluación de calidad

pH

Se observaron diferencia estadísticamente significativas en las 22 cvs. en cuanto a pH (Cuadro 7), variando entre 3,84 para CXD 142 y 4,41 para Advantage. Esto coincide

con los márgenes normales en que se sitúa el pH del fruto de tomate (3,7 a 4,6) según lo señala Gould (1992) y Diez (1995). Gould (1992) menciona que desde el punto de vista microbiológico, el pH crítico del fruto sobre el cual existe peligro de alteración en tomates procesados es de 4,5. El mismo autor destaca que un cv. para procesamiento no debe superar un valor de 4 para pH, y ojalá que este no fuese mayor a 4,2. Por lo cual es importante destacar que en cuanto a pH como parámetro de calidad ninguno de estos cvs. presentó limitantes, sólo podrían tener algún tipo de complicaciones aquellos cvs. que presentan valores cercanos al límite como son Advantage y HA 3512 con pH 4,4 y 4,3 respectivamente. Debido a que un nivel de pH bajo 4,5 evita el desarrollo de microorganismos anaerobios termo resistente, es muy importante para la mantención del concentrado de tomate una vez elaborado y envasado. De lo contrario se debe recurrir a tratamientos térmicos más severos en el proceso de esterilización de la materia prima y envases, lo que implica costos superiores y sobre todo efectos negativos para las características físico-químicas y organolépticas del producto final (Civera, 1990; Gould, 1992; Young *et al.*, 1993; Diez, 1995).

El pH no mostró valores limitantes para la agroindustria. No se puede mencionar ni asociar valores de pH alto con sólidos totales o solubles bajos o altos, esto coincide con lo descrito por Araya (1982), en donde correlaciona estos parámetros, por lo cual si seleccionamos cvs. con alto valores de sólidos solubles esto no influiría en el contenido de pH

Cuadro 7. Evaluación de pH y porcentaje de acidez para 22 cvs. de tomate industrial.

Cultivar	pH	Acidez %
Advantage	4,41 a ¹	0,51 fg
HA 3512	4,39 ab	0,50 g
HA 3513	4,28 bc	0,57 de
Easypeel	4,27 bcd	0,52 efg
SUN 6332	4,20 bcde	0,61 cd
SVR 02410731	4,17 bcde	0,57 de
CXD 206	4,16 bcdef	0,60 cd
CXD 2236	4,14 cdef	0,61 cd
Hyppel 45	4,13 cdef	0,57 de
SUN 6109	4,12 cdef	0,57 de
Curicó	4,12 cdef	0,52 def
Challenger	4,10 cdef	0,63 bc
CXD 179	4,10 cdef	0,61 bcd
APT 410	4,06 cdefg	0,67 ab
Hyppel 108	4,04 defg	0,62 bcd
SUN 6366	4,04 defg	0,60 cd
CXD 224	4,04 defg	0,49 g
SUN 6119	4,02 efg	0,63 bc
SUN 6358	4,01 efg	0,51 fg
SUN 6365	3,99 fg	0,59 cd
CXD 2268	3,94 fg	0,60 cd
CXD 142	3,84 g	0,70 a

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

Acidez

En cuanto al grado de acidez del jugo de tomate se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cvs. (Cuadro 7), es importante mencionar que todas ellos alcanzaron el mínimo considerado para la industria procesadora (0,35 g/100cc), sin embargo, sólo 6 cvs. presentaron valores bajo 0,55 g/100 cc catalogado como deseable (Gould, 1992), son Curicó, Easypeel, Advantage, SUN 6358, HA 3513 y CXD 224, ya que dicho valor representa, una disminución en los costos de elaboración debido a que se requiere agregar una menor cantidad de ácido cítrico a la materia prima en proceso para llevarla al grado de acidez adecuado para la elaboración y posterior mantención del concentrado (Civera, 1990; Chamorro, 1995).

Sólidos solubles

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los 22 cvs. en cuanto a sólidos solubles. Como se aprecia en el Cuadro 7, los valores variaron entre 5,35 °Brix para SUN 6366 a 4,22 °Brix para Challenger. Los niveles observados fueron en general inferiores a los descritos por las empresas productoras de semillas de los cultivares bajo estudio. Ahora bien, el contenido de sólidos solubles varía según el cv., característica del suelo y principalmente por la cantidad de precipitaciones o riego durante el crecimiento y periodo de cosecha (Gould, 1992).

Según Civera (1990) y Gould (1992), un cultivar adecuado para el procesamiento debe poseer un mínimo de sólidos solubles de 5 °Brix, sólo SUN 6366, SUN 6332, SVR 02410731, SUN 6119, Easypeel, Hypeel 108, CXD 179, Advantage y SUN 6109 alcanzaron valores sobre el mínimo expresado por el autor (Cuadro 7). Se puede rescatar que, entre los híbridos de mayor rendimiento, solamente SUN 6366 y CXD 2268 se mantuvieron sobre los 4,8 °Brix. Los bajos niveles de sólidos solubles observados en el resto de los cvs., afectarían entonces su calidad industrial en términos de conversión de la materia prima a producto final, ya que los sólidos totales y solubles son el mejor valor económico para la industria procesadora de tomate, ya que un pequeño aumento en cualquiera de los parámetros mencionados puede ser un aumento significativo en el rendimiento y disminución de los costos de concentración en el tomate, ya que la cantidad de producto procesado que puede ser manufacturado es dependiente del contenido de sólidos del fruto (Gould, 1992; Young *et al.*, 1993), es así que la variación en un grado hace variar el rendimiento de la transformación en un 20% (Civera, 1990).

Es importante mencionar que se observó que al aumentar el rendimiento de los diferentes cvs. la cantidad de sólidos solubles tendió a disminuir, esto coincide con lo mencionado por Young *et al.* (1993) y Chamorro (1995), señalan que el contenido de sólidos solubles es inversamente proporcional al rendimiento en fruto y aumenta con la superficie foliar, esto coincide con lo observado en este estudio ya que el coeficiente de correlación es de -0.427, y se da en forma importante en los cvs. SVR 02410731, SUN 6119, Easypeel, Hypeel 108 y CXD 179 que tuvieron rendimientos inferiores a las 65 ton/ha, bajos valores de frutos/ha, más de 30 frutos/planta y sobre de 5°Brix. Esto es corroborado por Nuez (1995), que menciona que un aspecto clave en el mejoramiento de los híbridos es el contenido de sólidos solubles, pero se ha producido un éxito limitado,

debido a que es un carácter muy influenciado por el ambiente y a la negativa relación que existe entre producción y contenido de sólidos solubles de los frutos. Por el contrario no se observó relación directa entre aumento en el peso del fruto y aumento en los sólidos solubles o que esto provoque una dilución de los componentes en el fruto. Cabe destacar que esto se puede deber a una característica propia de cada cultivar.

La materia prima con un valor equivalente a 5°Brix iniciales, permite producir 1 Kg. de concentrado de tomate a 31°Brix con 6,5 Kg. de tomate fresco, así al disponer cvs. con niveles mayores de sólidos solubles, disminuye la cantidad de materia prima para producir la misma cantidad de producto final, con un menor costo en el transporte y la evaporación en la industria, situación inversa si los cultivares presentan valores inferiores del valor mínimo deseado por la industria (Pinto, 1999).

Un mayor rendimiento de sólidos solubles por hectárea se logra con cvs. que tengan gran número de frutos maduros y que presenten adecuada cantidad de sólidos solubles, aquí se destacan las variedades SUN 6366 y SUN 6332, ellas tuvieron más de 5°Brix y un buen rendimiento por hectárea.

Sólidos totales

En relación a sólidos totales se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los cvs. (Cuadro 8). Es importante señalar que SUN 6366 obtuvo el mayor porcentaje de sólidos totales 7,17% y sólidos solubles, además el mejor rendimiento de campo, también presenta excelentes características industriales lo que lleva a aumentar el rendimiento del producto procesado obtenido con una disminución en los costos de industrialización.

El % de sólidos totales para el ensayo en los diferentes cvs. varió desde 4,44% para HA 3512 hasta 7,17% para SUN 6366.

Un punto importante de abordar es asociar la cantidad de sólidos solubles y sólidos totales, en este caso se correlaciono ambos parámetros lo que dio un r igual a 0,308, es así que Challenger con 6,19% de sólidos totales, sólo presento 4,22°Brix o Easypeel con 4,86% sólidos totales con 5,14°Brix, por lo cual cvs. que presentaron alto porcentaje de sólidos totales no necesariamente tienen que comportarse de igual manera para sólidos solubles. Esto se contraponen al estudio realizada por Araya (1982) en donde el coeficiente de correlación es mayor a 0.94, mostrando la gran dependencia entre ambas variables. Es importante destacar aquellos cvs. como SUN 6366, Hypeel 108 y SUN 6332 que obtuvieron mas de 6% de sólidos totales también lograron mas de 5°Brix.

Otro aspecto interesante de analizar es el rendimiento de sólidos totales por ha, en el cual también se observan diferencias estadísticamente significativas entre cvs. (Cuadro 8). El contenido de sólidos totales es importante en los cvs. destinados a la fabricación de concentrado, puesto que condiciona el rendimiento de fabricación (Diez, 1995) El análisis de esta relación es importante debido a que la industria le interesa el contenido de sólidos de la materia prima, ya que incide directamente en el costo de producción. Al analizar el Cuadro 8 se puede apreciar que el rendimiento en fresco no guarda la misma relación en rendimiento de sólidos totales, es decir, un buen rendimiento en peso fresco

no implica un buen rendimiento en sólidos ya que está dado por el porcentaje de este, lo cual es importante para fines industriales ya que para la empresa es conveniente emplear una variedad con alto rendimiento de sólidos por hectárea. Cabe mencionar que los cultivares SUN 6366, CXD 224 y Challenger obtuvieron sobre 5.500 Kg./ha de sólidos, esto se debió básicamente a que estos cvs. tienen sobre 6% de sólidos totales y rendimientos sobre 91 t/ha de frutos comerciales, por ejemplo Curicó tuvo sobre 98 t/ha de rendimiento comercial pero su porcentaje de sólidos solo fue de 4,62%, mostrando un rendimiento inferior de sólidos/ha a aquellos cvs. que tuvieron un rendimiento comercial menor pero con un alto porcentaje de sólidos.

Cuadro 8. Evaluación de Sólidos solubles (° Brix), Sólidos Totales (%), Rendimiento de sólidos totales kg/ha en 22 cvs. de tomate industrial.

Cultivar	Sólidos solubles ° Brix	Sólidos totales %	Rendimiento sólidos totales kg/ha
SUN 6366	5,35 a ¹	7,17 a	7.599,73 a
SUN 6332	5,29 a	6,28 bcd	4.942,15 cde
SVR 02410731	5,21 ab	5,63 defg	2.816,92 kl
SUN 6119	5,15 abc	5,52 defg	3.654,23 ghijk
Easypeel	5,14 abc	4,86 ghi	2.929,32 jkl
Hyppel 108	5,12 abc	6,88 ab	4.415,61 defg
CXD 179	5,12 abc	5,08 fghi	3.246,79 ijkl
Advantage	5,11 abc	5,65 cdefg	3.900,55 fghi
SUN 6109	5,06 abcd	5,68 cdefg	3.533,12 ghijk
CXD 206	4,94 bcde	5,78 cdef	3.496,40 hijk
HA 3513	4,91 bcde	4,44 i	2.594,57 l
CXD 2268	4,84 cdef	5,55 defg	5.246,21 bcd
CXD 142	4,82 cdefg	5,41 efgh	4.404,15 defg
Hyppel 45	4,75 defg	4,61 hi	3.177,90 ijkl
HA 3512	4,73 defg	4,46 i	2.999,11 jkl
CXD 2236	4,70 efgh	6,47 abc	4.292,77 fgh
SUN 6365	4,68 efgh	4,68 hi	3.751,47 fghik
APT 410	4,57 fghi	5,66 cdefg	4.636,42 def
CXD 224	4,50 ghij	6,67 ab	6.073,81 b
SUN 6358	4,39 hij	4,26 i	3.310,37 ijkl
Curicó	4,24 ij	4,62 hi	4.563,16 defg
Challenger	4,22 j	6,19 bcde	5.705,13 bc

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

Color

Un factor determinante en la aceptación comercial de la pasta de tomate es su color, el cual en el caso de los tomates rojos depende básicamente del licopeno (Gómez *et al.*, 2001). Normalmente, en las faenas de procesamiento, la materia prima sufre deterioro en su color, por lo cual, este parámetro debe ser óptimo para dar buena calidad al producto final, por lo que la medición calorimétrica es una práctica común en las industrias procesadoras (Riquelme, 1995).

El análisis estadístico de la relación a^*/b^* , es decir, contribución de rojo/contribución de amarillo, reveló que existían diferencias estadísticamente significativas entre las cvs. (Cuadro 9). Se entiende por buen color de materia prima, cuando los tomates presentan una relación de a^*/b^* en un rango de 2,6 a 3,0 (Diez, 1995). Valores de color de tomate menor a este rango, se consideran deficientes. De los cvs. evaluados, todas cumplen con los valores mínimos anteriormente mencionados, se destacaron en esta relación con los mejores valores Advantage, CXD 2268, SVR 02410731 con 2,9; 2,8, y 2,8 respectivamente. Se debe destacar que el cv. CXD 2268, que tuvo buen rendimiento también se destaca en la relación a^*/b^* .

Cuadro 9. Evaluación de licopeno en 22 cvs. de tomate industrial.

Variedad	Color			
	a^*/b^*	a^*	b^*	L^*
Advantage	2,92 a ¹	34,06 ab	11,69 ab	21,75 e
SVR 02410731	2,90 ab	35,30 a	12,19 ab	23,38 abc
CXD 2268	2,90 ab	32,80 ab	11,31 b	22,22 de
SUN 6332	2,87 abc	34,80 ab	12,15 ab	23,10 abcd
CXD 179	2,86 abc	33,49 ab	11,69 ab	22,81 cde
CXD 206	2,86 abc	34,24 ab	11,97 ab	22,56 de
CXD 224	2,85 abc	33,81 ab	11,85 ab	22,76 cde
Easypeel	2,82 abc	30,85 b	11,92 ab	22,97 bcd
SUN 6109	2,82 abc	34,65 ab	12,29 ab	22,67 cde
CXD 2236	2,80 abc	33,84 ab	12,11 ab	22,93 bcd
HA 3512	2,80 abc	35,18 ab	12,57 a	21,50 e
Challenger	2,79 abc	33,29 ab	11,93 ab	23,45 abc
SUN 6366	2,76 abc	32,06 ab	11,89 ab	23,93 ab
Hypeel 108	2,74 abc	33,16 ab	12,11 ab	22,56 de
SUN 6119	2,72 abc	33,38 ab	12,29 ab	22,94 bcd
HA 3513	2,71 abc	34,32 ab	12,66 a	21,86 e
APT 410	2,69 abc	33,05 ab	12,29 ab	24,25 a
Hypeel 45	2,68 abc	32,80 ab	12,58 a	22,96 bcd
SUN 6358	2,67 abc	30,94 ab	11,58 ab	23,27 abcd
Curicó	2,63 bc	32,52 ab	12,30 ab	23,47 abc
CXD 142	2,62 bc	32,05 ab	12,25 ab	24,95 a
SUN 6365	2,60 c	31,92 ab	12,31 ab	23,87 ab

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

En el caso del parámetro L^* los valores deben fluctuar entre 25-28, en este sentido todas las variedades estarían bajo este parámetro (Cuadro 9). Los valores bajos de L^* (bajo brillo), sería desventajoso, ya que un color rojo brillante tiene importancia en el mercado ya que la pasta tiene mejor color inicial por lo cual mas aceptación por el cliente. Las variedades más cercanas a un L^* de 25 fueron APT 410, CXD 142 y SUN 6366 .

Licopeno

Para el análisis de este parámetro los cvs. mostraron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 10), los valores de licopeno expresados como mg de éste componente en 100 g de tomate fluctuó entre 8,59 para SUN 6358 a 23,19 para Advantage.

Sólo dos cvs. que obtuvieron sobre 90 ton/ha de rendimiento mostraron un contenido de licopeno superior a los 16 mg/100 g de tomate. El contenido de este carotenoide esta genéticamente controlado, por lo cual el genotipo tiene una fuerte influencia en su contenido, por lo tanto, cada cv. de tomate va a tener un potencial productivo y de respuesta al estrés ambiental (López *et al.*, 2001), sin embargo la máxima expresión se va a producir sólo cuando las condiciones del medio sean las adecuadas como suelos con alto contenido de potasio y bajo en calcio, o zonas climáticas con mayor incidencia de luz ultravioleta. La metodología para incrementar el contenido de licopeno se basa en la generación de variedades con alto potencial de producirlo y adaptadas a las zonas de cultivo (López *et al.*, 2001).

Lancaster *et al.* (1997), mencionan que hay una buena correlación entre medida de color y cantidad de pigmento, ya que se debe tener un sistema simple donde hay un solo sistema predominante, con una relación lineal entre pigmento y color pudiendo ser significativa, esto se da en el tomate entre el color rojo y el contenido de licopeno. Por lo cual se asoció el contenido de licopeno de los cvs. con sus valores cromáticos tomados al momento de la cosecha, es así que Advantage mostró el nivel más alto de licopeno con 23,19 mg/100 g de tomate, seguida por cvs. que mostraron una concentración mucho menor como SUN 6332, SUN 6366, CXD 224, todas ellas tuvieron valores de a^*/b^* y a^* superiores a 2,75 y 32 respectivamente. Es importante mencionar que SVR 02410731 y SUN 6109 mostraron mejores resultados en cuanto a color pero esto no fue reflejado en el contenido de licopeno. Al asociar los valores de a^* con la concentración de licopeno, mostraron un r de 0,231 y la relación a^*/b^* un r de 0,439 (este valor se puede utilizar ya que se relaciona con el grado de madurez por lo cual también puede estar asociado al aumento de licopeno). Los valores antes descritos fueron muy parecidos a los obtenidos en el trabajo de Barret y Anthon (2001), para el valor de a^* con un $r = 0,231$, en el caso del trabajo de Hyman *et al.* (2004), sólo coinciden en el valor de a^*/b^* con 0,491 ya que para a^* le dio un resultado de 0,541, el cual asoció el contenido de licopeno con valores cromáticos en 24 genotipos para evaluar un modelo de predicción de este carotenoide a través del color tanto de pulpa como de piel, él utilizó los valores a^* y a^*/b^* . Es importante mencionar que la valoración colorimétrica no es un método preciso para determinar el contenido de licopeno ya que cada variedad tiene un determinado potencial tanto para licopeno como para color, por lo cual la relación con valores cromáticos puede ser engañosa, esto coinciden con lo descrito por López *et al.* (2001), que mencionan que los atributos de color no siempre están correlacionados con el contenido de carotenoides refiriéndose principalmente al contenido de licopeno, ya que la concentración de este pigmento esta influenciado por el genotipo como se había mencionado anteriormente.

El color rojo del fruto es un componente de calidad, el mejoramiento genético es bajo la vía del incremento del licopeno el cual es incorporado por los genes *og^c* y *hp*. Estos genes deben ser utilizados en forma conjunta ya que el gen *og^c* reduce el contenido de β -caroteno y en consecuencia reduce el valor nutricional y disminución de la vitamina A,

el gen *hp* en combinación con el gen *og^c* restaura e incrementa el β -caroteno, mejorando el color del fruto (Gould, 1992; Sacks y David, 2001).

Cuadro 10. Evaluación de color de 22 cvs. de tomate industrial.

Variedad	Licopeno (mg/100 g Tomate)
Advantage	23,19 a ¹
SUN 6332	17,11 ab
SUN 6366	16,25 ab
CXD 224	16,13 ab
CXD 142	15,79 ab
SVR 02410731	15,23 ab
CXD 2236	14,72 ab
CXD 179	14,67 ab
SUN 6365	14,19 ab
SUN 6119	14,15 ab
CXD 206	14,11 ab
Hypeel 45	13,69 ab
Easypeel	13,42 ab
Challenger	12,89 ab
SUN 6109	12,61 ab
Curicó	12,55 ab
CXD 2268	12,45 ab
HA 3513	11,86 ab
APT 410	10,90 ab
HA 3512	10,80 ab
Hypeel 108	10,10 ab
SUN 6358	8,59 b

¹ Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas con $p \leq 0,05$.

Se puede observar que aquellos cvs. que mostraron alto contenido de sólidos solubles se comportaron de igual manera para los valores de licopeno como Advantage, SUN 6332 y SUN 6366 que tuvieron más de 5 °Brix y sobre 16 mg de licopeno/100 g Tomate, pudiendo asociar un coeficiente de correlación de 0,4, esto coincide con la investigación que realizó Gómez *et al.* (2001) donde correlacionó estos dos parámetros dando un $r = 0,388$, tomando en cuenta que esto juega un papel importante a favor de la selección de estas características y para aumentar el valor agregado de la pasta de tomate a nivel de exportación.

CONCLUSIONES

Todas las variables evaluadas en este ensayo mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo cual es de importancia para la elección del cultivar y para ver cual de estos se ajusta de mejor manera a los parámetros requeridos tanto por el productor como por la industria.

En cuanto al comportamiento de precocidad a cosecha, los cultivares se comportaron como semitardíos y tardíos. Los cultivares que florecieron antes no necesariamente siguieron el mismo patrón de precocidad a cosecha ni tampoco presentaron rendimientos superiores comparados con los demás.

SUN 6366, Curicó, Challenger, CXD 224 y CXD 2268 presentan altos rendimientos (mayores a 90 t/ha), los que se debieron básicamente al elevado número de frutos/planta y frutos/hectárea.

Los cultivares tardíos tuvieron los mayores porcentajes de descarte debido a que permanecieron por más tiempo expuestos a las condiciones medioambientales. Sólo Easypeel, mostró porcentajes de descarte superiores al permitido por la industria (25%).

Todos los cultivares tuvieron porcentajes menores al 10% de frutos sobremaduros e inmaduros, por lo que se adaptarían de buena manera a la cosecha mecánica.

En cuanto a pH, acidez y color (a^* y a^*/b^*), todos los cultivares tuvieron valores por sobre los límites mínimos deseables, por lo cual básicamente los parámetros antes enunciados no serían los limitantes de elección del cultivar en este ensayo.

SUN 6366, SUN 6332, Hypeel 108, SVR 02410731 y Advantage, presentan sólidos solubles superiores a 5°Brix y a 6% de materia seca, lo que influye directamente en el grado de concentración y economía de la producción.

Advantage mostró diferencias estadísticamente significativas con los otros cultivares en su concentración de licopeno, por lo cual se puede obtener un mayor valor agregado a los productos que se pueden procesar a partir de él.

SUN 6366 posee un rendimiento comercial superior a 100 t/ha, con estándares de calidad permitidos por las procesadoras de tomate, y un contenido de sólidos mayor a 5°Brix, punto donde todas los cultivares con buenos rendimientos se muestran deficientes.

Las máximas limitantes de los cultivares evaluados fueron el rendimiento y el contenido de sólidos solubles, ya que todos, salvo SUN 6366, fallaban en uno o los dos parámetros antes mencionados.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. La Asociación. 1141 p.
- ALARCÓN, R. 1993. Comportamiento de 9 variedades de tomate industrial a las condiciones edafoclimáticas de Chillán. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chillán. Facultad de Agronomía. Chillán, Chile. 107 p.
- APABLAZA, G. 2000. Patología de cultivos, epidemiología y control holístico. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago. 347 p.
- ARAYA, P. 1982. Parámetros genéticos en características agroindustriales de 25 variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Memoria Ingeniero Agrónomo Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. Chile. 68 p.
- AVDEYEV, Y. 1994. Tomato fruit resistance to blossom end rot by dominant monogenic factor. *Acta Horticulturae* 376: 99-103.
- BARRET, D., and G. ANTHON. 2001. Lycopene content of California-Grown tomato varieties. *Acta Horticulturae* 542: 165-173.
- CHAMORRO, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. in: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. 45-92 p.
- CIVERA, A. 1990. El tomate de industria, Técnicas y variedades en la mecanización para su recolección. *Agrícola Vergel* 6 (4): 955-963.
- CORTES, R. 2000. Análisis de la producción del tomate industrial en la comuna de Pelarco, VII Región del Maule, para optimizar el producto. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Talca. Chile. 83p.
- CUARTERO, J., R. FERNANDEZ-MUÑOZ, y J.J. GONZALEZ-FERNANDEZ. 1995. Estreses abióticos in: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. 351-384
- DIEZ, J. 1995. Tipos varietales. in: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. 93-129 p.
- ESTAY, P. 2000. Polilla del tomate. Informativo La Platina 9. Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro de Investigación La Platina. Santiago Chile. 4 p.
- ESTAY, P y A. BRUNA. 2002. Insectos, ácaros y enfermedades asociadas al tomate en Chile. INIA, Centro Regional de Investigación La Platina. Santiago. Chile. 111 p.
- GIACONI, V. y M. ESCAFF. 1998. Cultivo de hortalizas. 11º edición. Universitaria, Santiago, Chile. 336 p.

GÓMEZ, R., J. COSTA, M. AMO, A. ALVARRUIZ, M. PICAZO and J. PARDO. 2001. Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. *Journal Science Food Agriculture* 81: 1101-1105.

GONZALEZ, P. 1998. Comportamiento agronómico de 12 cultivares de tomate para pasta. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago. 76 p.

GOULD, W. 1992. Tomato production, processing and quality evaluation. AVI Publishing Company. Conneticut. 445 p.

HO, L.C. 1999. The physiological basis for improving tomato fruit quality. *Acta Horticulturae* 487: VI International symposium on processing tomato and workshop on irrigation and fertigation of processing tomato: 33-40.

HUI JIN, M. 1985. Varietal trial on tomato. [En línea].ARC-AVRDC. <[http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/majinhui\(3-N\).pdf](http://www.arc-avrdc.org/pdf_files/majinhui(3-N).pdf)> [consulta: 19 de noviembre 2004].

HYMAN, J., J. GAUS and M. FOOLAD. 2004. A rapid and accurate method for estimating tomato lycopene content by measuring chromaticity values of fruit purée. *Journal American Society for Horticultural Science*. 129 (5): 717-723.

JORQUERA, L. 1977. Caracterización como materia prima de 14 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) y efecto de la época de plantación en el rendimiento y factores de calidad. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía. Chillan. 82 p.

LANCASTER, J., C. LISTER, P. RAEY and C. TRIGGS. 1997. Influence of pigment composition on skin color in a wide range of fruit and vegetables. *Journal American Horticultural Science* 122(4):594-598.

LÓPEZ, J., R. RUIZ, R. BALLESTEROS, R. CIRUELOS and R. ORTIZ. 2001. Color and lycopene content several comercial tomato varieties at different harvesting dates. *Acta Horticulturae* 542: 243-247.

MACHADO, B., T. BUSSIÈRES, M. KOUTSOS and M. PRIETO. 2004. Prediction the optimal harvest date for processing tomato based on the accumulation of daily heat units over the fruit ripening period. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 79(3): 452-457.

NOVOA, R. y S. VILLASECA, S. Mapa agroclimatico de Chile. INIA. Santiago. 221 p.

NUEZ, F. 1995. Desarrollo de nuevos cultivares. *In*: Nuez, F. El cultivo del tomate. Mundi-Prensa, Madrid. 625-669 p.

ODEPA. 2004a. Boletín estadístico comercio exterior silvoagropecuario. N°33. Enero-marzo 2004. [En línea] www.odepa.cl [Consulta: 15 de agosto 2005]

ODEPA. 2004b. Estimación de superficie, producción, rendimiento de hortalizas por especie. Tomate industrial. [En línea] www.odepa.cl [Consulta: 15 de agosto 2005]

ODEPA, 2005. Base de datos. Series de tiempo y mercado de exportación e importación. [En línea] www.odepa.cl [Consulta: 15 de agosto 2005]

ORMEÑO, G. 1991. Cosecha y Postcosecha. In: Seminario del cultivo del tomate industrial 5 y 6 de septiembre. Universidad de Concepción/ INIA, Quilamapu. Chillan. Chile.

OYANEDEL, E. 2003. Desordenes fisiológicos en frutos de tomate. Avance agrícola (110): 3-5.

PINTO, P. 1999. Desarrollo tecnológico del cultivo del tomate para industria. Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota. 76 p.

PASCUAL, B., J. MAROTO, A. SANBAUTISTA, S. LÓPEZ-GALARZA and J. ALAGARDA. 2000. Influence of catering on the yield and cracking of cherry, fresmarket and processing tomatoes. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 75(2) 171-175.

RABINOWITCH, H.D., N. KEDAR and P. BUDOWSKI. 1974. Induction of sunscald damage in tomatoes under natural and controlled conditions. Scientia Horticulturae, 2: 265-272.

RETIG, N., N. AHARONI, and N. KEDAR. 1974. Acquired tolerance of tomato fruits to sunscald. Scientia Horticulturae 2: 29-32.

RIQUELME, F. 1995. Poscosecha. in: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa, 589-624.

RODRIGUEZ DEL RINCÓN, A. 1995. Manejo del cultivo extensivo para industria. in: Nuez, F. El cultivo del tomate. Madrid, Mundi-Prensa. 589-624 p.

SACKS, E., and F. DAVID. 2001. Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding lines. Journal American Society Horticultural Science 126 (2) 221-226.

SADLER, G., J. DAVIS and D. DEZMAN. 1990. rapid extraction of lycopene and β -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. Journal Food Science. 55: 1460-1461.

TAPIA, M.L., y P. ALVARADO. 1977. Algunos parámetros genéticos en tomate, *Lycopersicon esculentum* Mill. Investigación Agrícola 3 (3): 93-103.

TOMIC, T. 1991. La agroindustria de la pasta de tomate para exportación en Chile. In: Cadenas agroexportadoras en Chile, transformación de productividad e integración social. CEPAL. Santiago, Chile. 119-167.

VALDÉS, V. 1992. The tomato industry in Chile. *Acta Horticulturae* 301: 59-62.

YOUNG, T., J. JUVIK and J. SULLIVAN. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal American Society Horticultural Science* 118 (2): 286-292.

ANEXO

Anexo I. Descripción de los cultivares de tomate industrial utilizados en el ensayo.

Cultivar	Tiempo a cosecha (días)	Resistencia	Forma fruto	Hombro verde	° Brix	Peso Fruto (g)	Jointless
Advantage	115-120	V,F1-2,N	Ovalado	Uniforme	Medio	80	J ⁺
APT 410	112-114	V,F1-2,N, Bsk	Ovalado	Uniforme	Medio alto	75	J ⁻
Curicó	116-120	V,F1-2,N	Cuadrado ovalado	Uniforme	Media	80	J ⁻
CXD 142	121-140	V,F1-2,N	Cuadrado	Uniforme	Medio	90	J ⁺
CXD 179	113-120	V,F1-2,N	Cuadrado	Uniforme	Alto	80	J ⁺
CXD 206	112-115	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado	Uniforme	Medio	85	J ⁺
CXD 2236	110-128	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	-	Medio alto	75	J ⁺
CXD 224	117-119	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	Uniforme	Alto	70	J ⁺
CXD 2268	110-120	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	-	Medio alto	85	J ⁺
Challenger	110-114	V,F1-2,N	Cuadrado ovalado	Uniforme	Medio	75	-
Easypeel	113-115	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	Uniforme	Alto	85	J ⁻
HA 3512	115-120	V,F1-2,N	Cuadrado	Verde	Medio	80	-
HA 3513	116-118	V,F1-2	Cuadrado	Verde	Medio	100	-
Hypeel 108	127-130	V,F1-2,N, Bsk	Pera	Uniforme	Alto	85	J ⁻
Hypeel 45	116-118	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	Uniforme	Alto	80	J ⁻
SUN 6109	120-125	V,F1-2,N	Cuadrado ovalado	Uniforme	Medio alto	80	J ⁻
SUN 6119	121-126	V,F1-2,N	Cuadrado ovalado	-	Medio alto	-	-
SUN 6332	120-125	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	-	Medio alto	80	J ⁺
SUN 6358	117-125	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	Uniforme	Medio	-	-
SUN 6365	120-125	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	-	Medio alto	80	-
SUN 6366	120-125	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	-	Alto	-	J ⁻
SVR 02410731	115-120	V,F1-2,N, Bsk	Cuadrado ovalado	Uniforme	Alto	85	J ⁺

Fuente: Elaborado por el autor

Bsk: *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*

N : *Meloidogyne* sp.

F1-2: *Fusarium oxysporum* f.sp *lycopersici* raza 1 y raza 2

V : *Verticillium* sp. raza 1

Anexo II. Tabla Control de Calidad de Tomate Industrial IANSAFRUT.

Daño o Defecto	% Tolerancia	% Factor rechazo
Frutos podridos	0,5	4,5
Frutos partidos	4	-
Frutos sobremaduros	8	-
Presencia de gusanos y/o insectos	1,5	4,5
Frutos inmaduros	1,5	5
Frutos con daño de sol	2	5

Fuente: IANSAFRUT

APENDICE

Apéndice I. Días de transplante a floración en 22 cultivares de tomate industrial

Variedad	Días Transplante- floración
Challenger	37
HA 3512	37
HA 3513	37
CXD 224	34
Easypeel	32
APT 410	31
CXD 206	31
CXD 142	29
CXD 179	29
CXD 2236	29
CXD 2268	29
Curicó	29
Advantage	28
Hyppel 108	28
Hyppel 45	28
SUN 6119	28
SUN 6332	28
SUN 6358	28
SUN 6366	28
SVR 02410731	28
SUN 6109	27
SUN 6365	27

Apéndice II. Datos climáticos Noviembre 2003 – Marzo 2004, CRI La Platina, Santiago.

Noviembre						Noviembre						Noviembre					
Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados
4	72,1	26,0	7,7	16,9	6,9	13	50,5	28,7	7,8	18,3	72,9	22	68,3	26,9	13,4	20,2	140,1
5	66,0	27,9	9,9	18,9	15,8	14	75,7	19,7	8,3	14,0	76,9	23	61,5	26,6	12,7	19,7	149,7
6	78,2	24,2	9,7	17,0	22,7	15	79,4	21,5	9,3	15,4	82,3	24	57,8	27,1	10,2	18,7	158,4
7	68,6	25,2	9,0	17,1	29,8	16	68,5	21,7	11,4	16,6	88,9	25	55,0	26,8	9,8	18,3	166,7
8	68,3	23,5	8,6	16,1	35,9	17	78,8	20,5	8,2	14,4	93,2	26	60,4	25,6	11,6	18,6	175,3
9	58,1	29,1	8,2	18,7	44,5	18	65,5	26,3	7,7	17,0	100,2	27	68,2	24,7	12,6	18,7	183,9
10	54,6	27,4	10,4	18,9	53,4	19	57,1	28,7	9,4	19,1	109,3	28	63,5	27,1	9,6	18,4	192,3
11	69,3	21,8	7,0	14,4	57,8	20	65,1	28,8	11,2	20,0	119,3	29	63,3	24,9	10,8	17,9	200,1
12	62,3	26,4	7,3	16,9	64,7	21	66	27,9	13,4	20,7	129,9	30	62,4	28,5	9,1	18,8	208,9

Diciembre						Diciembre						Diciembre					
Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Día	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados
1	64,5	23,3	11	17,2	216,1	11	56,5	27,2	7,1	17,2	289,8	21	59,4	25,6	8,9	17,3	368,3
2	68,4	24,1	8,2	16,2	222,2	12	50,3	26,9	9,5	18,2	298	22	50,0	29,4	8,8	19,1	377,4
3	70,1	22,3	9,0	15,7	227,9	13	53,6	26,1	8,0	17,1	305,1	23	52,0	27,8	10,5	19,2	386,6
4	68,1	24,5	9,0	16,8	234,6	14	62,2	24,3	7,2	15,8	310,8	24	56,9	25,6	8,9	17,3	393,8
5	59,9	28,1	9,3	18,7	243,3	15	52,6	25,9	-0,4	12,8	313,6	25	41,4	24,2	16,8	20,5	404,3
6	53,6	28,7	10,0	19,4	252,7	16	40,4	30,7	7,6	19,2	322,7	26	45,1	29,0	6,2	17,6	411,9
7	65,7	24,6	11,7	18,2	260,8	17	39,6	31,0	10,8	20,9	333,6	27	53,9	26,9	9,1	18,0	419,9
8	60,9	24,4	9,9	17,2	268,0	18	60,4	27,1	10,4	18,8	342,4	28	60,3	28,1	10,0	19,1	429,0
9	52,9	27,6	8,2	17,9	275,9	19	66,7	28,4	11,0	19,7	352,1	29	62,8	27,3	10,7	19,0	438,0
10	59,4	22,1	11,5	16,8	282,7	20	59,2	30,0	8,0	19,0	361,1	30	63,1	28,3	11,2	19,8	447,7
												31	60,1	30,0	11,5	20,8	458,5

Enero						Enero						Enero					
Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados
1	56,8	29,7	11,5	20,6	469,1	11	55,6	27,4	11,9	19,7	571,6	21	67,8	28	12,8	20,4	672,1
2	63,1	28,4	10,8	19,6	478,7	12	65,1	28,2	12,7	20,5	582,0	22	66,4	28,3	11,2	19,8	681,9
3	62,6	28,9	11,1	20,0	488,7	13	70,2	24,8	12,2	18,5	590,5	23	65,1	30,5	10,4	20,5	692,3
4	42,0	25,7	17,9	21,8	500,5	14	71,2	29,3	14,1	21,7	602,2	24	63,0	26,2	12,2	19,2	701,5
5	54,5	28,3	12,0	20,2	510,6	15	73,5	29,7	11,5	20,6	612,8	25	68,5	29,1	12,5	20,8	712,3
6	65,1	27,1	11,3	19,2	519,8	16	67,7	28,4	10,8	19,6	622,4	26	63,3	29,2	12,5	20,9	723,2
7	69,3	25,6	12,0	18,8	528,6	17	64,1	27,4	11,9	19,7	632,1	27	57,5	29,6	12,5	21,1	734,2
8	63,2	29,1	11,4	20,3	538,9	18	58,4	28,2	12,7	20,5	642,5	28	58,9	30,2	12,8	21,5	745,7
9	54,2	30,5	13,0	21,8	550,6	19	70,6	24,8	12,2	18,5	651,0	29	63,6	28,0	12,8	20,4	756,1
10	56,1	30,3	12,3	21,3	561,9	20	66,3	30,6	10,8	20,7	661,7	30	62,7	28,3	11,2	19,8	765,9
												31	62,7	28,3	11,2	19,8	765,9

Febrero						Febrero						Febrero					
Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados
1	58,6	28,2	12,1	20,2	776,0	11	72,8	24,6	14,2	19,4	869,8	21	77,1	25,6	10,9	18,3	959,5
2	64,8	26,6	10,8	18,7	784,7	12	69,0	28,9	10,3	19,6	879,4	22	71,6	28,5	10,4	19,5	968,9
3	61,6	26,8	10,5	18,7	793,4	13	64,9	28,7	12,0	20,4	889,8	23	67,0	29,1	12,5	20,8	979,7
4	57,6	28,6	8,9	18,8	802,1	14	62,7	29,0	11,9	20,5	900,2	24	74,9	26,2	11,7	19,0	988,7
5	58,6	30,5	10,4	20,5	812,6	15	66,3	25,2	11,7	18,5	908,7	25	79,3	24,2	10,6	17,4	996,1
6	62,6	26,2	12,2	19,2	821,8	16	70,6	25,1	10,7	17,9	916,6	26	73,2	25,9	9,6	17,8	1.003,8
7	75,6	24,5	11,9	18,2	830,0	17	60,9	27,4	8,7	18,1	924,6	27	65,3	25,5	9,7	17,6	1.011,4
8	66,0	27,6	10,8	19,2	839,2	18	60,3	29,0	8,9	19,0	933,6	28	66,2	27,3	9,0	18,2	1.019,6
9	57,6	30,6	10,8	20,7	849,9	19	55,2	30,8	10,6	20,7	944,3	29	64,5	27,7	10,0	18,9	1.028,4
10	56,5	27,6	13,5	20,6	860,4	20	74,6	23,6	10,3	17,0	951,2						

Marzo						Marzo					
Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados	Dia	H° Rel %	T° Max	T° Min	T° Media	Σ días grados
1	73,5	22,7	12,7	17,7	1.036,1	13	96,0	20,2	10,3	15,3	1.128,1
2	71,8	25,9	7,6	16,8	1.042,9	14	75,4	25,8	10,6	18,2	1.136,3
3	55,3	31,9	8,4	20,2	1.053,0	15	64,7	28,7	8,9	18,8	1.145,1
4	61,5	28,8	11,3	20,1	1.063,1	16	59,2	28,7	11,1	19,9	1.155,0
5	89,7	22,7	10,5	16,6	1.069,7	17	61,2	28,0	9,8	18,9	1.163,9
6	72,2	24,9	9,2	17,1	1.076,7	18	60,8	29,6	9,8	19,7	1.173,6
7	51,7	28,4	7,8	18,1	1.084,8	19	56,1	29,9	10,3	20,1	1.183,7
8	53,5	27,8	8,6	18,2	1.093,0	20	56,1	28,8	10,3	19,6	1.193,2
9	68,3	26,8	7,7	17,3	1.100,3	21	63,5	26,0	9,8	17,9	1.201,1
10	69,1	27,7	10,3	19,0	1.109,3	22	69,9	27,6	9,0	18,3	1.209,4
11	92,8	21,9	12,5	17,2	1.116,5	23	71,4	28,5	9,2	18,9	1.218,3
12	83,2	24,7	8,0	16,4	1.122,8	24	61,7	29,7	10,0	19,9	1.228,1
						25	58,8	29,0	9,8	19,4	1.237,5