



TOMATE PARA INDUSTRIA: REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA Y SELECCIÓN DE
VARIEDADES EN EL VALLE MEDIO DE
RÍO NEGRO

Nicolás NOALE

Director: Ariel Vicente

Co-Directora: Elisa Miceli

Tutor: Ing. Agr. Carlos Isasmendi

Año: 2015

*Quiero agradecer a aquellas
personas que estuvieron a
mi lado a lo largo de este
proceso, principalmente a
mi mamá, papá y hermanos,
a mis amigos, mi señora, a
mis compañeros de trabajo,
y finalmente a mi director
co-directora y tutor de tesis.*

INDICE

	Pág
AGRADECIMIENTOS	2
INDICE GENERAL	3
INDICE DE TABLAS	4
INDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DEL TRABAJO	7
2. OBJETIVOS	9
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	9
3.1. CARACTERIZACION AGROCLIMATICA Y SOCIOPRODUCTIVA REGIONAL (VALLE MEDIO). CARACTERIZACION DE LA INDUSTRIA REGIONAL	9
3.2. EVALUACIÓN DE APTITUD DE VARIEDADES DE TOMATE PARA INDUSTRIA EN EL VALLE MEDIO DE RIO NEGRO	10
a. Ensayo de evaluación de variedades:	10
b. Rendimiento total y rendimiento comercial:	11
c. pH:	12
d. Sólidos solubles (SS):	12
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE TOMATE PARA INDUSTRIA	13
PRODUCCIÓN DE TOMATE	13
4.1. ORIGEN Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	13
4.2. MORFOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DESEABLES EN CULTIVARES PARA INDUSTRIA	15
4.3. EXIGENCIAS CLIMÁTICAS DEL CULTIVO	18
4.4. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL CULTIVO	19
4.5. OPERACIONES DE COSECHA Y MANIPULACION POSTCOSECHA	24
INDUSTRIALIZACIÓN DE TOMATES: CLASIFICACION Y PROCESAMIENTO	26
4.6. CLASIFICACIÓN DE TOMATE PARA INDUSTRIA	26
4.7. PRODUCTOS DERIVADOS DEL TOMATE	28
4.8. LINEAS DE PROCESADO	30

4.9 GENERALIDADES DE LOS PROCESOS DE ELABORACION DE CONCENTRADOS DE TOMATE	32
EVALUACION DE LA CALIDAD DE TOMATES PROCESADOS	34
4.10. COLOR	34
4.11. SÓLIDOS TOTALES Y SÓLIDOS SOLUBLES	35
4.12. VISCOSIDAD	36
4.13. ACIDEZ Y pH	37
5. EVALUACIÓN DE APTITUD DE VARIEDADES DE TOMATE PARA INDUSTRIA EN EL VALLE MEDIO DE RIO NEGRO	39
5.1. PRODUCCIÓN DE TOMATE PARA INDUSTRIA EN EL VALLE MEDIO CARACTERÍSTICAS GENERALES	39
5.2. DATOS CLIMÁTICOS Y LABORES CULTURALES PARA LA TEMPORADA 2014-2015 E IMPLICANCIAS EN EL CULTIVO	39
5.3 CARACTERÍSTICAS DEL ESTABLECIMIENTO Y DEL SITIO DE REALIZACIÓN DE LOS ENSAYOS	42
5.4. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS MATERIALES EVALUADOS EN LA TEMPORADA 2014-2015	43
5.5. CONCLUSIONES	47
6. CONCLUSIONES FINALES	49
7. REFERENCIAS	49

INDICE DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1: Principales productores de tomate industria.</i>	15
<i>Tabla 2: Producción de tomate para industria en la última década.</i>	16
<i>Tabla 3: Síntomas de deficiencias nutricionales.</i>	24
<i>Tabla 4: Recuentos de esporas aeróbicas ácido tolerantes y resistentes al calor en aguas de lavado de tomate.</i>	27
<i>Tabla 5: Ganancia en Kg de producto terminado, a medida que aumentan los Brix de la materia prima.</i>	38
<i>Tabla 6: Temperatura media, mínima máxima, humedad relativa, precipitaciones y velocidad de viento para la localidad de Choele Choel en el período Oct. 2014-May. 2015 en el cual se realizó el ensayo de variedades de tomate para industria.</i>	42
	43

Tabla 7: Distribución de labores de cultivo para los ensayos de evaluación de variedades de tomate para industria realizados en la temporada 2014-2015.

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Equipos empleados para la determinación de pH y sólidos solubles: A. pHmetro, B. Refractómetro.	14
Figura 2. A. Morfología de la planta de tomate, B. Hoja, C. Flores, D. Inflorescencia.	18
Figura 3. Morfología del fruto de tomate.	19
Figura 4. Cosecha mecánica de tomate para industria.	27
Figura 5. Tomates dispuestos en cajones plásticos para su traslado a la planta de procesado.	28
Figura 6. Descarga y traslado de tomates_hacia la zona de lavado y clasificación.	29
Figura 7. Lavado de tomates por aspersión.	33
Figura 8. Intercambiador de calor tubular.	34
Figura 9. Colorímetro digital.	37
Figura 10. Consistómetro Bostwick.	39
Figura 11. Rendimiento total de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.	45
Figura 12. Rendimiento comercial de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.	45
Figura 13. pH de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.	46
Figura 14. Sólidos solubles de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.	47
Figura 15. Porcentaje de frutos de primera calidad de las variedades Defender, PS002, ISI714 y NUN6005 producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.	48

RESUMEN

El tomate para industria es un producto hortícola de radical importancia en nuestro país, especialmente en algunas provincias como San Juan, Mendoza y Río Negro, a pesar de esta relevancia la mayoría de la información disponible al respecto se encuentra dispersa y escasamente sistematizada. De ahí la posibilidad de elaborar un material de consulta donde sea posible apreciar aspectos referidos al cultivo y la industrialización de esta hortaliza en el valle medio de Río Negro. Con este propósito es que se definen dos ejes de análisis que articulan la presente tesis: un trabajo de rastreo y revisión bibliográfica y la presentación de los resultados concretos de un ensayo realizado en la localidad de Choele Choel.

En la primera parte de la tesis, mediante un trabajo de revisión bibliográfica, se destacan aspectos referidos a la producción primaria, cultivo y procesamiento del tomate.

En la segunda parte de este trabajo se presentan los resultados de un ensayo realizado en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015 para la empresa La Campagnola, en el que se evaluó el rendimiento y la calidad de tomate para industria, con el objeto de seleccionar variedades que muestren una mejor adaptación a las condiciones de esta región y aptitudes superiores para el procesado. El ensayo consistió en la evaluación de cuatro variedades comerciales de tomate (PS002, NUN6005, Defender e ISI714) en parcelas de 1,8 Ha. La plantación se realizó a una distancia entre camellones de 1,5 m con una densidad de 28.500 plantas por hectárea. Otros factores de manejo de cultivo como las fechas de trasplante, aporque y cosecha, la fertilización, el riego y la aplicación de agroquímicos fueron similares para los cuatro materiales. Luego de la cosecha se determinó para cada uno de los materiales evaluados el rendimiento total y comercial, el pH, el contenido de sólidos solubles y el grado de calidad industrial de los frutos. La variedad ISI 714 fue la que mejor resultado arrojó en términos de rendimiento total, comercial y calidad. Este material presentó una maduración pareja, un alto porcentaje de frutos aptos para el procesado y un contenido de sólidos solubles aceptable. Si bien el pH se ubicó cerca del límite admisible (4,5), esto no resulta un factor problemático, ya que el agregado de ácidos es una práctica permitida. Los resultados de la campaña 2014-2015 sugieren la variedad ISI714 mejor adaptada a la región, aunque resulta necesario seguir la evaluación. La variedad Defender también mostró un buen comportamiento y adaptación a la región. Estos dos materiales serán evaluados nuevamente en la próxima campaña.

Palabras clave: calidad, tomate, industria, selección

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Finalizadas las cursadas y la aprobación de los exámenes finales de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata tuve que incorporarme al mercado laboral. El destino me llevó a encontrar una posibilidad vinculada con la producción de tomate para industria en el Valle medio de Río Negro. Esta oportunidad surgió debido a que en años anteriores durante la temporada de receso de la Facultad trabajé en una empresa llamada “Agroinsumos Valle Medio” dedicada a la comercialización de fertilizantes y agroquímicos, lo que me permitió comenzar a vincularme con los productores e industrializadores de Choele Choel, ciudad en la que se localizan actualmente las tres principales empresas procesadoras de tomate (La Campagnola, Alco, Molinos Bruning).

En el año 2012 recibí una oferta para incorporarme al sector agrícola de la empresa La Campagnola, perteneciente al grupo Arcor. Mi actividad consistiría en realizar una evaluación de variedades de tomate de modo de poder seleccionar y recomendar a los productores los materiales con mejor comportamiento tanto desde el punto de vista agronómico como industrial. Sin dudas esta era una posibilidad muy interesante que me permitiría continuar aprendiendo y poder aportar con mis conocimientos al medio. Por otra parte, exigiría que profundice en un sistema productivo especializado y particular.

Resultaba un gran desafío comenzar con mi recorrido laboral en un cultivo diferente de los tradicionales y mayoritarios para la región Pampeana. Mi incorporación en la empresa requirió desde el comienzo aplicar conceptos de diversas materias de la carrera de Agronomía: *horticultura* y fisiología vegetal -para poder realizar una correcta implantación, manejo y cosecha del cultivo-; *edafología y manejo y conservación de suelos* - a la hora de seleccionar lotes, definir las labores necesarias y los criterios de fertilización - ; *zoología, fitopatología y terapéutica vegetal* - para poder realizar un manejo de plagas y enfermedades que fuera eficaz y a su vez responsable con el medio ambiente - ; *agroindustrias* - por tener que desempeñarme en la interfase entre los sectores primario y secundario y por tener que comprender aquellos aspectos importantes a la hora de producir una materia prima para la industrialización - ; *administración agraria* - para poder coordinar un planteo de producción de tomate considerando aspectos productivos, económicos y sociales - y *extensión* - para poder interactuar positivamente con los productores de la región y con una empresa procesadora de una escala considerable.

Los conocimientos adquiridos en la Facultad relacionados con la horticultura y particularmente con la producción de tomate me resultaron de gran utilidad. De todos modos, por tratarse de un sistema de producción relativamente específico (el tomate para industria posee muchas diferencias con la producción para mercado fresco) debía continuar capacitándome para mejorar mi desempeño. Para ello asistí a diversas reuniones técnicas y jornadas de producción de tomate para industria realizadas en la región del Valle Medio. Allí comprendí que el cultivo de tomate para industria es muy importante. Actualmente diez países del Hemisferio Norte (dentro de los que se destacan Estados Unidos, China, Italia, Turquía, España e Irán) concentran el 90% de la producción de tomate para industria (FAOSTAT, 2015). Argentina ocupa el puesto 13 en el mundo) con 400.000 Tn anuales en unas 7.000 hectáreas cultivadas y posee una destacada relevancia regional, puesto que en las provincias de Mendoza, Rio Negro, San Juan y en el NOA es una fuerte fuente de generación de empleo (FAOSTAT, 2015).

Una fuente importante de consulta desde el inicio de mi actividad fue la información generada por el Programa Nacional Tomate 2000 (www.tomate2000.com). Dicho programa fue puesto en marcha en el año 1996 y surgió por acción conjunta de los equipos técnicos de la Secretaría de Agricultura, Pesca y Alimentación, de la Estación Experimental Agropecuaria La Consulta (INTA), del Ministerio de Economía de la provincia de Mendoza y de un grupo de empresarios privados del sector. Del mismo participan empresas procesadoras (Solvencia, ALCO, La Colina, Unilever de Argentina, Prune, Arcor, Jetro, Angiord, Surcos del Valle), viveros (San Nicolás, Primavera, Fitotec, Proplanta) y Organismos oficiales (INTA, Secretaría de Economía de la Provincia de Mendoza). El programa incluye a unos 140 productores con un volumen de 150.000 Tn de tomate (40% del total nacional) (Asociación Tomate 2000, 2012). Dentro de sus actividades se destaca el asesoramiento a productores que se incorporaron al mismo, la creación de un fondo contra granizo, la sistematización de información productiva a nivel Nacional y regional y la realización de ensayos referidos a la evaluación de materiales genéticos, ensayos de manejo.

Un aspecto que me desconcertó al comenzar a introducirme en la producción de tomate para industria, fue que la información técnica disponible en español se encontraba dispersa y desorganizada, cuestión que no presuponía dada la importancia de esta hortaliza en la región. En estos años mi actividad laboral me llevó a consultar y revisar varias de estas fuentes. A partir de esta tarea y como primera actividad en la presente tesis final se plantea realizar una revisión bibliográfica de aspectos técnicos relacionados con tecnología de producción y procesamiento de tomate para industria.

En una segunda parte se presenta el trabajo que he realizado en la campaña 2014-2015 con productores de Choele Choel en relación a la selección de variedades de tomate como técnico de la empresa la Campagnola.

2. OBJETIVOS

1- Realizar una revisión bibliográfica sobre los principales aspectos de producción y calidad de tomate destinado a la industria.

2- Evaluar variedades de tomate para industria en el Valle medio de Rio Negro mediante la realización de ensayos de rendimiento y aptitud industrial.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

3.1. Caracterización agroclimática y socio productiva regional (Valle Medio). Caracterización de la industria regional.

Se realizó una revisión bibliográfica referida a la producción, industrialización y calidad de tomate procesado. Se sistematizó la información en tres secciones:

1) Producción de tomate

- Origen y producción
- Morfología y características deseables en cultivares para industria
- Exigencias climáticas del cultivo
- Establecimiento y manejo del cultivo
 - Selección del terreno y características del suelo
 - Preparación del suelo
 - Aspectos nutricionales
 - Plantación
 - Labores culturales y riego
 - Manejo de enfermedades
- Operaciones de cosecha y manipulación postcosecha

2) Industrialización de tomate: clasificación y procesamiento

- Clasificación de tomate para industria
- Productos derivados del tomate

-Productos sin concentración (*tomates enteros y en trozos, tomates cubeteados, triturado de tomate pulpa de tomate*) y concentrados de tomate)

-Líneas de procesado

-Zona de recepción y de lavado

-Área de selección

-Pelado (*pelado con vapor, pelado con NaOH*)

-Sección de eliminación de la piel

-Área de picado y trozado

-Inactivación enzimática, unidades de tratamiento "*hot y cold break*"

-Evaporación y esterilización

-Llenado aséptico y sistemas CIP

-Generalidades de los procesos de elaboración

-Tomates pelados y cortados

-Concentrados de tomate

-Pasta de tomate

3) Evaluación de calidad de tomates procesados

-Color (sistema y cartas de colores Munsell, sistema CIE)

-Sólidos totales y sólidos solubles

-Viscosidad

-Acidez y pH

3.2. Evaluación de aptitud de variedades de tomate para industria en el valle medio de Río Negro

a. Ensayo de evaluación de variedades:

Se realizó en un establecimiento productivo de la ciudad de Choele Choel, Río Negro denominado La Media Luna. Se empleó un diseño con 4 tratamientos (variedades) al azar sin repeticiones. En función de la experiencia de trabajo se priorizó el empleo de parcelas de tamaño considerable para un ensayo comparativo de rendimiento tradicional (1,8 Ha) en la que se pudieran simular en forma más real las condiciones de cultivo empleadas por los productores. Las repeticiones se realizaron repitiendo el ensayo en la temporada 2015-2016 de modo de poder realizar el análisis estadístico correspondiente (Análisis de varianza y test de diferencias mínimas diferencias significativas (LSD) con un nivel de significancias de $P= 0,05$) lo que excede el alcance de la presente tesis.

En la temporada 2014-2015 se evaluaron las variedades Defender, NUN6005, PS002, ISI714. Las camas se armaron con fresadoras una semana antes del trasplante. La plantación se realizó a inicios de octubre de manera manual. La distancia entre líneas fue de 1,4 m y 0,25 m entre plantas, determinando una densidad de 28.500 plantas por hectárea. El manejo de cultivo (riego, fertilización y protección) se realizó siguiendo las prácticas tradicionales empleadas en la región. La cosecha se realizó cuando cada variedad alcanzó un 85-90% de madurez, con una cosechadora Sandei 150 modelo 1998. Los frutos se trasladaron a la fábrica para determinar la producción total, la producción comercial, la clase de producto (primera, segunda, no apto) los sólidos solubles y el pH según se detalla a continuación.

b. Rendimiento total y rendimiento comercial:

Se pesaron los frutos de cada variedad y se tomó una muestra de 25 kg. Posteriormente se determinó el porcentaje de frutos de primera calidad, segunda calidad y no aptos según los siguientes criterios:

Primera: Tomate de color rojo uniforme, sano, maduro, sin pedúnculo, de textura firme sin defectos generales, ni lesiones provocadas por insectos, larvas ni ataque de mohos, libre de daños mecánicos. Preferentemente no menores a 20 g.

Segunda: Frutos con leves defectos por acción del sol o granizo, decolorados, asoleados, pintos (falta de madurez industrial). También se incluyen aquellos tomates muy pequeños (peso menor a 20 g), con golpes, blandos, con manchas, partidos, con cicatrices visibles, pero sin alteraciones en el interior del fruto. Los frutos de esta categoría no podrán estar verdes, podridos, aplastados, desintegrados, con pedúnculo o con mohos.

No apto: Tomates verdes (en más de un 50% de su superficie), con podredumbres, desintegrados, aplastados, con lesiones internas (corazón negro o placenta negra), con tamaño menor a 12 g o menos de 3 cm de diámetro, con presencia de insectos.

El rendimiento comercial se calculó considerando el peso total de frutos de primera y segunda categoría. Los resultados se expresarán en ambos casos en kilos por hectárea.

c. pH:

La determinación de pH es importante ya que por un lado, el Código Alimentario Argentino (CAA, 1969) fija el pH para algunas conservas de alimentos y por otro lado, el valor del pH de los productos, establece la temperatura de esterilización a emplear en su elaboración. La multiplicación y la resistencia al calor de los microorganismos están determinadas en gran parte por el pH. Así el pH 4,5 señala el límite de seguridad industrial, por debajo del cual se inhibe el crecimiento del *Clostridium botulinum*. En consecuencia, productos con un pH superior se deben esterilizar en autoclaves a temperaturas superiores a 100 °C para destruir dicho microorganismo. La determinación se realizó empleando un pHmetro ACCUMET. El electrodo se calibró con soluciones buffer pH 4 y pH 7. Las muestras se prepararon homogeneizando, 1 kg de tomate. Se sumergió el electrodo en un vaso conteniendo la suspensión obtenida de la muestra. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

d. Sólidos solubles (SS):

La determinación de sólidos solubles resulta importante porque durante el proceso de industrialización se realiza una concentración. En ese sentido para iguales rendimientos comerciales es deseable que las variedades presenten un mayor porcentaje de sólidos. Si bien la evaluación no distingue azúcares de ácidos, el valor medido corresponde principalmente a los azúcares por ser los compuestos más abundantes dentro del extracto seco de los frutos. Se empleó un equipo Atago Modelo RX-5000. La escala del mismo se ajustó a cero con agua destilada a 20 °C. Posteriormente se colocó una gota del homogeneizado de tomate llevado a 20 °C para evitar errores en la lectura sobre el prisma limpio y seco y se determinó el contenido de SS de las muestras. Las determinaciones se realizaron por triplicado. Los resultados se expresaron en °Brix.

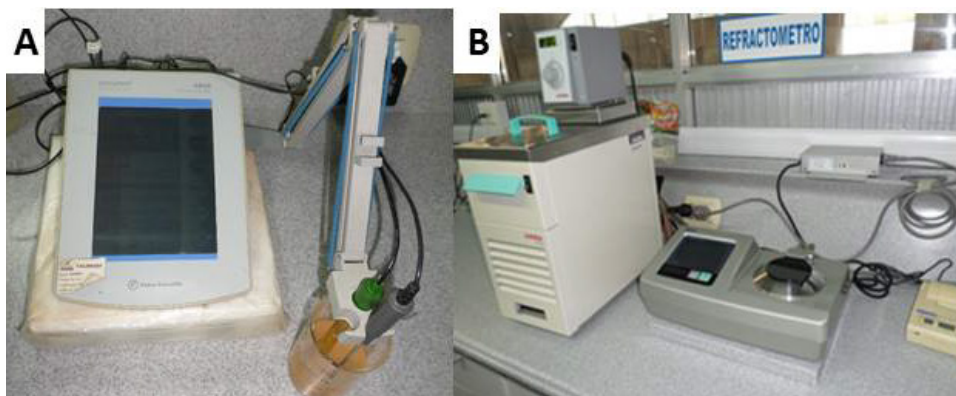


Figura 1. Equipos empleados para la determinación de pH y sólidos solubles: A. pHmetro, B. Refractómetro.

4. REVISION BIBLIOGRÁFICA: TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO DE TOMATE PARA INDUSTRIA

PRODUCCION DE TOMATE PARA INDUSTRIA

4.1. Origen y volumen de producción

El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas (*Peralta et al., 2006*). Si bien existen 9 especies del género *Solanum*, sólo *Solanum lycopersicum* es cultivada comercialmente como hortaliza (*Peralta y Spooner, 2000*). Es originario de América, más específicamente de la zona andina de Perú, Ecuador, Colombia, Bolivia y Chile, desde donde se extendió al resto de América Central y meridional (*Nuez, 1995*). Los españoles apreciaron rápidamente las cualidades organolépticas del tomate, que ya se consumía en México desde 700 años a C. Su introducción en Europa se produjo en el siglo XVI. En la actualidad es una de las hortalizas más difundidas a nivel mundial (*Pérez, 1986*).

El tomate es actualmente una de las hortalizas más importantes en el mundo, tanto si se considera el consumo en fresco como la industrialización. Anualmente se producen más de 150 millones de toneladas de tomate en el mundo, de las cuales el 25% se destinan a la industria. De ésta fracción, más del 70% se deriva a la elaboración de pasta de tomate, al tiempo que el resto se utiliza en conservas, jugo de tomate, salsas y deshidratados (*Asociación Tomate 2000. 2014*). Sólo diez países concentran el 90% de la producción de tomate para industria. Aproximadamente el 90-92% del total producido se cultiva en el hemisferio Norte, donde la cosecha se concentra en los meses de Julio, Agosto y Septiembre. La posición líder la ocupa Estados Unidos (particularmente el estado de California) con un 35% de la producción total, seguido por China (13%), Italia (12%) y Turquía (Tabla 1). El resto se cosecha en el Hemisferio Sur (Chile, Brasil, Argentina, Australia) en el período Enero-Abril (*World Processing Tomato Council, 2015*). China se presenta como el actor más importante del mercado, con ventas de más de un millón de toneladas en los últimos tres años. Le sigue Italia, con exportaciones que rondan las 650 mil toneladas y Estados Unidos con cerca de 350 mil toneladas en las últimas dos temporadas. Más abajo se encuentran Portugal y España, con ventas cercanas a 200 mil toneladas en el último año y Chile, con cifras crecientes y alrededor de 100 mil toneladas en 2012 (*FAOSTAT, 2015*). En el plano de las importaciones de pasta de tomate, Alemania se posiciona como el principal país importador, con 218 mil toneladas en 2012 (*World Processing Tomato Council, 2015*).

Tabla 1: Principales productores de tomate industria (World Processing Tomato Council, 2015).

País	Miles de T	%
Estados Unidos	10.965	31
China	6.300	18
Italia	4.500	13
Turquía	2.400	7
Irán	1.800	5
España	1.750	5
Brasil	1.413	4
Portugal	900	3
Túnez	780	2
Grecia	680	2
Canadá	540	2
Chile	510	1
Argentina	350	1
Resto del mundo	2.482	7
Total	35.370	100

Particularmente el cultivo de tomate en Argentina tiene una larga tradición, que se remonta a los años `30 del siglo XX. Actualmente la Argentina ocupa el puesto 13 del ranking y participa en promedio con el 1% del total mundial (FAOSTAT, 2014). La producción de tomates con destino industrial en Argentina ha mostrado oscilaciones pero con una tendencia al incremento desde el año 2000 (**Tabla 2**).

Tabla 2: Producción de tomate para industria en la última década (Asociación Tomate 2000, 2012 y 2014).

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Miles Tn	283	340	350	448	380	355	355	415	391

La principal provincia productora de tomate industria es Mendoza, que en la última campaña aportó el 50% del total nacional. Le siguen en importancia San Juan (20%) y Río Negro (19%) mientras el 10% restante se reparte entre las provincias de noroeste argentino: Santiago del Estero, La Rioja, Catamarca, Salta y Jujuy (*Asociación Tomate 2000, 2014*). En la campaña 2008/09 la producción de tomate para industria alcanzó los valores más elevados con 448.000 toneladas con una superficie implantada de 8.443 hectáreas. En la temporada 2013-2014 alcanzó las 400.000 Tn en 7.228 Ha cultivadas (*Asociación Tomate 2000, 2014*). El rendimiento promedio en el país se calcula en 53,1 toneladas por hectárea. Tanto en la región del Cuyo como en Río Negro, éstos valores están por encima del NOA (45 Tn/ha) y se ubican en 54,7 y 52 respectivamente (*Asociación Tomate 2000, 2014*).

La balanza comercial del sector, entre exportaciones e importaciones de productos industrializados con tomate, fue durante el año 2013 deficitaria debido a que se exportaron 6.244 Tn por valor de 7,6 millones de dólares, mientras que las importaciones sumaron un volumen de 28.963 Tn por un valor de 24 millones de dólares (*Franco, 2014*).

Actualmente existen unas 40 empresas elaboradoras de tomate. De todos modos unas pocas concentran el mayor volumen de procesamiento (40% para 4 firmas). La interacción de la industria de procesamiento con la producción primaria se realiza de diferentes formas: Algunas firmas poseen sus propias plantaciones mientras que otras realizan compras por contrato o, según necesidad, por especificaciones. La tendencia es que el elaborador de conservas contrate previamente con el agricultor un área definida de producción.

4.2. Morfología y características deseables en cultivares para industria.

La planta de tomate es de porte arbustivo (**Figura 2A**) y perenne aunque se la cultiva como anual (*California Tomato Growing Association, 2015*). Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. La planta posee un sistema radicular con una raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Su tallo principal posee un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (*Nuez, 1986*). En la parte distal se encuentra el meristema apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (*Freeman et al., 2015*). Consta de hojas compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares (**Figura 2B**). Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. Por fuera del mesófilo o

tejido parenquimático se ubica la epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos (Nuez, 1986). La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal. Su flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal (**Figura 2C**). Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimosas, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta (**Figura 2D**). Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Nuez, 1986).

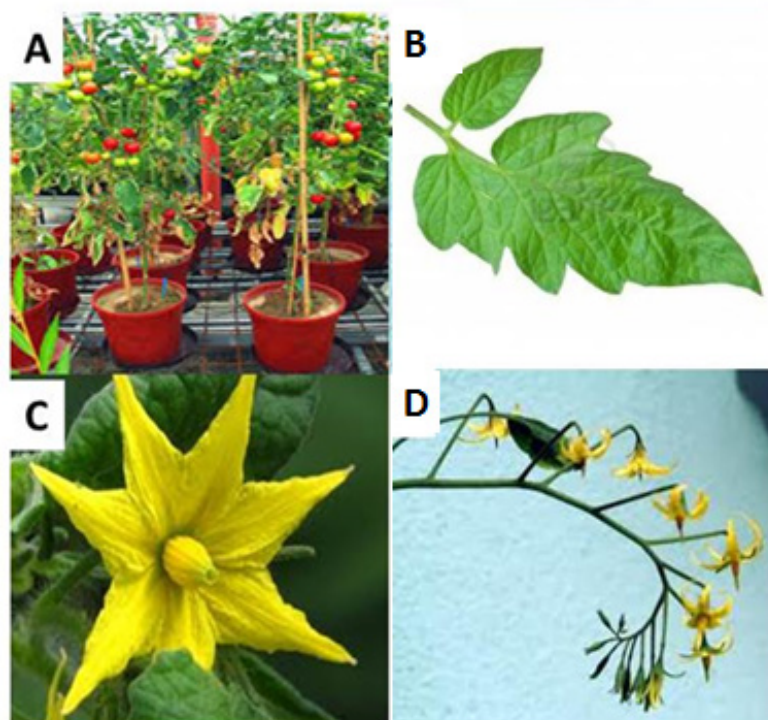


Figura 2. A. Morfología de la planta de tomate, B. Hoja, C. Flores, D. Inflorescencia.

El fruto es una baya bi- o pluri-ocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Se requieren de 3 a 4 meses desde el momento de la siembra para producir la primera fruta madura (Freeman et al., 2015). Las bayas están constituidas por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (**Figura 3**). El pericarpio está compuesto por la pared externa, las paredes radiales o septos que separan los lóculos y la pared externa o columela. Está compuesto por un exocarpo o piel, un mesocarpo parenquimático y el endocarpo que rodea a los lóculos (Nuez, 1986). Un fruto normal posee, al menos dos lóculos. Estos contienen a las semillas

rodeadas de una masa gelatinosa de células parenquimatosas. El tiempo de desarrollo hasta alcanzar el fruto maduro es de aproximadamente 7 a 9 semanas, en función del cultivar, posición en el racimo y las condiciones ambientales (*Freeman et al., 2015*). El crecimiento del fruto se ajusta a una curva sigmoide simple que puede dividirse en tres etapas. El primer período, de crecimiento lento, dura 2 ó 3 semanas y cuando termina, el peso del fruto es inferior al 10% del peso final. El segundo período, de crecimiento rápido, dura 3 ó 5 semanas y se prolonga hasta el inicio de la maduración (*Hartz et al., 2015*). Alcanzando en este tiempo prácticamente el máximo desarrollo. La última etapa, de crecimiento lento, dura aproximadamente 2 semanas, en la que el aumento en el peso del fruto es pequeño, produciéndose cambios metabólicos característicos de la maduración. El tamaño final que alcanza el fruto está estrechamente relacionado con el número de semillas y con el número de lóculos. El número de semillas varía entre 50 y 200, dependiendo del cultivar y de las condiciones del cultivo (*Nuez, 1986*).

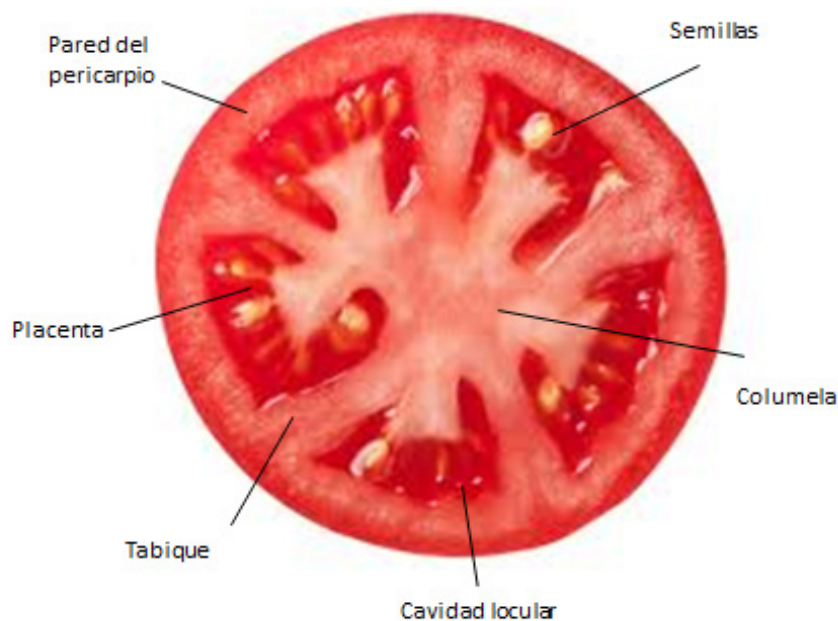


Figura 3. Morfología del fruto de tomate.

Dentro de las características deseadas para los cultivares de tomate para industria se destacan el rendimiento, la calidad industrial y la adecuación a sistemas de recolección y manejo mecánico (*Srinivasan, 2010*). Se han sugerido pautas a tener en cuenta a la hora de desarrollar variedades para el procesamiento:

1. Corto período de cuajado y uniformidad en la maduración.
2. Buen comportamiento frente a enfermedades y plagas

3. Adaptación a la cosecha mecánica y manipulación a granel.
4. Frutos con ausencia de cicatrices en el extremo floral y baja susceptibilidad al rajado.
5. Cicatrices pedunculares pequeñas, con baja tendencia a pardear y correcta abscisión.
6. Frutos color rojo brillante fáciles de pelar, uniformes y con tamaño mayor a 50 g.
7. Frutos con contenidos de sólidos solubles superiores a 5% y sólidos insolubles superiores a 1%.
8. Elevada acidez 0,35-0,55% de ácido cítrico y pH bajo < 4,4 y alto contenido de vitamina C (>200 mg kg⁻¹).
9. Frutos con buena resistencia a los tratamientos térmicos.

4.3. Exigencias climáticas del cultivo.

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del tomate dependen marcadamente de las condiciones del clima y suelo (*Gómez et al., 2010*). El manejo racional de los factores edafo-climáticos de forma conjunta es fundamental para el éxito del cultivo (*Jaramillo et al., 2007*). El tomate es una planta de clima cálido razonablemente tolerante al calor y la sequía. La temperatura es uno de los principales factores ambientales que afecta la eficiencia de la fotosíntesis, la tasa de crecimiento y con ello el rendimiento de los cultivos hortícolas (*Marotto, 2008*). En tal sentido, el cultivo se desarrolla bien en climas con temperaturas entre 18 y 26 °C, (*Gómez et al., 2010*) pero crecen mejor con temperaturas promedio mensuales de 21 a 24 °C).

Temperaturas elevadas (>35 °C) afectan el desarrollo general de la planta, el desarrollo de óvulos, la polinización, el cuajado, el crecimiento de los frutos y su calidad (*Jaramillo et al., 2007*). Las altas temperatura asociadas con una elevada humedad relativa es una condición predisponente para las enfermedades del follaje. Las altas temperaturas con vientos secos favorecen la abscisión floral.

Por su parte, las bajas temperaturas pueden afectar la permeabilidad de las membranas y la fotosíntesis. Si la intensidad o duración de las bajas temperaturas son limitadas, estos procesos pueden recuperar sus valores normales, de lo contrario son afectados en forma irreversible (*Colombo y Obregon, 2008*). Las plantas se congelan a temperaturas por debajo de 0 °C. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10 °C así como superiores a los 30 °C originan tonalidades amarillentas (*Nuez, 1986*)

El tomate, no es sensible a la duración del día, fructifica con fotoperiodos de 7 a 19 horas. De todos modos la intensidad lumínica es un factor importante puesto que afecta el crecimiento de las plantas al modular la fotosíntesis (Gómez *et al.*, 2010). El tomate necesita condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse significativamente afectados (Casanova *et al.*, 2007).

La humedad relativa es considerada otro factor climático de alta incidencia en la productividad y calidad de frutos del tomate (Colombo y Obregón, 2008). Los valores más favorables para el desarrollo del tomate se consideran en el rango 50-70%. Por encima de estos valores se dificulta la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores y puede favorecerse el desarrollo de enfermedades. Niveles muy bajos de humedad favorecen la evapo-transpiración lo que incrementa los requerimientos de riego. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Nuez, 1986).

4.4. Establecimiento y manejo del cultivo.

a. Selección del terreno y características del suelo: La primera consideración en el cultivo de tomate es la selección del campo con el fin de reducir potenciales problemas que puedan presentarse con posterioridad. En la medida de lo posible la uniformidad de suelos es también recomendable. La zona seleccionada debe presentar buen drenaje. La protección del viento suele ser otro aspecto importante en ciertas regiones. El tomate se cultiva en suelos variados desde arenosos hasta arcillosos según Casanova *et al.* (2007) se indica que los suelos más adecuados para el cultivo de tomate son aquellos que poseen una buena estructura y un buen drenaje superficial e interno. El tomate puede desarrollarse en suelos con un rango bastante amplio del pH. No obstante, se ha descrito que el pH del suelo más adecuado se ubica entre 6,0 y 7,5 (Jaramillo *et al.*, 2007).

El suelo puede encalarse en caso de ser necesario, elevar el pH. De todos modos el exceso de cal puede ser tan grave como una deficiencia. Los suelos pobres en materia orgánica pueden mejorarse mediante la aplicación de estiércol o la materia orgánica y con la plantación de abonos verdes. Para la siembra directa se recomiendan los lotes uniformes con suelos franco-arenosos, uniformes y bien drenados. Para suelos de textura gruesa es deseable favorecer la incorporación de materia orgánica. En zonas en las que la precocidad es de gran importancia, se prefieren los suelos arenosos o franco arenosos (Hartz *et al.*, 2015).

b. Preparación del suelo: La preparación del terreno debe ser parte de una planificación de uso a largo plazo. Entre otras cosas, se trata de un calendario de rotación de cultivos. Una buena preparación del suelo es importante en el éxito del cultivo de tomates. La preparación de la tierra después de la labranza debe ser más minuciosa que para otros cultivos extensivos. La correcta nivelación es importante para evitar la acumulación de excesos de humedad así como para facilitar las operaciones de cosecha (*Srinivasan, 2010*). La presencia de terrones de tierra muy grandes, piedras y muchas malezas pueden obturar a las cosechadoras. Siempre que sea posible se recomiendan los surcos largos. Debido a que el sistema radicular de la planta de tomate profundiza bastante es necesario hacer una adecuada preparación del suelo en profundidad (*Nuez, 1986*). Para empezar se suele dar una labor de subsolador, con la que generalmente se aprovecha para aplicar el abonado de fondo. El acondicionamiento de los suelos en profundidad es clave para facilitar el buen desarrollo de las raíces, sobre todo si son suelos que tienden a compactarse. También se aconseja, para esta etapa, incorporar material orgánico (guano o verdes) en la cama. Esta actividad se realiza el mes previo al trasplante. En los suelos que han sido fuertemente abonados durante los últimos años o cuando el contenido de materia orgánica del suelo es alta, se debe tener cuidado en la aplicación de estiércol debido a su tendencia a producir un crecimiento vegetativo excesivo a expensas de la producción de frutos. A continuación pueden realizarse varias pasadas de rastra de disco para dejar la superficie mullida, antes de preparar los surcos y bordos según el sistema de cultivo elegido. La preparación final de la tierra debe hacerse justo antes de fijar las plantas

c. Aspectos nutricionales: Dentro de los nutrientes más importantes para el desarrollo satisfactorio del tomate se encuentran el nitrógeno, fósforo, y potasio. Otros nutrientes importantes son el calcio, magnesio, azufre y los oligoelementos (*Nuez, 1986*).

El nitrógeno influye en la calidad de la cosecha de tomate. La fertilización debe ser adecuada para producir suficiente follaje para proteger la fruta de la exposición al sol. Además el nitrógeno influye en gran medida en la fecha de la madurez (*Marotto, 2008*). Si el cultivo tiene demasiado nitrógeno fácilmente disponible a principios de la temporada, es probable que vegete demasiado retrasándose la maduración de la fruta. Algunos trabajos sugieren que altas tasas de nitrógeno resultan en frutos con menor contenido de sólidos solubles y mayor susceptibilidad al daño mecánico, mayores problemas de manchas (pared gris). Contrariamente si las plantas carecen de

suficiente nitrógeno su crecimiento se limita y el follaje se torna amarillo. Por último, es importante usar un buen criterio en la elección de los compuestos de nitrógeno que se utilizarán. Además, las aplicaciones de nitrógeno en etapas avanzadas del cultivo deben evitarse.

El fósforo (P) es de primordial importancia en el programa de fertilidad de tomate. La importancia del fósforo suficiente en el suelo no se puede exagerar (*Nuez, 1986*). El fósforo influye en la calidad de la fruta de varias maneras. En primer lugar, estimula un crecimiento vigoroso de la raíz, que representa una mejor utilización de nutrientes en el suelo. En segundo lugar, aumenta la eficiencia de la planta por la promoción de un tallo robusto y el follaje sano (*Freeman et al., 2015*). La buena disponibilidad de P desde inicios del cultivo estimula el crecimiento, aumentando la floración temprana. Generalmente, los suelos tienen una gran reserva de fósforo, pero sólo una pequeña parte está disponible. En estudios foliares se halló que plantas deficientes en P presentan 0,10-0,15% de este nutriente. Contrariamente los niveles ascienden a 0,35-0,55% en plantas bien provistas (*Gould, 1991*).

La planta de tomate absorbe y utiliza una gran cantidad de potasio (K). El contenido de potasio de hojas es mayor (de 3 a 4%) durante la etapa vegetativa de la planta, y luego disminuye durante la fructificación (*Nuez, 1986*). Se ha sugerido que los niveles de K en hoja deben permanecer por encima del 2% durante el crecimiento de la planta. Por cada tonelada de tomate se encuentran unos 3 kg de potasio. El potasio es importante en la regulación de la apertura y cierre estomático. Asimismo, se requiere en el metabolismo de hidratos de carbono y translocación y como contra-ión de aniones como el citrato y malato. La deficiencia de potasio favorece la abscisión de frutos y puede afectar la acumulación de licopeno y la expansión de los frutos (*Gould, 1991*). El calcio y el magnesio resultan importantes en el metabolismo energético, estructura de paredes celulares como co-factores y señalizadores intracelulares. El magnesio es a su vez esencial, puesto que forma parte de la molécula de clorofila (*Taiz y Zeiger, 2010*). Otros elementos necesarios para el normal crecimiento y desarrollo son el hierro, boro, manganeso, cobre y zinc.

Tabla 3: Síntomas de deficiencias nutricionales (Gould, 1991).

Nutriente	Síntoma
Nitrógeno	Plantas con menor crecimiento vegetativo, follaje verde claro, hojas más viejas se vuelven cloróticas,
Fósforo	Nervaduras de las hojas y pecíolos vuelven de color rojizo-púrpura.
Potasio	Las hojas más viejas parecen cloróticas entre las venas. Los márgenes de las hojas pueden mostrar quemado y enrollamiento.
Calcio	Las hojas jóvenes se necrosan en el ápice y en los márgenes.
Magnesio	Las hojas más viejas se tornan cloróticas entre las venas.
Hierro	Las hojas jóvenes desarrollan clorosis entre las venas.
Zinc	Las hojas se vuelven cloróticas entre las venas.
Boro	Los meristemas pueden afectarse y morir. Las hojas desarrollan un aspecto parcheado.
Cobre	Las hojas se tornan de color verde azulado La planta se torna clorótica.
Azufre	Las hojas más viejas se vuelven verde claras.

d. Plantación: Los tomates deben ser plantados en el centro de la cama que debe ser lo más plana posible. Las camas permiten un mejor drenaje tras las fuertes lluvias, favorecen la maduración más uniforme de fruta y las labores culturales y de cosecha (Marotto, 2008). La mayoría de los informes indican que el aumento de los rendimientos se obtiene con el sistema de la cama. La decisión de trasplante o siembra directa es una cuestión de economía, selección de campos, tipo de suelo, y localidad. Algunas ventajas de la siembra directa son: el menor costo, menor posibilidad de introducir enfermedades y mayor flexibilidad de tiempo de plantar (Hartz *et al.*, 2015). El tiempo para establecer plantas de tomate depende del clima y de las condiciones del suelo. Se ha descrito que cuando las temperaturas del suelo alcanzan (14 °C o más por 3 días consecutivos, las plantaciones pueden comenzar (Gould, 1991). El número de días desde la emergencia a la cosecha es variable dependiendo del cultivar.

En el caso de emplearse trasplantes, los mismos deben realizarse lo antes posible después de cualquier amenaza de las heladas. Sólo deben utilizarse plantines vigorosos y bien desarrollados. Las plantas son sometidas a golpes fuertes cuando se trasplantan, incluso bajo las condiciones más favorables. Cualquier esfuerzo por hacer para ayudar en su restablecimiento se reflejará en el mejor desarrollo de la planta y en

una mayor precocidad (*Freeman et al., 2015*). Las plantas deben ser robustas pero compactas, con buen desarrollo radicular y de tamaño bastante uniforme. Es importante que los plantines sean de la variedad deseada y se encuentren, libres de nematodos, enfermedades, insectos y heridas. Si por algún motivo deben almacenarse, es preferible una temperatura de 10-13 °C (*Gould, 1991*). Cuando sea posible, el trasplante se debe hacer cuando la temperatura sea moderada. En el caso de plantas a raíz desnuda antes de retirar las plantas de la cama, el suelo en que crecen debe ser regado a fondo. Las raíces deben protegerse de la exposición directa al sol y de los vientos secos.

e. Labores culturales y riego: Una de las labores más frecuentes es el control de malezas. Las malezas pueden ser controladas por métodos mecánicos y mediante el uso de productos químicos

Las exigencias de las plantas de tomate en cuanto a la humedad del suelo son medias (*Jaramillo et al., 2007*) La deficiencia de humedad en el suelo reduce el tamaño y la calidad de los frutos. Durante las temporadas de lluvia limitada, o por períodos cortos cuando la precipitación es inferior a lo normal, los sistemas bajo riego muestran claras ventajas. El buen suministro de agua es particularmente importante durante el desarrollo de las plántulas, en la etapa de cuajado y cuando los frutos se encuentran en activo crecimiento (*Sangiácomo et al., 2002*). El riego juega un papel importante en el logro de la madurez uniforme. Los riegos se reducen hacia el final de la temporada cuando el cultivo ha alcanzado una etapa avanzada de madurez, por temor a causar pudrición de la fruta y el rajado (*Gould, 1991*).

f. Manejo de enfermedades: Algunas de las enfermedades más comunes son marchitamiento por *Fusarium*, el tizón temprano, la antracnosis, la pudrición de la fruta, y el tizón tardío. Todas estas enfermedades son causadas por hongos (*Williamson, 2012*). Algunas enfermedades como la pudrición blanda bacteriana pueden ser favorecidas por la fertilización nitrogenada excesiva. Si bien los programas de control de enfermedades son variados dependiendo de cada situación, existen algunas medidas generales a considerar (*Gould, 1991*):

1. Los restos de cultivo deben eliminarse o enterrarse tan pronto como sea posible después de la cosecha. Esto permite reducir las fuentes de inóculo.
2. Debe utilizarse semilla o plantines certificados libres de enfermedades.

3. La rotación de cultivos es una práctica recomendable para minimizar las enfermedades. No deben incluir pimiento o berenjena puesto que estos cultivos comparten muchas enfermedades en común con el tomate.

4. Realizar aplicaciones químicas sólo en caso de ser necesarias.

4.5. Operaciones de cosecha y manipulación post-cosecha.

La cosecha es una operación muy importante en la producción de cultivos de tomate para industria. El interés en la recolección mecánica de los tomates se inició en la década de 1960. Dentro de las ventajas de estos sistemas, se destacan:

1. El menor empleo de mano de obra, que puede escasear, con una reducción consecuente en los costos laborales.
2. La facilidad para coordinar las operaciones entre el campo y la fábrica.
3. La mayor capacidad de trabajo de las máquinas.

Algunas características deseables de los cultivares para la cosecha mecánica son la maduración uniforme, la presencia de follaje limitado, una elevada resistencia a los golpes y rajado (*Gould, 1991*).

a. La cosechadora: Varios fabricantes de maquinaria han desarrollado equipos capaces de cosechar tomate mecánicamente. Todos los equipos cortan toda la planta por lo que más del 85% debe madurar al mismo tiempo. Las cosechadoras mecánicas tienen un mecanismo de corte, uno de elevación, uno de separación de los frutos una zona de clasificación y una zona de carga. La cosechadora corta las plantas que luego se reúnen en un sistema transportador junto con fruta suelta que pudiera haber caído al suelo. Los frutos son luego separados de tierra y del resto de la planta y clasificados. El producto finalmente continúa por un transportador a una descarga común. El personal a cargo de la cosecha debe estar entrenado para reconocer los defectos (quemadura solar, presencia de mohos, daños por insectos, grietas de crecimiento, etc.). Los tomates descartados y la suciedad se descargan al suelo. La cosechadora debe minimizar la recolección de frutos verdes y tierra. La tierra pegada a los frutos contiene esporas y favorece el deterioro en los tomates procesados. La integridad de los frutos es un factor crítico. Se ha encontrado un aumento de diez veces en el recuento de esporas en frutos dañados respecto a aquellos sin daño mecánico. Otros problemas de la presencia de tierra son la recolección de material no

procesable, la obstrucción de los sistemas de transporte de frutos y el aumento del agua necesaria para el lavado.

Tabla 4: Recuentos de esporas aeróbicas ácido tolerantes y resistentes al calor en aguas de lavado de tomate (Gould, 1991)

	Tomates enteros (N°/g)	Tomates rajados (N°/g)
Cosecha mecánica	700	1150
Cosecha manual	30	30

Los daños y el porcentaje de fruta golpeada varían en función del tamaño de los recipientes. Claramente se observa menos daño si la fruta es cosechada a mano y colocada en envases pequeños. El daño a la fruta se puede reducir en gran medida, a través de una disminución en la velocidad de cosecha y con una revisión de los sistemas de carga y descarga.



Figura 4. Cosecha mecánica de tomate para industria

b. Manipulación post-cosecha: La calidad de los tomates no puede mejorarse después de la cosecha. Sin embargo puede reducirse si el tratamiento que reciben es inapropiado. Los envases y transportes empleados deben estar limpios y en buen estado.



Figura 5. Tomates dispuestos en cajones plásticos para su traslado a la planta de procesado.

Para aumentar la eficiencia de la mecanización de la cosecha se ha empleado en ciertos casos el transporte a granel. Este sistema consiste en la recolección de la fruta directamente en un remolque, eliminando el uso de bines y su equipo de apoyo, incluyendo carretillas elevadoras, remolques a campo y mano de obra adicional. Las principales ventajas del sistema de remolque son el reducido costo por tonelada de transporte y la fácil descarga de la fruta (Gould, 1991).

INDUSTRIALIZACIÓN DE TOMATE: CLASIFICACION Y PROCESAMIENTO

4.6. Clasificación de tomate para industria.

Todo sistema de clasificación se basa en la obtención de una muestra aleatoria y representativa. La mayoría de las muestras se toman de cajas o jaulas. Si los tomates se muestrean el tamaño depende del número de toneladas de la carga. Si el número de toneladas es de 1 a 10, debe extraerse una muestra de 20 kilos (Gould, 1991). En algunos casos se emplea una pala para recoger la muestra. El muestreador Davis es un dispositivo de muestreo mecánico. Parece ser el método fiable para el muestreo de cargas a granel. Es electrónico y está operado hidráulicamente por medio de pulsadores. La sonda es capaz de tomar muestras de productos de hasta un metro de profundidad y puede ser detenida en cualquier punto en particular. Una desventaja de este método es su elevado costo. También algunos tomates son cortados por lo que deben excluirse en la puntuación de defectos durante el proceso de clasificación.

Las primeras normas de clasificación de tomate para industria se publicaron en 1926 en Estados Unidos. Poco después de la emisión de éstas normas, conserveros comenzaron a comprar tomates sobre la base de grados. Uno de los sistemas empleados en ese país segrega a los frutos en 4 grados a partir del desarrollo de color, presencia de podredumbres, manchas, daños internos, presencia de pedúnculo, tamaño y magulladuras:

- (1) Categoría A: consiste en tomates libres de gusanos, ataque de hongos y que presentan otros defectos comprometiendo un área menor a 5%.
- (2) Categoría B: Frutos libres de gusanos y con otros defectos afectando un área de 5 y 20%.
- (3) Categoría C: los frutos libres de gusanos pero con podredumbres que no afecten más del 20% del fruto.
- (4) Categoría D: Son aquellos tomates que están verdes o que presentan más de 20% de su área afectada.



Figura 6. Descarga y traslado de tomates hacia la zona de lavado y clasificación.

4.7. Productos derivados del tomate.

El tomate es un fruto muy versátil a partir del cual pueden obtenerse productos con o sin concentración. El Código Alimentario Argentino (CAA, 1969) establece que para ambos tipos de productos se deben emplear frutos sanos, maduros, y limpios, libres de pedicelo, semillas y cálices que respondan a las exigencias de recuentos de mohos por el método de Howard-Stephenson, que contengan menos de 0,5% de cenizas insolubles y menos de 6% de su peso seco de almidón. A continuación se describen las principales conservas de tomate:

a. Productos sin concentración:

- 1-Enteros (con y sin piel)
- 2-En trozos (con y sin piel)
- 3-Cubeteados
- 4-Triturado
- 5-Pulpa de tomate

-Tomates enteros y en trozos: En los enteros se admite hasta un 25% de unidades rotas a las que les falte no más del 30% del largo. Los tomates con piel podrán ser solo categoría Elegido y los sin piel podrán tener para la calidad: Elegido hasta 10 cm² de piel suelta o adherida por kg y para la calidad común hasta 26 cm² de piel suelta o adherida por kg y hasta un 20% de unidades que se aparten del color natural. Por su parte, en los tomates en trozos la medida inferior no podrá ser menor a 3 cm. En este caso también existirá 1 único grado de selección (CAA, 1969). Para ambos tipos y grados de selección el pH estará comprendido entre 3,5 y 4,5. La cantidad de campos positivos de mohos no será superior al 50% (Método de Howard-Stephenson). Podrán ser envasados:

- 1) En su jugo con NaCl hasta 1%, edulcorantes y sales de calcio (0,045%), Los sólidos solubles del jugo entre 4,20 y 6,5% libres de cloruro de sodio, el extracto seco total libre de cloruro de sodio y azúcar será superior a 5%
- 2) Con puré de tomate: los sólidos solubles del jugo contenido en el envase deberán ser mayores de 6,0% libre de cloruro de sodio y el extracto seco total, libre de cloruro de sodio y azúcares agregados, no será inferior a 6,9 por ciento.

3) Con salsa de tomate: los sólidos solubles del jugo contenido en el envase deberán ser mayores de 7,5 por ciento libre de cloruro de sodio y el extracto seco total, libre de cloruro de sodio y azúcares agregados, no será inferior a 8,5 por ciento.

Estos productos se rotularán como "Tomates pelados" o "con piel" según corresponda, el Tipo (entero o en trozos) y el grado de selección.

-Tomates cubeteados: En este caso el producto posee trozos no mayores de 2 cm, envasados en su propio jugo, puré o salsa de tomate. El NaCl se limita al 1% y el calcio en este caso a 0,08%. La piel suelta o adherida no deberá ser mayor a 26 cm²/kg de producto.

Para los tres tipos de producto antes mencionados (enteros, en trozos y cubeteados) el contenido de tomate escurrido de cada envase (obtenido escurriendo el producto por tamiz de 1 mm durante dos minutos) no será menor del 56% del volumen total y el contenido neto total no será inferior al 90% de la capacidad del envase. En el envase deberá constar el peso total y el peso neto escurrido del producto".

-Triturado de tomate y pulpa de tomate: El tomate triturado se elabora por trituración mecánica de tomates hasta no más de 5%. La pulpa es el producto elaborado con el mesocarpio de tomates frescos, sanos, maduros, limpios, pasado a través de un tamiz de malla no menor de 1 mm. Podrá haber sido adicionada de NaCl hasta 5,0%; ácido cítrico, tartárico, málico, láctico o sus mezclas hasta pH menor de 4,5 y ácido L-ascórbico como antioxidante (CAA, 1969). El extracto seco libre de cloruro de sodio estará comprendido entre 5,00 y 8,36%. No deberá contener más que 50% de campos positivos de mohos (método de Howard-Stephenson). Podrá concentrarse en caso de ser necesario.

b. Concentrados de tomate: Son productos obtenidos por concentración del jugo y pulpa, que normalmente contienen en sus proporciones naturales los tomates frescos, maduros, sanos, limpios, tamizados a través de una malla no mayor de 1 mm. Los concentrados de tomate podrán haber sido adicionados de NaCl hasta 5,0% y con ácidos cítrico, tartárico, láctico, málico o sus mezclas, en cantidad suficiente para lograr un pH no mayor de 4,5 y ácido L-ascórbico en su condición de antioxidante (*quantum satis*). Los concentrados estarán libres de fragmentos de piel, semillas,

restos de fruto o de la planta de tomate observables a simple vista. El producto con una concentración de 8,37 a 9,37%, no presentará más que 60% de campos positivos de mohos (método de Howard-Stephenson) (CAA, 1969). Estarán libres de colorantes agregados, estabilizantes, espesantes. De acuerdo al contenido de extracto seco libre de cloruro de sodio se reconocen los siguientes concentrados de tomate:

1. Puré de tomate: cuando contenga entre 8,37 y 11,99%.
2. Salsa de tomate: cuando contenga entre 12,0 y 15,99%.
3. Extracto simple de tomate: cuando contenga entre 16,0 y 28,0%
4. Extracto doble de tomate: cuando contenga entre 28,1 y 36,0%.
5. Extracto triple de tomate: cuando contenga más de 36,0%.
6. Extracto deshidratado de tomate: cuando sea no menor a 80,0%.

En todos los casos se deberá consignar en el rótulo el extracto seco libre de cloruro de sodio.

4.8. Líneas de procesado.

Las líneas de procesado de tomate pueden contar con diferentes operaciones unitarias dependiendo del producto que se desee obtener. Las más comunes son:

- Zona de recepción y de lavado
- Zona de pelado
- Zona de cortado para la producción de tomates cubeteados
- Zona de extracción de jugo de tomate
- Zona de refinado
- Zona de hot/ cold break
- Zona de evaporación
- Zona de esterilización
- Zona de llenado aséptico
- Zona de servicios y equipos complementarios: torre de enfriamiento, filtración del agua y sistemas de limpieza en sitio (CIP).

a. Zona de recepción y de lavado: Los tomates se pueden descargar mediante métodos secos o húmedos. La descarga con agua reduce el deterioro. Cuando los tomates llegan a granel a la planta se inyecta a través de una tubería móvil agua en los camiones. Esta agua, es conducida a través de canalizaciones hasta las piletas de almacenamiento, también llenas de agua (Gould, 1991). Durante este proceso se les

proporciona al mismo tiempo un primer lavado que ayuda a quitar la suciedad del campo y las hojas. Los sistemas de descarga pueden contar con bombas a recirculación, un sistema de evacuación de las aguas usadas y un sistema generador de burbujas.



Figura 7. Lavado de tomates por aspersión.

b. Área de selección: En las mesas de selección se realiza una inspección para descartar los productos dañados o que no se pueden utilizar. Se utilizan clasificadoras para seleccionar los tomates según su tamaño, puesto que eso es lo que determina su uso.

c. Inactivación enzimática, unidades de tratamiento “hot y cold break”: La etapa, de inactivación enzimática, es crucial en el procesado del tomate, puesto que impide la separación de los sólidos y del líquido, lo que se conoce con el nombre de sinéresis. El sistema “hot break” se aconseja para productos con mucha viscosidad como las salsas, el *ketchup* y el puré. Neutraliza completamente la actividad enzimática de la pectina, mejorando la viscosidad de la mezcla. Por otra parte, el sistema “cold break” se aconseja para los zumos de tomate y otros productos con baja viscosidad. Los equipos incluyen intercambiadores de calor tubulares de acero inoxidable, una bomba para la extracción del producto y un sistema de control de temperatura.

d. Evaporación y esterilización: Existen diferentes tipos de evaporadores. Los sistemas pueden ser completamente automatizados y controlados mediante refractómetros en línea. La capacidad de los evaporadores con circulación forzada puede adaptarse según la calidad del tomate y sus características. Las técnicas de esterilización “flash” se usan para minimizar los efectos indeseables de los tratamientos térmicos en el sabor, el olor y la apariencia del producto. Las cadenas de transformación y el envasado aséptico reducen los daños que el calor produce en el producto al calentarlo y enfriarlo rápidamente en condiciones asépticas antes de envasarlo. La calidad del producto se garantiza mediante el control de la materia prima, del flujo del producto, la temperatura de esterilización y el tiempo de residencia.

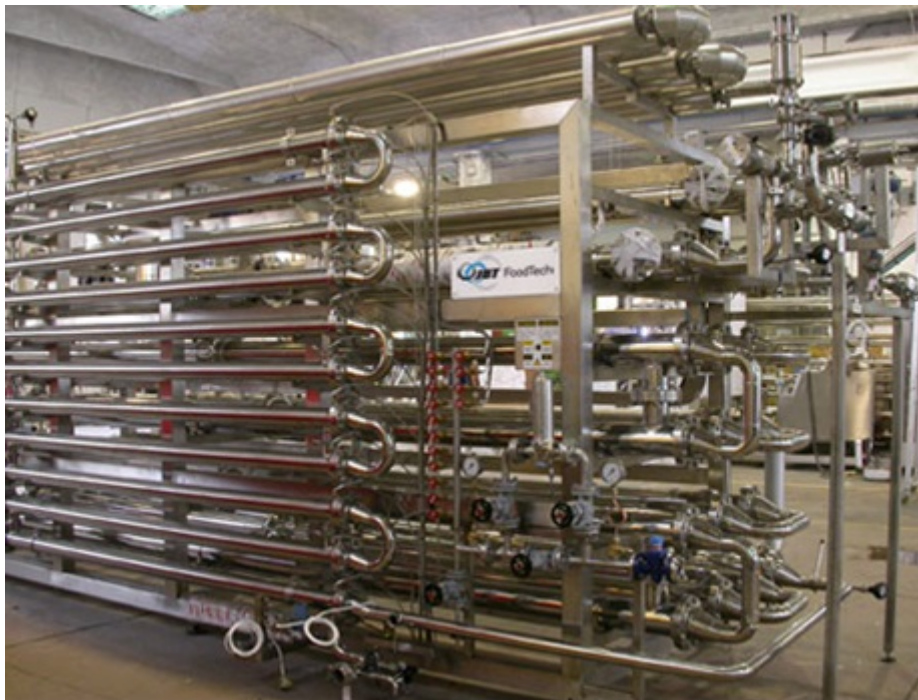


Figura 8. Intercambiador de calor tubular.

e. Llenado aséptico y sistemas CIP: El circuito del producto limpio, está completamente protegido mediante barreras de vapor estériles. La válvula conectora (boquilla), que es la pieza que vincula el sistema cuenta con un control de dosis por peso. Los sistemas CIP varían según la línea en su diseño. Procuran controlar los parámetros críticos de limpieza, como son el flujo, la concentración de sustancias de limpieza y desinfección, las temperaturas, la duración de los tratamientos.

4.9 Generalidades de los procesos de elaboración de concentrados de tomate.

El procesado en concentrados es claramente la mayor industria del procesamiento de tomate. El proceso para obtener concentrado empieza con el

lavado, la clasificación y el proceso de trituración preliminar. Los tomates se muelen y luego cortan para pasar después al proceso de inactivación enzimática. El sistema de “*hot break*” produce una salsa con más viscosidad, ya que inactiva rápidamente las enzimas. Luego se utilizan evaporadores de circulación forzada para llegar a la concentración deseada. El concentrado es entonces pasteurizado utilizando intercambiadores de calor de alta presión. La pasta de tomate concentrado pasteurizado suele envasarse en bolsas asépticas, tambores de metal o cajas de cartón. Bajo tales condiciones, el concentrado se puede conservar a temperatura ambiente, puede ser fácilmente distribuido y procesado en otros productos a lo largo del resto del año. En el caso de las salsas se pueden adicionar especias, sabor, o incluso verduras y carnes. Las recetas varían enormemente de un país a otro. Los sistemas de mezcla pueden ser o bien por lotes o continuos. El proceso de mezcla varía en gran medida dependiendo de cada receta. Después de la mezcla el producto debe ser sometido al tratamiento térmico adecuado.

c. Pasta de tomate: Los primeros pasos son similares a los empleados en la elaboración de pulpas. De todos modos, en la concentración final se prefiere una olla a baja presión debido a que permite la remoción de agua a menor temperatura conservando mejor las propiedades (López, 1987). Los sistemas de concentración por presión reducida pueden ser de simple, doble o múltiple efecto, lo que indica el número de etapas en las que se realiza el proceso. Los sistemas de concentración pueden clasificarse también en sistemas continuos y discontinuos.

Los equipos discontinuos o “en *batch*” son particularmente útiles en el caso de volúmenes pequeños o cuando la industria elabora muchos productos diferentes. Consisten en pre-concentradores de gran capacidad que alimentan a otros evaporadores secundarios. Los concentradores suelen poseer tubos verticales que facilitan la remoción de agua. Cuando la pulpa se pre-concentró se transfiere a pailas encamisadas para finalizar el proceso de concentración. Estas presentan agitadores para prevenir el pegado y quemado. En la parte superior poseen domos que permiten la eliminación del vapor a través de un ducto. Este vapor se emplea para calentar los pre-concentradores. A medida que la pulpa se concentra se toman muestras para controlar el nivel de sólidos. Por su parte las de las plantas continuas realizan el proceso sin interrupciones, reduciendo los tiempos muertos y aumentando la capacidad operativa.

Independientemente del método de concentración, la acidez se va incrementando. Por ello, neutralizan parte de la acidez para mejorar tanto el color

como el sabor. La cantidad de neutralizante a adicionar depende de la acidez inicial del producto y del grado de concentración deseado. Tanto el carbonato como el bicarbonato, provocan una liberación de gas, por lo que deben agregarse con precaución en pequeñas porciones y gradualmente durante la evaporación (López, 1987). La sal debe agregarse cerca del final de la evaporación asegurándose su completa disolución.

EVALUACION DE LA CALIDAD DE TOMATES PROCESADOS

4.10. Color

El color es uno de los factores de calidad más importantes en alimentos (CODEX STAN57, 1981). En el caso de frutos de tomate se debe a la presencia de carotenos y xantófilas. Los mismos son polienos de un color amarillo a rojo. Si bien se han aislado muchos compuestos diferentes los más importantes son el licopeno (80-85% del total), el α - y β -caroteno (Nuez, 1986). Su contenido es mayor en la piel que en la zona locular (Gould, 1991). Los niveles de carotenoides se ven afectados por diversos factores como el genotipo, el estado de madurez y las condiciones de manejo y maduración en planta. Los frutos grandes suelen mostrar niveles algo más alto de carotenos que los pequeños. La fertilización afecta solo en forma ligera el contenido de carotenos en tomate. La fruta cosechada en estado verde maduro y luego madurada fuera de la planta acumula niveles inferiores de caroteno que los frutos cosechados con madurez plena (Kader, 2002). Los carotenoides son solubles en éter, cloroformo, benceno y otros disolventes orgánicos. Son químicamente mucho más estables que otros pigmentos como la clorofila y antocianinas. Sin embargo, pueden degradarse en parte en condiciones de tratamientos térmicos con bajos niveles de A_w y en presencia de oxígeno e iones metálicos como el cobre y el hierro. La determinación de color se ha realizado empleando diferentes sistemas. A continuación se describen algunos de los más comunes:

a. Sistema y cartas de color Munsell: El sistema de Munsell se basa en el uso de tres parámetros visuales: el matiz (*hue*), luminosidad (*value*) y la saturación (*chroma*). La notación consta de tres partes: La primera es el porcentaje de los diferentes colores específicos que, cuando se mezclan juntos, dan un color compuesto que coincide exactamente con el de la muestra. Se utilizan cinco tonos (*hue*) principales: rojo, amarillo, verde, azul, púrpura, designado R, Y, G, B y P. La designación R indica un

color rojo puro. Entre estos aparecen las tonalidades intermedias: amarillo-rojo (YR), amarillo-verde (GY) y sus combinaciones. La segunda notación corresponde a la luminosidad o *value* e indica el valor o la intensidad del constituyente negro del color. Esto se expresa en una escala arbitraria de 0 a 10, donde cero es negro absoluto y 10 es de color blanco absoluto. El número final *chroma* o saturación designa la fuerza o el grado de pureza de una tonalidad particular desde el color puro hasta un gris neutro. La escala de *chroma* se inicia en 0 para un color gris neutro y se incrementa al aumentar la saturación del color individual.

b. Sistema CIE: Este sistema mide el color a partir de 3 parámetros. Estos son:

- el *L* o *luminosidad* medido en una escala de 0 a 100 en la que 0, es negro y 100 es blanco
- el parámetro *a* para el que los valores negativos indican tonos verdes y los positivos rojos
- el parámetro *b* para el que los valores negativos son amarillos y positivos azules.



Figura 9. Colorímetro digital.

4.11. Sólidos totales y sólidos solubles.

Los sólidos totales representan la totalidad de los componentes del fruto, luego de eliminar el agua. Esta determinación posee importancia en el rendimiento industrial. A modo de ejemplo, en la **Tabla 5** se muestra para 1.000 toneladas de tomate con diferente nivel de sólidos solubles y para la elaboración de un producto terminado con 31% de sólidos, cual es la producción final

Tabla 5: Cantidad de producto terminado, a medida que aumentan los Brix de la materia prima (Gould, 1991).

Sólidos solubles (%)	Producto elaborado (kg)
4,50	145.161
4,80	154.838
5,00	161.290
5,20	167.741

La determinación de sólidos solubles puede realizarse por secado de una muestra en estufa. El método oficial es secar una muestra del tomate en un plato de fondo plano en vacío a 70 °C durante 2 horas, o por secado a presión atmosférica a 100 °C. De todos modos estas técnicas no son lo suficientemente rápidas para las operaciones de la línea de producción. Por tal motivo, suelen emplearse métodos que realizan determinaciones de sólidos disueltos usando un refractómetro. El índice de refracción que es una medida de la velocidad de la luz que pasa a través de una sustancia en comparación con la velocidad de la luz que pasa a través del aire. Cuando mayor es el índice de refracción de una muestra más alto es el contenido de sólidos disueltos. Es importante saber que la temperatura afecta marcadamente a la medida (Kader, 2002). Por ejemplo, para una solución de azúcar, el cambio equivale 0,5% de azúcar por cada 5 °C; es decir, si el índice de refracción de una solución mide 10% a 20° C. la misma muestra mediría solamente 9,5% cuando es calentado a 26 °C. Por lo tanto, la temperatura de la muestra debe ser conocida exactamente.

4.12. Viscosidad

La viscosidad o consistencia es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la determinación de la calidad global y la aceptabilidad de muchos productos de tomate (Anthon y Barrett, 2010). La viscosidad puede entenderse como la fricción interna de un fluido. La viscosidad de cualquier producto dado, por tanto, depende de su resistencia a la cizalladura a medida que se somete a diferentes tasas de cizallamiento. La determinación de consistencia o viscosidad puede realizarse por diferentes métodos.

-*Consistómetro Bostwick*. Se basa en determinar hasta qué punto el material fluye bajo su propio peso a lo largo de un nivel plano inclinado. El consistómetro consta de una cubeta metálica cerrada con una compuerta que puede abrirse casi instantáneamente. La misma está elevada por sobre una superficie inclinada. Cuando se abre la puerta, la salsa de tomate fluye sobre una escala de centímetros durante 30 segundos. El punto más alejado que alcanza el producto en la escala en este período de tiempo se registra como el índice de consistencia para la muestra (*Leonard et al., 1980*).



Figura 10. *Consistómetro Bostwick.*

4.13. Acidez y pH

La acidez y el pH resultan importantes tanto desde el punto de vista de la calidad sensorial como microbiológica. La acidez es importante para definir el tipo de tratamiento que deben recibir los alimentos enlatados. La temperatura de esterilización se reduce en el caso de alimentos que poseen una mayor acidez. La acidez se determina generalmente por titulación de una alícuota de la muestra con una base de concentración conocida empleando un indicador ácido-base adecuado para determinar el punto final. En el caso de los alimentos altamente coloreados, como el tomate, la determinación precisa del punto final es muy difícil cuando se utiliza un indicador; por lo tanto, es más fácil y más exacto utilizar un pHmetro. La titulación se calcula e informa generalmente en términos del ácido predominante: en el caso de los tomates, el ácido cítrico. El pH es una medida de la concentración de H^+ en una muestra.

Debido a que la concentración de iones de hidrógeno expresada en moles es engorrosa se emplea una escala logarítmica desarrollada por Sørensen que va de 0 a 14. Una solución neutra tiene un pH de 7,0. Las lecturas bajas ($<7,0$) indican soluciones ácidas y un valor superior a 7,0 indica una solución alcalina. Existen dos métodos principales utilizados para medir el pH. El método colorimétrico, menos preciso que se basa en el cambio de color de una sustancia (indicador) cuando se modifica la concentración de H^+ en el medio. El potenciométrico, método ampliamente empleado y más exacto, se basa en medir el potencial desarrollado entre dos electrodos cuando se sumerge en una solución.

5. EVALUACIÓN DE APTITUD DE VARIEDADES DE TOMATE PARA INDUSTRIA EN EL VALLE MEDIO DE RIO NEGRO

5.1. Producción de tomate para industria en el Valle Medio, características generales.

La horticultura es la segunda actividad agrícola en importancia en la Provincia de Río Negro; los cultivos principales son el tomate para industria, el zapallo anco y la cebolla. El tomate para industria se destaca ya que se encuentra integrado a la industria que genera un importante valor agregado.

La actividad alcanzó cierto esplendor a mediados de la década del setenta y ochenta, momento en que funcionaban numerosas procesadoras de tomate ubicadas en los diferentes valles de la provincia. Actualmente, la actividad se ha concentrado en el valle medio del Río Negro donde industrializan materia prima tres plantas y una cuarta de menor tamaño lo hace en la localidad de General Conesa. Esta zona constituye un punto estratégico en la ruta del abastecimiento que conecta todo el sur patagónico por la ruta 250 y de Este a Oeste por la ruta 22 con el norte del país.

El tomate para industria es un claro ejemplo de la agricultura por contrato. Las industrias tomateras planifican de acuerdo a sus necesidades y operan este cultivo generalmente realizando contratos con pequeños y medianos productores; adelantan insumos como fertilizantes, agroquímicos y plantines, aportan la maquinaria para la cosecha mecánica, dinero para otras labores culturales y adquieren el producto a un precio previamente pactado. En ese contexto, es común que las empresas realicen ensayos de evaluación de variedades a campo para poder asesorar a los productores acerca de los mejores materiales para la producción en la región. Mi actividad como técnico de la empresa La Campagnola en los últimos años se ha centrado en llevar adelante estas evaluaciones.

5.2. Datos climáticos y labores culturales para la temporada 2014-2015 e implicancias en el cultivo de tomate.

Los datos climáticos más importantes en cuanto a su incidencia en el desarrollo del cultivo de tomate son la temperatura las precipitaciones y los vientos.

La temperatura afecta al cultivo durante todo su ciclo al igual que las precipitaciones, sin embargo, los vientos afectan la etapa de floración debido a que pueden reducir el cuajado. A partir de los datos de precipitación y de realización de labores se observa que ocurrieron precipitaciones durante el trasplante, si bien el volumen de precipitación no es muy elevado, si estas ocurren luego del riego puede

ser problemático por provocar una compactación del suelo que dificulta el desarrollo de los plantines y se traduce al final del cultivo en una menor precocidad y retrasa la cosecha que se concentra y ocasiona problemas logísticos (falta de camiones, retrasos al procesamiento en la industria). Concretamente en la zona estudiada la ocurrencia de lluvias a lo largo del cultivo no fue problemática para la temporada pasada. Hacia el final del cultivo nuevamente debe trabajarse en forma ordenada en establecimientos grandes puesto que las lluvias tardías pueden retrasar la cosecha. Por otra parte, la alta humedad hacia el final del cultivo predispone a las podredumbres en los frutos disminuyendo su calidad. Estos aspectos no fueron problemáticos en el ensayo realizado dado que se trabajó en una superficie pequeña.

Con respecto a la temperatura es importante que exista una media de 25-30 °C en el período estival. En la temporada 2014-2014 esto no ocurrió, provocando por un lado un retraso en el desarrollo vegetativo y la floración, y por otro lado reduciendo la concentración de la madurez, lo cual impacta directamente en los rendimientos y en la calidad. Por otra parte la temporada se presentó con una elevada amplitud térmica lo cual provocó un retraso en la maduración.

El viento es importante sobre todo en la etapa de cuajado puesto que puede favorecer la abscisión y reducir el rendimiento. En la temporada 2014-2015 no existieron grandes problemas con este factor.

Desde el punto de vista de las precipitaciones la temporada 2014-2015 no fue buena debido a que las lluvias elevadas en el período de trasplante retrasaron un poco esta labor. Asimismo, la ocurrencia de lluvias a fin de temporada redujo la acumulación de sólidos solubles.

Tabla 6: Temperatura media, mínima máxima, humedad relativa, precipitaciones y velocidad de viento para la localidad de Choele Choel en el período Oct. 2014- May. 2015 en el cual se realizó el ensayo de variedades de tomate para industria.

	O	N	D	E	F	M	A	M
Temperatura media (°C)	16,6	19,0	22,9	25,2	22,7	22,3	18,6	14,8
Temperatura mínima (°C)	10,2	8,1	14,6	17,3	16,8	17,0	13,7	10,1
Temperatura máxima (°C)	23,1	27,9	29,4	29,8	27,7	28,3	23,9	21,0
Humedad relativa (%)	54	41	35	39	49	49	56	54
Precipitaciones (mm)	7,8	11,6	11,4	23,6	14,4	2,6	3,6	1,4
Velocidad del viento media (km/h)	49,9	38,6	46,7	51,5	30,6	38,6	40,2	38,6

Tabla 7: Distribución de labores de cultivo para los ensayos de evaluación de variedades de tomate para industria realizados en la temporada 2014-2015.

	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F
Siembra de verdeo												
Incorporación del verdeo												
Subsolado												
Rastra de discos												
Rolo												
Conformadora de cama												
trasplante												
Aplicación de Fertilizantes												
Aplicación de herbicidas												
Desmalezado manual												
Cosecha												

5.3 Características del establecimiento y del sitio de realización de los ensayos.

El ensayo fue realizado en el establecimiento La Media Luna, ubicado a 7 km de la ciudad de Choele Choel. El mismo cuenta con una superficie de 25.000 hectáreas destinadas a la producción de carne, maíz, nogales, y hortalizas varias siendo la de mayor importancia el cultivo de tomate (110 Ha). En dicho establecimiento se realiza un evento anual denominado Tomate Patagonia, donde se muestran los resultados de los ensayos, entre los que se encuentra el ensayo de variedades. En la zona los suelos se caracterizan por ser muy heterogéneos pudiendo existir en un mismo lote texturas francas, arenosas y las combinaciones entre ellas. Los suelos son más bien de reacción alcalina, bajos en materia orgánica y con bajo contenido de nitrógeno y fósforo.

Los ensayos se realizaron en una superficie considerable, si se compara con ensayos comparativos tradicionales en muchas especie hortícolas. Las réplicas se

basan en la evaluación en diferentes campañas y las recomendaciones finales se basan en resultados de varios ciclos de cultivo.

5.4. Rendimiento y calidad de los materiales evaluados en la temporada 2014-2015.

La **Figura 11** muestra el rendimiento total obtenido para las variedades evaluadas. Para todos los materiales, los niveles de rendimiento se consideran muy aceptables, ya que se asemejan a los alcanzados de la provincia de San Juan que son elevados. En dicha figura puede observarse que se destacaron las variedades Defender e ISI 714. Estos materiales mostraron mejor adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de nuestra región. Durante el ensayo se observó un cultivo que cubrió rápidamente el surco, eliminando de esta forma la competencia de malezas. Asimismo, pudo visualizarse claramente un mayor desarrollo vegetativo de estas variedades. Ambos materiales finalizaron el ciclo con un mayor número de frutos por planta. ISI 714 mostró una maduración pareja de los frutos lo que resulta importante para minimizar el porcentaje de frutos verdes que llegan a la fábrica. La variedad NUN 6005, mostró un buen comportamiento hasta etapas avanzadas del cultivo pero posteriormente fue muy afectada por la precipitaciones.

El rendimiento comercial es un parámetro muy importante en la evaluación de variedades puesto que determina el volumen de tomate apto para la industrialización (1° y 2° calidad). Las variedades que mostraron mayor rendimiento total también fueron las que presentaron un rendimiento comercial superior (**Figura 12**). La variedad PS002, mostró un buen tamaño de frutos, pero con un bajo número por planta. Esto podría deberse a una mayor susceptibilidad a los vientos durante el cuajado.

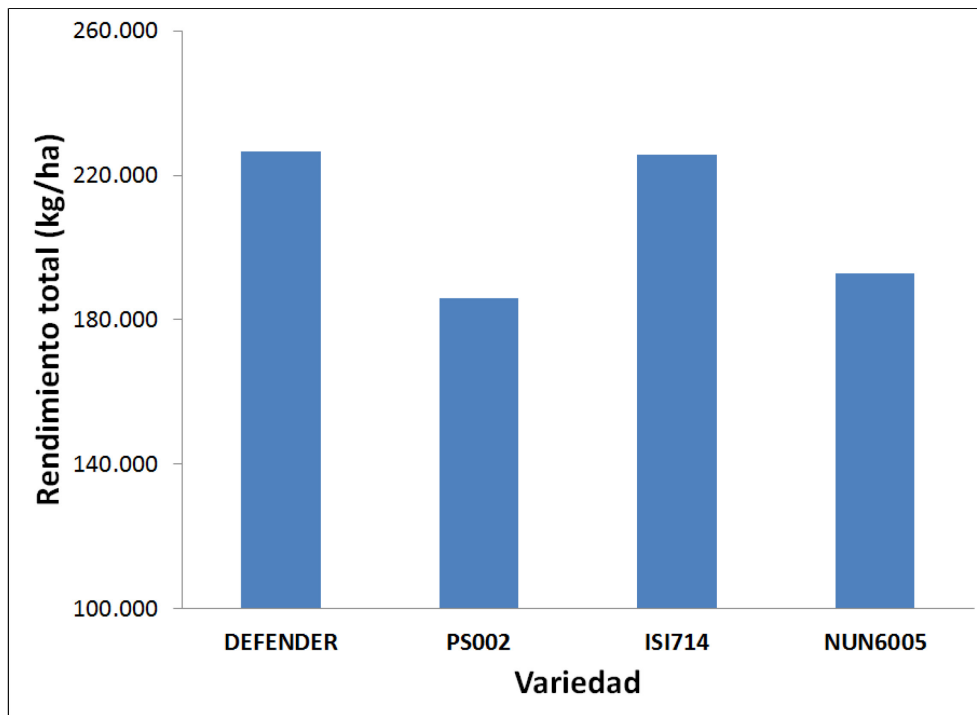


Figura 11. Rendimiento total de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.

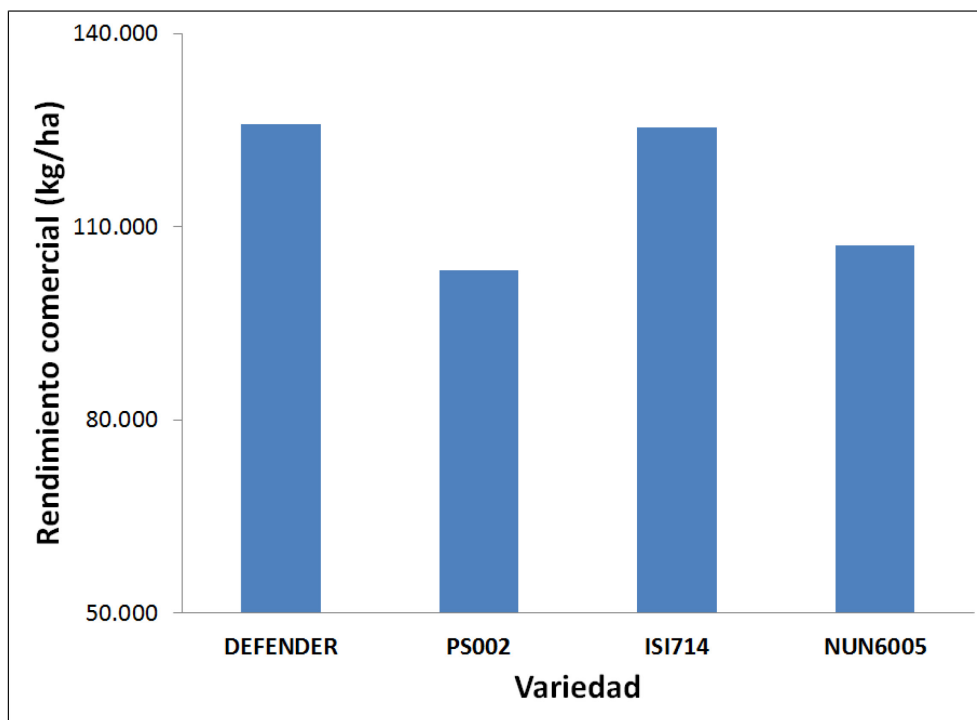


Figura 12. Rendimiento comercial de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.

El pH del tomate es importante cuando se piensa en el producto procesado. Debe ser inferior a 4,5 para cualquier procesado de tomate natural, A un pH superior a 4,6 las esporas de *Clostridium botulinum* pueden desarrollar y producir la toxina botulínica, una proteína capaz de ocasionar la muerte (Ministerio de Salud, 2012). Si bien se procura que las variedades presenten un bajo pH el mismo puede eventualmente ajustarse en la industria mediante el agregado de ácidos permitidos. Las variedades Defender y PS 002 mostraron niveles menores de pH (Figura 13). De todos modos también las variedades ISI 714 y NUN 6005 presentaron valores inferiores a 4,5.

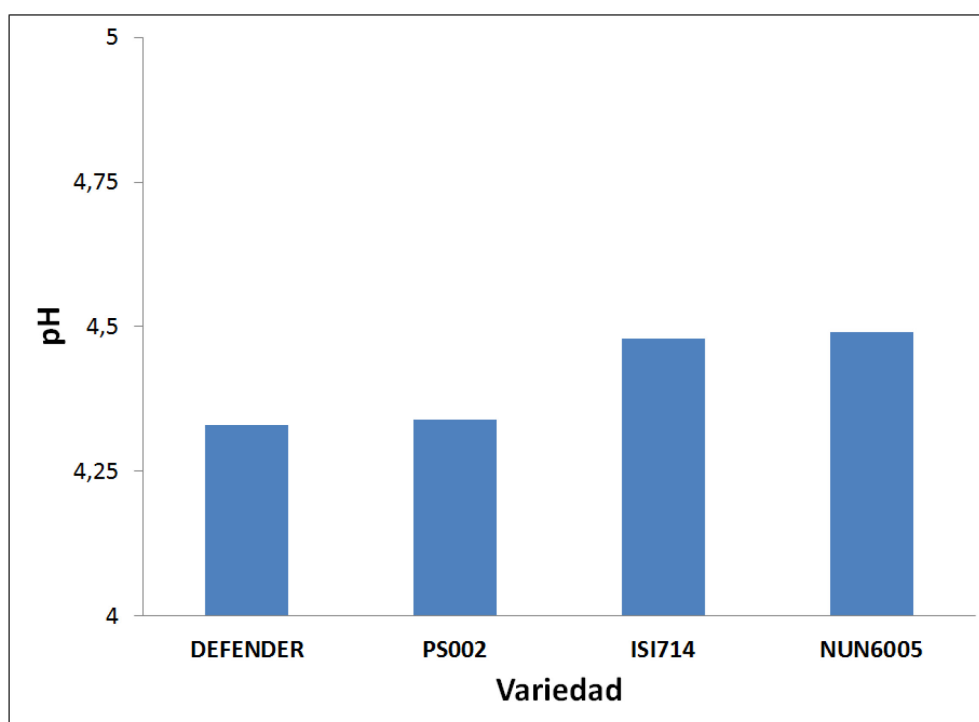


Figura 13. pH de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.

Los sólidos solubles poseen interés en la industria debido a que al emplear variedades con niveles más elevados, se requiere menor evaporación de agua hasta llegar al producto terminado con un consecuente ahorro en tiempo y energía. En el presente ensayo oscilaron entre 4,9 y 5,3 con un nivel superior para variedad ISI 714. Los frutos de la variedad ISI 714 fueron también más firmes. La variedad NUN 6005 se mostró más sensible a las precipitaciones de fin de cultivo y esto pudo haber afectado negativamente al nivel de sólidos.

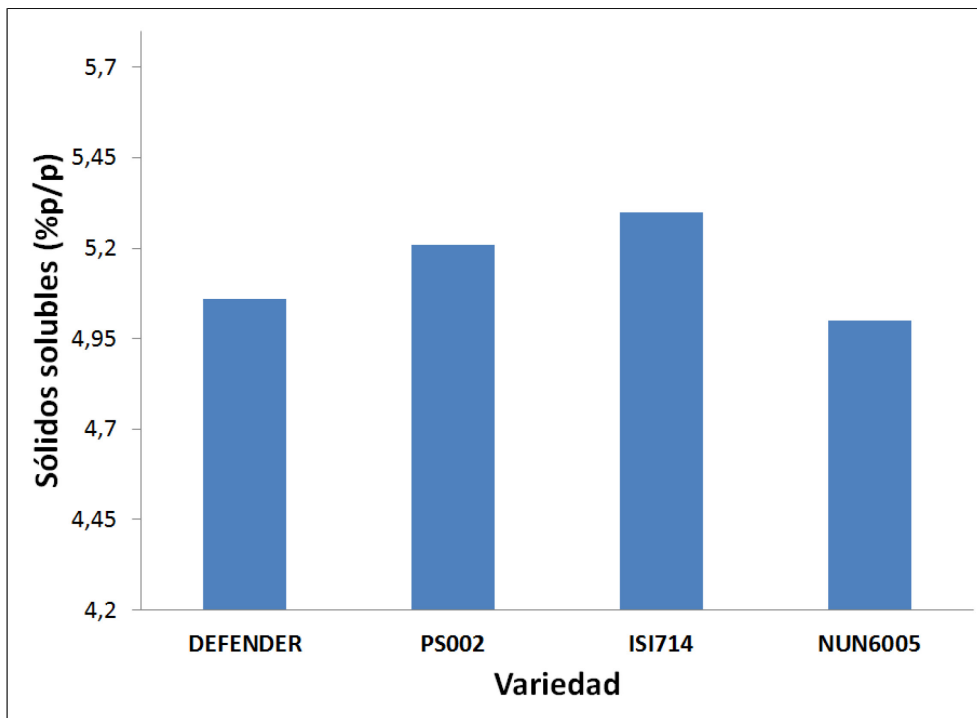


Figura 14. *Sólidos solubles de variedades de tomate para industria (Defender, PS002, ISI714 y NUN6005) producidas en la localidad de Choele Choel en la temporada 2014-2015.*

Las variedades ISI714, PS002 y Defender arrojaron los mejores resultados en cuanto a los porcentajes de tomate de primera calidad, destacándose particularmente ISI714. La variedad NUN 6005 fue claramente la que mostró el peor comportamiento con un porcentaje de frutos de primera calidad inferior al 60%.

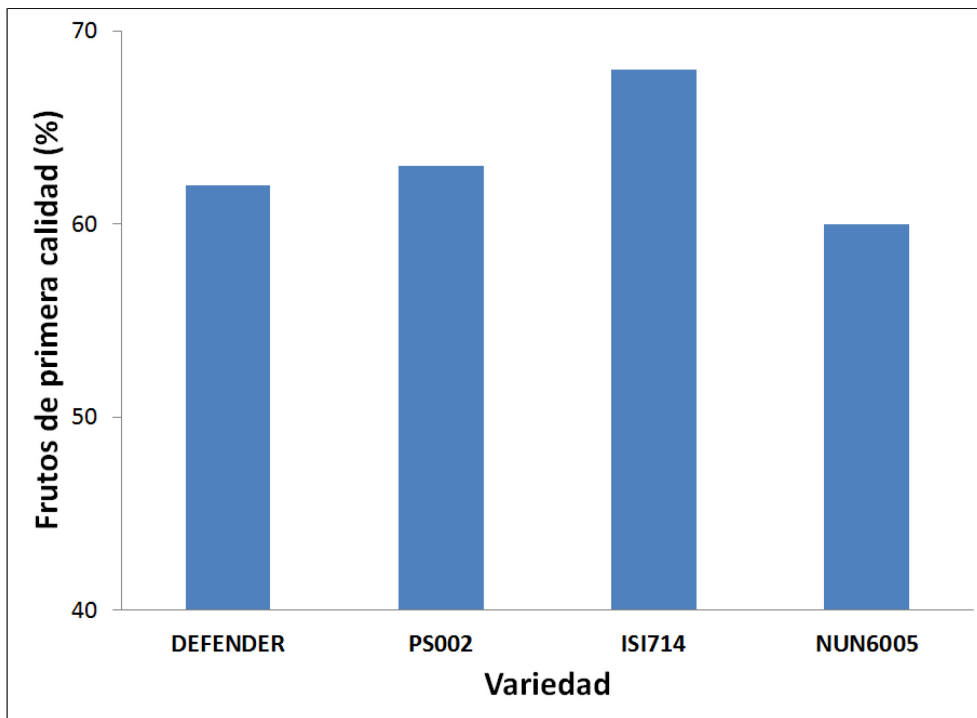


Figura 15. Porcentaje de frutos de primera calidad de las variedades *Defender*, *PS002*, *ISI714* y *NUN6005* producidas en la localidad de *Choele Choel* en la temporada 2014-2015.

5.5. Conclusiones

En síntesis, la variedad *ISI 714* es la que mejor resultados arrojó en términos de rendimiento comercial y calidad. Este material presentó una pareja maduración de los frutos y un alto porcentaje de frutos aptos. Asimismo el contenido de sólidos solubles fue aceptable. El pH quizás se ubicó cerca del límite admisible (4,5), pero esto puede resolverse a nivel industrial debido que el agregado de ácidos es una práctica permitida. Los resultados sugieren que esta sería la variedad mejor adaptada a la región aunque resulta necesario seguir la evaluación por múltiples temporadas. La variedad *Defender* también mostró un buen comportamiento.

6. CONCLUSIONES FINALES

El presente trabajo de tesis permitió generar material bibliográfico en la temática de producción de tomate para industria que engloba aspectos de cultivo, industrialización y evaluación de la calidad de los productos derivados y presentar los resultados del ensayo de evaluación de variedades en el valle medio de Río Negro que llevé adelante en el marco de mi trabajo como técnico de la empresa La Campagnola para la campaña 2014-2015. La variedad ISI 714 fue la que mejor resultado arrojó en términos de rendimiento total, comercial y calidad. Este material presentó una maduración pareja, un alto porcentaje de frutos aptos para el procesado y un contenido de sólidos solubles aceptable. Si bien el pH se ubicó cerca del límite admisible (4,5), esto no resulta un factor problemático, ya que el agregado de ácidos es una práctica permitida. La variedad Defender también mostró un buen comportamiento y adaptación a la región. Estos dos materiales serán evaluados nuevamente en la próxima campaña.

7. BIBLIOGRAFIA.

- Anthon GE, Barrett DA. Changes in tomato paste during storage and the effects of heating on consistency of reconstituted tomato paste *Journal of Texture Studies*. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2010.00225.x
- Asociación Tomate 2000. 2012. Informe Progresos 2011-2012. En: http://www.idr.org.ar/wp-content/uploads/2012/08/InformeTomate_hasta2012-13_docx.pdf Visitado: Ago 2014.
- Asociación Tomate 2000. 2014. Informe Progresos 2013-2014. En: <http://inta.gob.ar/documentos/asociacion-tomate-2000.-programa-de-competitividad-de-la-industria-de-tomate.-informe-de-progresos-2013-2014>
- CAA. 1969. Código Alimentario Argentino Capítulo XI: Alimentos Vegetales. En: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_caa.asp Visitado: Agosto 2015.
- California Tomato Growing Association. Processing Tomato. En: <http://www.cfaitc.org/factsheets/pdf/ProcessingTomato.pdf> Visitado Oct 2015.
- Casanova, A.S., Gómez o., Pupo, F., Hernandez, M., Chailloux, M., Depestre, T., Hernández, J. C., Moreno, V., León, M., Igarza, A., Duarte, C., Jimenez, I., Santos, R., Navarro, A., Marrero, A., Cardoza, O., Piñeiro, F., Arozarena, N., Villarino, L., Hernández, M. T., Salgado, J.M., Socorro, A., Cañet, F., Rodriguez, A., Osuna, A. 2007. Producción protegida de plántulas de tomate. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ministerio de la Agricultura. IIH “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba. 138 pp.
- Codex standard for processed tomato concentrates. (CODEX STAN 57-1981). En: www.codexalimentarius.org/input/.../CXS_057e.pdf
- Colombo, M.h., Obregon, R. 2008. Horticultura General. Consideraciones del cultivo del tomate y manejo. INTA-Estación Experimental Agropecuaria “Bella Vista”. Centro Regional Corrientes. Publicación Técnica N° 24. ISSN 1515-9299.
- FAOSTAT, 2015. En: www.faostat.org. Visitado: Ago 2015.
- Franco, D. 2014. Tomate industrializado. *Alimentos Argentinos*. 26-31.
- Freeman JH, McAvoy EJ, Boyd NS, Dittmar PJ, Ozores-Hampton M, SmithHA, Vallad GE, Webb SE. 2015. Tomato Production En *Vegetable Production Handbook of Florida*. En: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/cv/cv13700.pdf>
- Gómez, O., Casanova, A., Cardoza, H., Piñeiro, F., Hernández, JC., Murguido, C., León, M., Hernández, A. 2010. Guía Técnica para la producción del cultivo de

- tomate. Editora Agroecología. Biblioteca ACTAF. IIH "Liliana Dimitrova" La Habana, Cuba.
- Gould W. 1991. Tomato production processing and technology. CTI publications USA. 536 pp.
 - Hartz T, Miyao G, Mickler J, Lestrangle M, Stoddard S, Nuñez J, Aeggerter B. 2015. Processing tomato production in California. University of California Publication 7728.
 - Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M., Rengifo, T, 2007. Buenas Prácticas Agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 pp.
 - Leonard S, Buhler J, Marsh J, Wolcott T, Heil JR. Procedures for evaluation utilization potential and quality in processing tomatoes and tomato production. Dept Food Sci Technol Univ de California. En: <http://www.fruitandvegetable.ucdavis.edu/files/133442.pdf>
 - Marotto JV. 2008. Elementos de horticultura general. Editorial Mundiprensa 481 pp.
 - Ministerio de Salud de la Nación. 2012. Botulismo. En http://www.msal.gov.ar/images/stories/epidemiologia/inmunizaciones/alerta_6-botulismo-alimentario-argentina-2012.pdf
 - Nuez, F.1986. El cultivo de tomate. Editorial Mundiprensa. 793 pp.
 - Peralta, I.E., S. Knapp, Spooner DM. 2006. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. Rep. Tomato Genet. Coop. 56, 6-12.
 - Pérez, D.C. 1986. Parientes silvestres del tomate, sus posibilidades para el mejoramiento. CIDA. Información Directa. Pag.(No.5) p. 1-6.
 - Sangiácomo, M., Garbi, M., Del Pino, M. 2002. Manual de Producción de Hortalizas. U.N.Lujan, Argentina.
 - Srinivasan R. 2010. Safer tomato production techniques. The world vegetable center. En: http://203.64.245.61/fulltext_pdf/EB/2001-2010/eb0143.pdf Visitado: Ago 2014.
 - Taiz, L., Zeiger, E. 2010. Plant Physiology. 5ª Edition Sinauer, Sunderland, MA, USA.
 - Williamson J. 2012. Tomato diseases and disorders. The Clemson University Cooperative Extension Service. En <https://www.clemson.edu/extension/hgic/pests/pdf/hgic2217.pdf>. Visitado Ago 2015.
 - World Processing Tomato Council. 2015. En: <http://www.wptc.to/tomato-&-health-wptc.php> Visitado: Ago 2014.