



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**MAESTRÍA EN HORTICULTURA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL *MULCHING*, DENSIDAD Y FECHA DE  
PLANTACIÓN SOBRE ASPECTOS CUALI – CUANTITATIVOS EN TOMATE  
(*Solanum lycopersicum* L.) PARA INDUSTRIA EN YUTO (JUJUY, ARGENTINA)**

---

Tesista  
OMAR ALEJANDRO MELIS

Director  
Ing. Agr. (M. Sc) COSME ARGERICH

**Mendoza, Diciembre de 2014**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**MAESTRÍA EN HORTICULTURA**

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL *MULCHING*, DENSIDAD Y FECHA DE  
PLANTACIÓN SOBRE ASPECTOS CUALI – CUANTITATIVOS EN TOMATE  
(*Solanum lycopersicum* L.) PARA INDUSTRIA EN YUTO (JUJUY, ARGENTINA)**

---

**Tesis sometida a consideración por la Facultad de Ciencias Agrarias,  
Universidad Nacional de Cuyo como requisito parcial para optar por el grado de:**

***Magister Scientae en Horticultura***

Tesista  
OMAR ALEJANDRO MELIS

Director  
Ing. Agr. (M. Sc.) COSME ARGERICH

**Mendoza, Diciembre de 2014**

Comité Evaluador

.....

.....

.....

A Analía... por su amor, por creer que nada es inalcanzable.

A Carmela y Miguel... por ser como son, por su espíritu de superación, por su trabajo y por su apoyo, y porque en su enseñanza me han convertido en el profesional y en la persona que soy actualmente.

A mis hermanos que me acompañaron siempre y me aventuraron al mundo de las Ciencias Agropecuarias.

# AGRADECIMIENTOS

---

Me es difícil nombrar a todos los que colaboraron en la consecución de este trabajo, agradecer y reconocer a quienes de una manera u otra son parte del mismo, por el aporte intelectual, por el trabajo de análisis, por el trabajo de campo o simplemente por el apoyo espiritual que ayuda y fortalece.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro Regional Salta – Jujuy y Estación Experimental de Cultivos Tropicales, Yuto (EECT-Yuto) por la oportunidad de realizar la maestría en horticultura, en el marco del programa de becarios de postgrado.

A mi Director de Tesis por la enseñanza impartida y por poner en consideración toda la experiencia en tomate para industria. Por su aporte en mi formación como investigador.

A mis Directores de Beca en INTA (Ing. Agr. Víctor Mollinedo e Ing. Agr. Jorge Wallberg) quienes guiaron mis pasos en la Institución y forjaron en mí el compromiso, la responsabilidad y el espíritu crítico.

Al Grupo de Trabajo de Horticultura de la EECT-Yuto, técnicos y personal de campo, por el apoyo brindado en la realización de las tareas de campo y gabinete.

Al Ingeniero Cristian Tapia por sus aportes y enseñanzas, a César, Fabián, Omar, Martín, Antonio y Néstor por el apoyo recibido en las tareas de campo.

A Elsa Gilardón y María del Carmen Menéndez Sevillano por las correcciones, por ser guías y apoyo.

A la Técnica en Estadística Gloria Payo de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA Salta) por su aporte tan valioso en el análisis estadístico de los datos.

A Fernando Arraya, Técnico en Informática quien le dio forma a “tesis” y por la predisposición al trabajo siempre.

Al Sr. Ricardo Cardozo por facilitar su finca para realizar los ensayos exploratorios.

A mis compañeros de postgrado: Francisco, Fernando, Federico, Marcelo, Germán, Ana y a Silvia, la incansable compañera.

A Miguel Scelta, Alberto Galli y José Pasquier por acompañarme en cada taller, en cada visita y en cada consulta.

A los productores que son el motor de mi trabajo y de las economías de cada comunidad.

# Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. EL CULTIVO DE TOMATE PARA INDUSTRIA .....	6
1.1.1. El estado actual del cultivo de tomate y su industria .....	6
1.1.2. Situación Mundial .....	7
1.1.3. Situación Nacional y Regional .....	10
1.2. CARACTERÍSTICAS botánicas de <i>Solanum lycopersicum</i> L. ....	11
1.2.1. Fenología del cultivo de tomate para industria .....	13
1.2.2. Requerimientos del cultivo .....	13
1.3. Rendimiento y calidad de frutos en el cultivo de tomate para industria.....	16
1.3.1. Rendimiento .....	16
1.3.2. Atributos de calidad.....	18
1.4. Efectos de prácticas y tecnologías sobre aspectos de crecimiento cuali – cuantitativos en tomate para industria .....	20
1.4.1. Fecha y Densidad de Plantación .....	20
1.4.2. Mulching .....	23
2. CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	25
2.1. Área de estudio.....	26
2.1.1. Suelo .....	27
2.1.2. Clima.....	27
2.1.3. Características agroproductivas .....	28
3. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS .....	29
3.1. HIPÓTESIS y Objetivo General.....	30
3.1.1. Hipótesis y Objetivos Específicos .....	30
4. MATERIALES Y MÉTODOS .....	32
4.1. Sitio Experimental.....	33
4.1.1. Ensayos Exploratorios .....	33
4.1.2. Ensayo Definitivo.....	34
4.2. Diseño experimental.....	35
4.3. Tratamientos y variables analizadas .....	37
4.4. Labores culturales y establecimiento del cultivo .....	39
4.5. Obtención de datos: registros, muestreos y determinaciones .....	40
4.5.1. Factores Climáticos y Ambientales .....	40

4.5.2. Factores de crecimiento del cultivo .....	41
4.5.3. Factores productivos y de calidad comercial .....	41
4.6. Análisis Estadístico .....	45
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	46
5.1. Ensayos Exploratorios .....	47
5.2. Ensayos Definitivos.....	47
5.2.1. Condiciones Agro meteorológicas.....	47
5.2.2. Fenología del cultivo .....	51
5.3. Análisis Estadístico de las Variables .....	57
5.3.1. Análisis Global.....	58
5.3.2. Análisis por Fecha de Plantación.....	61
5.3.3. Análisis en función de las condiciones ambientales .....	71
6. CONCLUSIONES .....	78
7. BIBLIOGRAFÍA .....	82
8. ANEXO .....	95



# Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos de temperatura para distintas etapas en Tomate. Fuente: Requerimientos Agroecológicos de Cultivos, Ruiz Corral, 1999. ....	15
<b>Tabla 2.</b> Temperaturas y Precipitaciones medias, y Balance Hídrico en la Localidad de Yuto. Fuente: Del Castillo y Tarnowski, 2006. ....	28
<b>Tabla 3.</b> Precipitaciones mensuales para los años 2011 y 2012. Valores en mm. Fuente: Estación Meteorológica Davis Vantage Pro II. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto. ....	34
<b>Tabla 4.</b> Tratamientos realizados para cada arreglo de fecha de plantación durante los años de evaluación del ensayo. ....	37
<b>Tabla 5.</b> Promedio mensual cada diez días (década) para la Fecha Temprana. ....	48
<b>Tabla 6.</b> Promedio mensual cada diez días (década) para la Fecha Tardía. ....	48
<b>Tabla 7.</b> Días desde trasplante (DDT) para cada estado fenológico de cultivo: Inicio de Floración (IF), Inicio de Cuaje, Inicio de Maduración e Inicio de Cosecha de frutos (IC) observado en cada tratamiento. CM (con mulching), SM (sin mulching). ....	51
<b>Tabla 8.</b> Peso fresco y peso de la materia seca por órgano a los 60 días desde el trasplante y de la fruta a cosecha para fecha temprana y fecha tardía. ....	55
<b>Tabla 9.</b> Interacciones entre factores según variables dependientes. ....	57
<b>Tabla 10.</b> Valores medios de las variables analizadas para cada combinación de factores. ....	58
<b>Tabla 11.</b> Regresión para variables de los parámetros cuantitativos y cualitativos para el tratamiento Distancia. ....	59
<b>Tabla 12.</b> Interacciones entre factores según variables dependientes para la Fecha Temprana. ....	62
<b>Tabla 13.</b> Interacciones entre factores según variables dependientes para la Fecha Tardía. ....	63
<b>Tabla 14.</b> Media y Error Estándar (EE) de los diferentes tratamientos combinados en la Fecha Temprana para las variables productivas. ....	65
<b>Tabla 15.</b> Media y Error Estándar (EE) de los diferentes tratamientos en la fecha tardía. ....	67
<b>Tabla 16.</b> Análisis de regresión múltiple de variables rendimiento y calidad y variables de Humedad Relativa (HR) y Temperatura Media Acumulada (T. Media Acumulada). ....	71
<b>Tabla 17.</b> Análisis de correlación para variables cuantitativas. ....	72
<b>Tabla 18.</b> Análisis de correlación para variables de Calidad. ....	73
<b>Tabla 19.</b> Análisis de regresión de PAR para canopia y variables de rendimiento. ....	74
<b>Tabla 20.</b> Análisis de regresión de PAR para canopia y variables de calidad. ....	75
<b>Tabla 21.</b> Evaluación temperaturas del suelo. ANOVA. Alfa=0.05 ....	76

# Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de la localización de las principales regiones de producción tomate para industria.	6
<b>Figura 2.</b> Distribución Mundial de la Producción de Tomate .Fuente: INTIA. Tomate para Industria: campaña2012. ....	7
<b>Figura 3.</b> Producción Mundial de tomates para la industria. Fuente: World Processing Tomato Council * Año 2013 dato preliminar. ....	8
<b>Figura 4.</b> Principales países productores de tomates para la industria. Fuente: World Processing Tomato Council. *Año 2013 preliminar.....	9
<b>Figura 5.</b> Mapa de las ZAH de Salta y Jujuy. En color rosa se identifica la ZAH Pedemonte con cultivos subtropicales y de primicia. Fuente: ArcGis 9 (2008). ....	26
<b>Figura 6.</b> Ensayo exploratorio en EECTY INTA. Daño por heladas. Año 2010. ....	33
<b>Figura 7.</b> Ensayo exploratorio en Finca “El Pescado”, Departamento Urundel. Parcela y tratamiento. Año 2011.....	34
<b>Figura 8.</b> Esquema del ensayo experimental definitivo. T: Indica los diferentes tratamientos. B= bordura. Este arreglo se dispuso para cada una de las fechas evaluadas. ....	35
<b>Figura 9.</b> Ensayos definitivos: A) Arreglo definitivo del ensayo para fecha tardía. B) Tratamiento sin “mulching” C) Disposición del Tratamiento T3 III3 con “mulching”. ....	36
<b>Figura 10.</b> Disposición de las plantas en el tratamiento sin mulching. ....	36
<b>Figura 11.</b> Armado de bordos, marcación de distancias entre plantas (espaciamento) y trasplante en ensayo definitivo. ....	38
<b>Figura 12.</b> Ensayo definitivo implantado, con los diferentes tratamientos. A) Cabeceras de ensayo con cartel de identificación de ensayo. B) Marcación de plantas dentro de los tratamientos; C) Vista general del ensayo en fecha temprana; D) Indicación de la densidad de plantación. ....	38
<b>Figura 13.</b> Plantín de tomate para industria al momento de su trasplante a campo. ....	39
<b>Figura 14.</b> Frutos de distintos tratamientos para registrar el peso en laboratorio. ....	42
<b>Figura 15.</b> Tratamiento en el campo mostrando frutos a cosecha, daño por escaldadura y podridos en fecha tardía. ....	43
<b>Figura 16.</b> Medición de resistencia a la penetración en laboratorio. ....	44
<b>Figura 17.</b> Medición de sólidos solubles (°Brix) con refractómetro en laboratorio. ....	44
<b>Figura 18.</b> Frutos de la combinación T5 I1 acondicionados para medir espesor de mesocarpo.....	45
<b>Figura 19.</b> Precipitaciones mensuales durante las fechas de ensayos: fecha temprana (Marzo a Julio de 2012) y fecha tardía (Julio a Diciembre de 2011). ....	47
<b>Figura 20.</b> Evolución de la temperatura durante el período de cultivo para la fecha temprana. ....	49
<b>Figura 21.</b> Evolución de la Humedad Relativa durante los días de ciclo del cultivo en la fecha temprana.....	49
<b>Figura 22.</b> Registros diarios de Humedad Relativa (%) correspondientes al período de cultivo de la fecha tardía (Días desde Trasplante). ....	50
<b>Figura 23.</b> Registros diarios de Temperatura durante el período de cultivo de la fecha tardía (Días desde Trasplante – DDT). ....	50
<b>Figura 24.</b> Días a Cosecha para las diferentes combinaciones de tratamientos para fecha tardía y fecha temprana. ....	52

<b>Figura 25.</b> Acumulación de Grados Día Calor (°C) para: a) Inicio de Floración, b) Inicio de Cuaje, c) Inicio de Maduración de frutos y d) Inicio de Cosecha. ....	53
<b>Figura 26.</b> Efecto de los tratamientos sobre distribución de la Materia seca de Hojas (msh), Tallos (mst), Frutos (msf), Flores (msfl) y Total (mstotal) a los 60 días desde trasplante y en frutos a cosecha, para cada tratamiento. ....	56
<b>Figura 27.</b> Regresión lineal para rendimiento estimado, peso medio del fruto, número de frutos por planta en función del distanciamiento entre plantas (densidad), para el tratamiento con mulching (CM) y sin mulching (SM): a) fecha temprana b) fecha tardía. ....	60
<b>Figura 28.</b> Efecto del Tratamiento con “mulching” (CM) y sin “mulching” (SM) sobre el Peso medio de fruto (PF) para: a) fecha temprana y b) fecha tardía. ....	64
<b>Figura 29.</b> Frutos del tratamiento T8 SM_45, planta 1 dispuestos para medición de espesor de mesocarpo. ....	68
<b>Figura 30.</b> Frutos por planta (F/P) según efecto: a) del Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM), y b) de la Distancia entre plantas (cm), para la fecha tardía. ....	69
<b>Figura 31.</b> Rendimiento Estimado (RE) según efecto: a) de la Distancia entre plantas y b) del Tratamiento con “mulching” (CM) y sin “mulching” (SM) para la fecha tardía. ....	69
<b>Figura 32.</b> Grado de acidez (pH) según efecto de: a) Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM), y de b) la Distancia entre plantas (D) para la fecha tardía. ....	70
<b>Figura 33.</b> Grado de firmeza del fruto (FIRMEZA) según efecto de: a) la Distancia entre plantas (D) b) del Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM). Fecha tardía. ....	70

# RESUMEN

---

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas más estudiadas a nivel mundial, y a la vez de los cultivos que más tecnología utilizan, tendiendo las líneas de investigación a buscar técnicas que optimicen la producción. La aplicación de tecnologías claves para la obtención de altos rendimientos, complementadas con un buen gerenciamiento de la cosecha y una buena logística para lograr una buena recepción en fábrica hacen al éxito de la producción en el campo. A nivel mundial y nacional se han logrado importantes avances, pero en la región son escasos los trabajos de investigación que expliquen el efecto de factores tecnológicos tales como *mulching*, densidad y fecha de plantación en aspectos cuantitativos y cualitativos de tomate para industria. En este trabajo se evaluaron dichos factores y las condiciones ambientales generadas por ellos, en el rendimiento y calidad de tomate para destino industrial.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto de INTA. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 7 m y se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DBCA) con un arreglo factorial que combinaba dos fechas de plantación, cuatro densidades y el uso o no de cobertura plástica sobre el suelo ("*mulching*") 2 x 4 x 2. Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Así, para cada fecha de plantación existieron ocho tratamientos, resultantes de la combinación de diferentes densidades con el uso o no de *mulching*, y cada uno de estos con cuatro repeticiones.

En este trabajo se evaluó cómo estas tecnologías afectaron el rendimiento y la calidad del tomate para destino industrial.

Los resultados indican que una mayor densidad de plantación incrementa los rendimientos, con una disminución de frutos escaldados. Se halló también que el espesor del mesocarpio fue mayor en las densidades más bajas de plantación.

La cantidad de frutos/planta fue mayor en los tratamientos con *mulching* respecto de los tratamientos sin *mulching*, sin embargo no se observaron diferencias a nivel de rendimiento. Los rendimientos fueron superiores para los tratamientos que combinaron el no uso de *mulching* y densidad de plantación baja en contraste con una alta densidad y uso

de mulch. La fecha temprana sería la mejor para las condiciones y zona de estudio, el *mulching* no estaría mejorando la producción. En la fecha tardía la estaría mejorando sólo para las densidades más bajas. La densidad afectó los rendimientos y éstos fueron mayores con densidades más altas, sin *mulching*. Para ambas fechas de plantación el mejor tratamiento fue sin *mulching* con una distancia de 15 cm entre plantas. Existe interacción entre la fecha de plantación, la densidad de plantación y el uso de mulch que afectan el rendimiento y calidad de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

Palabras claves adicionales: tecnología, factores tecnológicos, altos rendimientos, calidad, ambiente.

# ABSTRACT

---

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the vegetables most studied worldwide, yet crop most used technology, extending the research to find techniques to optimize production. The application of key technologies for obtaining high yields, complemented with good crop management and good logistics for good reception facility make to the success of the production in the field. Global and national levels have logged significant progress, but in the region are few research papers that explain the effect of technological factors such as *mulching*, planting date and density on quantitative and qualitative aspects of processing tomato. In this paper these factors and environmental conditions generated by them in the performance and quality of tomato for industrial use were evaluated.

The trial was conducted at the Experimental Station of Tropical Crops Yuto INTA. The experimental unit consisted of plots of 7 m was used a completely randomized design (RCBD) with a factorial arrangement which combined two planting dates, four densities and the use or not of plastic cover on the ground ("*mulching*"), 2 4 x 2 x four replications per treatment. Thus, for each planting date there were eight treatments resulting from the combination of different densities with the use or not of *mulching*, and each of these with four replications.

This paper evaluated how these technologies affect yield and quality of tomato for industrial purpose.

The results indicate that a higher planting density increases yields, a reduction of scalded fruits. It was also found that the thickness of the mesocarp was higher at lower planting densities.

The number of fruits / plant was higher in the treatments with regard to *mulching* treatments without *mulching*; however no differences were observed level of performance. Yields were higher for treatments that combined non-use of *mulching* and planting density low in contrast to high density and *mulching*. The early date would be best for the conditions and study area, *mulching* would not be improving production. In the late date would be the better for lower densities only. The densities affected the performances and were higher with higher densities without *mulching*. For both planting dates was the best

treatment without *mulching* with a distance of 15 cm between plants. There is interaction between planting dates; plant density and *mulching* that affect the yield and quality 9063 STAR tomato variety of processing tomato.

Additional Keywords: technology, technological, high yields, quality, environment.

# **1. INTRODUCCIÓN**



El tomate *Solanum lycopersicum L.* es una especie dicotiledónea perteneciente a la familia Solanáceas (Spooner *et al.*, 2005). Hay evidencias que sustentan que el tomate tendría como centro de origen las tierras altas de la costa occidental de Sudamérica.

Puede ser que este cultivo haya sido domesticado independientemente por las culturas precolombinas que habitaban lo que actualmente es México y Perú, posteriormente, en el siglo XVI, fue introducido en Europa (Jones, 1969, citado por Peralta y Spooner, 2007).

El tomate es uno de los vegetales más importantes en términos de generación de ingresos y de valor dietético y nutricional (Esquinas - Alcázar y Nuez, 1995). En 2000 se produjeron más de 126 millones de toneladas métricas de tomate; los 15 principales países productores (enumerados en orden decreciente) son China, EE.UU, India, Turquía, Egipto, Italia, España, Brasil, República Islámica de Irán, México, Grecia, Federación Rusa, Ucrania, Chile, y Uzbekistán. En los últimos diez años se ha producido un aumento en la producción de tomate. Los países del norte de Europa, así como Canadá y Nueva Zelanda, producen la mayor parte de sus tomates en condiciones controladas de invernadero y tienen rendimientos más altos que los países productores de tomate a campo. Aproximadamente el 90 – 92 % del total producido se cultiva en el hemisferio norte: Estados Unidos (mayormente California), China, Italia y Turquía. El resto se cosecha en el hemisferio sur (Chile, Brasil, Argentina, Australia). La recolección en estos hemisferios está claramente diferenciada; mientras en el norte se concentra en los meses de julio, agosto y septiembre, en el sur se cosecha en enero, febrero, marzo e incluso abril. Los tomates también son un alimento popular en América del Norte y Latinoamérica (Ensminger *et al.*, 1995).

Su cultivo está adaptado a muchos ambientes y el manejo a campo en particular se realiza bajo condiciones climáticas que permiten una producción económica aceptable, estando limitado en los trópicos a bajas altitudes por la incidencia de enfermedades, y en las regiones templadas por las bajas temperaturas y la duración de las estaciones (Csizinszky, 2005).

Según Ruiz Corral (1999) la temperatura óptima es de 26 °C a 32 °C para germinación de la semilla, 25 °C a 26 °C para crecimiento de la plántula, 22 °C a 27 °C para la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico, 18 °C a 20 °C para formación de fruto y 24 °C a 28 °C para la maduración de fruto. El óptimo de temperatura

media mensual es de 20 °C a 24 °C, el desarrollo se detiene a 10 °C a 12 °C y la planta se hiela a -2 °C. También se lo cultiva bajo condiciones controladas en diferentes estructuras (invernáculos, tapaderas), lo que permite que se desarrolle en regiones con características agroclimáticas muy diferentes entre sí.

Constituye uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia, no sólo a nivel productivo sino también económico en el mundo y de demanda creciente por su excelente perfil nutricional, basado en una combinación equilibrada de antioxidantes (vitamina C, carotenoides, flavonoides), minerales, un alto contenido de ácido fólico y un bajo nivel de grasas. Su popularidad, demostrada por el alto nivel de consumo, convierte a este cultivo en una de las principales fuentes de vitaminas y minerales de muchos países (Ghezan, 2000; Marotto, 2006; Toor, Saverage, Lister, 2006, Peralta y Spooner, 2007, Tapia Cruz, 2013).

Para aprovechar económicamente las producciones de hortalizas y disponer de ellas durante todo el año se elaboran distintos tipos de conservas. Estos productos tienen una larga vida útil y pueden almacenarse sin necesidad de frío. De este modo, el consumo de conservas vegetales complementa al de las frutas y hortalizas frescas y en algunos casos, por practicidad, las reemplaza. Dentro de las conservas vegetales, el tomate es una de las de mayor importancia ya que permite obtener una gran variedad de productos (Franco, 2008).

Así, el tomate es uno de los vegetales de mayor popularidad por la posibilidad de ser consumido en fresco o en diferentes formas a partir del procesamiento de sus frutos, principalmente en productos como pulpa de tomate, puré de tomate, entre otros, tomates secos (deshidratados en diferentes presentaciones) y como base de comidas (sopa de tomate, salsas, aderezos) (Costa y Heuvelink, 2005). Los tomates ocupan el segundo lugar entre las principales hortalizas de EE.UU (Ensminger *et al.* 1995). La mayor parte de la producción es tomate procesado, los principales productos son tomates enlatados, keetchup, salsa, jugo, pasta, polvo, puré, aderezos para ensaladas, salsas, sopas y jugo. El consumo de tomate ha aumentado en gran medida en los EE.UU. desde principios del siglo pasado. Los tomates son una fuente rica en nutrientes (Ensminger *et al.* 1995). Precisamente, la posibilidad que brinda la transformación de los frutos del tomate es lo que otorga complementariedad al tomate fresco y ha permitido el desarrollo de industrias y mercados

específicos para la elaboración de una gran variedad de productos con características y usos específicos (Rodríguez del Rincón, 1995).

Existen diferentes variedades de tomates, destacando que aquellas que se utilizan para el procesamiento industrial presentan hábito de crecimiento determinado, con concentración y uniformidad en la maduración de frutos, firmeza de frutos y altos contenidos de sólidos solubles en los mismos (George, 1999). Otra característica fundamental que diferencia el cultivo de tomate para industria de la producción para el mercado en fresco es que los precios son inferiores, forzando a desarrollar técnicas de cultivo que minimicen los costos de producción o que incrementen los rendimientos comerciales y que permitan una rentabilidad adecuada para los productores, según los precios que fija la industria (Rodríguez del Rincón, 1995). De este modo, a nivel mundial, el tomate para industria se produce principalmente en base a técnicas de cultivo extensivo con mínimos requerimientos de mano de obra (*op. cit.*). Esta forma de producción a campo está fuertemente condicionada por las características agroclimáticas de la zona en la que se produce con diferentes sistemas y tecnologías.

En América Latina, el consumo de tomate para industria está creciendo asociado con cambios en los estilos de vida, indicando buenas posibilidades de desarrollo para este cultivo, pero que requiere, según lo señala Argerich (1995), estudios sobre el cultivo y producción en la región para lograr productos de calidad, mantener la producción y la rentabilidad en el sector.

La producción de tomates con destino industrial en Argentina en la temporada 2013 - 2014 alcanzó las 391.000 Mg. en 7.228 has. cultivadas. Estas cifras significan una disminución del 5,8% en la producción pese a un aumento del 4% en la superficie cultivada con respecto a la temporada anterior, siendo el rendimiento de 54,1 Mg. ha<sup>-1</sup>, un 8,7 % inferior al año pasado. La caída de la producción y rendimiento se debió a que principalmente en Cuyo, especialmente en Mendoza, la provincia más importante en superficie, se produjeron en 22 días de prolongadas y anormales lluvias, más de 150 mm desde el 22 de Febrero al 15 de Marzo, justo en el período coincidente con la maduración de frutos, que hicieron bajar los rendimientos y la calidad. A estos inconvenientes, se debe agregar las heladas durante Septiembre (la última helada ocurrió el día 29) que afectaron los cultivos tempranos de San Juan. En Cuyo se cultivaron 4.798 has con una producción

de 281.000 Mg., unas 22.000 Mg. menos que la temporada anterior, con un rendimiento de 58,6 Mg. ha<sup>-1</sup>, un 14 % menor. La incidencia de la producción Cuyana a nivel nacional, si bien se mantiene muy alta, este año bajó del 73 % a un 71,8 % comparado con la temporada anterior. Las fábricas del NOA y Rio Negro mantuvieron su producción igual que en la temporada pasada. (Informes y Progresos 2013 – 2014).

No sólo es de las hortalizas más consumidas en fresco, con 12 kilos por habitante por año, sino que además cuenta con el mayor nivel de tecnología aplicada. Así, uno de los desarrollos más destacados del INTA, es el manejo del suelo y del cultivo en general, las variedades desarrolladas y el *mulching* o acolchado plástico oxi - biodegradable que, combinado con el riego por goteo, incrementa en un 30% el crecimiento inicial vegetativo y un 25% en el rendimiento de frutos en la producción de tomate para industria. La aplicación de esta estrategia impacta directamente en el ahorro y conservación de agua en los cultivos. Además, optimiza la temperatura del suelo, permite un mayor control de malezas y protege la estructura del suelo al minimizar la erosión. Todos estos factores favorecen al crecimiento de la planta, lo que representa mayores rendimientos (Argerich, 2014). Iglesias (2008) menciona que el tomate es una especie hortícola para la cual, a nivel mundial, se genera y adapta tecnología constantemente, sobre todo para incrementar los rendimientos y lograr un producto que responda las exigencias del mercado.

Precisamente, para la Región del Pedemonte de Salta y Jujuy que presenta una elevada potencialidad para desarrollar el cultivo de tomate para industria, no se ha documentado adecuadamente el efecto de los factores agroclimáticos y las prácticas culturales sobre los aspectos cuali – cuantitativos de la producción de tomate para industria.

En esta región, la época de producción se extiende desde mayo a octubre; durante la misma, se presentan variaciones estacionales muy marcadas, tales como: inviernos frescos, con temperaturas medias de 14,5 °C durante el mes de julio y primaveras cálidas con temperaturas medias de 19 °C durante septiembre y 22,6 °C durante octubre (Del Castillo *et al.*, 2001). El aporte que se pretende realizar con el presente trabajo es investigar el efecto de diferentes prácticas (densidad y fecha de plantación) o tecnologías (uso de acolchado de suelo o ‘*mulching*’) en relación a la variación de las condiciones ambientales a lo largo del cultivo, de manera tal de poder generar recomendaciones de cultivo para la variedad STAR 9063 en esta región. La variedad semiprecoz STAR 9063, de la empresa Starke Ayres, se

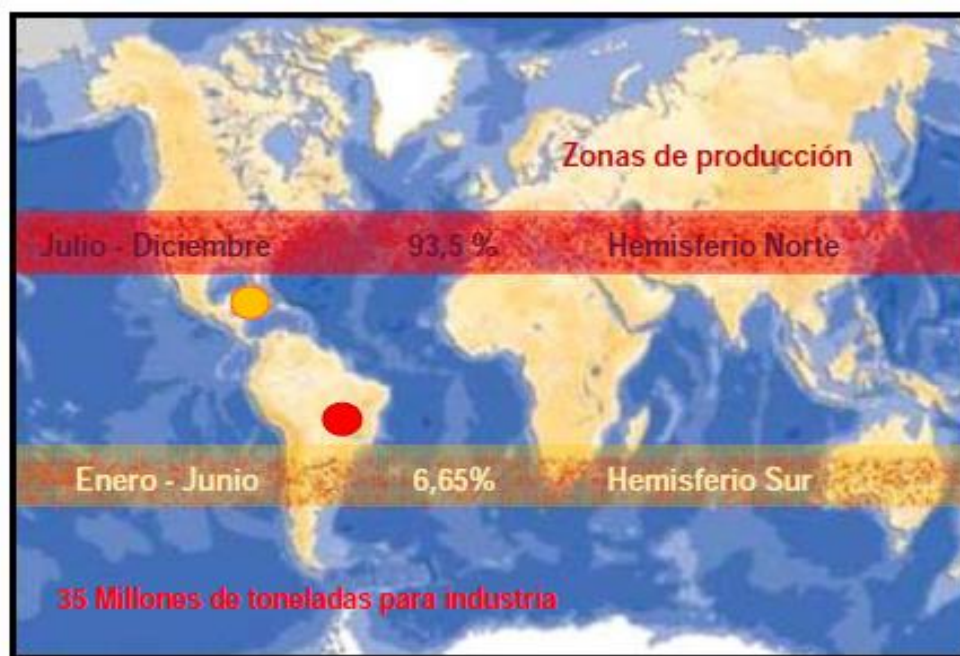
encuentra entre las seis variedades más utilizadas en la campaña 2010-2011 destacándose la calidad de sus frutos (Asociación Tomate 2000, 2011) y ha sido utilizada como testigo por varios ensayos realizados en nuestro país (Angelelli, 2012; Argerich et al., 2012)

## 1.1. EL CULTIVO DE TOMATE PARA INDUSTRIA

### 1.1.1. El estado actual del cultivo de tomate y su industria

El tomate es el segundo cultivo hortícola más importante en el mundo luego del cultivo de papa (Csizinszky, 2005) y, en particular, el cultivo de tomate para industria es uno de los más avanzados y globalizados de la industria hortícola (Costa y Heuvelink, 2005).

La mayor parte de la producción se concentra en el hemisferio norte, donde se procesa aproximadamente el 91 % de la cosecha mundial entre los meses de julio y diciembre. El 9 % restante se procesa en el hemisferio sur entre los meses de enero y junio (Macua González *et al*, 2012). (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de la localización de las principales regiones de producción de tomate para industria.

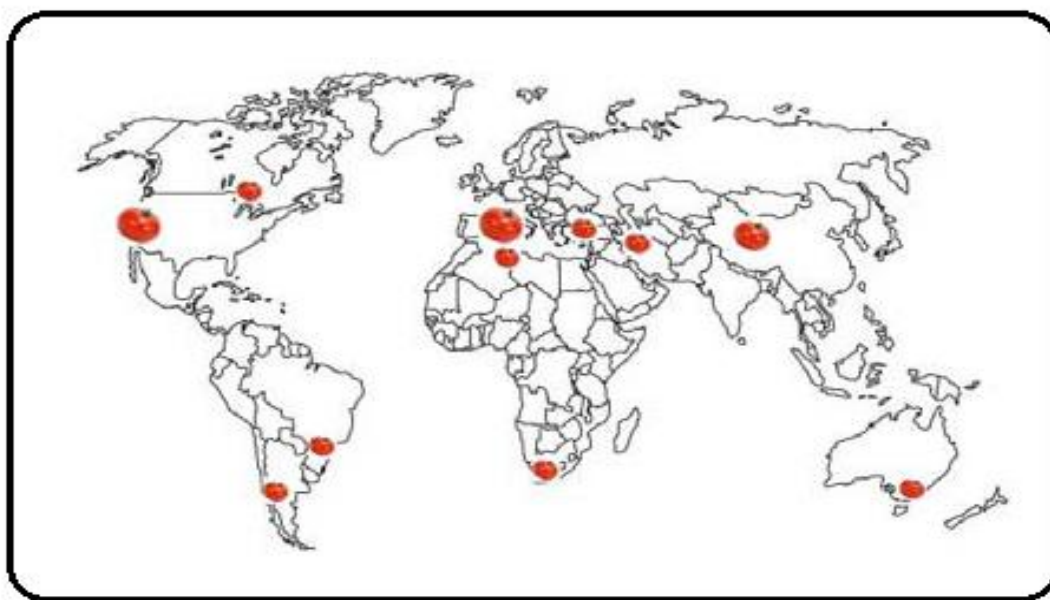
Fuente: INTIA. Tomate para Industria: campaña 2012. (En Brasil y el Caribe la cosecha se realiza en época diferente que en el resto de países productores de su hemisferio).

Existe una gran una gran diferencia entre países, y aún dentro de cada uno de éstos en cuanto a las prácticas de cultivo, proporción destinada al cultivo de tomate industria y la organización y estructura de la industria y productos obtenidos (Costa y Heuvelink, 2005).

### 1.1.2. Situación Mundial

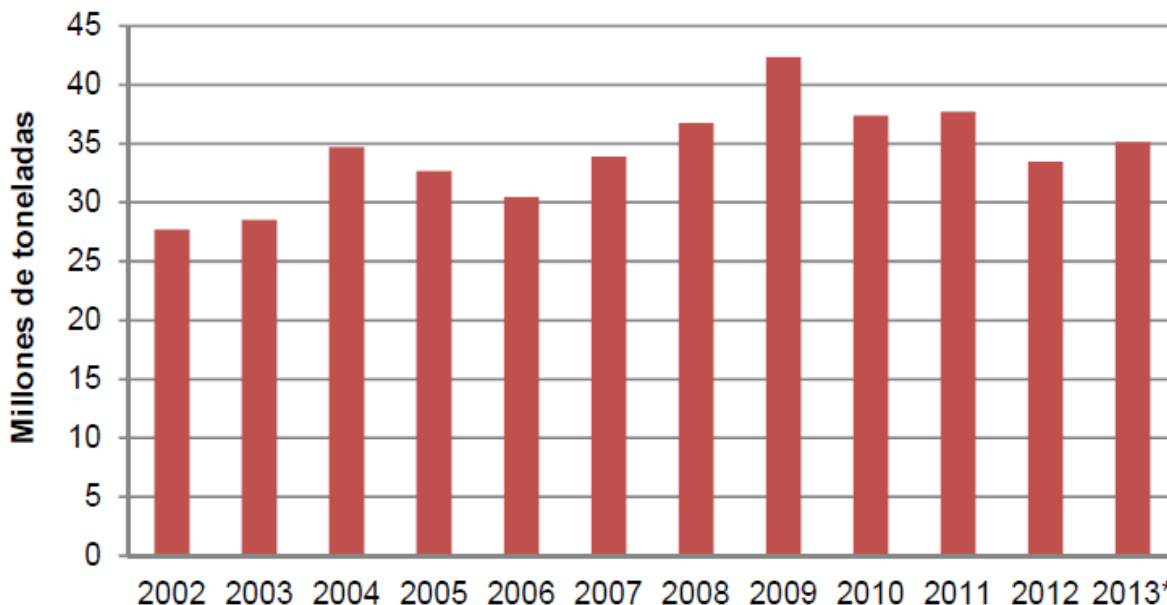
En la última década el hecho más relevante es el crecimiento de la producción china, impulsado por su desarrollo económico y su enorme población (IDR, 2014).

La producción de tomates para la industria mostró una tendencia creciente, que llegó al máximo valor de 42 millones de toneladas en el año 2009. A partir de entonces se ha observado una disminución hasta el año 2012, con 33 millones de toneladas. Esta baja tiene que ver con el fuerte incremento de la producción en el período anterior, especialmente de la producción china, lo que provocó una disminución de los precios (IDR ,2014). (Figura 2).



**Figura 2.** Distribución Mundial de la Producción de Tomate .Fuente: INTIA. Tomate para Industria: campaña2012.

Para el año 2013 la producción fue de 35 millones de toneladas, lo que significa un incremento de 5% respecto al año anterior. A pesar de estos ciclos, en el largo plazo se observa una tendencia al aumento de la producción de tomates para la industria, que hace una década era de 27 millones de toneladas (Tapia Cruz, 2013). (Figura 3).

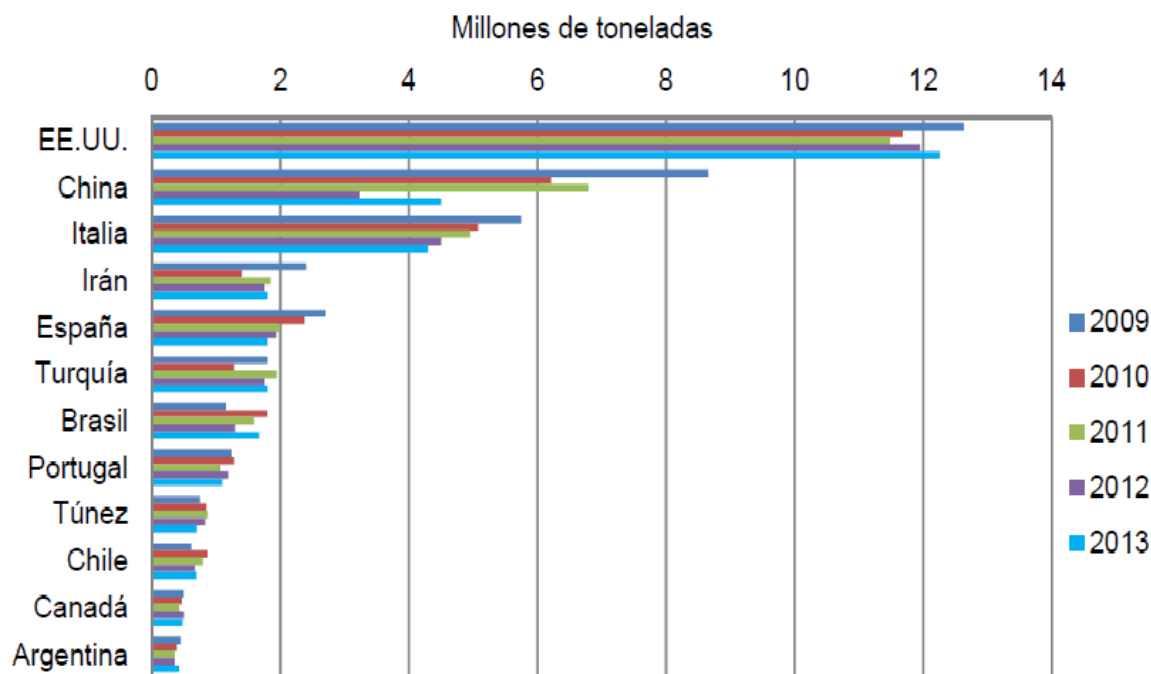


**Figura 3.** Producción Mundial de tomates para la industria. Fuente: World Processing Tomato Council \* Año 2013 dato preliminar.

De acuerdo con el World Processing Tomato Council el principal país productor es EE.UU., que en el año 2013 representó el 35 % de la producción mundial, con 12 millones de toneladas de tomates para la industria. El 96 % de esta producción se realiza en el Estado de California, con altos índices de productividad y rendimientos por sobre 100 Mg. ha<sup>-1</sup>, productores e industrias de gran escala, todo lo cual les permite conseguir bajos costos y un gran volumen de producción.

Lo siguen China, con 4,5 millones de toneladas, que corresponden al 13 % de la producción mundial, e Italia, con 4,3 millones y 12 %. Chile ocupa el décimo lugar entre los principales productores. En el año 2009 los principales productores tuvieron una alta cosecha, la cual ha disminuido en los años posteriores. Esta reducción es muy marcada en China, Italia y España (ver Figura 4).

La producción China disminuyó fuertemente en el año 2012, debido en parte a fuertes lluvias que dañaron los cultivos en Mongolia Interior y Ningxia. Según algunos medios, los precios internacionales se han mantenido bajos debido al alto *stock* de China; sin embargo, éste debería disminuir, lo que incidirá en un mayor nivel de precios (Figura 4).



**Figura 4.** Principales países productores de tomates para la industria. Fuente: World Processing Tomato Council. \*Año 2013 preliminar

La industria del tomate es una de las más importantes entre las productoras de alimento, en cuanto a volúmenes de intercambio y resultados comerciales: para el ejercicio financiero 2009-2010, catorce países exportaron un volumen aproximado de 3.6 millones de toneladas de tomate procesado, siendo el principal producto la pasta de tomate que generó más de USD 4,1 millones de los USD 5,5 mil millones generados por este mercado (Tomate News, 2012).

En la última década el consumo mundial de tomate procesado en sus diferentes formas ha ido en aumento (alrededor de 1.000.000 de Mg. /año), en tanto la producción mundial se ha mantenido más o menos estable, con un pico de producción de 42.467 toneladas en el año 2009 (Argerich y Navarro, 2012).

El aumento de consumo ha sido más notorio en Europa y África, y el consumo de productos elaborados tales como las pastas, el ketchup y las salsas incrementaron su consumo en detrimento de los tomates pelados enteros (Argerich y Navarro, 2012). Por otro lado, el 86 % de la producción se concentra en 10 países, entre los que se destacan el crecimiento de China que en los últimos años destinó grandes inversiones a la industria alimentaria y se ha convertido junto con Estados Unidos e Italia, en uno de los países



dominantes de la producción. En Latinoamérica, se destaca Brasil que procesa más de un millón de toneladas por año en la misma época estacional que lo hacen en el Hemisferio Norte (Tomato News, 2012).

### **1.1.3. Situación Nacional y Regional**

En nuestro país la producción de tomate se encuentra distribuida a lo largo de todo el territorio, excepto en el sur de la Patagonia. (Corvo Dolcet, 2005; Argerich, 2009). El tomate con destino a industria se diferencia en rendimientos en el ámbito nacional debido a buenas condiciones climáticas. El rendimiento promedio en el país se calcula en 53 toneladas por hectárea (IDR, 2014).

El requerimiento de la industria en obtener productos diferenciados se hace posible gracias a una materia prima de alta calidad. El tomate obtenido en la zona cuyana cumple con estándares de calidad superiores a los obtenidos en los países productores vecinos (Brasil y Chile), y ésta podría ser considerada la base de una industria diferenciada. A nivel primario, una parte de la producción nacional se planifica por contratos entre las industrias y los productores. En estos contratos existe también un intervalo de precios para la materia prima, y especificaciones para la calidad de la misma. De acuerdo a las condiciones que presente el mercado en cada temporada, la cantidad de producto comprado en el mercado libre reviste mayor o menor importancia. La modalidad bajo contrato incluye otros aspectos, como coordinación de trasplante y cosecha, suministro de insumos (semillas, fertilizantes y fitosanitarios) y asistencia técnica por parte del industrial. La Asociación Tomate 2000, originada con el objetivo de lograr competitividad para la industria del tomate, promueve esta modalidad de trabajo, con resultados positivos en primer término para el industrial y luego para la rentabilidad del productor de tomate, mejoras en la calidad de la materia prima y el producto final, y logros en el funcionamiento conjunto del sector tomatero (IDR, 2014).

La demanda y el rendimiento del cultivo de tomate para industria muestran una tendencia de crecimiento desde el año 2008, en tanto la producción se ha mantenido estable más allá de las fluctuaciones que se registran anualmente. Es notorio el incremento de la Región NOA, que pasó de 40.000 Mg. en el 2008 a 60.000 Mg. en el año 2012 y que se pueden traducir en 42,9 Mg. ha<sup>-1</sup> de rendimiento, comparado con 51 Mg. ha<sup>-1</sup> promedio

para la región de Cuyo que dominó el 68 % de la producción del país con 4.001 has. y 240.000 Mg. en el año 2012 (Argerich y Navarro, 2012).

En la región del Pedemonte de Salta y Jujuy, la producción de tomate para consumo en fresco se destina principalmente para mercado interno en contra estación del resto de las zonas de producción del país. Esta producción de tomate para consumo en fresco se torna competitiva para la producción de tomate para industria en la zona, ya que suele destinarse el descarte de la primera para abastecer el procesamiento industrial. Solo algunas fábricas establecen el sistema de contrato para la producción de tomate para industria aportando insumos a los productores y fijando un precio de compra (Scelta y Pasquier, 2010, Galli, 2011 Comunicación Personal). Sin embargo, debe señalarse que no se cumplen los estándares de calidad que se requieren para el tomate procesado. El período de producción de tomate abarca los meses de mayo a octubre, con sistemas de producción a campo y bajo cubierta. En este período se presentan variaciones estacionales muy marcadas, como inviernos frescos, con temperaturas medias de 14,5 °C durante el mes de julio y primavera cálida con temperaturas medias de 19 °C durante septiembre y 22,6 °C durante octubre (Del Castillo *et al.*, 2001), exponiendo el cultivo a distintas condiciones climáticas. Precisamente el cultivo de tomate para industria, por su sistema de producción a campo, está condicionado fuertemente por estos aspectos climáticos. Sin embargo, conocer qué aspectos climáticos inciden en el manejo del cultivo y por qué factores tecnológicos son afectados los mismos, posibilitarían el manejo para dos fechas de plantación en la región (Tapia, 2008 Comunicación Personal).

No obstante, la combinación de la versatilidad de los usos del tomate y la instalación de industrias conserveras en diferentes puntos del Ramal Salta Jujuy, que involucra departamentos a lo largo de la Ruta Nacional N° 34, junto con el apoyo de instituciones gubernamentales propician un impulso para el cultivo de tomate para industria que puede posibilitar un mayor crecimiento en la zona.

## **1.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS DE *SOLANUM LYCOPERSICUM* L.**

Taxonómicamente, el tomate cultivado pertenece a la Familia: *Solanaceae*, Género: *Solanum* (Peralta y Spooner, 2007). La especie cultivada comercialmente corresponde a

*Solanum lycopersicum*, aunque vale señalar que las especies silvestres del género constituyen una importante fuente para el mejoramiento genético del tomate cultivado.

Es una planta perenne de porte arbustivo, que puede desarrollarse en diferentes hábitos: rastrera, semierecta o erecta. A los fines de su cultivo se comporta como anual, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas (Nuez, 1995). Chamarro (1995) indica que esta especie posee crecimiento simpodial, en el cual el tallo forma cinco hojas antes que la yema principal se transforme en inflorescencia. Además el crecimiento puede ser determinado e indeterminado. El primero de ellos, tiene los tallos terminados en ramillete floral con un período limitado de floración y son usados principalmente para cultivo industrial al aire libre. Las variedades con crecimiento indeterminado producen inflorescencias de forma continua y son cultivadas en invernadero y usadas principalmente para consumo fresco (Kinet y Peet, 1997).

El sistema radicular del tomate está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1,5 m y alcanza más de 0,5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0,20 m de la superficie. Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas, simples y glandulares. En su parte distal se localiza el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. Sobre este tallo las hojas compuestas e imparipinnadas, se disponen de forma alternada (Monardes, 2009).

La flor del tomate es perfecta, con 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma cíclica y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y dificultan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos” y la primera flor se forma en la yema apical mientras que las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. El fruto es una baya jugosa (el tomate propiamente dicho), de forma generalmente sub-esférica, globosa o alargada y, habitualmente, de unos 8 centímetros de diámetro, cortamente glanduloso-pubescente y verde cuando inmaduro y que toma generalmente un color rojo intenso con la maduración, pesando unos pocos gramos como en los tomates tipo *cherry* o en sus parientes silvestres

(Vesperinas y Elorza, 2010), y que está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Nuez, 1995).

### **1.2.1. Fenología del cultivo de tomate para industria**

Como en cualquier otro cultivo, la fenología de la planta de tomate se ve afectada por la variedad, las condiciones climáticas de la zona donde se desarrolla y prácticas de manejo que se apliquen (FAO, 2002), pero en términos generales se puede señalar que la fenología de la planta de tomate se caracteriza por presentar tres fases: vegetativa, reproductiva y productiva (Andrew, 2002 citado por Talavera Añez, 2004). La primer fase involucra la etapa desde la germinación de la semilla hasta el inicio de floración que, en función de la variedad es de aproximadamente 60 días; seguidamente tiene inicio la fase reproductiva a partir de la fructificación hasta que la planta detiene su crecimiento y los frutos se desarrollan, con una duración de hasta 40 días; y finalmente la fase productiva que culmina con la cosecha de los frutos, que en un cultivo sano y bien nutrido dura entre 20 y 25 días según la variedad (Nuez, 1995).

Si se tienen en cuenta los diferentes sistemas de plantación se distingue plantación directa o producción de almácigos y posterior trasplante, para este último se pueden considerar dos fases de cultivo: período de almácigo y el período de crecimiento a campo, o como lo distingue FAO (2002), una fase vegetativa y otra reproductiva.

La duración del ciclo de cultivo de híbridos y variedades de tomate para industria es variable y en general además de estar condicionado a la genética responde a las condiciones ambientales y a las prácticas de manejo (riego, fertilización, espaciamiento) (Informe de Progresos 2012 - 2013).

### **1.2.2. Requerimientos del cultivo**

Tanto el tomate destinado a industria como el de consumo en fresco se desarrollan bien en climas cálidos y soleados (Brandán de Antoni *et al.*, 2009). Es sensible a heladas durante cualquier etapa de crecimiento, así la temperatura ideal del suelo para la germinación de semilla es de 20 °C o más; la germinación por debajo de 16 °C es muy lenta y temperaturas de 25 °C – 35 °C son las más propicias para el desarrollo vegetativo,

crecimiento y cuajado del fruto (Valencia González, 1998). Según Jones (1998) las temperaturas entre 21 °C - 29,5 °C de día y de noche entre 18,5 °C - 21°C, permiten un óptimo crecimiento de la planta de tomate.

Mendoza (2011) menciona que las especies hortícolas como el tomate, el pepino y el pimiento, entre otras, son plantas con metabolismo C3. El término C3 indica que el primer producto de la carboxilación es una molécula de tres carbonos (aunque en realidad es una hexosa que se divide en dos triosas); la misma es muy eficiente en los rangos de temperatura entre 20 °C y 32 °C, mientras que las temperaturas nocturnas óptimas para los procesos metabólicos que ocurren durante la noche se ubican entre los 17 °C y 22 °C. La situación ideal para una planta C3 es cuando la temperatura diurna se mantiene en  $25 \pm 5$  °C y la nocturna en  $22 \pm 3$  °C.

La fotosíntesis de las plantas C3 igualmente es poco eficiente con alta radiación, normalmente funciona muy bien con solo la mitad de que recibe el territorio mexicano en un mediodía típico de los meses de marzo a octubre, que alcanza valores hasta de 1800 - 2000  $\mu\text{mol}$  de fotones por  $\text{m}^2$  por segundo.

El ITGA (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias), (2003) ha demostrado que el factor que más afecta el desarrollo vegetativo es la integral de radiación PAR. El valor mínimo para floración y cuajado se sitúa en torno a los 235  $\text{Wh}\cdot\text{m}^{-2}$  expresado en términos de radiación global. La calidad de la luz y el fotoperiodo, son secundarios, aunque le afecta desfavorablemente que sea inferior a 12 horas.

El tomate es un cultivo que no responde al fotoperíodo o largo del día; sus requerimientos de luz fotosintéticamente activa se satisfacen con periodos de 8 y 16 horas de luz solar. Went (1957) constató que aunque el tomate es una planta indiferente al fotoperíodo en lo que concierne a su floración, la longitud del día tiene bastante importancia en su crecimiento vegetativo. Trabajos más recientes demuestran que el desarrollo vegetativo es estimulado tanto por el incremento de la integral luminosa como por el de la integral térmica (Aung, 1976; Kinet, 1977; Papadopoulos y Tiessen, 1987).

Diferentes autores (Hurd y Graves, 1985; Khayat *et al.*, 1985; De Koning, 1988, 1990) coinciden que, plantas sometidas a fluctuación de temperaturas, no muestran pérdidas de producción en comparación con plantas crecidas bajo un régimen de temperatura constante. Otros (Riga, 2008; Brandt *et al.*, 2006), mencionan que diferentes

parámetros de calidad de frutos de tomate se encuentran condicionados por factores genéticos y por las condiciones ambientales presentes desde antesis hasta cosecha.

Brandán de Antoni *et al.* (2009) recomiendan no cultivar tomate en regiones que permanecen normalmente nubladas, ya que la reducción de la luminosidad provoca frecuentemente disminución en los rendimientos. Las zonas con períodos largos de humedad relativa elevada, bajas o altas temperaturas y escasa luminosidad no son adecuadas para el cultivo por la alta incidencia de enfermedades.

Coincidentemente Corpeño (2004) menciona que la temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje, desarrollo, maduración y la calidad de los frutos.

Los rangos de temperatura para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre 28 °C y 30 °C durante el día y entre 15 °C - 18°C durante la noche. Temperaturas mayores a 35 °C y menores de 10 °C durante la floración provocan caída de flores y limitan el cuajado del fruto. Por otro lado, temperaturas de suelo más cercanas a las óptimas en especies hortícolas de crecimiento radicular superficial y alto requerimiento térmico como las cucurbitáceas modificarían el crecimiento, el rendimiento y la calidad de muchas de ellas (Misle *et al.*, 2001). Ruiz Corral, 1999; en Requerimientos Agroecológicos de Cultivos propone temperaturas óptimas para cada etapa fenológica en cultivo de tomate (Tabla 1).

**Tabla 1.** *Requerimientos de temperatura para distintas etapas en Tomate. Fuente: Requerimientos Agroecológicos de Cultivos, Ruiz Corral, 1999.*

Etapa	Mínima (°C)	Óptimo (°C)	Máxima (°C)	Autor
Germinación	11	29 – 16	34	GANELEVIN (2002)
	10	20 – 30	35	CIREN (1995)
Crecimiento	18	24 – 21	32	GANELEVIN (2002)
	10	18 – 25	30	CIREN (1995)
Cuaja en la noche	10	17 – 14	20	GANELEVIN (2002)
Cuaja en el día	18	26 – 23	30	GANELEVIN (2002)
Producción de licopeno	10	24 – 20	30	GANELEVIN (2002)
Producción de B-caroteno	10	23 – 21	40	GANELEVIN (2002)
Muerte por helada	-1 – -2			GANELEVIN (2002)
Días – Grado >10 °C		650 – 750		CIREN (1995)
Fecundación		>13 – 14		CORFO (1986)

Entre las prácticas culturales que permiten modificar la temperatura del sustrato, toma relevancia el uso de coberturas plásticas sobre el suelo siendo esta una alternativa poco costosa y cada vez más generalizada que ha resultado efectiva para inducir precocidad e incremento de rendimiento en cultivos de tomate, pimiento y melón (Lament, 1993; Chakraborty y Sadhu, 1994; Gabriel *et al.*, 1994; Mormeneo y Cantamutto, 1999).

La comprensión de cómo el medio ambiente, el manejo del cultivo, y otros factores, en particular la fertilidad del suelo, influyen en la composición y la calidad de los cultivos es necesaria para la producción de alimentos nutritivos de alta calidad (Mitchell *et al.*, 2007).

### **1.3. RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS EN EL CULTIVO DE TOMATE PARA INDUSTRIA**

El rendimiento del cultivo de tomate para industria se expresa a través del peso de los frutos por unidad de superficie cultivada. Sin embargo, el concepto de calidad es mucho más amplio y complejo, en particular para los productos frutihortícolas donde juegan factores subjetivos y que Corrales García (2005) define como *“un conjunto de propiedades y características que le otorgan a un producto, bien o servicio aptitud para satisfacer las necesidades que manifiestan los usuarios”*.

Tanto el rendimiento como la calidad de los frutos pueden ser afectados por numerosos factores genéticos, fenológicos, culturales (disponibilidad de agua y nutrientes), condiciones climáticas y características del suelo (Mitchel y Shennan, 1991; Hartz *et al.*, 1999, Patané y Cosentino, 2009; Hartz *et al.*, 2005).

#### **1.3.1. Rendimiento**

El rendimiento del cultivo de tomate está determinado por la producción de biomasa, el contenido de materia seca de los frutos y la partición de biomasa dentro de la misma planta, dando valores usuales de entre 40 y 100 Mg. ha<sup>-1</sup> (Heuvelink y Dorais, 2005). En particular, Gaspar (2007) reconoce al menos seis parámetros que influyen en el rendimiento final del cultivo de tomate para industria: densidad de plantas, materia seca por

planta, cantidad de racimos por planta, cantidad de flores por racimo, cantidad de frutos cuajados por racimo y duración del ciclo productivo.

Estos componentes pueden ser alterados por diferentes factores, entre ellos las condiciones agroclimáticas y prácticas culturales. Precisamente, en relación a éstas se destaca que el tomate es una de las hortalizas más estudiadas a nivel mundial, tendiendo las líneas de investigación a buscar técnicas que optimicen la producción (Bravo y Aldunate, 1986; Argerich *et al.*, 2006).

Distintos autores coinciden que el crecimiento del tomate se halla regulado no solo por sus atributos genéticos sino también por las prácticas de manejo utilizadas (Mc Neal *et al.*, 1995; Argerich, 2006; Poggi y Argerich, 2006; Gutiérrez y Macua, 2008).

El incremento anual de la producción de tomate para industria en algunas regiones del mundo en los últimos años, se relaciona con la generación de nuevos genotipos, de técnicas de cultivo más eficientes, del uso de plásticos a campo abierto, y lógicamente, al aumento de la superficie cultivada (Sory Toure *et al.*, 2010).

Argerich (2005) menciona que para lograr aumentar la rentabilidad del sector primario por medio del aumento en los rendimientos es importante generar tecnología, trabajando fundamentalmente en el mejoramiento de la implantación del cultivo, manejo del riego, optimización de la distribución espacial de las plantas en el campo, identificación de variedades de buen comportamiento agronómico e industrial, efecto de distintas labores culturales y de la fertilización en el rendimiento entre otros.

Los rendimientos de los productores - socios de Asociación Tomate 2000 (aproximadamente 2.100 hectáreas) en las provincias de Mendoza y San Juan, asesorados por técnicos propios y del INTA, son superiores a la media nacional: en 2004 se obtuvieron 50 toneladas por hectárea y cerca de 60 toneladas por hectárea en 2006, sobre la base de tecnologías que incluyen el uso de enmiendas (guano), subsolado, riego y fertilización de base (Brandán de Antoni *et al.*, 2009).

La aplicación de tecnologías claves asociadas con la obtención de altos rendimientos complementados con un buen gerenciamiento y combinada con una buena logística para conformar una buena recepción en fábrica, hacen al éxito de la producción en el campo (Argerich *et al.*, 2011).



Como resultado de la generación y transferencia de tecnología organizada se ha incrementado la proporción de productores con altos rendimientos a partir de cultivos totalmente mecanizados aún en presencia de lluvias, con un uso más racional del recurso agua, demostrando que el tomate para industria es una alternativa productiva viable para contribuir al desarrollo de las economías regionales de zonas irrigadas del país (Argerich *et al.*, 2011).

Pilatti (1997) y Argerich *et al.* (2006) han determinado que los factores tecnológicos y de manejo tales como fecha y densidad de plantación condicionan el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. En particular, el tamaño de los frutos se ve sensiblemente afectado por la densidad, aumentando notablemente la cosecha de frutos chicos a medida que ésta se incrementa (Pilatti, 1997). Luego, se asume que la densidad de plantación será, junto a otras técnicas de cultivo, determinante de la intersección de radiación solar por el cultivo y de la reconversión de energía solar en biomasa.

El uso de coberturas plásticas de suelo (“*mulching*”) para la producción de cultivos de hortalizas continúa aumentando en el mundo desde su introducción en la década de los ’50 (Lament, 1993). En particular, el plástico color negro es utilizado ampliamente en la producción de tomate (Pan *et al.*, 1999). Se han encontrado incrementos en los rendimientos, maduración más temprana y mejor calidad de frutos utilizando *mulching* de plástico negro que sin él (Ngouajio *et al.*, 2007). Se destacan los resultados de Anzalone *et al.* (2009) quienes, utilizando distintas cubiertas, demostraron que el rendimiento de tomate claramente está relacionado con el control de maleza, que fue mayor cuando se usó una cobertura plástica.

### **1.3.2. Atributos de calidad**

El tomate se cultiva durante todo el año y en multitud de condiciones climáticas que cambian tanto con el lugar de cultivo como con la época del año. Es sobradamente conocido que la calidad gustativa del tomate varía también con las condiciones climáticas en las que se cultiva, pero no resulta sencillo relacionar calidad gustativa con alguno de los parámetros que definen el clima.

Los parámetros climáticos que más varían con el lugar y la época del año son la radiación solar, la temperatura y la humedad relativa, pero estos parámetros no son

independientes. A grandes rasgos, a mayor radiación corresponde mayor temperatura y cuando sube la temperatura disminuye la humedad relativa. De ahí que sea difícil estudiar cada una de estas variables aisladamente para conocer su influencia en la calidad gustativa.

Probablemente la radiación solar, la luz, sea el parámetro ambiental que más influya en el sabor. Concretamente el contenido en azúcares sigue bastante fielmente la radiación recibida, aumentando cuando la radiación es mayor (primavera - verano) y disminuyendo cuando es menor (otoño - invierno) según indican Grierson y Kader (1986, siguiendo a Winsor y Adams). Pero esto es aplicable a los climas con radiaciones solares bajas, no a los climas mediterráneos donde tenemos tres veces más radiación que la que citan Grierson y Kader (1986). El tomate satura su capacidad fotosintética por encima de  $500 \mu\text{mol m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Para el tomate destinado a industria, los atributos de calidad de los frutos más importantes son: la consistencia, la resistencia al agrietado, la forma, el color, el tamaño, el peso, el contenido de materia seca, el contenido de sólidos totales y de sólidos solubles, la viscosidad, el pH del zumo, la acidez y contenido de azúcares y el rendimiento en jugo (Nuez, 1995; Ho, 1996). Estos atributos pueden ser alterados por diferentes factores, entre ellos el riego y la temperatura (Saltveit, 2005; Zegbe *et al.*, 2006).

El contenido de sólidos solubles es uno de los aspectos de mayor interés para la industria y puede ser afectado por los factores agroecológicos, particularmente las condiciones climáticas durante el período de maduración y el riego, siendo sus valores promedio entre 4,5 °Brix y 5,5 °Brix (Nuez, 1995; Escaff, 2005).

El tamaño y peso del fruto dependen del producto final elaborado; para la producción de jugo y concentrado de tomate el peso debe ubicarse entre los 60 g. y 100 g., mientras que para conservas de tomate entero el peso se ubica entre 30 g. y 60 g. (Nuez, 1995). El tamaño puede verse reducido por altas o bajas temperaturas durante su desarrollo (Dorais *et al.*, 2001; Gruda, 2005).

La firmeza del pericarpio, que otorga consistencia al fruto y brinda mayor resistencia al traslado a través de largas distancias, es también un componente clave de la calidad de los frutos del tomate, y entre las condiciones ambientales que la afectan se destaca la temperatura durante el desarrollo del mismo (Saltveit, 2005).

Los valores de pH del zumo varían entre 4,2 y 4,4, y raramente superan estos valores, lo que asegura la estabilidad microbiológica durante el procesado (Ciruelos Calvo *et al.*, 2008).

#### **1.4. EFECTOS DE PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS SOBRE ASPECTOS DE CRECIMIENTO CUALI – CUANTITATIVOS EN TOMATE PARA INDUSTRIA**

Diferentes técnicas de manejo y tecnologías han sido desarrolladas para maximizar los rendimientos de los cultivos y mejorar su calidad. En esta investigación se pone énfasis en tres prácticas que afectan los aspectos de crecimiento cuali - cuantitativos en la variedad STAR 9063 de tomate destinado al procesamiento industrial: la fecha de plantación, la densidad de plantación y el uso de cobertura plástica o “*mulching*”.

##### **1.4.1. Fecha y Densidad de Plantación**

El manejo de la época y densidad de plantación en cultivos hortícolas y en tomate en particular han mostrado efectos significativos sobre el rendimiento y diversos aspectos cualitativos.

Diferentes estudios realizados para el cultivo de tomate muestran que el rendimiento y la calidad de los frutos puede ser afectado por la combinación de diferentes técnicas y tecnologías, como por ejemplo la interacción que se da entre la densidad de plantas y la remoción de hojas (Verheul, 2012). Existe evidencia también que el manejo del cultivo interactúa con el ambiente donde se desarrolla el cultivo (Ankur y Zakwan, 2012).

Madhavi y Salunkhe (2003) evaluaron la importancia de la fecha de plantación en el cultivo de tomate, constatando que el mejor momento para plantar depende en gran medida de las condiciones climáticas y geográficas, de la rutina de implantación (trasplante o siembra directa) y rutina de cosecha (recolección mecánica o a mano). De ellos, la temperatura parece ser el factor más importante (Chamorro, 2001). Riga (2008) y Brandt *et al.* (2006), mencionan que diversos parámetros de calidad de frutos de tomate se encuentran condicionados por las condiciones medio ambientales presentes desde anthesis a cosecha, entre otros factores.

Según Heuvelink 2005 muchos factores influyen en el rendimiento del tomate, y la radiación es el más importante ya que proporciona la energía para la fotosíntesis, proceso de producción básico en las plantas.

Por otro lado, las disminuciones en radiación fotosintéticamente activa (PAR) y los cambios en la longitud del periodo de luz solar para cada estación, reducen la producción de frutos de tomate (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997; Peil y Gálvez, 2004).

Los parámetros de calidad de los frutos si bien están definidos genéticamente, también los determinan significativamente las condiciones ambientales desde la anthesis hasta la cosecha. El efecto de las condiciones climáticas y de la época de cultivo en la producción y en parámetros de calidad ha sido estudiado extensivamente (Dorais *et al.*, 2001). Aunque el efecto de los regímenes de luz y temperatura en la producción del tomate ha sido bien establecido (Adams *et al.*, 2001), hay resultados conflictivos relativos al efecto de estos parámetros climáticos en la calidad del tomate (Dumas *et al.*, 2003).

El tomate se puede sembrar todo el año en el ramal Salta - Jujuy, con dos épocas de plantación: una temprana (Febrero – Marzo) y una tardía (Agosto – Setiembre), pero los problemas cambian según la época.

En el período de lluvias, la incidencia de enfermedades es mayor, mientras que durante la época seca las plagas son el factor limitante. Sin embargo, ambos son superables si se utiliza un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados (Corpeño, 2004), para una determinada variedad.

Por otro lado, Saltveit (2005) ha indicado que una alta densidad de plantas limita el crecimiento vegetativo pero favorece la concentración de los frutos. En este mismo sentido, los ensayos de Elattir (2003) mostraron que el espaciamiento tiene una influencia importante sobre el crecimiento vegetativo del cultivo de tomate, la producción y la madurez de la fruta; sin embargo, los sólidos solubles no fueron afectados por el arreglo dentro de la fila o la densidad de plantas.

Otros trabajos (Nuez, 1995; Cockshull, Ho y Fenlon, 2000; Cockshull y Ho, 1995; Fery y Janick 1970; Mendoza, 1992; Castilla, 2001) coinciden con Faiguenbaum (1986) quien demostró que el rendimiento de una planta está fuertemente correlacionado con su área foliar, determinando que altas densidades generan un alto grado de competencia, provocando una disminución del área foliar por planta a medida que avanza el cultivo. Por

el contrario, si las plantas se encuentran más espaciadas, se alcanza una mayor área foliar, lo que se traduce en mayores rendimientos por planta. La intensidad de luz, cuantificada como radiación fotosintéticamente activa (PAR), es el factor más importante que afecta la productividad del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997).

Las disminuciones en PAR y los cambios de duración del periodo de luz solar para cada estación, reducen la producción de frutos de tomate (Papadopoulos y Pararajasingham, 1997; Peil y Gálvez, 2004).

Pilatti (1997) y Argerich *et al.* (2006) han confirmado el efecto de la fecha y densidad de plantación sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Estos trabajos muestran que la densidad de plantación afecta sensiblemente el tamaño de los frutos.

El aumento de la densidad de plantas reduce el vigor de la planta, mejora la precocidad y, a menudo, resulta en un incremento de rendimientos tempranos, totales y comerciales por unidad de área (Fery y Janick, 1970; Tan y Dhanvantari, 1985; Frost y Kretchman, 1988). Cuando se utiliza una sola cosecha, la concentración de fruta madura se incrementa conforme la población de plantas aumenta de 7.400 – 42.000 plantas. ha.<sup>-1</sup> (Fery y Janick, 1970). Tan y Dhanvantari (1985) mencionan que arreglos de siembra equidistantes y densidades de plantas altas dan lugar a una mayor cobertura del dosel y mayor intercepción de luz, lo que indica una mayor eficiencia en la utilización de la luz (Fery y Janick 1970; Frost y Kretchman 1988). A medida que aumenta la densidad de follaje debido a la mayor población de plantas o arreglos de plantas menos equidistantes, la calidad de la fruta puede disminuir debido a una mayor incidencia de enfermedades o insectos (Stoffella *et al.*, 1988).

Estudios similares coinciden en que con una densidad mayor se logra uniformidad en la calidad de la cosecha (Cockshull y Ho, 1995; Nederhoff *et al.*, 1992). Además Gutiérrez (1998) menciona que los componentes de la producción, como el número de plantas por superficie, número de frutos por planta y el peso de esos frutos, están intrínsecamente relacionados con el sistema de implantación que se realice (trasplante o siembra directa). El número de frutos por planta y el peso de esos frutos es influido por la densidad y muy ligado a las condiciones de desarrollo de la planta.

### 1.4.2. Mulching

Los distintos procesos metabólicos de las plantas dependen, desde el momento de su implantación, de la temperatura del suelo entre otros factores (Martínez *et al.*, 1998). Coincidentemente otros autores (Bellha, 1988; Wien y Minotti, 1987, Argerich, 2008), han mostrado que el crecimiento vegetal responde marcadamente a los pequeños cambios en temperatura, generados por el acolchado plástico; y por ello se obtienen incrementos en los rendimientos y mayor calidad de la producción. El uso de coberturas de diferentes tipos, pero en especial el uso de cubiertas plásticas con polietileno negro, además de ser una técnica utilizada para el control de malezas, ha demostrado brindar una serie de ventajas técnico - ambientales (Anzalone *et al.*, 2011). Otros autores (Quail *et al.*, 1995; Rajapakse, 1999) encontraron que el uso de acolchado plástico y los distintos tipos de plástico puede tener efectos diferentes sobre los cultivos, ya que las plantas pueden ser sensibles a la cantidad, calidad y dirección de luz y usa esta como una señal para optimizar su crecimiento y desarrollo en un ambiente determinado, además juega un papel muy importante en la fotosíntesis. La luz está involucrada en la regulación natural de cómo y dónde los productos fotosintéticos son utilizados dentro de la planta, y en las respuestas fotomorfogénicas, fotoperiódicas y fototrópicas.

Varios estudios (Taber, 1983; Munguía *et al.*, 2000; Smith, 1968; Quezada, 1996; Paunero y Francescangeli, 2010) coinciden con Aquino (2010), quien demostró que el uso de acolchado plástico impacta directamente sobre el ahorro y conservación del agua en los cultivos, optimizando la temperatura del suelo, permitiendo un mayor control de malezas y protegiendo la estructura del suelo al minimizar la erosión; como resultado, se obtienen mayores tasas de crecimiento y rendimientos. A su vez, estudios económicos (Anzalone Graci, 2008), indican que los mayores beneficios económicos se obtienen con el uso del polietileno como *mulching*, haciendo conveniente su utilización en tomate para industria.

Por su parte, Armendáriz *et al.* (2004) da cuenta de que la cobertura del suelo con polietileno y el establecimiento del cultivo en una densidad de 2,2 plantas. m.<sup>-2</sup> generaron mayores rendimientos (58,6 Mg. ha<sup>-1</sup>). Producciones más bajas (15 Mg. ha<sup>-1</sup>) se lograron en suelo sin cobertura utilizando una densidad de 0,74 plantas. m.<sup>-2</sup>

Navarro *et al.* (2009) mostraron que el acolchado plástico incrementó un 30 % el crecimiento inicial de la biomasa aérea sobre una base de materia seca a los 30 días después del trasplante; y un incremento del 25 % en el rendimiento de frutos comerciales, no encontrándose incidencia significativa ni en °Brix ni en la proporción de frutos verdes, descarte y asoleados.

Si bien Incalcaterra *et al.* (2004) encontraron diferencias significativas respecto del uso de cobertura plástica en lo referente a concentrar la cosecha y la producción, no hallaron diferencias respecto al peso medio de fruto, y solamente pequeños efectos en cuanto a parámetros industriales de calidad. Además de controlar las malezas (Abul-Soud *et al.*, 2010), el acolchado (orgánico e inorgánico) aumenta la cantidad de agua disponible para los cultivos (Sarkar y Singh, 2007; Sarkaret *et al.*, 2007), ya que mejora la eficiencia de riego y también mejora el rendimiento del cultivo (Sarkar y Singh, 2007, Sarkar *et al.*, 2007; Mukherjee *et al.*, 2010). Además, los acolchados de color más oscuro aumentan la temperatura del suelo promoviendo así el desarrollo de la raíz (Lamont, 2005; Moreno y Moreno, 2008).

En resumen, los aspectos cuali - cuantitativos de tomate para industria son afectados por las condiciones de temperatura (del aire y suelo) y radiación solar durante el ciclo del cultivo, condicionados principalmente por la fecha y densidad de plantación y por la utilización del *mulching*, factores de manejo o tecnológicos de los cuales se pretende evaluar su efecto, dado que la revisión bibliográfica hasta el momento no da cuenta de referencias sobre estos aspectos para la Región del Pedemonte de Salta y Jujuy.

## **2. CARACTERIZACIÓN AGROCLIMÁTICA DEL ÁREA DE ESTUDIO**

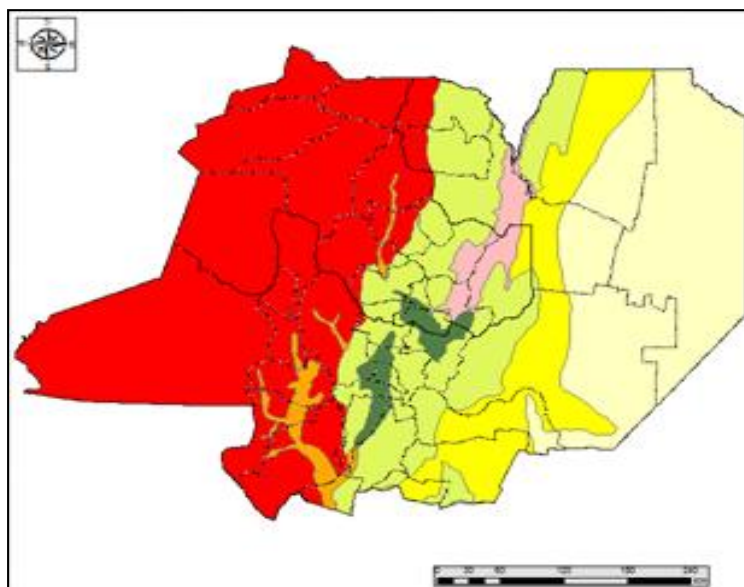


## 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en la región subtropical del Noroeste de la República Argentina, en la zona de Selva Pedemontana Transformada que es parte de las Yungas de Salta-Jujuy, y más precisamente en el área de influencia de la Estación Experimental de Cultivos Tropicales de Yuto (EECT Yuto).

La región del Pedemonte Salta - Jujuy se ubica entre 23° 27' y 22° 44' de latitud sur y entre 64° 47' y 64° 22' de longitud oeste, y entre los 400 y 700 m de altitud, limitando al Este con el Bosque Chaqueño Subhúmedo y hacia el Oeste con la Selva Montana (Bianchi y Bravo, 2008). El paisaje se caracteriza por laderas de montañas y llanuras onduladas.

Bravo *et al.* (1998), identificaron una Zona Agroeconómicamente Homogénea (ZAH) que denominaron Pedemonte con cultivos subtropicales y de primicia (PCStP), comprendiendo los valles de los ríos San Francisco y Bermejo, con una superficie aproximada de 4.100 km<sup>2</sup>, abarcando parte de los departamentos de General Güemes, General San Martín y Orán de la provincia de Salta, y parte de los departamentos de Ledesma, San Pedro y Santa Bárbara de la provincia de Jujuy (Figura5.).



**Figura 5.** Mapa de las ZAH de Salta y Jujuy. En color rosa se identifica la ZAH Pedemonte con cultivos subtropicales y de primicia. Fuente: ArcGis 9 (2008).

*Referencias:* ZAH Puna y Altoandino con ganadería menor y camélidos (rojo), ZAH Laderas Orientales de la Puna y Sierras Subandinas y Pampeanas con ganadería y forestales (verde claro); ZAH Valles y Bolsones Áridos con oasis de riego y ganadería menor (naranja); ZAH Valles Templados con cultivos intensivos (verde oscuro); ZAH Pedemontes con cultivos tropicales y de

*primicia (rosa); ZAH Umbral al Chaco con producción extensiva a secano y Chaco con riego (amarillo fuerte); ZAH Chaco Semiárido con ganadería y forestales (amarillo suave).*

### **2.1.1. Suelo**

Los suelos que predominan en esta región son los de tipo Haplumbreptes énticos (Subordinados: Hapludalfes údicos), y los subdominantes Ustortentes líticos (Subordinados: Haplustoles líticos, Argiustoles líticos y roca) y Paleoustoles údicos (Subordinados: Argiustoles údicos) (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2003; Bianchi y Bravo, 2008).

Los suelos de mayor desarrollo se localizan en los valles intermontanos, mientras que el resto corresponde a materiales transportados por agentes fluviales. Sobre estos suelos, con tres horizontes típicos y predominantemente ácidos, es donde mayor ha sido la transformación de la Selva Pedemontana por parte de la actividad agrícola, llegando a un 70 por ciento de su extensión (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, 2003).

### **2.1.2. Clima**

El Noroeste argentino presenta un clima tipo Monzónico, donde el anticiclón que más influye es el del Atlántico. En el verano existen condiciones de baja presión y alta inestabilidad produciendo altas precipitaciones, mientras que en el invierno, por una supresión de los procesos convectivos, no se registran prácticamente lluvias (Bianchi y Cravero, 2010).

El clima de la ZAH Pedemonte con Cultivos Subtropicales y de Primicia (PCStP), es cálido y húmedo, alcanzando temperaturas de 27,7 °C en el mes más cálido y con precipitaciones principalmente estivales que pueden alcanzar 2500 mm anuales (hasta 3000 mm en algunas regiones). Puede nevar en invierno, pero la frecuencia de heladas es baja (Vargas Gil, 1990; Píccolo *et al.*, 2008). Más precisamente, para la localización de la EECT Yuto se presentan los datos climatológicos mensuales y el balance hídrico en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Temperaturas y Precipitaciones medias, y Balance Hídrico en la Localidad de Yuto. Fuente: Del Castillo y Tarnowski, 2006.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Temperatura Media (°C)	25,8	24,8	23,4	20,4	17,8	14,6	14,5	16,2	19	22,6	24,2	25,5	20,7
Precipitación (mm)	191	167	148	74	19	6	4	6	5	34	75	133	863
Evapotranspiración potencial (EP)	145	115	106	71	51	30	31	42	62	102	120	143	1018
Evapotranspiración real (ER)	145	115	106	71	43	22	21	25	31	59	88	136	862
Déficit	0	0	0	0	8	8	10	17	31	43	32	7	156
Exceso	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EP/ER	100	100	100	100	84	73	68	60	50	58	73	95	

### 2.1.3. Características agroproductivas

Se reconoce en las áreas pedemontanas una tradición productiva que está presente desde hace un siglo con la instalación de los ingenios azucareros, orientada más a la producción agropecuaria, particularmente al desarrollo agrícola (Balducci *et al.*, 2009).

Dentro de las actividades agropecuarias se encuentran la ganadería extensiva, la explotación maderera, agricultura extensiva (monocultivos de caña de azúcar en las llanuras pedemontanas) y la horticultura.

Píccolo *et al.* (2008) reconocen a la horticultura de primicia (tomate y pimiento), la citricultura (naranja y limón), caña de azúcar y otras frutícolas como las producciones agropecuarias predominantes. De estas actividades, derivan agroindustrias donde se destacan la citrícola y los complejos agroindustriales de la caña de azúcar, aunque también tiene gran importancia la industria forestal con producción de maderas aserradas y fabricación de diferentes productos (muebles, cajones, pallets). Existen en las localidades de Yuto y Piquete en la provincia de Jujuy y en General Güemes y Embarcación en la provincia de Salta plantas de procesamiento de tomate con una tecnología media.

Del análisis de las explotaciones agropecuarias (EAPs) de esta zona mediante el CNA 2002, se destaca un alto porcentaje de propietarios (83 % de 530 EAPs) con límites definidos, de las cuales el 49 % presenta una superficie de hasta 10 has. y reúnen el 0.2 % de la superficie; por otro lado, las EAPs de más de 1.000 has. representan el 9 % del total de las EAPs pero ocupando el 92 % de la superficie cultivable (Píccolo *et al.*, 2008).

### **3. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS**

El objetivo de este trabajo fue evaluar la densidad de plantación, la utilización o no del acolchado de suelo (“*mulching*”) en dos fechas de plantación, bajo las condiciones ambientales de la Región del Pedemonte de Salta y Jujuy.

Los supuestos que guiaron la investigación fueron:

- a) Los aspectos culturales tales como momento de inicio del cultivo y arreglo espacial de las plantas dentro de la canopia y el uso o no de acolchado plástico sobre el suelo determinan variaciones en la oferta de temperatura y radiación fotosintéticamente activa (PAR) e inciden en la calidad y la productividad en el cultivo de tomate destinado a industria (variedad STAR 9063) en la Región del Pedemonte de Salta y Jujuy.
- b) La acumulación de biomasa vegetativa también se ve afectada por estos aspectos e incide en la calidad y la productividad en el cultivo de tomate destinado a industria (variedad STAR 9063) en la Región del Pedemonte de Salta y Jujuy.

### **3.1. HIPÓTESIS Y OBJETIVO GENERAL**

**H<sub>1</sub>:** El acolchado de suelo (*‘mulching’*), la densidad y fecha de plantación pueden afectar aspectos cualitativos y cuantitativos para la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

El objetivo es evaluar, para las condiciones agroclimáticas de la zona de estudio, la relación existente entre prácticas de cultivo (como lo son el uso de *‘mulching’*, la densidad y fecha de plantación) y los rendimientos y calidad de frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

#### **3.1.1. Hipótesis y Objetivos Específicos**

**H<sub>2</sub>:** Una fecha de plantación temprana, en comparación con una tardía, incrementa los rendimientos y la calidad de los frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

El objetivo es evaluar dos fechas de plantación, una temprana y otra tardía, y su efecto sobre el rendimiento y calidad de frutos para la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

**H<sub>3</sub>:** Altas densidades de plantación incrementan el rendimiento y la calidad de los frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

El objetivo es determinar el efecto de diferentes densidades de plantación sobre el rendimiento y la calidad de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

**H<sub>4</sub>:** El uso de acolchado sobre el suelo, “*mulching*”, aumenta el rendimiento y la calidad de los frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

El objetivo es determinar los efectos del “*mulching*” sobre el rendimiento y calidad de frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

**H<sub>5</sub>:** Existen interacciones positivas entre la fecha de plantación, la densidad de plantación y el uso de “*mulching*” que afectan el rendimiento y calidad de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

El objetivo es evaluar la interacción de los factores: fecha de plantación, densidad de plantación y uso de “*mulching*”, sobre aspectos cuali - cuantitativos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria en la zona de estudio.

**H<sub>6</sub>:** Existe interacción positiva entre el ambiente (PAR y Temperatura) sobre aspectos cualitativos y cuantitativos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria en la zona de estudio.

El objetivo es evaluar la interacción entre la PAR y Temperatura sobre el rendimiento y localidad en la variedad STAR 9063 de tomate para industria en la zona de estudio.

## **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

## 4.1. SITIO EXPERIMENTAL

### 4.1.1. Ensayos Exploratorios

Dos ensayos exploratorios se realizaron a los fines de ajustar las técnicas de muestreo y . El primero de ellos se realizó en el campo experimental de la Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto (EECT Yuto), del INTA (Longitud: 23° 38´ W, Latitud: 64° 27´ S, Altitud 319 msnm) ubicada en la Ruta Nacional N° 34, km. 1286, en el departamento de Ledesma provincia de Jujuy, durante el año 2010. El mismo se perdió debido a la ocurrencia de heladas (mínima de - 2,7 °C) (Figura 6). Posteriormente, y por cuestiones operativas, un segundo ensayo se realizó durante el primer semestre del año 2011 en la Finca “El Pescado” (Depto. Urundel, Salta) distante 2 Km. de la citada ECCT Yuto. (Figura 7).



*Figura 6. Ensayo exploratorio en EECTY INTA. Daño por heladas. Año 2010.*





**Figura 7.** Ensayo exploratorio en Finca “El Pescado”, Departamento Urundel. Parcela y tratamiento. Año 2011.

#### 4.1.2. Ensayo Definitivo

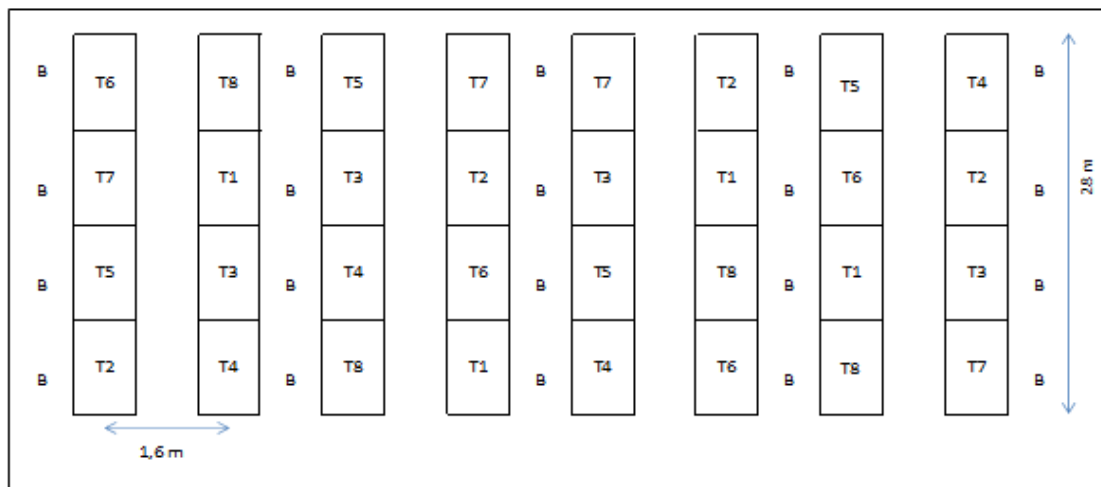
El ensayo principal se llevó a cabo en el campo experimental de la EECT Yuto, durante los años 2011 (Fecha Tardía) y 2012 (Fecha Temprana), utilizando como material el tomate determinado STAR 9063 (Empresa Starke Ayres). La Tabla 3 muestra las precipitaciones durante los años 2011 (Fecha Tardía) y 2012, destacándose los meses durante los cuales se hicieron efectivos los ensayos: meses entre siembra y cosecha para fecha temprana (Marzo a Julio de 2012) y tardía (Julio a Diciembre de 2011).

**Tabla 3.** Precipitaciones mensuales para los años 2011 y 2012. Valores en mm. Fuente: Estación Meteorológica Davis Vantage Pro II. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto.

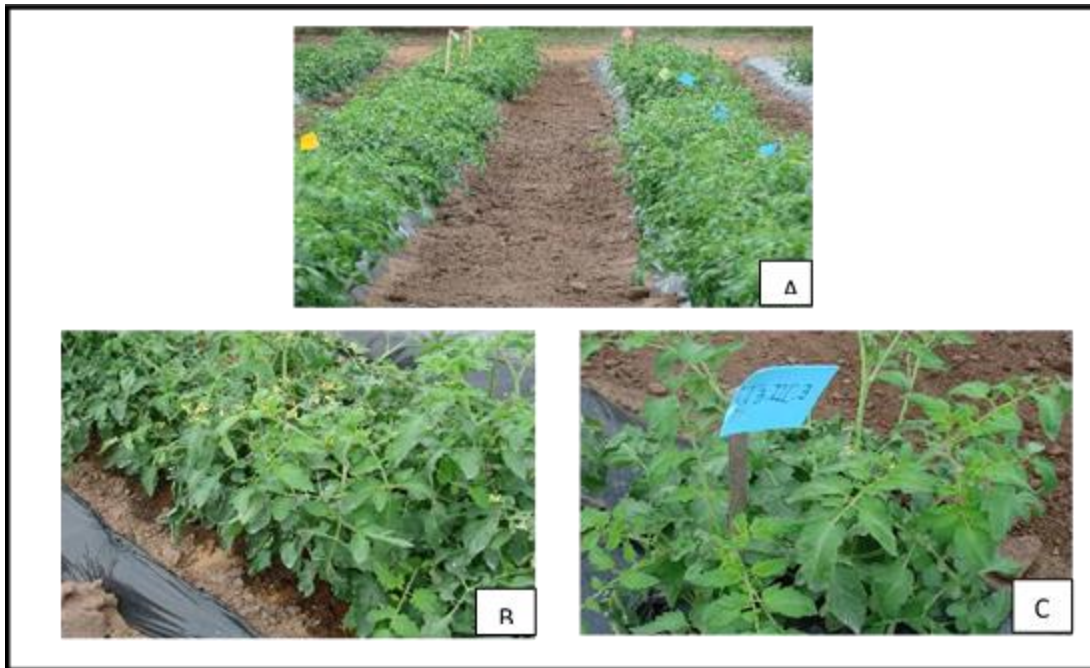
Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
2011	223	207	81,4	52,4	9,8	13,6	12,8	0,2	6,2	18,8	91,2	108	825
2012	124	18,2	79	80,9	13	2,4	0	7,6	0	45	107	145	622

## 4.2. DISEÑO EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 7 metros y se utilizó un diseño experimental en bloques completamente aleatorizado (DBCA) con un arreglo factorial  $2 \times 4 \times 2$  que combinaba dos fechas de plantación, cuatro densidades y el uso o no de cobertura plástica sobre el suelo (“*mulching*”). Se utilizaron cuatro repeticiones por tratamiento. Así, para cada fecha de plantación existieron ocho tratamientos, resultantes de la combinación de diferentes densidades con el uso o no de *mulching*, y cada uno de estos con cuatro repeticiones (Figura 8), quedando los distintos tratamientos definidos. (Fig.9 y 10).



**Figura 8.** Esquema del ensayo experimental definitivo. T: Indica los diferentes tratamientos. B= bordura. Este arreglo se dispuso para cada una de las fechas evaluadas.



**Figura 9.** Ensayos definitivos: A) Arreglo definitivo del ensayo para fecha tardía. B) Tratamiento sin “mulching” C) Disposición del Tratamiento T3 III3 con “mulching”.



**Figura 10.** Disposición de las plantas en el tratamiento sin mulching.

### 4.3. TRATAMIENTOS Y VARIABLES ANALIZADAS

Se evaluaron dos fechas de plantación: (a) temprana (primera quincena de marzo: 10/03/2012) y (b) tardía (segunda quincena de septiembre: 17/09/2011) y cuatro espaciamientos: 0,15; 0,25, 0,35, y 0,45 metros de separación entre plantas definiendo densidades de 41.666, 25.000, 17.857 y 13.888 plantas por hectárea (para cada espaciamiento respectivamente). Finalmente, en cada densidad de plantación los diferentes lotes incluían el uso de acolchado plástico sobre el suelo (“*mulching*”) o no (sin “*mulching*”). La asignación de tratamientos para cada fecha puede observarse en Tabla 4.

**Tabla 4.** *Tratamientos realizados para cada arreglo de fecha de plantación durante los años de evaluación del ensayo.*

TRATAMIENTO	DISTANCIA ENTRE PLANTAS ( m)	DENSIDAD DE PLANTACIÓN (plantas/ha)	USO DE MULCH
<b>T1: CM_15</b>	0.15	41666	SI
<b>T2: CM_25</b>	0.25	25000	SI
<b>T3: CM_35</b>	0.35	17857	SI
<b>T4: CM_45</b>	0.45	13888	SI
<b>T5: SM_15</b>	0.15	41666	NO
<b>T6: SM_25</b>	0.25	25000	NO
<b>T7: SM_35</b>	0.35	17857	NO
<b>T8: SM_45</b>	0.45	13888	NO

En las fotos de las Figuras 11 y 12 se muestran diferentes aspectos de la construcción del ensayo definitivo en la Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto.



**Figura 11.** Armado de bordos, marcación de distancias entre plantas (espaciamiento) y trasplante en ensayo definitivo.



**Figura 12.** Ensayo definitivo implantado, con los diferentes tratamientos. A) Cabeceras de ensayo con cartel de identificación de ensayo. B) Marcación de plantas dentro de los tratamientos; C) Vista general del ensayo en fecha temprana; D) Indicación de la densidad de plantación.

#### 4.4. LABORES CULTURALES Y ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO

Las labores previas a la instalación de las parcelas consistieron en una labranza con arado rastra y labranza vertical con subsolador para romper capas de compactación. Se siguió con el uso de arado rastra para emparejar el terreno y luego, mediante el uso de una alomadora (con cajón para armado de los lomos y colocación de la cinta de goteo y “*mulching*”), se armaron los bordos en la parcela definitiva para obtener 8 bordos para evaluación y 5 para borduras. Luego de realizado el trasplante y a los 3 días de establecido el cultivo se procedió a retirar la cobertura plástica en los tratamientos sin “*mulching*”. Se realizó reposición de plantines muertos dentro de los 10 días seguidos desde trasplante.

Las plantas provenían de bandejas de poliestireno de 72 celdas; germinadas y cultivadas en la EECT Yuto. Las mismas se llenaron con sustrato comercial KEKILA tamaño 2 y los plantines se llevaron a campo en el estado de tres hojas verdaderas (Figura 13). Se aseguró la población de plantas durante los primeros 10 días desde el trasplante, reponiendo en los casos que fueron necesarios a los fines de mantener la homogeneidad por unidad experimental (stand de plantas).



*Figura 13. Plantín de tomate para industria al momento de su trasplante a campo.*

Se realizó un seguimiento del estado hídrico del suelo para las diferentes situaciones de cultivo (con y sin acolchado plástico). Para ello se determinó el contenido de humedad equivalente utilizando el método gravimétrico y sometiendo la muestra a estufa de secado.

La lámina de riego aplicada se calculó en base a la evapotranspiración potencial (Eto), la constante del cultivo (Kc promedio), la lámina calculada y la precipitación efectiva (PPef), reponiendo la lámina para el tratamiento sin *mulching* en la misma medida que para el tratamiento con *mulching* (Argerich, 2008).

El riego y la fertilización fueron aplicados según las necesidades del cultivo y de acuerdo a las prácticas convencionales para la zona, realizándose análisis del estado del suelo al inicio y al final de cada plantación, también para el agua se realizó análisis químico para aptitud de riego. El control de malezas se realizó durante todo el ciclo manualmente entre bordos y en los primeros 15 días desde el trasplante. A partir de los 15 días solo se realizó control manual en los pasillos entre los bordos de cultivo sin utilización de herbicidas. El manejo fitosanitario implicó la utilización de RIDOMIL GOLD (Mancozeb + Metalaxil – M) luego del trasplante con una dosis de aplicación de 70 g. /20 lts. En fecha tardía se aplicó el insecticida SUNFIRE 24 SC (Clorfenapir 24 %) por aparición de *Tuta absoluta* (polilla del tomate) en el ensayo y en la etapa fenológica de crecimiento vegetativo, realizándose 2 aplicaciones con una dosis de aplicación de 10 cm<sup>3</sup> /20 lts. En ambas fechas también se realizó la aplicación foliar de CONFIDOR 35 SC (Imidacloprid) con una dosis de 5 cm<sup>3</sup> /20 lts.

## **4.5. OBTENCIÓN DE DATOS: REGISTROS, MUESTREOS Y DETERMINACIONES**

### **4.5.1. Factores Climáticos y Ambientales**

Los datos climáticos de temperaturas diarias, máximas, mínimas y medias, humedad relativa y precipitaciones se obtuvieron de la Estación Meteorológica Automatizada (Davis Vantage) de INTA Yuto distante a 50 metros del ensayo.

La metodología de trabajo permitió recolectar las variables climáticas: la medición de temperatura (del aire y del suelo) y radiación fotosintéticamente activa (PAR). Con un

*data logger* marca Cavadevices® provisto con tres sensores de temperatura se midió la temperatura del suelo a 0,05 m de profundidad tanto para tratamiento con *mulching* como sin *mulching*. Se configuró la toma de datos de los sensores cada 30 minutos desde el día 20 al 40 desde el trasplante según Argerich, 2010 (Comunicación Personal).

Empleando una barra medidora de flujo de fotones Modelo 2009 - dual (Cavadevices ®) se registraron los valores de PAR incidente. En tres momentos cada 30 días, durante horas del mediodía solar se tomaron registros de PAR a la altura de la canopia, en la bordura y en el pasillo entre los bordos para cada fecha de plantación y para cada combinación de tratamientos durante el ciclo de cultivo.

#### **4.5.2. Factores de crecimiento del cultivo**

Las variables registradas en este ítem fueron: partición de materia seca (a los 60 días desde trasplante) para todos los tratamientos en ambas fechas de plantación, materia seca a cosecha para todos los tratamientos y en ambas fechas y rendimiento del cultivo; y de calidad del fruto (firmeza, espesor de mesocarpo, pH y sólidos solubles) para todas las combinaciones y ambas fechas.

Para la estimación de la eficiencia de conversión fotosintética (materia seca) de las plantas, se tomó 1 (una) planta por combinación de tratamiento para ambas fechas, se particionó en frutos, flores, hojas y tallo, se pesaron (peso fresco), se secaron en estufa a 70 °C hasta peso constante y se procedió a registrar el peso seco en gramos. El muestreo se realizó a los 60 días desde trasplante para las dos fechas de plantación. Para la evaluación de la materia seca a cosecha se tomó una muestra compuesta de las distintas combinaciones, pesando 12 frutos por tratamiento (peso fresco) y colocando los mismos a 105 °C en estufa hasta peso constante (peso seco). El porcentaje (%) de materia seca se estimó por relación entre el peso fresco y el peso seco de los frutos de cada combinación (Di Benedetto, 2010, Comunicación Personal).

#### **4.5.3. Factores productivos y de calidad comercial**

Para los índices productivos se tomaron al momento de cosecha (cuando se alcanza el 90 % de frutos rojos en todas las combinaciones para ambas fechas) muestras de tres



plantas del bordo de cada tratamiento que fueron marcadas al azar y se registró el número y peso de los frutos de cada una de ellas, luego se tomaron 5 frutos por combinación de tratamientos y se pesaron (Figura 14). El momento de cosecha se definió según la escala de color propuesta por el USDA y descripta por Baron, *et al.* (2008), cosechando los frutos en el grado 5 de madurez (“*light red*”), esto es, 60 % al 90 % de color rojo y cuando en todas las combinaciones de tratamientos estuvieran en el 90 % de esas condiciones.



**Figura 14.** Frutos de distintos tratamientos para registrar el peso en laboratorio.

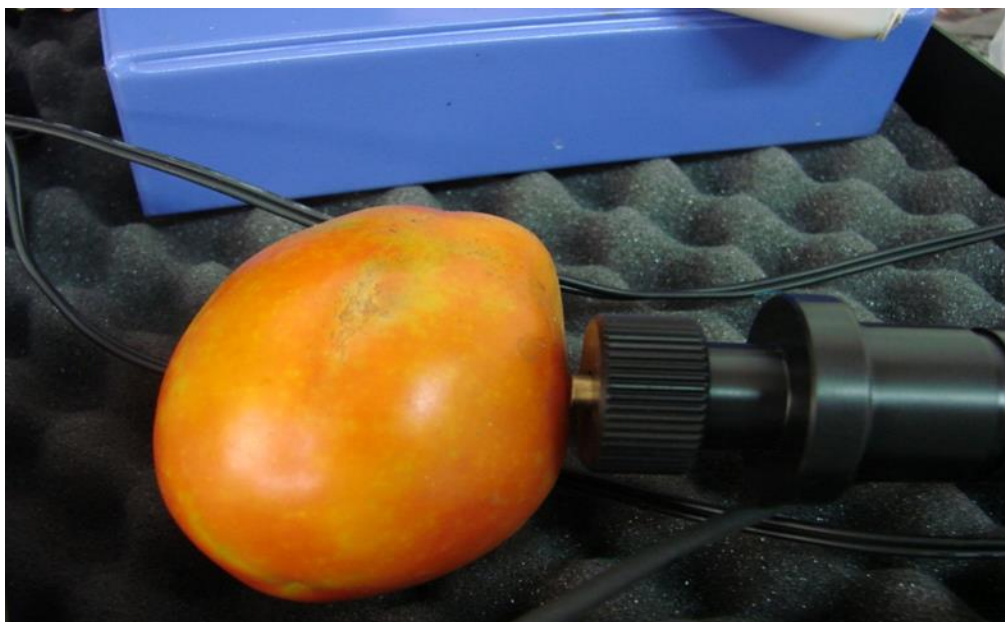
El porcentaje de frutos escaldados (Figura 15) se determinó mediante el conteo de los frutos que presentaron daños por sol en su cara expuesta al momento de inicio de cosecha, también el de frutos verdes y de descarte (podridos) para poder así evaluar la pérdida de cosecha para cada fecha (Temprana y Tardía).



**Figura 15.** *Tratamiento en el campo mostrando frutos a cosecha, daño por escaldadura y podridos en fecha tardía.*

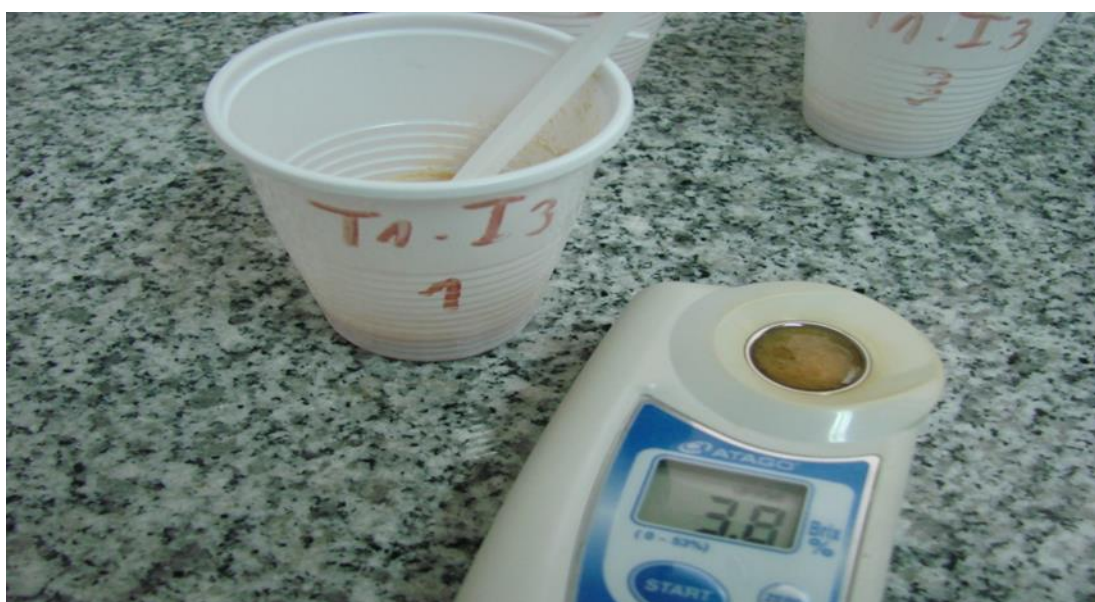
Para los índices de calidad comercial se tomaron tres frutos de cada tratamiento y se les realizaron las determinaciones de firmeza, espesor de mesocarpo, sólidos solubles y pH.

La resistencia a la penetración de los frutos cosechados (firmeza) y que da idea de la resistencia al rajado se midió sobre la zona ecuatorial del fruto en tres puntos del mismo empleando un Durómetro digital marca Durofel modelo DFT 100 con un punzón 0,25 (5,64 mm de diámetro), (Figura 16), expresando el resultado en Newtons.



**Figura 16.** *Medición de resistencia a la penetración en laboratorio.*

La determinación de sólidos solubles se realizó sobre jugo de frutos individuales mediante lectura directa (Figura 17), con un refractómetro digital de mano, marca Atago modelo Pocket PAL - 1, con rango de medición de 0 - 52 °Brix, previamente calibrado con agua destilada (Budde, C. 2009, comunicación personal).



**Figura 17.** *Medición de sólidos solubles (°Brix) con refractómetro en laboratorio.*

El pH se midió con peachímetro digital IQ Scientific Modelo 170 sobre jugo de frutos individuales.

El espesor del mesocarpo se midió con un calibre digital MITUTOYO sobre la zona ecuatorial del fruto de ambos lados, es decir en las dos mitades (4 medidas de espesor), (Figura 18), expresando los valores en mm.



*Figura 18. Frutos de la combinación T5 II acondicionados para medir espesor de mesocarpo.*

#### **4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó análisis estadístico de los datos utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System - SAS Institute Inc., Cary, NC). Los análisis consistieron en estadística descriptiva por cada factor y combinación de ellos, análisis de la variancia y comparación de medias (con Arreglo Factorial), como también el análisis estadístico de las interacciones entre tratamientos. Para las variables estudiadas se realizó análisis de regresión lineal para analizar la dependencia o relación entre las mismas.

## **5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 5.1. ENSAYOS EXPLORATORIOS

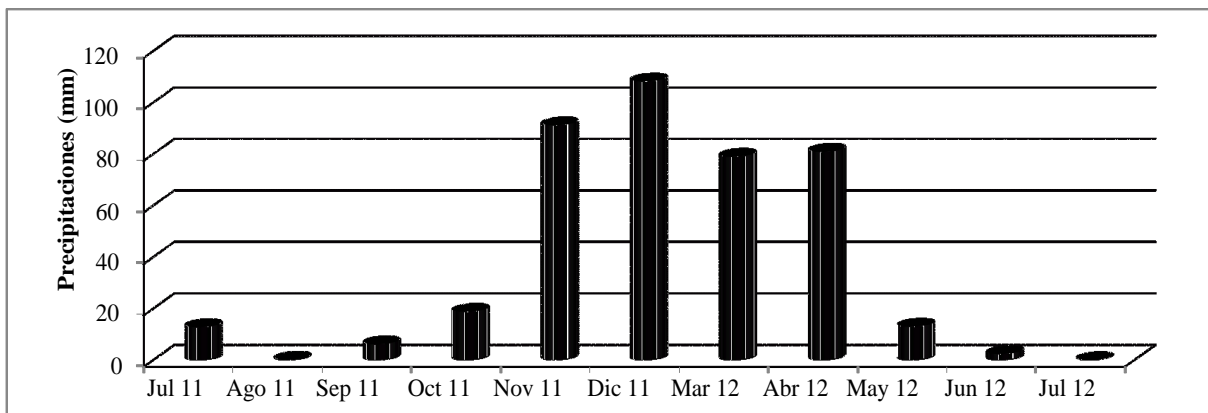
El primer ensayo realizado en la EECT Yuto en el año 2010 para la fecha temprana sufrió heladas en etapa de cuaje de frutos. En la zona no se registraba un evento de temperaturas por debajo de 0 °C para dicha época desde 1996.

El ensayo realizado en finca de productor durante el año 2011 en una fecha temprana llegó a término, obteniéndose datos de rendimiento y calidad de frutos, además de permitir el ajuste de técnicas de manejo del cultivo y de muestreo para el ensayo definitivo.

## 5.2. ENSAYOS DEFINITIVOS

### 5.2.1. Condiciones Agro meteorológicas

Las precipitaciones mensuales acumuladas para cada en mes en las dos fechas se observan en la Figura 19, mostrando la tendencia de aumento para la fecha tardía, y la tendencia decreciente para la fecha temprana. Las precipitaciones acumuladas para la fecha temprana fueron de 175,3 mm. y 224,6 mm. para la fecha tardía.



**Figura 19.** Precipitaciones mensuales durante las fechas de ensayos: fecha temprana (Marzo a Julio de 2012) y fecha tardía (Julio a Diciembre de 2011).

Los datos meteorológicos del ciclo de cultivo permitieron observar contrastes entre las diferentes fechas de plantación (Tablas 5 y 6). Los valores más bajos de temperatura máxima (T. Máx.) y temperatura mínima (T. Mín.) fueron registrados en el mes de julio para la fecha temprana, así como los valores más altos de estas variables se registraron en el mes de marzo para el mismo ciclo. En la fecha tardía, los valores más bajos de temperatura máxima y mínima se registraron en el mes de enero y septiembre respectivamente, en tanto que los valores máximos de Temperatura máxima se registraron en el mes de noviembre, y el de Temperatura mínima en el mes de enero.

**Tabla 5. Promedio mensual cada diez días (década) para la Fecha Temprana.**

Valores de Temperatura media (Tm), Máxima (T. Máx.), Mínima (T. Mín.), Humedad Relativa (H.R), Precipitaciones acumuladas (Pp. A) y Energía Solar media (ES m).

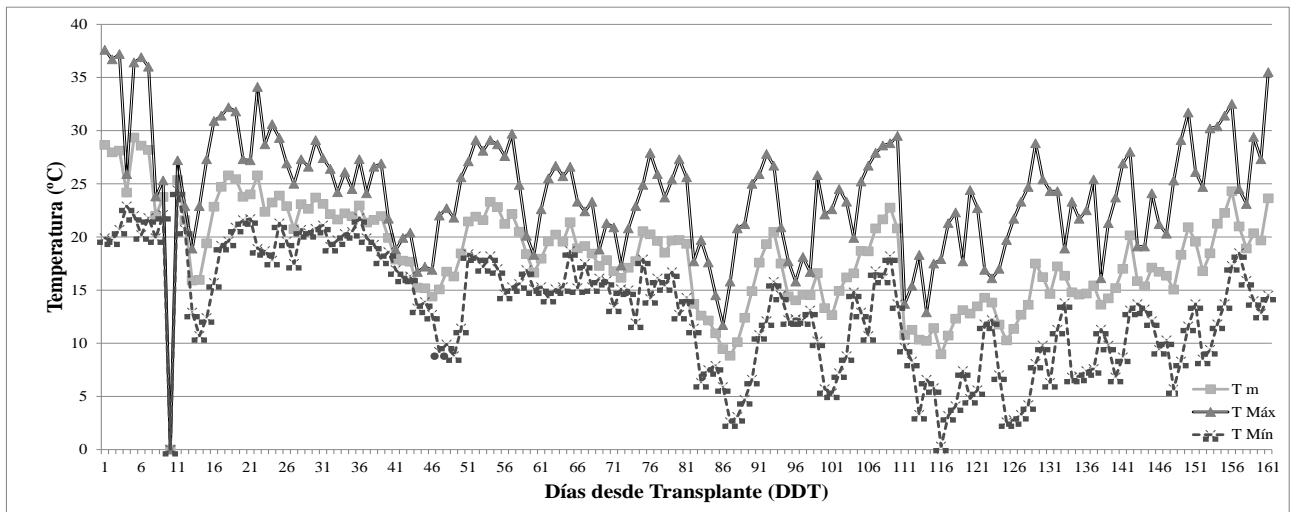
FECHA TEMPRANA																																										
	mar-12							abr-12							may-12							jun-12							jul-12							ago-12						
Década	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m						
	°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt							
1	26,2	36,2	18,6	71,1	1,6	9,5	23,7	34,1	12,4	73,8	7,0	7,6	18,4	29,1	8,8	78,8	2,8	6,3	17,6	27,9	6,3	76,5	0,6	4,8	16,6	29,5	3,3	74,5	0,0	4,9	18,0	31,7	5,7	61,6	0,0	5,1						
2	27,9	37,6	18,8	58,5	0,0	10,6	22,6	29,3	17,5	84,9	34,0	4,5	19,9	29,7	14,3	78,8	3,8	5,5	14,1	27,8	2,6	76,5	0,6	5,1	12,3	24,4	0,3	69,1	0,2	4,8	20,4	35,5	11,4	63,6	7,0	6,3						
3	23,6	36,9	10,7	70,8	31,6	8,2	19,8	27,3	13,3	87,6	37,2	3,3	18,1	26,6	11,9	88,3	8,8	3,5	14,8	25,8	5,3	78,4	1,6	4,3	14,5	28,8	2,6	63,9	0,4	6,2	14,7	33,1	2,5	54,5	0,0	5,3						

**Tabla 6. Promedio mensual cada diez días (década) para la Fecha Tardía.**

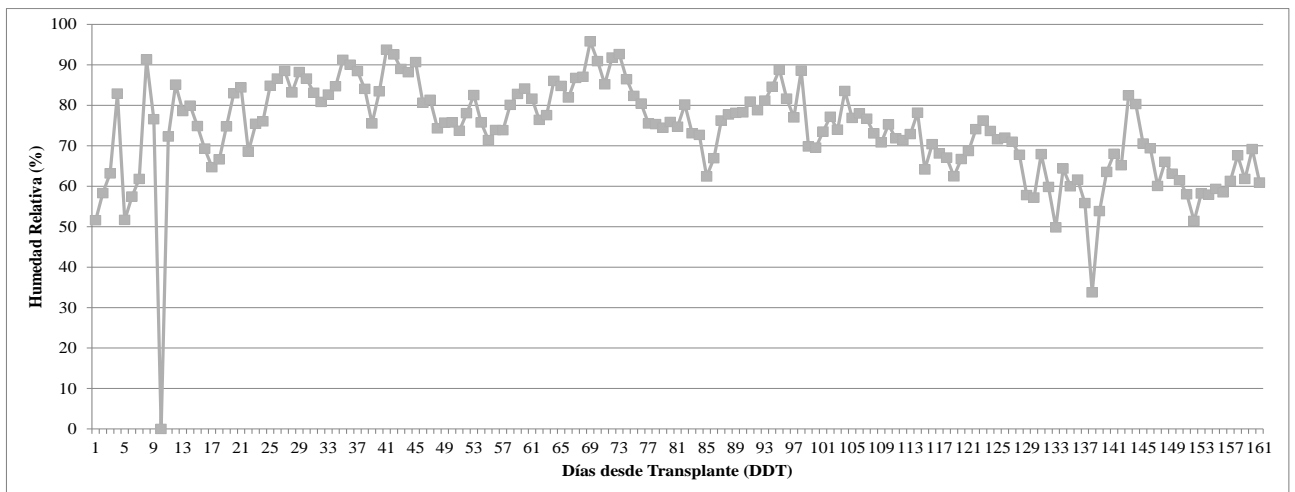
Valores de Temperatura media (Tm), Máxima (T. Máx.), Mínima (T. Mín.), Humedad Relativa (H.R), Precipitaciones acumuladas (Pp. A) y Energía Solar media (ES m).

FECHA TARDÍA																																				
	sep-11							oct-11							nov-11							dic-11							ene-12							
Década	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m	T m	T Max.	T Mín.	HR	Pp A	ES m
	°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt		°C		%		mm watt	
1	18,5	34,2	5,2	44,8	0,0	8,3	24,6	38,0	17,1	60,6	15,0	8,3	28,0	41,9	14,5	40,9	0,0	12,0	24,0	37,7	17,5	69,8	99,4	7,8	27,0	36,6	18,7	62,1	13,6	11,4						
2	20,8	36,3	9,6	54,9	3,8	7,4	22,6	35,7	12,3	55,5	7,0	8,7	24,1	37,9	18,7	65,9	9,0	4,8	25,1	35,6	17,1	66,8	45,4	11,3	27,6	40,3	20,3	60,7	2,6	11,1						
3	23,7	38,7	10,4	47,2	0,0	9,8	24,7	38,4	14,5	51,2	2,0	8,7	27,7	40,6	15,7	52,1	22,6	11,3	26,4	39,3	17,7	66,2	17,6	11,1	27,3	34,1	22,8	74,9	5,0	9,2						

En el transcurso del ensayo para la fecha temprana la temperatura promedio fue de 19,9 °C, con una mínima de 2,6 °C y una máxima de 37,1 °C (Figura 20). La Humedad Relativa promedio fue de 78,1 % (Figura 21).



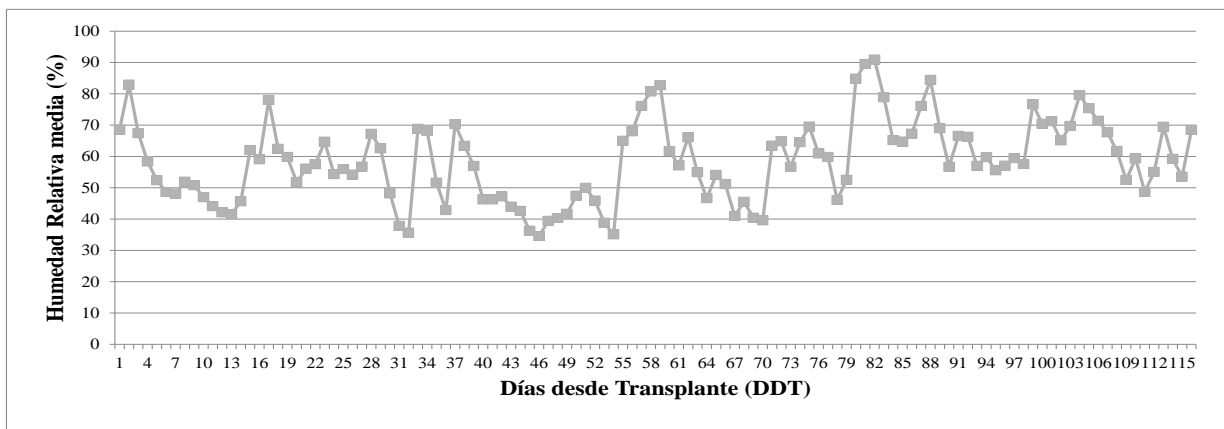
**Figura 20.** Evolución de la temperatura durante el período de cultivo para la fecha temprana.



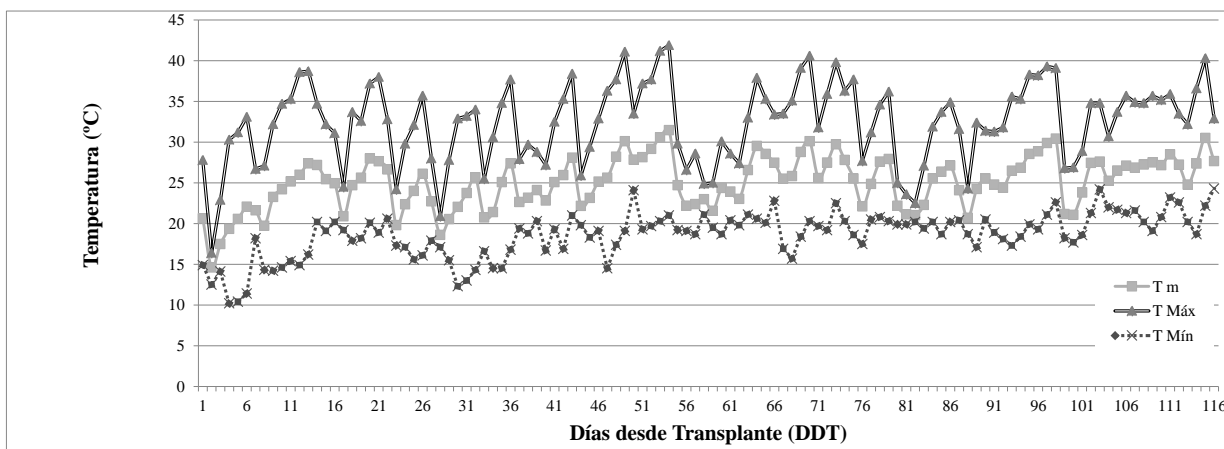
**Figura 21.** Evolución de la Humedad Relativa durante los días de ciclo del cultivo en la fecha temprana.



Durante el ensayo de la fecha tardía (julio a diciembre de 2011), la Humedad Relativa Media (HMR) fue del 64,2 %, mientras que la temperatura promedio fue de 16,8 °C, registrándose una máxima de 37,5°C y una mínima de -0,3 °C (Figuras. 22 y 23).



**Figura 22.** Registros diarios de Humedad Relativa (%) correspondientes al período de cultivo de la fecha tardía (Días desde Trasplante).



**Figura 23.** Registros diarios de Temperatura durante el período de cultivo de la fecha tardía (Días desde Trasplante – DDT).

El ensayo tanto en fecha temprana como en fecha tardía se ha caracterizado por buenas condiciones climáticas, y si bien hay que destacar que en fecha temprana las temperaturas van decreciendo y en fecha tardía aumentando; en fecha temprana las temperaturas han sido más altas y uniformes respecto de la fecha tardía. Sólo al final de

ciclo de fecha tardía se observaron altas temperaturas que provocaron algún daño mayor por escaldado de fruta y pudriciones debido al mismo efecto y la adición de precipitaciones.

Marsic (2005) en un estudio con tomates determinados (para mercado y para industria) encontró que tanto el rendimiento de frutos de tomate como la calidad (firmeza y espesor de mesocarpio) están estrechamente vinculados a las condiciones de cultivo.

En las fases tempranas del cultivo las temperaturas favorecieron el desarrollo, con gran uniformidad y mayor extensión del ciclo de cultivo. Las temperaturas más altas a mediados de ciclo tardío hicieron que el mismo se acortara, provocando una concentración de la fructificación en los distintos tratamientos. De Koning (1992) coincide con estos datos al encontrar que la tasa de desarrollo de tomate, pepino y pimiento dulce depende sólo de la temperatura media. Anzalone (2010) citado por Fontanelli (2013) no encontró diferencias significativas para rendimiento entre el uso de cobertura vegetal y *mulching* biodegradable en cultivo de tomate.

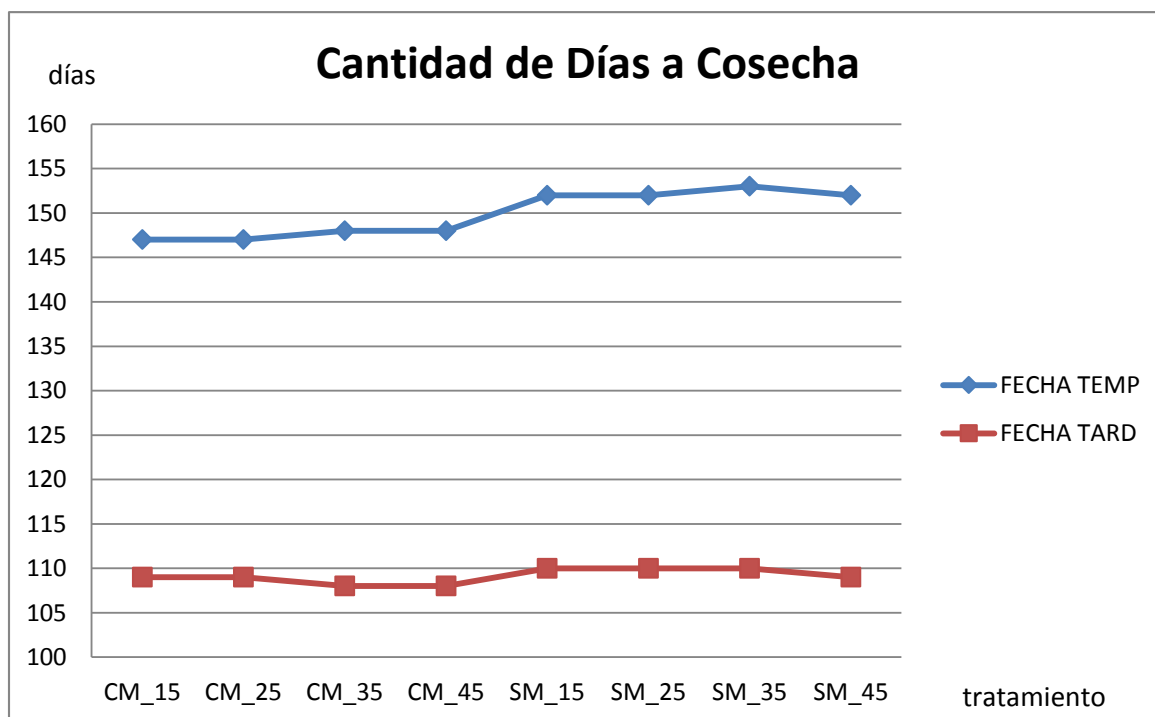
### 5.2.2. Fenología del cultivo

El efecto de los tratamientos se reflejó en los tiempos fenológicos del cultivo, registrados como días desde trasplante (DDT) y cosecha de frutos (IC), y que se presentan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Días desde trasplante (DDT) para cada estado fenológico de cultivo: Inicio de Floración (IF), Inicio de Cuaje, Inicio de Maduración e Inicio de Cosecha de frutos (IC) observado en cada tratamiento. CM (con *mulching*), SM (sin *mulching*).

TRATAMIENTO	INICIO DE FLORACIÓN		INICIO DE CUAJE		INICIO DE MADURACIÓN		INICIO DE COSECHA	
	Fecha Temprana	Fecha Tardía	Fecha Temprana	Fecha Tardía	Fecha Temprana	Fecha Tardía	Fecha Temprana	Fecha Tardía
CM_15	40	36	47	43	97	82	147	109
CM_25	40	36	47	43	98	83	147	109
CM_35	41	37	48	44	97	83	148	108
CM_45	41	37	48	44	97	83	148	108
SM_15	42	37	49	44	99	83	152	110
SM_25	42	36	49	43	99	84	152	110
SM_35	43	36	50	43	101	83	153	110
SM-45	43	37	50	44	101	83	152	109

A partir de la Tabla 7 se observa que el ciclo de cultivo es más corto para la fecha tardía, encontrando una diferencia de hasta 43 días antes de inicio de cosecha en comparación con la fecha temprana para una misma combinación de factores (Figura 24). Así mismo, dentro de cada fecha se observa una precocidad en los tratamientos con *mulching* en comparación a los de sin *mulching*, aunque mínima, en cada una de las etapas fenológicas.



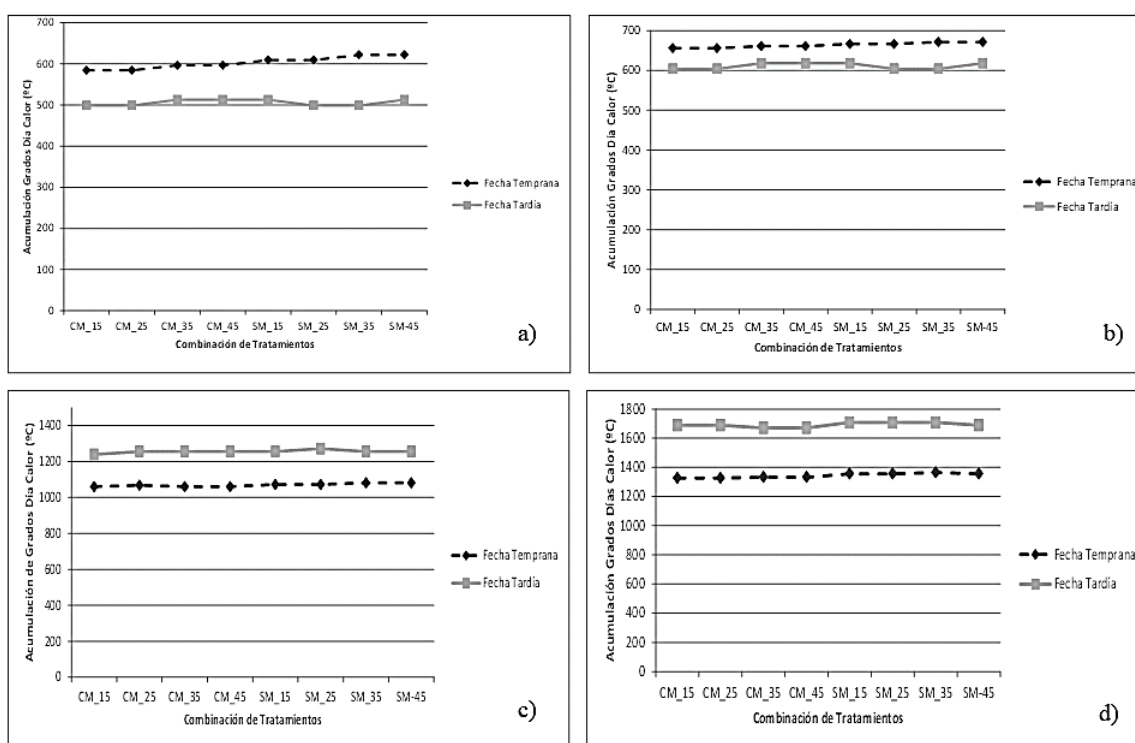
**Figura 24.** Días a Cosecha para las diferentes combinaciones de tratamientos para fecha tardía y fecha temprana.

La fecha tardía evidencia mayor precocidad de inicio de floración y cosecha respecto de la fecha temprana, esto puede explicarse a partir de las temperaturas promedio durante el ciclo de cultivo. Estadísticamente para días a cosecha, hay diferencias altamente significativas entre fecha temprana y fecha tardía ( $Pr > F = 0,395$ ).

Para el análisis de la variancia para inicio de maduración hay diferencias altamente significativas entre fecha temprana y fecha tardía ( $Pr > F = 0,11$ ). Para las variables de inicio de cuaje e inicio de floración hay diferencias significativas entre fecha temprana y fecha tardía ( $Pr > F = 4,88$ ) y ( $Pr > F = 4,88$ ) respectivamente.

Similares resultados obtuvo Argerich, 2011 (Informes y Progresos 2011 - 2012) evaluando condiciones de *mulching* y densidad, y diferentes variedades.

La acumulación de grados día de calor se observa en la Figura 25. En la misma podemos observar cuantos grados días se han necesitado para el ciclo de crecimiento del cultivo desde trasplante a cosecha e inferir la duración de cada fase fenológica para ambas fechas de plantación. La variación en la tasa de crecimiento con la temperatura es asociada con cambios en el balance de carbono de las plantas (Darawshet et al, 2006), y de esta manera la partición de fotoasimilados varía en función de las condiciones ambientales.



**Figura 25.** Acumulación de Grados Día Calor ( $^{\circ}\text{C}$ ) para: a) Inicio de Floración, b) Inicio de Cuaje, c) Inicio de Maduración de frutos y d) Inicio de Cosecha.

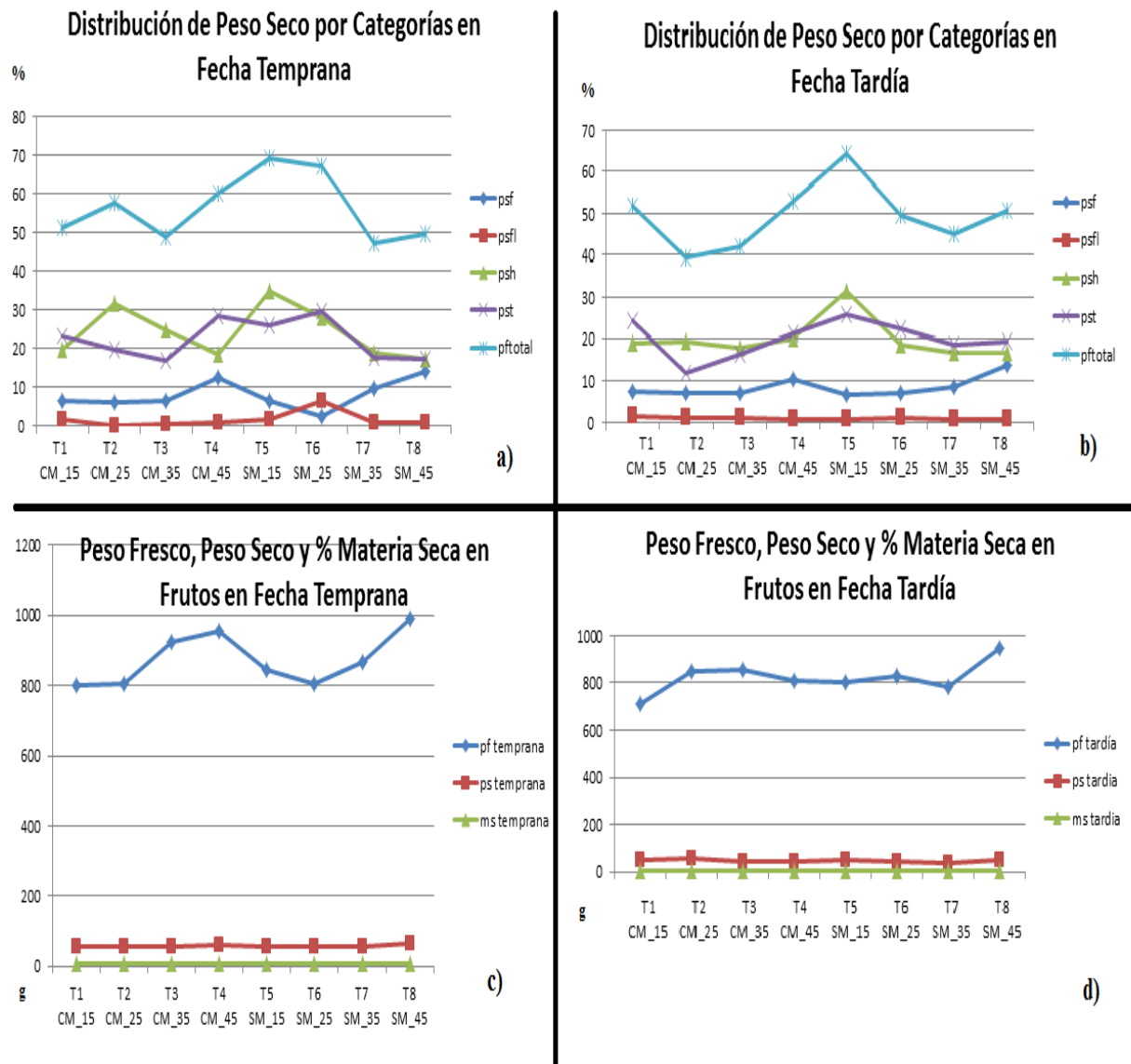
La evolución de la materia seca del cultivo no se pudo evaluar durante todo el ciclo del cultivo para ambas fechas debido que no se contaba con la estufa de secado y con el instrumental para levantar las imágenes de hojas para estimar el área foliar. Solo se realizó una primera determinación a los 60 días desde trasplante para ambas fechas (Tabla 8 y Figura 26). Asimismo para el estado fenológico de cosecha se determinó la materia seca de

los frutos cosechados de una planta elegida al azar para cada tratamiento y para ambas fechas (Tabla 8 y Figura 26). Si bien no se pueden establecer comparaciones estadísticamente significativas, es notable observar las diferencias en el peso entre las distintas combinaciones de tratamientos y entre las distintas fechas de plantación tanto para el muestreo en planta como el de frutos a cosecha. Kasperbauer y Loughrin (2004) citado por Fatemi (2013) encontraron por ejemplo que la cantidad de luz roja lejana reflejada por plantas vecinas aumentaron durante la siembra con más altas densidades afectando la partición de asimilados. Como resultado, las plantas en poblaciones densas eran más altas que las de densidades más bajas.

Hosseini *et al.* (2001), Posada *et al.* (2011) citados por Incalcaterra (2004) encontraron que el color del *mulching* y el espaciamiento modificaban la proporción de materia seca en los distintos órganos de la planta y que también dependía de las características de la especie. Resultados similares fueron también reportados por Elattir (2002), Vilorio *et al.* (2002) y Ara *et al.* (2007) citados por Incalcaterra (2004). Samaila (2011) en tomate evaluó que el *mulching* mejoraba el contenido de materia seca, proteínas y carbohidratos, así como también los rendimientos.

**Tabla 8.** Peso fresco y peso de la materia seca por órgano a los 60 días desde el trasplante y de la fruta a cosecha para fecha temprana y fecha tardía.

Fecha temprana	pffruto	pflores	pfhoja	pftallo	pftotal
T1 CM15	95,991	16,061	214,922	162,317	489,291
T2 CM25	100,158	9,32	247,863	119,532	476,873
T3 CM35	104,4	4,5	189,11	119,43	417,44
T4 CM45	219,723	6,7	275,812	221,317	723,552
T5 CM15	133,685	13,033	230,115	190,868	567,701
T6 CM25	69,972	24,593	179,567	188,231	462,363
T7 CM35	198,35	6,71	231,519	145,981	582,56
T8 CM45	252,833	7,029	191,04	127,06	577,962
Fecha temprana	psfruto	psflores	pshoja	pstallo	pftotal
T1 CM15	6,559	1,812	19,628	23,302	51,301
T2 CM25	6,233	0,102	31,526	19,756	57,617
T3 CM35	6,55	0,648	24,977	16,776	48,951
T4 CM45	12,34	1,007	18,407	28,328	60,082
T5 CM15	6,373	1,708	34,809	26,162	69,052
T6 CM25	2,708	6,448	28,215	29,76	67,131
T7 CM35	9,582	0,997	18,995	17,558	47,132
T8 CM45	14,147	1,023	17,222	17,262	49,654
Fecha tardía	pffruto	pflores	pfhoja	pftallo	pftotal
T1 CM15	112,342	18,301	205,6	173,21	509,453
T2 CM25	127,834	14,215	234,566	124,377	500,992
T3 CM35	131,211	12,231	199,445	165,4	508,287
T4 CM45	188,7	12,18	244,3	189,587	634,767
T5 CM15	123,75	12,112	174,275	190,23	500,367
T6 CM25	133,421	16,52	226,78	191,234	567,955
T7 CM35	134,68	11,05	189,7	139,87	475,3
T8 CM45	202,32	11,045	184,534	176,566	574,465
Fecha tardía	psf	psfl	psfhoja	psftallo	pftotal
T1 CM15	7,215	1,761	18,874	24,118	51,968
T2 CM25	7,115	1,34	19,345	11,754	39,554
T3 CM35	6,89	1,1	17,766	16,301	42,057
T4 CM45	10,451	0,945	20,2	21,455	53,051
T5 CM15	6,373	1,077	31,366	25,634	64,45
T6 CM25	7,054	1,403	18,781	22,44	49,678
T7 CM35	8,512	0,988	16,75	18,78	45,03
T8 CM45	13,78	0,945	16,6	19,433	50,758
Fecha temprana	pf12	ps12	ms12		
T1 CM15	800	56,8	7,1		
T2 CM25	805	56,35	7		
T3 CM35	925	57,29	6,7		
T4 CM45	955	62,1	6,5		
T5 CM15	845	56,35	7		
T6 CM25	805	55,54	6,9		
T7 CM35	865	57,1	6,6		
T8 CM45	990	65,34	6,6		
Fecha tardía	pf12	ps12	ms12		
T1 CM15	710	52,54	7,4		
T2 CM25	850	57,8	6,8		
T3 CM35	855	44,41	6,3		
T4 CM45	810	42,56	6,4		
T5 CM15	805	51,48	7,2		
T6 CM25	830	45,17	6,4		
T7 CM35	785	40,59	6,6		
T8 CM45	945	54,08	6,7		
Fecha temprana	pf12	ps12	ms12		
T1 CM15	800	56,8	7,1		
T2 CM25	805	56,35	7		
T3 CM35	925	57,29	6,7		
T4 CM45	955	62,1	6,5		
T5 CM15	845	56,35	7		
T6 CM25	805	55,54	6,9		
T7 CM35	865	57,1	6,6		
T8 CM45	990	65,34	6,6		



**Figura 26.** Efecto de los tratamientos sobre distribución de la Materia seca de Hojas (msh), Tallos (mst), Frutos (msf), Flores (msfl) y Total (mstotal) a los 60 días desde trasplante y en frutos a cosecha, para cada tratamiento.

a) Distribución de peso seco por categorías (psfl=peso seco de flores; psh = peso seco de hojas; pst (peso seco de tallos); pftotal = peso fresco total) en fecha temprana. b) Distribución de peso seco por categorías en fecha tardía. c) Sobre 12 frutos, distribución de su peso fresco (pftemprana), peso seco (pstemprana) y porcentaje de materia seca en fecha tardía (mstemprana). d) Sobre 12 frutos, distribución de su peso fresco (pftardía), peso seco (pstardía) y porcentaje de materia seca en fecha temprana (mstardía).

### 5.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES

A continuación se presentan los resultados del análisis estadístico de las variables estudiadas. Primeramente se realizó un análisis ANOVA a fin de observar las interacciones posibles entre los factores (fecha, tratamiento y densidad de siembra) (Tabla 9).

**Tabla 9.** Interacciones entre factores según variables dependientes.

	PF	F/P	RE	ACIDEZ	SST	EM	FIR	DESC	P. COS
S*T	No F=0.03911	No F=0.0921	Si * F=0.0267	No F=0.1369	No F=0.2359	Si ** F=0.0025	Si * F=0.0185	No F=0.3767	No F=0.8362
S*D	No F=0.4866	No F=0.0648	Si* F=0.0015	No F=0.2539	No F=0.1431	Si ** F=0.0006	No F=0.1566	No F=0.6269	No F=0.3253
T*D	No F=0.7816	Si * F=0.0068	Si ** F=0.0001	Si ** F=0.0005	Si ** F<0.0001	Si * F=0.0456	Si ** F<0.0001	No F=0.3839	No F=0.6463
S*T*D	Si ** F<0.0001	No F=0.3013	Si * F=0.0089	Si * F=0.0019	Si * F=0.0127	Si * F=0.0236	Si * F=0.0310	No F=0.6978	No F=0.9827

*Referencias: S: época de siembra; T: tratamiento con y sin mulching; D: distancia entre plantas. PF: Peso medio de fruto, F/P: frutos por planta; RE: rendimiento estimado; SST: Sólidos Solubles Totales EM: espesor del mesocarpo; FIR: firmeza. DESC: descarte. P. COS.: pérdida de cosecha. F expresa el valor de probabilidad. \*Nivel significativo estadísticamente. \*\*Nivel altamente significativo*

Al ser significativa la triple interacción entre factores se analizan las 16 combinaciones y posteriormente, en función del diseño estadístico adoptado, se separan los ensayos (por fecha) y se analiza la interacción de los factores T \* D (Tratamiento – con o sin “mulching” y Densidad) en cada ensayo y para todas las variables, con excepción de F/P (Frutos por Planta). Esta última variable no está influenciada por la fecha de siembra, pero si por la interacción de tratamiento por densidad de plantación.

En el caso de las variables Descarte y Pérdida de Cosecha que no presentaron ninguna interacción entre factores, se procedió al análisis ANOVA con el cual no se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ni distancia entre plantas. (Test Duncan,  $p < 0.05$ ).



### 5.3.1. Análisis Global

En la Tabla 10 se presentan los valores medios de las variables tanto para los parámetros cuantitativos como cualitativos analizados en cada combinación de tratamiento y por fecha de ensayos.

**Tabla 10.** Valores medios de las variables analizadas para cada combinación de factores.

Combinación de Ensayos	VARIABLES								
	PF (g)	F/P (nº)	RE (tn.ha <sup>-1</sup> )	DESC (nº/planta)	P. COS (%)	ACIDEZ (pH)	SST (°Brix)	EM (mm)	FIR (%)
<b>F1CM_15</b>	70,41700 bc	23,41700 e	68.110 b	1,00000 a	6,51500 abcd	4,49167 ed	3,92750 e	0,60708 bcdef	80,76800 d
<b>F1CM_25</b>	69,25000 bc	34,33300 abcd	56.990 bcd	1,00000 a	2,60400 d	4,55583 cd	4,06750 cde	0,62250 bcd	74,85200 e
<b>F1CM_35</b>	77,50000 ab	39,83300 abcd	55.395 cde	1,00000 a	3,23000 d	4,78500 a	4,68500 a	0,60625 bcdef	76,77800 e
<b>F1CM_45</b>	77,08300 ab	33,33300 bcd	35.856 fg	1,25000 a	3,95500 bcd	4,55667 cd	4,17500 cde	0,61208 bcde	75,50100 e
<b>F1SM_15</b>	73,00000 bc	32,75000 bcd	98.793 a	1,00000 a	4,44700 bcd	4,71583 ab	4,41920 abc	0,58333 cdef	81,12000 d
<b>F1SM_25</b>	69,91700 bc	33,00000 bcd	57.602 bc	1,00000 a	2,71100 d	4,54083 cde	4,00750 de	0,58796 bcdef	87,27900 ab
<b>F1SM_35</b>	73,50000 bc	35,41700 abcd	46.289 def	1,00000 a	3,38400 cd	4,57750 cd	3,99330 de	0,57208 def	82,29500 cd
<b>F1SM_45</b>	83,41700 a	32,66700 bcd	37.864 fg	12,66700 a	3,80000 bcd	4,63583 bc	4,60170 ab	0,66125 ab	73,06400 e
<b>F2CM_15</b>	70,41700 bc	30,33300 d	89.668 a	1,12500 a	8,14700 abc	4,46833 de	3,91920 e	0,53208 f	89,27700 ab
<b>F2CM_25</b>	68,25000 bc	38,91700 ab	66.798 bc	1,33300 a	5,66000 abcd	4,46000 de	4,22500 bcde	0,56625 def	88,22200 ab
<b>F2CM_35</b>	68,16700 bc	36,75000 abc	45.286 ef	8,00000 a	8,61200 ab	4,51750 cde	4,63000 a	0,63000 abcd	86,61000 ab
<b>F2CM_45</b>	58,75000 d	34,33300 abcd	27.736 g	1,75000 a	8,52400 ab	4,49750 de	4,68250 a	0,53833 ef	86,80600 ab
<b>F2SM_15</b>	74,08300 bc	30,08300 d	91.144 a	1,16700 a	5,42900 abcd	4,41750 e	4,16170 cde	0,69917 a	88,45200 ab
<b>F2SM_25</b>	70,91700 bc	35,08300 abcd	60.071 bc	1,33300 a	4,73200 bcd	4,42167 e	4,37830 abcd	0,58167 cdef	90,52700 a
<b>F2SM_35</b>	71,91700 bc	32,41700 cd	41.196 f	2,16700 a	8,13600 abc	4,45833 de	4,16170 cde	0,65583 abc	89,07400 ab
<b>F2SM_45</b>	64,83300 cd	31,58300 cd	28.073 g	1,62500 a	9,52800 a	4,49750 de	4,34170 abcd	0,57625 def	85,47200 bc

Referencias: F1: Fecha Temprana, F2: Fecha Tardía, PF=Peso medio de Fruto, F/P=Frutos por Planta, RE=Rendimiento Estimado Total, SST=Sólidos Solubles Totales, EM=Espesor de Mesocarpo, FIR=Firmeza. Entre paréntesis para cada variable se señalan las correspondientes unidades de medición. Diferentes letras dentro de cada columna indican diferencias estadísticamente significativas (Test Duncan,  $p < 0.05$ ).

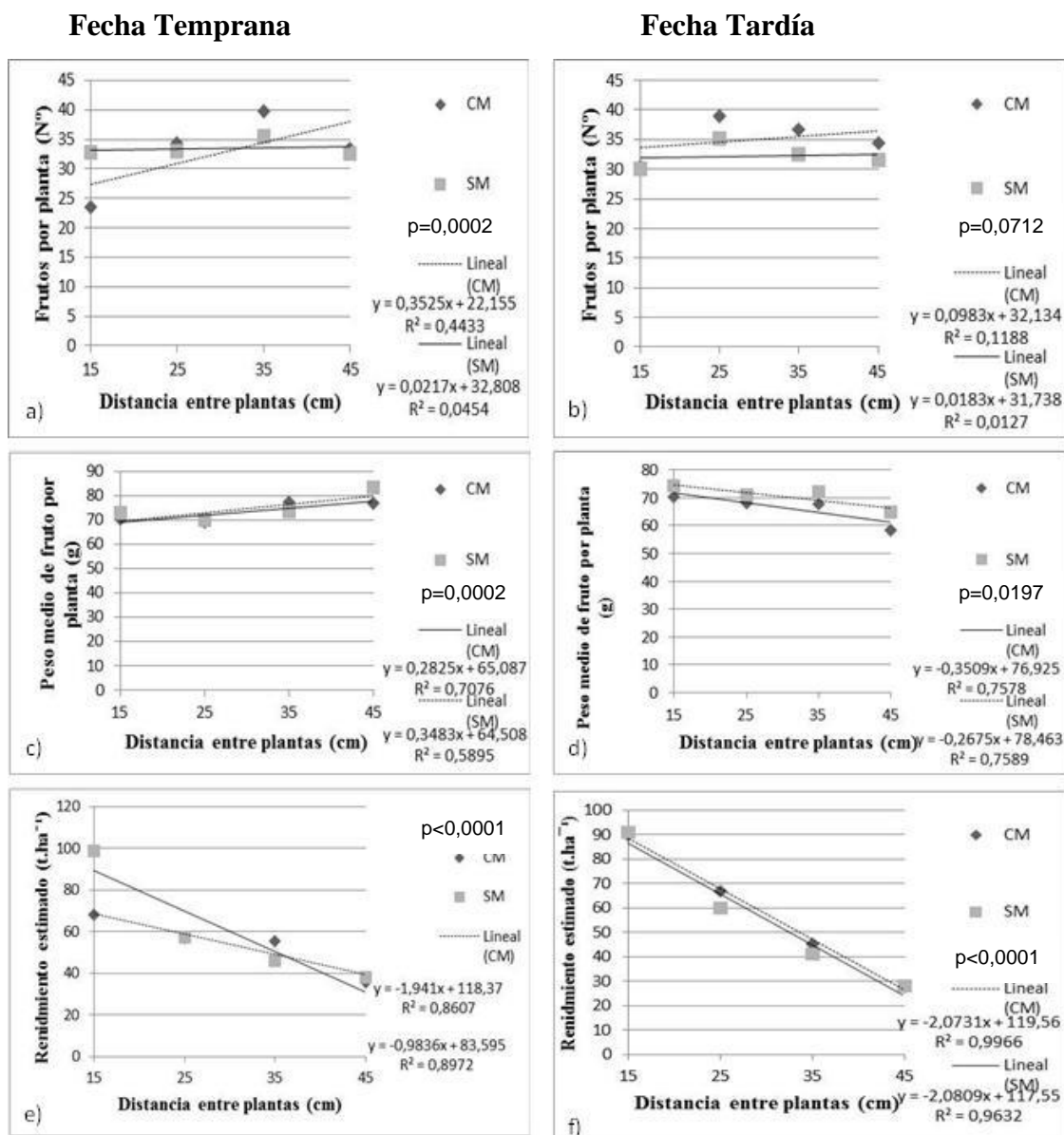
**Tabla 11.** Regresión para variables de los parámetros cuantitativos y cualitativos para el tratamiento Distancia.

Fecha	Modelo Ajustado	F (Valor F)	p(significancia)
Fecha 1	Rendimiento = 18500 + 1.569*d	131.50	<.0001
Fecha 2	Rendimiento = 3015.619 + 2.16*d	252.02	<.0001
Fecha 1	Frutos/Planta = 39.34918 - 0.00025426*d	14.72	0.0002
Fecha 2	Frutos/Planta = 36.75344 - 0.00012462*d	3.33	0.0712
Fecha 1	Peso = 0.40414 - 0.00000135*d	14.53	0.0002
Fecha 2	Peso = 0.30778 + 0.00000146*d	5.63	0.0197
Fecha 1	Canopia = 1048.70446 - 0.00412*d	5.13	0.0259
Fecha 2	Canopia = 1281.11724 - 0.00656*d	2.06	0.1548
Fecha 1	Peso Fruto = 80.68554 - 0.00026115*d	13.68	0.0004
Fecha 2	Peso Fruto = 61.55833 + 0.00027876*d	5.20	0.0249
Fecha 1	°Brix = 4.42396 - 0.00000770*d	2.65	0.1068
Fecha 2	°Brix = 4.71277 - 0.00001627*d	13.15	0.0005
Fecha 1	pH = 4.63270 - 0.00000103*d	0.25	0.6163
Fecha 2	pH = 4.51573 - 0.00000197*d	3.80	0.0544
Fecha 1	Firmeza = 74.54895 + 0.00017917*d	8.31	0.0049
Fecha 2	Firmeza = 86.07733 + 0.00008038*d	3.10	0.0816
Fecha 1	Espesor = 0.62833 - 8.84559E-7*d	2.65	0.1071
Fecha 2	Espesor = 0.57433 + 9.396597E-7*d	0.75	0.3885

Referencias: Fecha 1 (Fecha Temprana), Fecha 2 (Fecha Tardía), F (Valor F), p (significancia).

Existe interacción significativa entre fechas y el tratamiento distancia entre plantas (densidad) para las variables de los parámetros cuantitativos y cualitativos, en particular para el rendimiento, número de frutos por planta y el peso de fruto; tanto para fecha tardía como para fecha temprana (Tabla 11) y que se corresponden con lo observado en la Figura 27. Estos resultados coinciden con Incalcaterra (2004) quien observó interacción significativa para densidad de plantación y el uso de *mulching* de diferentes colores en tomate para industria. Berrueta, 2012 en ensayos con tomate para industria en Uruguay encontró que el rendimiento promedio de los cultivos con densidades de plantación menores a 20 mil plantas por hectárea ( $37,8 \pm 12,6$  Mg. ha<sup>-1</sup>) fue significativamente inferior a los cultivos con densidades mayores a 20 mil plantas por hectárea ( $59,3 \pm 12,6$  Mg. ha<sup>-1</sup>). Para el mismo

ensayo no se detectaron diferencias significativas entre densidades intermedias (20 a 24 mil plantas. ha<sup>-1</sup>) y mayores a 24 mil plantas por hectárea.



**Figura 27.** Regresión lineal para rendimiento estimado, peso medio del fruto, número de frutos por planta en función del distanciamiento entre plantas (densidad), para el tratamiento con mulching (CM) y sin mulching (SM): a) fecha temprana b) fecha tardía.

En la figura 27 puede observarse que el análisis de regresión simple explica bien la variación de datos en todas las variables analizadas, observándose interacción significativa para las variables de los parámetros cuantitativos con la distancia entre plantas. Tanto para

fecha temprana como para fecha tardía a medida que se aumenta el espaciamiento entre plantas (disminuye la densidad) los rendimientos también disminuyen, es decir la pendiente de la curva de ajuste es de signo negativo e interacción significativa ( $p < 0,0001$ ) para ambas fechas (fecha temprana e y fecha tardía f) de la figura 27. Sin embargo el número de frutos por planta aumenta a medida que se aumenta la distancia entre plantas (pendiente de ajuste positiva) y  $p= 0,0002$  para fecha temprana (fecha temprana a) de la figura 27, y  $p=0,0712$  para fecha tardía (fecha tardía b) de la figura 27. El peso medio del fruto en fecha temprana aumenta con el espaciamiento entre plantas (densidad disminuye)  $p=0,0002$  (fecha temprana c) de la figura 27, sin embargo para la fecha tardía el peso medio del fruto aumenta con un menor espaciamiento entre plantas (densidad aumenta)  $p=0,0197$  (fecha tardía d) de la figura 27, no obstante las pendientes de la curva de ajuste no son importantes. Estos resultados concuerdan con los de Pilatti, (1997) para tomate en invernadero y con los resultados de tomate para industria de Argerich, (2006) e Informes y Progresos 2012 – 2013.

### **5.3.2. Análisis por Fecha de Plantación**

En primer lugar se evalúan las interacciones posibles entre factores para cada fecha (Tablas 9 y 10). De este análisis surge que para la fecha temprana (Tabla 10) no hay interacción estadísticamente significativa para la variable PF (Peso del Fruto). Estos resultados están en línea con los de Yohannes y Tadesse, 1997 y Rawshan, 1996 que informaron que la distancia entre plantas no mostró ningún efecto significativo en el tamaño y peso del fruto. En cambio, existe doble interacción T\*D altamente significativa para las variables: F/P (Frutos por Planta), RE (Rendimiento). Esto concuerda con el trabajo de Elattir, 2003 en cultivo de tomate para industria en el que observó un aumento de hasta 40 % de rendimiento a medida que la densidad se incrementaba y además que el peso del fruto decrecía a medida que la densidad aumentaba. También existe interacción altamente significativa para ACIDEZ (Acidez), SST (Sólidos Solubles Totales) y FIR (Firmeza). Molyneux *et al.* (2004) y Ignatova *et al.* (2008) encontraron que el peso medio de la fruta comercializable se correlacionaba en forma negativa con los sólidos solubles totales y el contenido de materia seca. Sin embargo, estos resultados difieren de los obtenidos por Carli *et al.* (2009), quienes encontraron una correlación positiva entre el

rendimiento y el contenido de materia seca de la fruta. Esto refleja que las condiciones ambientales inciden fuertemente en los resultados.

De acuerdo a trabajos de Incalcaterra (2004), el incremento en la producción de fruta, debido al uso de *mulching* fue significativamente mayor en el tratamiento de alta densidad de plantas. Independientemente de la densidad de plantación, el porcentaje de frutos comercializables fue significativamente mayor en la parcela sin cobertura en comparación con las parcelas con cobertura de polietileno. La mayoría de los frutos comercializables en las parcelas sin cobertura estuvieron representados por las frutas sin madurar. Coincidentemente, Sharma (2013) en cultivo de frambuesa encontró que el uso del *mulching* y el color del mismo influían en el microclima y en el rendimiento y composición química de la fruta.

En cultivo de tomate creciendo en condiciones de hidroponía Anza (2004), observó que el ciclo de primavera mejoraba la calidad organoléptica del tomate.

Sambo (2012) encontró que el uso de *mulching* parecía disminuir el contenido de fenoles totales y la consistencia de los frutos de tomate, y producía la estimulación del rendimiento. La fecha de siembra también afectó a la calidad organoléptica de tomate para procesamiento.

Se observa a partir de la (tabla 12), que las variables DESC (Descarte) y P.COS (Pérdida de Cosecha) no presentaron ningún tipo de interacción entre factores, y a raíz de ello se procedió al análisis ANOVA, el cual mostró que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con y sin “*mulching*”, así como entre distintas densidades de siembra en la fecha temprana.

**Tabla 12.** Interacciones entre factores según variables dependientes para la Fecha Temprana.

	PF	F/P	RE	ACIDEZ	SST	EM	FIR	DESC	P. COS
<b>T</b>	No F=0.3030	No F=0.5729	Si * F=0.0149	No F=0.4921	No F=0.5910	No F=0.3215	Si ** F<0.0001	No F=1,000	No F=0,6852
<b>D</b>	Si ** F<0.0001	Si ** F<0.0001	Si ** F<0.0001	Si * F=0.0183	Si ** F=0.0070	Si * F=0.0134	Si ** F<0.0001	No F=0,8506	No F=0,2391
<b>T*D</b>	No F=0,0639	Si ** F=0.0020	Si ** F<0.0001	Si ** F<0.0001	Si ** F<0.0001	Si * F=0.0203	Si ** F<0.0001	No F=0,3671	No F=0,8287

Referencias: F expresa el valor de probabilidad. T: tratamiento (con y sin *mulching*); D: distancia entre plantas. PF: Peso medio de fruto, F/P: frutos por planta; RE: rendimiento

estimado; EM: espesor del mesocarpo; SST: Sólidos Solubles Totales; FIR: firmeza. DESC: descarte. P. COS.: pérdida de cosecha. Procedimiento GLM,  $\alpha=0.05$ . \* significativo, \*\* altamente significativo

Para la fecha tardía sólo se detecta interacción doble significativa de factores T\*D (Tratamiento\*Distancia) para la variable SST. La influencia de la distancia entre plantas se observa para las variables PF, F/P, RE y SST, destacando que la variable FIRMEZA de frutos, al contrario de la fecha temprana, no registra influencias estadísticamente significativas por parte del factor Tratamiento ni Distancia entre plantas (Tabla 13). Estos resultados coinciden con los de Warner, 2002, en los que un aumento de la densidad de siembra de 33.300 a 40.400 plantas. ha.<sup>-1</sup> mediante la reducción de la distancia entre plantas dentro de la hilera de 40 cm. a 33 cm. aumentaron el rendimiento de 3 - 5 Mg. ha.<sup>-1</sup> no afectando el tamaño del fruto o el contenido de sólidos solubles. Amans *et al.*, 2008, Abdul-Baki, 1995, Hanson *et al.*, 2001 citados por Samaila (2011) en trabajos con tomate para mercado sí encontraron que el *mulching* mejoraba los rendimientos comparado con suelo desnudo.

**Tabla 13.** Interacciones entre factores según variables dependientes para la Fecha Tardía.

	PF	F/P	RE	ACIDEZ	SST	EM	FIR	DESC	P. COS
<b>T</b>	No F=0.1358	Si * F=0.0460	No * F=0.711	No F=0.0587	No F=0.2427	Si ** F=0.0044	No F=0.5072	No F=0.5500	No F=0.5905
<b>D</b>	Si * F=0.0223	Si ** F=0.0073	Si ** F<0.001	No F=0.0788	Si ** F=0.0023	Si * F=0.0203	No F=0.1034	No F=0.6838	No F=0.2182
<b>T*D</b>	No F=0.9739	No F=0.7284	No F=0.4276	No F=0.7131	Si ** F=0.0096	Si * F=0.0422	No F=0.3730	No F=0.6119	No F=0.8226

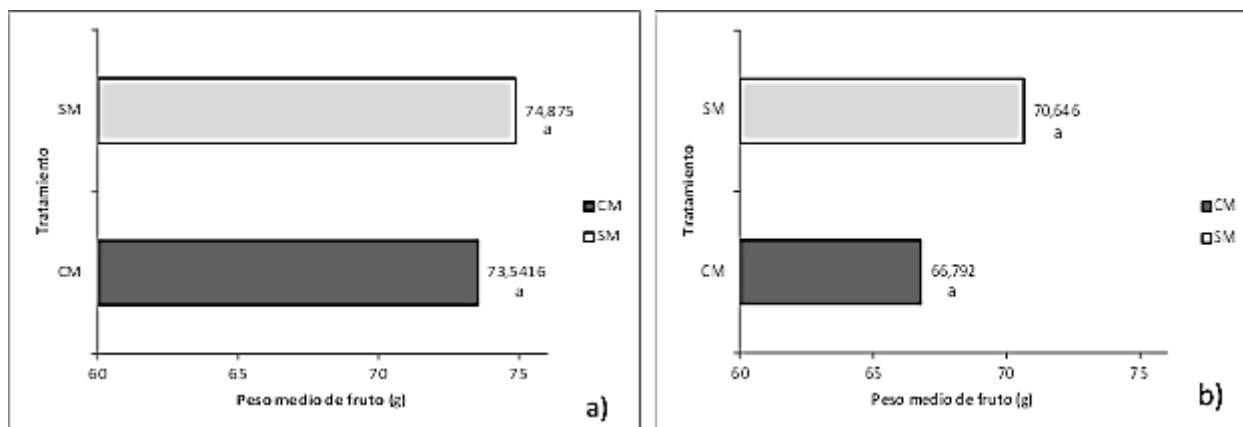
Referencias: F expresa el valor de probabilidad. T: tratamiento (con y sin *mulching*); D: distancia entre plantas. PF: Peso medio de fruto, F/P: frutos por planta; RE: rendimiento estimado; EM: espesor del mesocarpo; SST: Sólidos Solubles Totales; FIR: firmeza. DESC: descarte. P. COS.: pérdida de cosecha Procedimiento GLM,  $\alpha=0.05$ . \* significativo, \*\* altamente significativo.

Como en el caso de la fecha temprana, en la fecha tardía tampoco se observó interacción entre factores para las variables Descarte y Pérdida de Cosecha, y en esta fecha también cumple con estas condiciones la variable Acidez. En ninguna de estas tres variables se hallaron diferencias significativas entre tratamientos con y sin “*mulching*” ni

entre diferentes distancias de plantación (Test Duncan,  $\alpha=0.05$ ). Tal vez las buenas condiciones climáticas, principalmente la baja pluviometría en fecha tardía hizo que hubiese bajo porcentaje de fruta de descarte y pérdida de cosecha.

La variable PF (Peso de Frutos) es significativamente influenciada por la distancia entre plantas (D) en ambas fechas, encontrando que el mayor PF se registra para la distancia de 0,45 m. entre plantas y el menor peso para la distancia de 0,25 m. entre plantas en la fecha temprana. Hamid, 2010 coincide en su trabajo al evaluar densidades de plantación y fechas óptimas encontrando que las densidades más altas dan mayores rendimiento y frutos con mayor diámetro y peso. En cambio, para la fecha tardía, en la comparación múltiple de medias la distancia entre plantas de 0,15 m. resultó significativamente diferente de las otras densidades de plantación, registrando el menor peso promedio por fruto.

No se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para ninguna de las dos fechas respecto de esta variable (Figura 28 a y b), con un comportamiento similar, en donde los ensayos sin “mulching” (SM) registraron mayores pesos medios de frutos que los de tratamiento con “mulching” (CM).



**Figura 28.** Efecto del Tratamiento con “mulching” (CM) y sin “mulching” (SM) sobre el Peso medio de fruto (PF) para: a) fecha temprana y b) fecha tardía.

\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada variable dentro de cada fecha. Test de Duncan ( $p \leq 0.05$ )a

Además, el contenido de Sólidos Solubles Totales (SST) presentó interacción doble (Tratamiento\*Distancia) en ambas fechas.

Como en las restantes variables, se halló interacción entre factores para la fecha temprana, los efectos de los distintos tratamientos combinados con los diferentes niveles de distancia entre plantas sobre las variables de productividad para la fecha temprana se presentan en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Media y Error Estándar (EE) de los diferentes tratamientos combinados en la Fecha Temprana para las variables productivas.

TRATAMIENTO	Peso por Fruto (g)		Número de Frutos por Planta		Rendimiento (Kg.ha <sup>-1</sup> )	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE
T1: CM_15	70,417 c	±3,3402	23,417 c	±5,2128	68.110 b	±6853,808
T2: CM_25	69,250 c	±3,34475	34,333 b	±5,7577	56.990 c	±4555,935
T3: CM_35	77,500 b	±5,55345	39,833 a	±6,0727	55.395 cd	±6061,425
T4: CM_45	77,084 b	±3,63975	33,333 b	±5,5158	35.856 f	±3829,7115
T5: SM_15	73,000 cb	±2,2156	32,750 b	±6,784	98.793 a	±9786,7875
T6: SM_25	69,917 c	±2,2609	33,000 b	±5,0452	57.602 c	±4487,639
T7: SM_35	73,500 cb	±1,5739	35,417 ab	±9,07	46.289 de	±5569,4045
T8: SM_45	83,417 a	±3,6272	32,667 b	±5,4327	37.864 ef	±3247,103

*Referencias: Peso por fruto (g), Frutos por Planta (cantidad) y Rendimiento estimado para una hectárea (kg.ha<sup>-1</sup>). \*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada variable. Test de Duncan ( $p \leq 0.05$ ),  $gl= 19$*

A partir de la observación de los datos de la Tabla 14 se advierte que dentro de los tratamientos con “mulching”, no hay diferencias entre 0,15 m. y 0,25 m. de distancia entre plantas en cuanto al peso medio de los frutos, los cuales fueron significativamente mayores para distancias entre 0,35 m. y 0,45 m. entre plantas, sin diferencias estadísticas significativas entre estas dos últimas densidades. Respecto de los tratamientos sin “mulching”, el que registró mayor peso medio de fruto fue el de distancia a 0,45 m. entre plantas (83, 417 g.), muy diferentes del resto de las densidades. Luego, para iguales distancias entre plantas, se observa que sólo se registran diferencias significativas a nivel de 0,45 m. entre plantas, donde sin uso de mulching se obtiene un valor medio de fruto más alto que con uso de mulching.



Sin embargo Argerich, *et al*, (2013) indicaron que los rendimientos comercializables y totales no se ven afectados por la densidad de plantas. Además que el tamaño del fruto sólo se reduce un 10 % por el aumento de 15.000 a 30.000 plantas. ha.<sup>-1</sup>.

Para los diferentes tratamientos se observaron diferencias significativas respecto del peso promedio de frutos, la cantidad de frutos por planta y el rendimiento estimado por hectárea según Test de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). Si bien los mayores pesos por frutos se observaron en el tratamiento T8: SM\_45 (Figura 29), el mayor rinde por hectárea estimado se observó en el T5: SM\_15. Esto puede explicarse en función de que un mayor número de plantas por unidad de superficie compensa y aumenta el rendimiento individual por planta. También se correlaciona con lo hallado para el cultivo en invernadero de tomate por Van de Vooren *et al*. (1986) quienes explican que a partir de un determinado nivel de densidad de siembra, la producción por planta disminuye y la producción por unidad de superficie crece; un nuevo incremento de densidad permite alcanzar la cosecha máxima, mientras que excesivas densidades hacen bajar la cosecha. Por lo que podría recomendarse utilizar la mayor densidad de siembra sin uso de mulch para disminuir los costos de producción para esta época de siembra, teniendo en cuenta el destino de producción en fábrica.

A continuación se ofrece una tabla de los valores obtenidos en la fecha tardía para los distintos tratamientos con cuatro niveles de densidad en relación al peso promedio de frutos y la cantidad de frutos por planta, estimando un rendimiento por hectárea para cada tratamiento en función de la cantidad de plantas (Tabla 15).

**Tabla 15.** Media y Error Estándar (EE) de los diferentes tratamientos en la fecha tardía.

TRATAMIENTO	Peso por Fruto (g)		Número de Frutos por Planta		Rendimiento (Kg/ha)	
	Media	EE	Media	EE	Media	EE
T1: CM_15	70,416 a	±4,488	30,3333 c	±29,103	89668 a	±9853,655
T2: CM_25	68,250 ab	±6,843	38,9167 a	±31,584	66798 b	±9189,105
T3: CM_35	68,166 ab	±3,288	36,7500 ab	±45,832	45286 c	±6417,080
T4: CM_45	58,750 b	±7,732	34,3333 abc	±29,025	27736 d	±3289,400
T5: SM_15	74,083 a	±6,903	30,0833 c	±30,485	91144 a	±9709,495
T6: SM_25	70,916 a	±6,207	35,0833 abc	±39,454	60071 b	±4914,530
T7: SM_35	71,916 a	±5,594	32,4167 bc	±32,645	41196 c	±3610,380
T8: SM_45	64,833 ab	±8,146	31,5833 bc	±30,782	28073 d	±3802,475

*Referencias: Peso por frutos (g), cantidad de frutos por planta (Frutos/Planta) y Rendimiento = Rendimiento estimado por hectárea (kg/ha). Test de Duncan  $gl=88$ , ( $p \leq 0.05$ ),*

Para esta fecha de plantación los mayores rendimientos estimados se registraron en T1: CM\_15 y T5: SM\_15, por lo que puede deducirse que no hay un efecto beneficioso para incrementar los rindes a través del uso de “mulching”, pudiendo prescindir del mismo en densidades de 15 cm entre plantas a los fines de reducir costos de producción.

El análisis GLM muestra que existen diferencias significativas ( $p=0.0264$ ) entre diferentes densidades de plantación con respecto al contenido de sólidos solubles (°Brix) ( $p=0.0023$ ) y el espesor del mesocarpo ( $p=0.0301$ ), respectivamente. Además de evidenciar una interacción entre tratamientos de “mulching” y las diferentes densidades para las variables contenido de solubles ( $p=0.0096$ ) y espesor del mesocarpo ( $p=0.0263$ ).

No se hallaron diferencias entre tratamientos con y sin mulch para las variables contenido de sólidos solubles totales y acidez, sin embargo sí existen diferencias

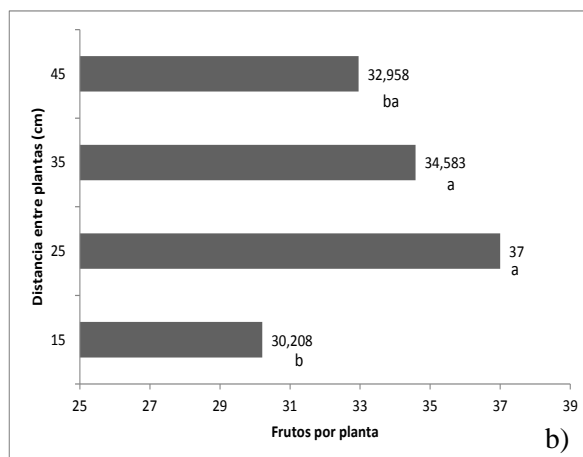
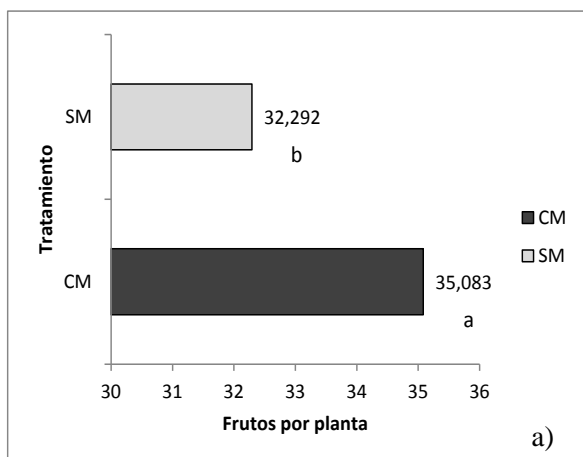
significativas para el espesor del mesocarpio (Figura 27), siendo en promedio mayor para el tratamiento sin mulch ( $p=0.0423$ ).



**Figura 29.** Frutos del tratamiento T8 SM\_45, planta 1 dispuestos para medición de espesor de mesocarpio.

Analizando los datos de la fecha tardía, con respecto a la variable Frutos por Planta (F/P) no se observó interacción entre factores, por lo que se procedió al análisis de cada factor individualmente.

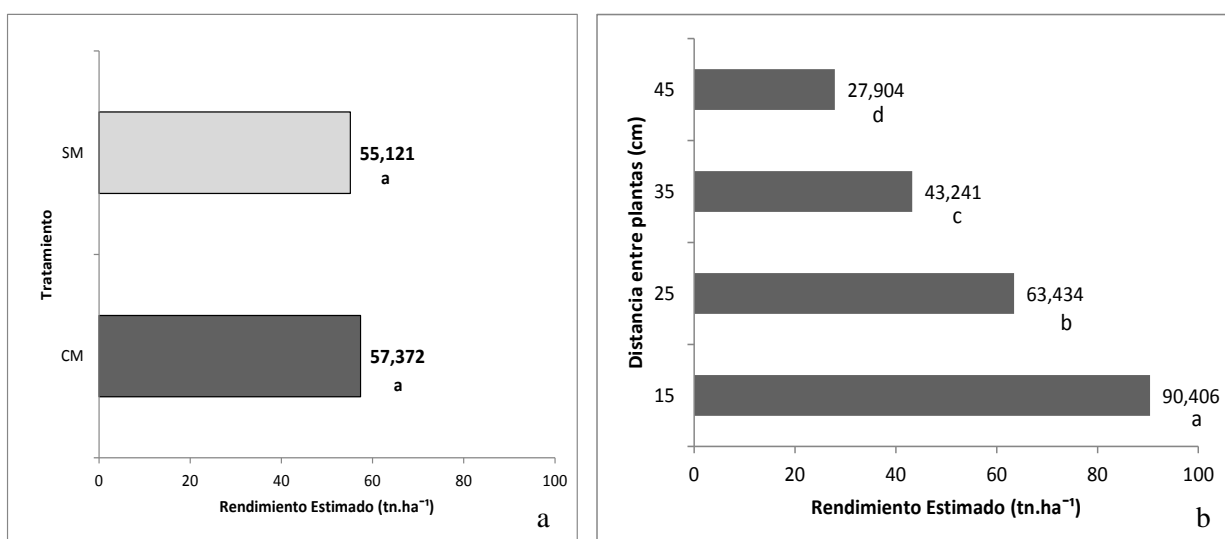
En la comparación múltiple de medias para tratamiento se detectó una diferencia significativa a favor de mayor cantidad de Frutos por Planta (F/P) en el tratamiento con mulching (CM) (Figura 30 a); mientras que en la comparación de las densidades, las distancias entre plantas de 0,25 m. y 0,35 m. resultaron significativamente mayores en cuanto a F/P respecto de las otras combinaciones (Figura 30 b).



**Figura 30.** Frutos por planta (F/P) según efecto: a) del Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM), y b) de la Distancia entre plantas (cm), para la fecha tardía.

\*Letras distintas entre barras indican diferencias significativas a nivel estadístico (Test Duncan,  $\alpha=0.05$ )

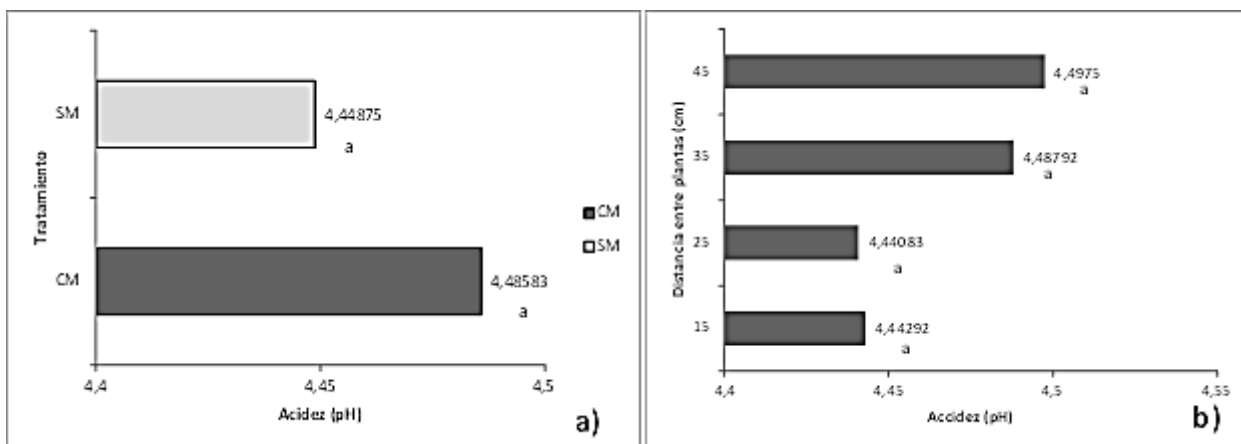
En la fecha tardía se observan diferencias significativas para el Rendimiento total Estimado (RE) entre cada una de las densidades (Figura 31), donde los máximos rindes (promedio de todas las combinaciones) se dieron en los ensayos con uso de *mulching* (Figura 31 a) y los de 0,15 m. entre plantas tanto para el uso y no utilización de *mulching* (Figura 31 b).



**Figura 31.** Rendimiento Estimado (RE) según efecto: a) de la Distancia entre plantas y b) del Tratamiento con “mulching” (CM) y sin “mulching” (SM) para la fecha tardía.

\*Letras distintas entre columnas indican diferencias significativas a nivel estadístico (Test Duncan,  $\alpha=0.05$ ).

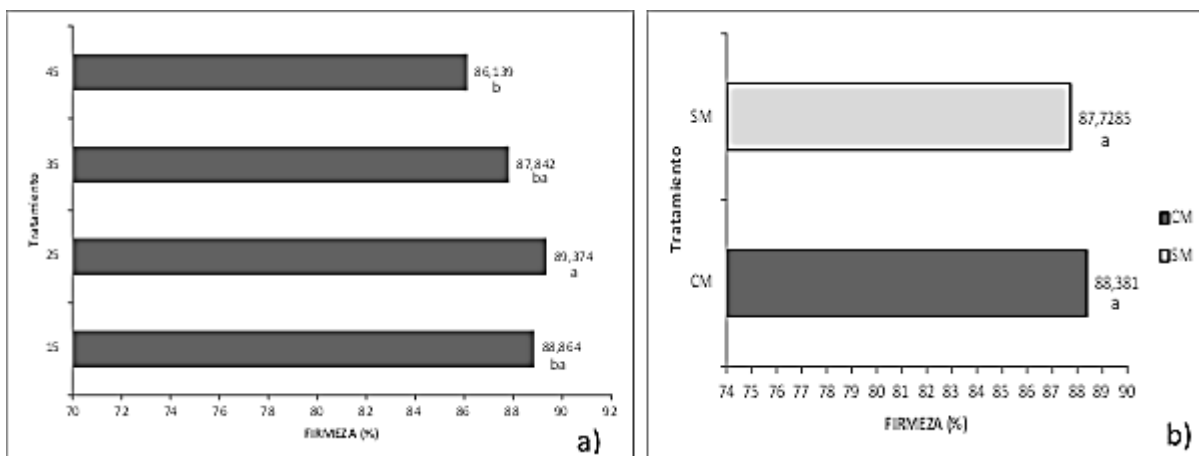
La variable ACIDEZ para la fecha tardía no presenta diferencias estadísticamente significativas para ningún factor individualmente (Figura 32 a y b).



**Figura 32.** Grado de acidez (pH) según efecto de: a) Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM), y de b) la Distancia entre plantas (D) para la fecha tardía.

\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada variable. Test de Duncan ( $p \leq 0.05$ )

La Firmeza de los frutos no presentó interacción doble de factores para la fecha tardía, por lo que se analizaron los factores individualmente (Figura 33). El mayor grado de firmeza se observó para el Tratamiento de 0,25 m. entre plantas (Figura 33 a), en tanto que no existieron diferencias entre los tratamientos con y sin “mulching” (Figura 33 b).



**Figura 33.** Grado de firmeza del fruto (FIRMEZA) según efecto de: a) la Distancia entre plantas (D) b) del Tratamiento Con “mulching” (CM) y Sin “mulching” (SM). Fecha tardía.

\*Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para cada variable. Test de Duncan ( $p \leq 0.05$ ).

### 5.3.3. Análisis en función de las condiciones ambientales

Se realizó análisis de correlación múltiple entre las variables de los parámetros cuantitativos y cualitativos y las variables ambientales (humedad relativa y temperatura) para ambas fechas de plantación a fin de observar si existe interacción de la humedad relativa y la temperatura con las variables del rendimiento y la calidad. En la tabla 16 se muestran los resultados del análisis en los que hay interacción positiva para peso medio de fruto (variable de rendimiento) y para °Brix, Acidez y Firmeza ( $p < 0,0001$ ) tanto para humedad relativa como para temperatura media.

**Tabla 16.** Análisis de regresión múltiple de variables rendimiento y calidad y variables de Humedad Relativa (HR) y Temperatura Media Acumulada (T. Media Acumulada).

VARIABLE	HR ACUMULADA			TMEDIA ACUMULADA		
	Adj R-Sq	Valor t	Pr >  t	Adj R-Sq	Valor t	Pr >  t
<b>Peso_fruto</b>	0.0648	3.77	<b>0.0002</b>	0.0648	-3,77	<b>0.0002</b>
<b>Rendimiento</b>	-0.0049	0.24	<b>0.8080</b>	-0.0049	-0,24	<b>0.8080</b>
<b>Fruto/planta</b>	-0.0036	-0.56	0.5732	-0.0036	0.56	0.5732
<b>Brix</b>	0.0010	-1.09	0.2781	0.0010	1.09	0.2781
<b>Acidez (pH)</b>	0.1451	5.78	<.0001	0.1451	-5,78	<.0001
<b>Firmeza</b>	0.3769	-10.79	<b>&lt;.0001</b>	0.3769	10.79	<b>&lt;.0001</b>
<b>Espesor</b>	-0.0027	0.69	<b>0.4899</b>	-0.0027	-0,69	<b>0.4899</b>

*Referencias: Peso=peso promedio de cinco frutos; Peso\_fruto = peso promedio de fruto; Rendimiento= rendimiento estimado total; Fruto/planta= cantidad de frutos por planta; °Brix= contenido de sólidos solubles expresados en grados Brix (°Brix); Acidez (pH) = pH del zumo del fruto; Firmeza= firmeza del fruto; Espesor= espesor del mesocarpo.*

**Tabla 17.** Análisis de correlación para variables cuantitativas.

	RENDIMIENTO	FRUTOS/PL	TMX	PPA	ESM	HR	TMEDIA
RENDIMIENTO	100.000	0.20001	-0.01765	-0.01765	-0.01765	0.01765	-0.01765
p		0.0054	0.8080	0.8080	0.8080	0.8080	0.8080
FRUTOS/PL	0.20001	100.000	0.04091	0.04091	0.04091	-0.04091	0.04091
p	0.0054		0.5732	0.5732	0.5732	0.5732	0.5732
TMX	-0.01765	0.04091	100.000	100.000	100.000	-100.000	100.000
p	0.8080	0.5732		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
PPA	-0.01765	0.04091	100.000	100.000	100.000	-100.000	100.000
p	0.8080	0.5732	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
ESM	-0.01765	0.04091	100.000	100.000	100.000	-100.000	100.000
p	0.8080	0.5732	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
HR	0.01765	-0.04091	-100.000	-100.000	-100.000	100.000	-100.000
p	0.8080	0.5732	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
TMEDIA	-0.01765	0.04091	100.000	100.000	100.000	-100.000	100.000
p	0.8080	0.5732	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Referencias: Frutos/PL (frutos por planta); TMX (Temperatura Máxima); PPA (Precipitación Anual); ESM (Energía Solar Media); HR (Humedad Relativa); TMedia (Temperatura Media)-

En la tabla 17 se presenta un resumen de los resultados del análisis de correlación entre las variables de los parámetros cuantitativos (peso, rendimiento, frutos por planta) y las variables ambientales temperatura máxima (TMX), precipitaciones (PPA), energía solar (ESM), humedad relativa (HR) y temperatura media (TMEDIA).

La misma muestra que hay interacción entre los factores ambientales y los parámetros cuantitativos, en algunos casos positiva y en otros negativa. Es importante resaltar que el ambiente está influyendo en las variables de los aspectos cuantitativos y cualitativos (Tabla 18), por lo tanto la fecha de plantación está influyendo en el rendimiento y en la calidad de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

**Tabla 18.** Análisis de correlación para variables de Calidad.

	PESO_FRUTO	BRIX	pH	Firmeza	Espesor	TMX	PPA	ESM	HR	TMEDIA
<b>PESO_FRUTO</b>	100.000	-0.10905	0.13392	-0.17314	0.57410	-0.26392	-0.26392	-0.26392	0.26392	-0.26392
<b>p</b>		0.1322	0.0640	0.0163	<.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
<b>BRIX</b>	-0.10905	100.000	0.28311	-0.06852	-0.00863	0.07867	0.07867	0.07867	-0.07867	0.07867
<b>p</b>	0.1322		<.0001	0.3450	0.9054	0.2781	0.2781	0.2781	0.2781	0.2781
<b>pH</b>	0.13392	0.28311	100.000	-0.42125	0.04604	-0.38675	-0.38675	-0.38675	0.38675	-0.38675
<b>p</b>	0.0640	<.0001		<.0001	0.5260	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<b>Firmeza</b>	-0.17314	-0.06852	-0.42125	100.000	-0.09852	0.61657	0.61657	0.61657	-0.61657	0.61657
<b>p</b>	0.0163	0.3450	<.0001		0.1740	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<b>Espesor</b>	0.57410	-0.00863	0.04604	-0.09852	100.000	-0.05013	-0.05013	-0.05013	0.05013	-0.05013
<b>p</b>	<.0001	0.9054	0.5260	0.1740		0.4899	0.4899	0.4899	0.4899	0.4899
<b>TMX</b>	-0.26392	0.07867	-0.38675	0.61657	-0.05013	100.000	100.000	100.000	-100000	100000
<b>p</b>	0.0002	0.2781	<.0001	<.0001	0.4899		<.0001	<.0001	<.0001	<.0001
<b>PPA</b>	-0.26392	0.07867	-0.38675	0.61657	-0.05013	100.000	100.000	100.000	-100000	100000
<b>p</b>	0.0002	0.2781	<.0001	<.0001	0.4899	<.0001		<.0001	<.0001	<.0001
<b>ESM</b>	-0.26392	0.07867	-0.38675	0.61657	-0.05013	100.000	100.000	100.000	-100000	100000
<b>p</b>	0.0002	0.2781	<.0001	<.0001	0.4899	<.0001	<.0001		<.0001	<.0001
<b>HR</b>	0.26392	-0.07867	0.38675	-0.61657	0.05013	-100000	-100000	-100000	100.000	-100000
<b>p</b>	0.0002	0.2781	<.0001	<.0001	0.4899	<.0001	<.0001	<.0001		<.0001
<b>TMEDIA</b>	-0.26392	0.07867	-0.38675	0.61657	-0.05013	100000	100000	100000	-100000	100.000
<b>p</b>	0.0002	0.2781	<.0001	<.0001	0.4899	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	

Referencias: PESO\_FRUTO (Peso promedio de Fruto); BRIX (Grados Brix); TMX (Temperatura Máxima); PPA (Precipitación Anual); ESM (Energía Solar Media); HR (Humedad Relativa); TMedia (Temperatura Media)-

Cirujeda, (2012) estableció que las características climáticas, así como las características del suelo varían en las diferentes áreas de producción y el uso de plásticos biodegradables pueden tener diferente comportamiento agronómico dependiendo de la zona.

Incalcaterra (2004) observó que condiciones climáticas adversas durante el otoño interfieren con la maduración regular de la fruta y reduce los rendimientos potenciales de tomate en las condiciones de Sicilia, Italia. Camejo *et al.* 2005 en su trabajo con tomate encontraron que aquellas plantas expuestas a altas temperaturas mostraban reducciones importantes en la fotosíntesis.

Se realizó un análisis de regresión de PAR para canopia y las variables de rendimiento (Tabla 19) y de calidad (Tabla 20). Los datos de PAR tomados para ambas fechas de plantación y en los distintos momentos y lugares respecto de las combinaciones entre tratamiento y distancia son homogéneos y altos como para causar bajas tasas fotosintéticas en el cultivo. Salvo en etapas avanzadas del cultivo donde el mismo ya cubre



el bordo e incluso los pasillos entre bordos, se observan diferencias en la radiación PAR interceptada principalmente en la canopia y en el tratamiento distancia en el cual en la combinación tanto de uso de *mulching* y sin *mulching* y a 0,15 m. de espaciamiento entre plantas hay diferencias estadísticas significativas (Tabla 20). La PAR interceptada no es modificada por el tratamiento de uso o no uso de cobertura plástica ni tampoco por la fecha de plantación.

**Tabla 19.** Análisis de regresión de PAR para canopia y variables de rendimiento.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO			FRUTOS PL			PESO DE 5 FRUTOS		
	Adj R-Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R-Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R-Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t
F1CM 15	0.5039	-3.49	<b>0.0058</b>	0.6074	-4.24	<b>0.0017</b>	0.0114	1.06	0.3134
F1CM 25	-0.0830	-0.40	0.7002	0.0159	-1.09	0.3032	-0.0817	-0.41	0.6893
F1CM 35	-0.0684	0.54	0.5983	0.1436	1.69	0.1226	-0.0440	-0.73	0.4808
F1CM 45	-0.0451	-0.72	0.4853	0.0736	-1.37	0.2010	-0.0522	0.67	0.5157
F1SM 15	-0.0035	0.98	0.3499	-0.0499	0.69	0.5053	-0.0578	0.63	0.5418
F1SM 25	-0.0629	-0.59	0.5679	0.0480	-1.25	0.2408	0.0719	1.36	0.2034
F1SM 35	-0.0990	0.10	0.9246	-0.0989	-0.10	0.9227	-0.0046	0.97	0.3528
F1SM 45	-0.0993	0.18	0.9360	-0.0765	-0.47	0.6505	-0.0043	0.98	0.3521
F2CM 15	0.1328	1.64	0.1323	-0.0155	0.91	0.3832	0.0447	1.23	0.2466
F2CM 25	0.0107	-1.06	0.3150	-0.0552	-0.65	0.5295	-0.0687	-0.54	0.6003
F2CM 35	-0.0923	-0.27	0.7960	-0.0910	-0.29	0.7797	-0.0989	-0.10	0.9206
F2CM 45	-0.0614	-0.60	0.5597	-0.0299	0.83	0.4285	0.0455	-1.23	0.2452
F2SM 15	-0.0780	-0.45	0.6613	-0.0427	-0.74	0.4755	-0.0993	0.08	0.9385
F2SM 25	-0.0210	-0.88	0.3996	-0.0981	0.13	0.8985	-0.0761	-0.47	0.6475
F2SM 35	-0.0655	0.57	0.5821	-0.0980	0.13	0.8959	-0.0774	0.46	0.6564
F2SM 45	-0.0868	-0.35	0.7343	-0.0254	-0.85	0.4135	-0.0896	0.31	0.7641

Referencias: Frutos\_PL (frutos por planta); PESO DE 5 FRUTOS (peso promedio de cinco frutos por planta).

Tabla 20. Análisis de regresión de PAR para canopia y variables de calidad.

TRATAMIENTO	PESO FRUTO			° BRIX			pH			FIRMEZA			ESPESOR		
	Adj R- Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R- Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R- Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R- Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t	Adj R- Sq	Valor t CANOPIA	Pr >  t
FICM 15	0.0275	1.14	0.2790	0.0142	1.08	0.3070	-0.0762	0.47	0.6486	0.0650	-1.33	0.2136	-0.0962	-0.19	0.8553
FICM 25	-0.0817	-0.41	0.6893	-0.0973	0.16	0.8794	0.0831	-1.41	0.1879	-0.0840	0.38	0.7091	-0.0927	-0.26	0.8014
FICM 35	-0.0440	-0.73	0.4808	-0.0285	0.83	0.4238	-0.0890	-0.32	0.7569	-0.0187	0.89	0.3927	0.0202	-1.11	0.2940
FICM 45	-0.0522	0.67	0.5157	-0.0497	0.69	0.5047	-0.0979	0.14	0.8936	-0.0425	-0.74	0.4748	-0.0597	-0.62	0.5511
FISM 15	-0.0265	0.85	0.4173	-0.0885	0.33	0.7515	-0.0865	0.35	0.7317	-0.0767	-0.46	0.6521	-0.0963	0.18	0.8587
FISM 25	0.0719	1.36	0.2034	-0.0828	-0.40	0.6986	-0.0997	0.05	0.9573	0.1566	1.74	0.1117	0.0552	1.28	0.2289
FISM 35	-0.0046	0.97	0.3528	0.0655	1.33	0.2127	-0.0930	-0.25	0.8048	0.1618	1.77	0.1076	-0.0659	0.57	0.5843
FISM 45	-0.0043	0.98	0.3521	-0.0965	-0.18	0.8621	-0.0419	-0.75	0.4726	-0.0644	-0.58	0.5756	-0.0016	0.99	0.3449
F2CM 15	-0.0142	0.92	0.3792	-0.0873	0.34	0.7394	-0.0635	0.59	0.5708	0.1481	1.71	0.1187	-0.0938	0.24	0.8161
F2CM 25	-0.0554	-0.65	0.5305	-0.0990	0.10	0.9251	-0.0079	0.96	0.3616	-0.0354	-0.79	0.4479	0.1363	1.65	0.1292
F2CM 35	-0.1000	0.02	0.9883	-0.0952	-0.21	0.8376	0.0347	1.18	0.2649	0.1526	1.73	0.1150	-0.0136	0.92	0.3775
F2CM 45	0.0595	-1.30	0.2220	-0.0765	0.47	0.6505	0.0618	1.31	0.2185	-0.0191	-0.89	0.3939	-0.0535	-0.66	0.5217
F2SM 15	-0.0968	0.17	0.8668	-0.0886	-0.32	0.7526	-0.0660	-0.57	0.5844	-0.0879	0.33	0.7460	0.1299	1.63	0.1351
F2SM 25	-0.0805	-0.42	0.6800	-0.0958	-0.20	0.8488	-0.0840	0.38	0.7093	-0.0873	0.34	0.7397	0.0992	-1.49	0.1679
F2SM 35	-0.0861	0.36	0.7282	0.0293	1.15	0.2754	-0.0961	0.19	0.8538	0.2883	2.34	<b>0.0416</b>	-0.0915	-0.28	0.7855
F2SM 45	-0.0884	0.33	0.7511	-0.0019	0.99	0.3456	0.1958	1.92	0.0841	-0.0494	-0.69	0.5031	-0.0490	0.70	0.5014

Referencias: Adj.R Sq (Coeficiente de Regresión), Pr (significancia).

Lamont , (1999) citado por Sharma, (2013) menciona que el color de la cobertura afecta a la temperatura por debajo y por encima del mantillo a través de la absorción, la transmisión y la reflexión de la energía solar , y que también afecta al microambiente que rodea las plantas. Los plásticos coloreados absorben selectivamente radiación fotosintéticamente activa (PAR), mientras que modifican la transmisión de la radiación infrarroja solar que se traduce en un aumento de la fotosíntesis de las plantas y la acumulación de fotoasimilados.

Para el período evaluado las más bajas temperaturas del suelo coincidieron con el inicio de la siembra tardía, existiendo diferencias significativas para la temperatura media para ambos tratamientos (con “mulching” y sin “mulching”). La temperatura mínima en el tratamiento sin mulching fue de 14,8 °C y la máxima de 44, 9 °C. En el tratamiento con mulching la temperatura mínima fue de 22 °C y la máxima de 46, 7 °C. En la noche las temperaturas en el tratamiento con mulching se mantienen a valores constantes respecto del suelo desnudo y disminuyen de manera lenta hacia el amanecer. En los momentos de riego la temperatura a 5 cm. disminuye más que en suelo desnudo, para luego ir aumentando también en una proporción mayor al incremento de la temperatura del suelo sin cobertura.

En fecha temprana la temperatura mínima para el tratamiento sin *mulching* fue de 19,7 °C y la máxima de 36,3 °C. Para el suelo con *mulching* la temperatura mínima fue de 22,1 °C y la máxima de 37,7 °C. El mismo comportamiento de marcha diaria de la temperatura se observó en los dos tratamientos respecto de fecha tardía.

El análisis estadístico muestra que para ambas fechas y para los tratamientos sin *mulching* y con *mulching* existen diferencias significativas respecto de las temperaturas medias (Tabla 21). Agronómicamente habría que evaluar cómo influyen estas temperaturas en las distintas densidades de plantación en los parámetros de rendimiento y calidad del cultivo, pero debido a que solamente se disponía de 2 (dos) sensores solo se pudo evaluar para una densidad y para el tratamiento sin *mulching* y con *mulching*.

**Tabla 21.** Evaluación temperaturas del suelo. ANOVA. Alfa=0.05

<b>SIEMBRA</b>	<b>Duncan</b>	<b>Media</b> °C	<b>N</b>	<b>Tratamiento</b>
<b>Temprana</b>	A	28,7165	1008	C_M
	B	26,1196	1008	S_M
<b>Tardía</b>	A	31,7467	1008	C_M
	B	27,4736	1008	S_M

*Referencias: Duncan (test de Duncan), Media (valores medios en °C), N (Número de datos), Tratamiento (con mulching o sin mulching).*

Incalcaterra *et al* (2004) confirmaron que en aquellas situaciones en las que la brevedad de la estación de crecimiento es un factor limitante, el plástico transparente representa una medida eficaz para el aumento de rendimiento en comparación con el suelo desnudo. En particular, la temperatura del suelo entre las 9.00 horas y las 17:00 horas era casi óptima para la absorción mineral de la raíz y el crecimiento del tomate.

Estudios de Pan, (1999) sugieren que la temperatura del aire y la generada por el tratamiento de *mulching* mejoraron la disponibilidad de agua y de nutrientes, factores importantes en la mejora del rendimiento (Pan, 1999).

Ngouajio, (2005) en su trabajo evaluó el comportamiento de la cobertura del suelo en dobles cultivos indicando que el calentamiento del suelo a principios de la temporada es una de las principales razones para el uso de acolchados plásticos en la región templada.

Todas las coberturas acumularon mucho más temperatura que el aire en todas las profundidades del suelo. La temperatura del suelo bajo el plástico negro fue la más cálida.

El mismo absorbe más del 90 % de la radiación solar, que posteriormente se transforma en calor en el suelo. Stapleton y Duncan (1994) y et al (2008) citados por Fatemi (2013) observaron que el color del plástico modificaba la temperatura del suelo siendo el plástico rojo el que creaba la más alta temperatura del suelo.

## **6. CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos de las variables analizadas para la variedad STAR 9063 de tomate para industria fue posible llegar a las siguientes conclusiones:

Se acepta la H<sub>1</sub>: se comprueba que existe interacción (doble interacción y triple interacción) entre tratamiento (con *mulching* y sin *mulching*), densidad (espaciamientos a 0,15 m., 0,25 m., 0,35 m. y a 0,45 m.) y fecha de plantación (fecha tardía y fecha temprana) para los parámetros cuantitativos y cualitativos evaluados para la variedad STAR 9063 de tomate para industria para la zona de estudio.

En referencia a los tratamientos, se pudo observar que una mayor densidad de plantación incrementa los rendimientos (la productividad aumenta en razón de la mayor cantidad de plantas por hectárea, el número de frutos/planta se mantiene en los distintos espaciamientos entre plantas, sin embargo se registra un incremento significativo del peso medio por fruto en los espaciamientos mayores respecto de las menores distancias entre plantas). Se registran menos frutos escaldados, esto podría explicarse en que la mayor cantidad de plantas protege los frutos, en cambio densidades más bajas exponen los frutos al sol. Se halló también que el espesor del mesocarpo fue mayor en las densidades más bajas de plantación.

Se acepta la H<sub>2</sub>: altas densidades de plantación (espaciamento entre plantas de 0,15 m.) incrementan el rendimiento y la calidad de los frutos de la variedad STAR 9063 de tomate destinado a la industria.

Hay diferencias significativas para la cantidad de frutos/planta en los tratamientos con *mulching* respecto de los sin *mulching*, sin embargo no se observan diferencias a nivel de rendimiento.

Se rechaza H<sub>3</sub>: El uso de *mulching* aumenta el rendimiento y la calidad de los frutos de la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

Los rendimientos fueron superiores para los tratamientos que combinaron el no uso de *mulching* y densidad de plantación alta en contraste con una baja densidad y uso de mulch. Además se observó que el *mulching* mejoró significativamente el contenido de sólidos solubles y el espesor de mesocarpo en las diferentes combinaciones en comparación de las combinaciones con no uso de *mulching*.

Se acepta H4: Existe interacción entre la fecha de plantación, la densidad de plantación y el uso de mulch que afectan el rendimiento y calidad para la variedad STAR 9063 de tomate para industria.

Hay diferencias significativas en la duración del ciclo de cultivo y en las diferentes fases fenológicas respecto de fecha temprana y fecha tardía, y diferentes condiciones ambientales en ambas fechas. El espaciamiento entre plantas incide principalmente en la respuesta de las variables de aspectos cuantitativos, aumentando el rendimiento a densidades de plantación altas y con diferencias significativas para ambas fechas y para las cuatro densidades de plantación.

Se acepta H5: Hay interacción positiva (diferencias estadísticas significativas) entre PAR y parámetros de rendimiento y calidad pero solo a nivel de la intercepción por canopia y para la distancia de 0,15 m. tanto para el tratamiento con uso de *mulching* como el de sin uso de *mulching*, y entre temperatura del aire y humedad relativa y parámetros cuantitativos (peso medio del fruto)  $p < 0,0001$  y caracteres de calidad ( $^{\circ}$ Brix, Acidez y Firmeza)  $p < 0,0001$  del cultivo de tomate para industria.

Para el estudio, la temperatura del suelo parece no haber tenido efecto sobre parámetros cuantitativos y cualitativos por lo que se debiera seguir evaluando esta variable.

Los resultados de ensayos exploratorios y del ensayo de tesis indicarían que tanto el uso de *mulching*, como la fecha y la densidad de plantación para la variedad STAR 9063 y la región en estudio estarían afectando principalmente el rendimiento, el tamaño de fruta, la precocidad y momento de cosecha y el contenido de sólidos solubles y permitirían generar nuevas recomendaciones sobre fechas de inicio de cultivo, uso de *mulching* y un cambio en la densidad.

La fecha de plantación afecta significativamente en la respuesta a la duración de las distintas fases fenológicas y al momento de cosecha, que permitiría decidir el momento de entrega de producción a fábrica.

El uso de *mulching* si bien no tiene un efecto sobre los parámetros en general, si condiciona el gradiente de temperatura del suelo, e influye significativamente en variables de calidad como número de frutos por planta y contenido de sólidos solubles.

- La fecha temprana sería la mejor para las condiciones ambientales y la variedad STAR 9063 de tomate para industria en la zona de estudio.

- El *mulching* no estaría mejorando la producción. Sólo lo estaría mejorando en la fecha tardía para las densidades más bajas respecto de rendimiento no siendo así para las demás variables evaluadas.

- La densidad estaría afectando los rendimientos, y estos son mayores con densidades más altas y sin *mulching*. También está modificando caracteres de calidad como acidez, contenido de sólidos solubles, firmeza y espesor de mesocarpo.

- Para ambas fechas de plantación y para las condiciones agroclimáticas durante el ensayo se comprobó interacción significativa entre los factores, siendo el mejor tratamiento sin utilización de mulch y una distancia de plantación de 0,15 m. entre plantas (F1SM 15), combinación en la que se observó mejor rendimiento y aceptables valores en cuanto a °Brix, Firmeza y Espesor de Mesocarpo, sin embargo es necesario seguir evaluando en las sucesivas temporadas no solo la respuesta de los parámetros cuantitativos y caracteres de calidad, sino también la distribución de materia seca en los dos ciclos de cultivo propuestos para la zona, y también evaluar el comportamiento agronómico e industrial de distintas variedades de tomate para industria.



## **7. BIBLIOGRAFÍA**

ABUL-SOUD M., EL-ANSARY, D., HUSSEIN, A., 2010. Effects of different cattle manure rates and mulching on weed control and growth and yield of squash. J Appl. Sci. Res. 6(9): 1379 - 1386.

ADAMS, P. 1986. Fruit ripening and quality. En, The tomato crop. J.G. Atherton, J. Rudich, Editors, Chapman and Hall, London-New York, 281 - 324.

ANGELELLI, H., 2012. Variedades de tomate. XII Jornadas de Tomate para Industria. La Consulta, Mendoza.

ANZA, M., RIGA, P. y GARBISU, C. Effects of variety and growth season on the organoleptic and nutritional quality of hydroponically grown tomato. Journal of Food Quality 29 (2006) 16 - 37.

ANZALONE GRACI, A. 2008. Evaluación de alternativas al uso del polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) en España y Venezuela. Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza, España. 170 p.

AQUINDO, N.; ARGERICH, C.; LORENZO, M.; NAVARRO, P. 2010 Efecto del *mulching* plástico en el comportamiento del cultivo de tomate para industria. EEA INTA La Consulta, CP 5567 La Consulta, Mendoza, Argentina.

ARCGIS 9. 2008. ArcReader Versión 9.3. GIS by ESRI.

ARGERICH, C.; LORENZO, M.; NAVARRO, P. 2006. Evaluación de diferentes densidades de plantación con dos variedades: NUM 6011 y HYPEEL 696 en riego por goteo en cuanto a la producción del cultivo de tomate para industria. Asociación Tomate 2000. Campañas 2006 - 2007.

ARGERICH, C. 2006 Seminario Internacional de Producción de Tomate para Procesamiento. Autor: SAAVEDRA; GONZALEZ.

ARGERICH, C.; LORENZO, M.; AQUINDO, N.; NAVARRO, P. Evaluación del uso de diferentes colores de *mulching* en la producción de tomate para industria en riego por goteo, en la localidad de La Consulta, Mendoza. 2008. Asociación Tomate 2000. Campañas 2007 - 2008.

ARGERICH, C.; AQUINDO, N.; NAVARRO, P.; ANGELELLI, H.; GAMARRA LUQUE, L.; DARUICH, J. 2008. Evaluar el efecto de la combinación de acolchado plástico y riego por goteo en la producción del cultivo de tomate para industria. Finca Vargas, San Juan. INTA La Consulta. Campaña 2008.

ARGERICH, C.; POGGI, L.; LORENZO, M. 2006. Efecto del uso de distintas densidades de plantines empleando variedades de distinto porte sobre la producción del cultivo de tomate para industria. Efecto de la densidad de plantación y fertilización diferenciales en la producción de tomate para industria. Efecto de diferentes tipos de poda sobre la producción

del cultivo de tomate para industria. Informe progresos 2005 - 2006. Asoc. Tomate 2000. EEA La Consulta. p. 123 - 126.

ARGERICH, C. 2010. Comunicación Personal.

ARGERICH, C. 2010. Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2010-2011. [en línea] La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2011. <http://www.inta.gov.ar/laconsulta/> ISSN 1853-6980.

Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2011-2012. La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2012. <http://www.inta.gov.ar/laconsulta/> ISSN 1853-6972.

Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2012-2013. La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2013. <http://inta.gov.ar/unidades/512000> ISSN 1853-6972.

Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2013-2014. Cosme A. Argerich, editor. La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2014. <http://inta.gov.ar/unidades/512000> ISSN 1853-6972

ARGERICH, C., NAVARRO, P. 2012. Estado de la producción mundial del tomate para industria. XI Jornadas de actualización técnica en tomate para industria. INTA EEA La Consulta-Asociación Tomate 2000. 27 y 28 de junio de 2012. La Consulta, Mendoza. Argentina.

ARGERICH, C., AQUINDO, N. y Navarro, P. 2013. Optimizing plant density in processing tomatoes under drip irrigation. Acta Hort. (ISHS) 971:71 - 76.

ARGERICH, C. 2014. Asociación Tomate 2000. Programa para el aumento de la competitividad de la industria del tomate. Informe progresos 2013-2014. Cosme A. Argerich, editor. La Consulta, INTA EEA La Consulta, 2014. <http://inta.gov.ar/unidades/512000> ISSN 1853-6972.

ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS 2003, Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

AUNG, L. H. 1976. Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive response of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Am. Soc. Hort. Sci., 101: 358 - 360.

BALDUCCI, E.; ARTURI, M.; GOYA, J. y BROWN, Y. 2009. Potencial de plantaciones Forestales en el pedemonte de las Yungas. Fundación Proyungas. Ediciones del Subtrópico. <http://www.proyungas.org.ar/publicaciones/pdf/cartilla%20Valle%20Morado.pdf>.

BARON, C.; BARES, C.; MARADEI, F. 2008. Manejo poscosecha de tomate.

BELLHA, H.1988. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 113. 543 - 546

BERTIN, C.; GARY, C. 1992. Tomato fruit set and competition for assimilates, Turing the early production period. Acta Horticulturae, n. 303, p.121 - 126.

BERRUETA, C., DOGLIOTTI, S., FRANCO, J. Agrociencia Uruguay - Volumen 16 2: 39 - 48 - julio/diciembre 2012. Análisis y jerarquización de factores determinantes del rendimiento de tomate para industria en Uruguay.

BIANCHI, A. y CRAVERO, S. 2010. Atlas climáticos digital de la República Argentina. Salta. Ed. INTA. 84 P.

BIANCHI, A., BRAVO, G. 2008. Ecorregión Norandina. Salta. Ed. INTA. 61 p.

BRAVO A., ALDUNATE, P. 1986 El cultivo del tomate. Serie: El Campesino. v. 119(7) p. 24 - 53.

BRANDÁN DE ANTONI, E., GONZALEZ, A. y SECO, E. Tomate Destinado a Industria.2009.Secretaría de Ciencia y Tecnología. Editorial Científica Universitaria. ISBN: 978 - 987 - 1341.

BRAVO, G., SALAS, S., SEMPRONI, G., VICINI, M., FERNANDEZ, H., LIPSHITZ, A., BIANCHI, A., VOLANTE, J. y PÍCCOLO, A. 1998. Zonas Agroeconómicas y Sistemas de Producción Predominantes, Región NOA. Salta. Ed. INTA.

BUDDE, C. 2009. Metodología para la determinación de Sólidos solubles. Comunicación personal.

CAMEJO, D., RODRÍGUEZ, P., MORALES, M., DELL'AMICO, J., TORRECILLAS, A., ALARCÓN, J. 2005. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. Journal of Plant Physiology 162 (2005) 281 - 289

CARLI, P., ARIMA, S., FOGLIANO, V., TARDELLA, L., FRUSCIANTE, L., ERCOLANO, M. 2009. Use of network analysis to capture key traits affecting tomato organoleptic quality. Journal of Experimental Botany 60: 3379 - 3386.

CHAMARRO, J. 1995. Situación anatomía y fisiología de la planta. p. 43 - 91. In: F. Nuez, (ed.). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

CIRUELOS CALVO, A., DE LA TORRE CARRERAS, R. y GONZALES RAMOS, C. 2008. Parámetros de calidad en el tomate para industria. En: La agricultura y la ganadería extremeñas. pp: 157 - 170.  
[http://eia.unex.es/EIIAA/Portals/0/2007\\_09%20Par%C3%A1metros%20de%20calidad%20en%20el%20tomate%20para%20industria.pdf](http://eia.unex.es/EIIAA/Portals/0/2007_09%20Par%C3%A1metros%20de%20calidad%20en%20el%20tomate%20para%20industria.pdf).

COCKSHULL, K., HO, L. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. *Journal of Horticultural Science*, v.70, n.3, p.395 - 407

COCKSHULL, K., HO, L., FENLON, J. S. 2000. The effect of the time of taking side shoots on the regulation of fruit size in glasshouse-grown tomato crops. *Horticulture Research International*, Welles Bourne, Warwick CV35 9EF, UK. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*.

CORRALES GARCÍA, J. 2005. Calidad. Concepto amplio, indicadores e importancia de su acreditación en la mundialización del comercio de productos horto - frutícolas. Artículo in extenso, en: *Memorias del V Congreso Internacional de la Red de Investigación Socioeconómica sobre Frutas, Hortalizas y Flores*, Tijuana B. C. 17 p.

CORVO DOLCET, S. 2005. Zonas de producción del cultivo del tomate en la Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación Dirección de Agricultura.

COSTA, J. y HEUVELINK, E. 2005. Introduction: The tomato crop and industry. En: *Tomatoes* Heuvelink, E. (Ed.). CABI Publishing. USA. Pp: 1 - 20.

CSIZINSKY, A. 2005. Production in the Open Field. En: *Tomatoes* Heuvelink, E. (Ed.). CABI Publishing. USA. pp: 237 - 256.

De KONING, A. 1988. The effect of different day/night temperature regimes on growth, development and yield of glasshouse tomatoes. *J. Hort. Sci.* 63. 465 - 471.

De KONING, A. 1990. Long - term temperature integration of tomato: Growth and development under alternating temperature regimes. *Scientia Horticulturae* 45: 117 - 127.

De KONING, A. 1992. Effect of temperature on development rate and length increase of tomato, cucumber and sweet pepper. *Acta Hort. (ISHS)* 305:51 - 56.

DEL CASTILLO, E; VARELA, R; MANGIALAVORI, A. 2001. Día de campo área forestal. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto - INTA. Pg. 18.

DEL CASTILLO, E., TARNOWSKI, C. 2006. Cultivo experimental de *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz. en el Pedemonte de Yungas. II Jornadas Forestales en Santiago del Estero: "El árbol. Forestación y aprovechamiento integral del algarrobo". Santiago del Estero, 15 y 16 de junio de 2006. 9 p.

DI BENEDETTO, A. 2010. Comunicación Personal.

ELATTIR, H. 2003. Plant Density Effects on Processing Tomato Grown in Morocco. *Acta Hort. (ISHS)* 613: 197 - 200

ELTEZ, R. y TUZEL, Y. 1994. Efecto de diferentes materiales utilizados en acolchamiento de suelo sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate bajo invernadero. *Plasticultura* N° 103:23 - 25.

ESCAFF, M. 2005. Variedades de Tomate para procesamiento: comportamiento agronómico e industrial en Chile. En: Seminario Internacional "Producción de Tomate para Procesamiento", Chile. pp: 17 - 28.

ENSMINGER, A., ENSMINGER, M., KONLADE, J. y ROBSON, J. 1995. The concise encyclopedia of foods and nutrition. Boca Raton, Florida: CRC Press.

ESQUINAS-ALCÁZAR, J. y NUEZ, F. 1995. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: F. Nuez (ed.). *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.

FAIGUENBAUM, M., BADILLA, H., CONCHA, V., ARCE, J. 1986. Effect of density and arrangement of leaf area (LA), leaf area duration (LAD) and yield on two bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) *Ciencia e Investigación Agraria*, Chile.

FAO. 2002. Manual Técnico. "Buenas Prácticas Agrícolas - BPA en la producción de tomate bajo condiciones protegidas". <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>.

FERY, R. y JANICK, J. 1970. Effect of planting pattern and population pressure on the yield response of tomato. *Hort Science* 5: 443 - 444.

FERY, R., JANICK, J. 1970. Response of the tomato to population pressure. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 95: 614 - 624.

FROST, D. y KRETCHMAN, D. 1988. Plant spatial arrangement and density effects on small- and medium-vined processing tomatoes. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 113: 51. - 55.

FUNDACIÓN CHILE. 1996. Derivados del tomate; productos de mayor valor agregado. *AGO Económico (Chile)* n ° 30.

GALLI, A. 2011. Comunicación Personal.

GASPAR, L. 2007. Nutrición para el cultivo de tomate para industria. *Agro Estrategias Consultores*. <http://www.agoestrategias.com/pdf/Cultivos%20.20Fertilizacion%20de%20Tomate%20para%20Industria.pdf>.

GEORGE, B., PEIRCE, L. 1969. The influence of population density and competition on phenotypic stability of tomato plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Mount Vernon, v.94, p.65 - 67, 1969.

GHEZAN, G. 2000. Trayectoria y demandas tecnológicas de las cadenas agroindustriales en el MERCOSUR ampliado. Hortalizas: tomate fresco y procesado PROCISUR; BID. 140 p. (Serie Documentos 7). Montevideo, Uruguay. <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2010/05150.pdf>

GOMEZ, R.1994. Efecto de películas plásticas fotoselectivas para acolchado de suelos en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) Cv. Zucchini Gay. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

GUTIERREZ LÓPEZ, M. 1998. Técnicas de Cultivo. Siembra directa del tomate para industria en Aragón. Jornadas Técnicas Tomate para Industria. Valtierra, Navarra.

GRIERSON, D., KADER, A. 1986. Fruit ripening and quality. En, The tomato crop. J.G. Atherton, J. Rudich, Editors, Chapman and Hall, London-New York, 167 - 194.

HAMID, A., SALIH, O., ABDALLA, A. y EL NAIM, A. Effect of Sowing Date and Plant Density on Growth and Yield of Tomato (*Lycopersicon esculentum*, Mill.). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 01/2010; 6(5):665 - 669.

HARTZ, T., MIYAO, G., MULLEN, R., CAHN, M., VALENCIA, J. y BRITTAN, K. 1999. Potassium Requirements for Maximum Yield and Fruit Quality of Processing Tomato. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 124(2) p 199 - 204.

HASSAN, M. 1978. Effects of nitrogen fertilization and plant density on yield and quality of tomatoes in the Sudan Gezira. Acta Horticulturae. 84. 79 - 84. Abstract in Horticultural Abstracts. Vol.49 (1979) no.6832.

HEUVELINK, E. 1995. Effect of temperature on biomass allocation in tomato (*Lycopersicon esculentum*). Physiologia Plantarum 94: 447 - 452.

HURD, R., GAVES, C. 1985. Some effects of air and root temperature on yield and quality of glasshouse tomatoes. Journal of Horticultural Science 60 (3): 359 - 371. model (TOMGO) to field - grown tomato. Soil Crop Sci. Soc. Fla. Proc. 54: 86 - 93.

IDR, 2014. Red Provincial de Precios Pagados al Productor. IDR (Instituto de Desarrollo Rural). Godoy Cruz 111 Mendoza. Tel.: 0261-4056000. Fax: 0261 - 4056001 [info@idr.org.ar](mailto:info@idr.org.ar) - [www.idr.org.ar](http://www.idr.org.ar)

IGLESIAS, N. 2008. Calidad en tomates para consumo en fresco: color y sabor. Revista Fruticultura y Diversificación. Pp.44 - 47.

IGNATOVA, S., ZAGIDULLINA, N. y GOLUBKINA, N. 2008. Biological value of greenhouse tomatoes grown in Moscow suburbs. Acta Horticulturae 789: 235 - 238.

INCALCATERRA, G., IAPICHINO, G., VETRANO, F. Effects of transparent polyethylene mulching and different planting densities on tomato growth for processing in Sicily. In: Cantero - Martínez C. (ed.), Gabiña, D. (Ed.). *Mediterranean rainfed agriculture: Strategies for sustainability*. Zaragoza: CIHEAM, 2 004. p. 1 85-1 88 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens; n . 60).

JONES, J. 1998. Tomato Plant Culture: The field, greenhouse and home garden. 224 p. CRC Press, Boca Raton, USA.

JONES, J. 1999. Tomato plant culture: in the field, greenhouse, and home garden. Florida, US, CRC Press. 199 p.

KHAYAT, E., RAVAD, D., ZIESLIN, N. 1985. The effects of various night temperature regimes on the vegetative growth and fruit production of tomato plants. *Scientia Horticulture* 27: 9 - 13.

KHUDAIRI, A. 1972. The ripening of tomatoes. Amer. Sci. 60. pp: 696 - 707.

KINET, J. 1977. Effect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato. Sci. Hort., 6: 27 - 35.

KINET, J. y PEET, M. 1997. Tomato. pp 207-259. In: H. C, Wien (Ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International. Wallingford, UK.

LAMENT, W. 1993. Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops. Hortechology January-March 1993 vol. 3 no. 1 pp: 35 - 39.

LAMONT, W. 2005. Plastics: modifying the microclimate for the production of vegetable crops. Hort. Technol. 15(3): 477 - 481.

MACUA GONZÁLEZ,J., LAHOZ GARCÍA, I., CALVILLO RUIZ, S. y BOZAL YANGUAS, J. Variedades de Tomate para Industria. Resultados de la campaña 2012. INTIA – Cultivos Hortícolas.

MADHAVI, D. y SALUNKHE, D. 2003. El Tomate. Tratado de Ciencia y Tecnología de las Hortalizas. SALUNKHE, D. 752 p.

MAROTTO, J. V. 1995. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi Prensa, Madrid. 611 p.

MARSIC, N., OSVALD, J. y JAKSE, M. Evaluation of ten cultivars of determinate tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), grown under different climatic conditions. Acta agriculturae Slovenica, 85 - 2, november 2005 str. 321 - 328



Mc NEAL, B., SCHOLBERG, J., JONES, J., TANLEY, C., CSIZINSZKY, A., y OBREZA, T. 1995. Application of a greenhouse tomato growth.

MENDOZA, A. 2011. La importancia de la temperatura en la productividad de hortalizas en invernadero. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315 México. abenmen@uaaan.mx.

MENDOZA, M., SANCHEZ LOPEZ, A., REYES LOPEZ, A., MORONES REZA, R. y VALDEZ, J. 2000. Sistemas de poda en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de larga vida de anaquel. Agraria Vol., Número 2; Julio - Diciembre de 2001.

*Mercado Central* de Bs. As. pg 40.

MITCHELL, J., SHENNAN, C. 1991. Tomato Fruit Yields and Quality under Water Deficit and Salinity. J. AMER. SOC. HORT. SCI. 116(2) pp: 215 - 221.

MITCHELL, A., HONG, Y., KOH, E., BARRETT, D., BRYANT, D., DENISON, R. y KAFFKA, S. Ten - Year Comparison of the Influence of Organic and Conventional Crop Management Practices on the Content of Flavonoids in Tomatoes. J. Agric. Food Chem. 2007, 55, 6154 - 6159.

MOLINEUX, S., LISTER, C. y SAVAGE, G. 2004. An investigation of the antioxidant properties and color of glasshouse grown tomatoes. International Journal of Food Sciences and Nutrition 55: 537 - 545.

MONARDES, H. 2009. Características botánicas. In: Manual del cultivo de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Nodo Hortícola. VI Región. (Escalona *et al.*). Innova Chile Corfo. [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manua\\_cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manua_cultivo_tomate.pdf).

MORENO, M. y MORENO, A. 2008. Effect of different biodegradable and polyethylene mulches on soil properties and production in a tomato crop. Sci. Hortic. 116(3): 256 - 263.

MUKHERJEE, A., KUNDU, M., SARKAR, S. 2010. Role of irrigation and mulch on yield, evapotranspiration rate and water use pattern of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Agr Water Manage 98(1): 182 - 189.

MUNGUÍA, L., QUESADA, M., De La ROSA, M., CEDEÑO, R. 2000. Effect of plastic Munch on growth of melon, *Cucumis melo* L.; “laguna” hybrid. International Journal of Experimental Botany. Vol. 69.37 - 44.

NEDERHOFF, E., DE KONING, A., RIJSDIJK, A. 1992. Leaf deformation and fruit production of glass house gown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by CO<sub>2</sub>, plant density and pruning. Journal of Horticultural Science, v.67, n.3, p.411 - 420.

NUEZ, F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi - Prensa. Madrid, España. 793 p.

PAN, H., FISHER, K., NICHOLS, M. 1999. Effect of mulch and row covers on yield of process tomatoes. Acta Hort. (ISHS) 487: 145 - 150.

PAPADOPOULOS, A., y TIESSEN, H. 1987. Root and air temperature effects on elemental composition of tomato. J. Am. Soc. Hort. Sci. 112: 988 - 993.

PAPADOPOULOS, A., PARARAJASINGHAM, S. 1997. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): a review. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.69, p.1 - 29.

PASQUIER, J. 2010. Comunicación Personal.

PERALTA, I. y SPOONER, D. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). In Genetic improvement of solanaceous crops, vol.2: Tomato, ed. M.K. Razdan and A.K.Mattoo, 1-27. Enfield: Science Publishers.

PILATTI, R. A.; 1997. Cultivos bajo invernaderos.

PROGAMA COMPETITIVIDAD NORTE GANDE. 2010. Plan de competitividad del conglomerado hortícola de la Provincia de Salta. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, Secretaría de Política Económica. Gobierno de la Provincia de Salta. 59 p. <http://www.mecon.gov.ar/progamanortegande/documentos/Plan%20de%20Competitividad%20cluster%20horticola%20Salta%20Final.Pdf>.

QUAIL, P., BOYLAN, M., PARKS, B., SHORT, T., XU, W., y WAGNER, D. 1996. Phytochromes: Photosensory perception and signal transduction, Science Vol. 268. 675 - 680.

QUESADA, M. 1996. Evaluación de películas plásticas foto y fotobiodegradables para acolchado de suelo en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

RAJAPAKSE, N., YOUNG, R., Mc MAHON, M., OI, R. 1999. Plant height control by photoselective filters: current status and future prospects, Hortotechnology. Vol. 9, 618 - 624.

RAWSHAN, A. 1996. Efecto de la densidad de población de plantas de tomate. En: ARC. - Informe AVRDC training. Ka: Bangkok. Tailandia: ARC. - AVRDC. P. 152- 156. Silvy, A., 1974. Un estudio de los modos de sympodial ramification en (*Lycopersicon esculentum*).

- RAT.G. 1999. Vegetable Seed Production. CABI Publishing. Wallingford, UK. 328 pp.
- REEVE, E., y SCHMIDT, W. 1952. Influence of plant spacing on canning tomato yields. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59: 384 - 388.
- RIGA, P., ANZA, M., GARBISU, C. 2008. Tomato quality is more dependent on temperature on photosynthetically active radiation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 88: 158 - 166.
- RODRIGUEZ DEL RINCÓN, A. 1998. Capítulo 8: Manejo del cultivo extensivo para industria. En: El cultivo de tomate. Nuez Fernández (Coord.). Ed. Mundi Prensa. España. pp: 255 - 309.
- RUIZ CORRAL, J. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Editor. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. 324 p.
- SAMAILA, A. Nutritional Quality of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) as Influenced by Mulching, Nitrogen and Irrigation Interval. Journal of Agricultural Science Vol. 3, No. 1; March 2011. 266 ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760
- SAMBO, P., SANTAGATA, S., ELSAYED, M., PERETTO, G., ZANIN, G. y NICOLETTO, C. 2012. Influencia de la fecha de siembra y acolchado en algunos rasgos cualitativos de tomate para proceso. Acta Hort. (ISHS) 934:1163 - 1169.
- SARKAR, S., PARAMANICK, M., GOSWAMI, S. 2007. Soil temperature, water use and yield of yellow sarson (*Brassica napus* L. var. *glauca*) in relation to tillage intensity and mulch management under rainfed lowland ecosystem in eastern India. Soil Till Res 93(1): 94 - 101.
- SARKAR, S., SINGH, S., 2007. Interactive effect of tillage depth and mulch on soil temperature, productivity and water use pattern of rainfed barley (*Hordeum vulgare* L.). Soil Till Res 92(1 - 2): 79 - 86.
- SCELTA, M. 2010. Comunicación Personal.
- SOBRINO VESPERINAS, E. y SANZ ELORZA, M. 2010. *Solanum* en Flora Ibérica, RJB/CSIC, Madrid.

SHARMA, N., SHARMA, S. y SPEHIA, R. Effect of Plastic Mulch Colour on Growth, Fruiting and Fruit Quality of Strawberry under Polyhouse Cultivation. *International Journal of Bio-resource and Stress Management* 2013, 4(2) special: 314-316

SMITH, D. 1968. *Mulching systems and techniques*. Proc. Natl. Ag. Plastics. Cong.8: 112 - 118.

SPOONER, D., PERALTA, I. y KNAPP, S. 2005. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [*Solanum* L. section *Lycopersicon* (Mill.) Wettst.]. *Taxon* 54 (1):43 - 61.

STOFFELLA, P., LOCASCIO, S., EVERETT, P., HOWE, T., SCOTT, J. y OLSON, S. 1988. Yields of two tomato cultivars differing in shoot growth at several plant populations and locations. *Hort Science* 23: 991 - 993.

TABER, H. 1983. Effect of plastic soil and plant covers on Iowa tomato and muskmelon production. Proc. Natl. Agric. Plast. Cong.17: 37 - 45.

TALAVERA AÑEZ, E. 2004. Manejo de enfermedades en tomate orgánico (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Producido en ambiente controlado, con énfasis en *Phytophthora infestans*, en Turrialba, Costa Rica. Tesis (M. Sc.) Turrialba, Costa Rica. 87 p.

TAPIA, C. 2008. Situación del Tomate para Industria en el Ramal Salta - Jujuy. Comunicación Personal.

TAPIA CRUZ, B. 2013. La industria de la pasta de tomate. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. [www.odepa.gob.cl](http://www.odepa.gob.cl)

TAN, C. y DHANVANTARI, B. 1985. Effect of irrigation and plant population on yield, fruit speck and blossom-end rot of processing tomatoes. *Can. J. Plant Sci.* 65: 1011 - 1018.

TOMATE NEWS. 2010 - 2012.

TOOR, R., SAVERAGE, G., LISTER, C. 2006. Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19:1 - 10.

VALENCIA GONZÁLEZ, J. 1998. Cultivo del tomate de industria en California (U.S.A.). En: El tomate de industria. Jornadas Técnicas. 16 y 17 de febrero de 1998. Navarra, España. <http://www.itga.com/docs/Libreria/Tomate.pdf> .

VAN DE VOOREN, J., WELLES, W., HAYMAN, G. 1986. Glasshouse crop production. In: The tomato crop. Chapman and Hall. London, England. pp. 581 - 623.

VARGAS GIL, J. 1990. Provincia de Salta: escala 1: 500000. Atlas de Suelos de la República Argentina. Tomo I. p.

WARNER, J., HAO, X. y ZHANG, T. 2002. Effects of row arrangement and plant density on yield and quality of early, small-vined processing tomatoes. *Can. J. Plant Sci.* 82: 765 - 770.

WENT, F. 1957. The experimental control of plants growth. *Chronica botánica* n. ° 17: 343.

WIEN, H. y MINOTTI, P. 1987. Growth yield, and nutrient uptake of transplanted fresh - market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* Vol. 112. 759 - 763.

WOLF, S., RUDICH, J., MARANI, A. y REKAH, Y. 1986. Predicting harvest date of processing tomatoes by a simulation model. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 111: 11 - 16.

YOHANNES, F. y TADESE, T. 1997. Efecto de sub irrigación y distancia entre plantas sobre el rendimiento de tomate. *Etiopía. Agric. Water.*, 35: 201 a 207.

ZAHARA, M. 1970. Influence of plant density on yield of process tomatoes for mechanical harvest. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95 (4):510 - 512.

ZEGBE, J., BEHBOUDIAN, M. y CLOTHIER, B. 2006. Yield and Fruit Quality in Processing Tomato under Partial Rootzone Drying. *Europ. J. Hort. Sci.*, 71 (6). S. pp: 252 - 258.

## **8. ANEXO**



*Anexo 8.1. Ensayo exploratorio en Finca “El Pescado”.*



*Anexo8.2. Ensayo exploratorio en Finca “El Pescado” mostrando una combinación de tratamiento sin “mulching”.*



*Anexo 8.3. Ensayo exploratorio en Finca “El Pescado” mostrando una combinación de tratamiento con “mulching” en estado fenológico avanzado.*



*Anexo 8.4. Ensayo en EECTY mostrando el daño por heladas.*





*Anexo 8.5. Ensayo en EECTY mostrando el daño por helada en la bordura.*



*Anexo 8.6. Ensayo definitivo en EECTY. Armado de bordos para disposición del ensayo.*



*Anexo 8.7. Plantines de la variedad STAR 9063 para ser trasplantados en el ensayo definitivo.*



*Anexo 8.8. Ensayo definitivo en EECTY. Marcación del ensayo con las distintas combinaciones.*



*Anexo 8.9. Combinación T7.III para la fecha tardía.*



*Anexo 8.10. Disposición del ensayo definitivo mostrando distintas combinaciones.*



*Anexo 8.11. Combinación de tratamiento sin “mulching” en ensayo definitivo.*



*Anexo 8.12. Muestras de distintas combinaciones de tratamientos acondicionadas en laboratorio.*



*Anexo 8.13. Registro del peso de la Muestra de T 5.I 1.*



*Anexo 8.14. Combinación T 5 II 3 acondicionada para medición de espesor de mesocarpo.*



*Anexo 8.15. Combinación T 3 II 3 y medición de ° Brix.*



*Anexo 8.16. Data logger Cavadevices® para registro de temperatura del suelo.*

*Anexo 8.17. Temperaturas de suelo a 5 cm. De profundidad para ambas fechas en tratamiento SM (sin mulching) y CM (con mulching).(1 día).*

FechaTardía	Hora	SM	CM	Fecha Temprana		Hora	SM	CM
07/10/2011	12:00 a.m.	27,4	29,2	30/03/2012		12:00 a.m.	20,1	25,3
07/10/2011	12:30 a.m.	26,1	28,1	30/03/2012		12:30 a.m.	19,9	24,3
07/10/2011	01:00 a.m.	26	28,1	30/03/2012		01:00 a.m.	20,1	24,6
07/10/2011	01:30 a.m.	25,6	27,7	30/03/2012		01:30 a.m.	20,1	24,4
07/10/2011	02:00 a.m.	25,6	27,7	30/03/2012		02:00 a.m.	19,6	24,5
07/10/2011	02:30 a.m.	25	27,4	30/03/2012		02:30 a.m.	18,9	24,3
07/10/2011	03:00 a.m.	24,9	27,2	30/03/2012		03:00 a.m.	18,4	23,9
07/10/2011	03:30 a.m.	24,7	27,2	30/03/2012		03:30 a.m.	17,9	22,9
07/10/2011	04:00 a.m.	24,5	27	30/03/2012		04:00 a.m.	17,8	22,3
07/10/2011	04:30 a.m.	24,4	27	30/03/2012		04:30 a.m.	17,2	22,2
07/10/2011	05:00 a.m.	24,4	27	30/03/2012		05:00 a.m.	16,9	21,2
07/10/2011	05:30 a.m.	24,3	27	30/03/2012		05:30 a.m.	16,6	24,3
07/10/2011	06:00 a.m.	24	26,8	30/03/2012		06:00 a.m.	16,9	22,1
07/10/2011	06:30 a.m.	24	26,8	30/03/2012		06:30 a.m.	17	22
07/10/2011	07:00 a.m.	24	26,5	30/03/2012		07:00 a.m.	16,6	21,7
07/10/2011	07:30 a.m.	24,3	26,6	30/03/2012		07:30 a.m.	16,3	22,6
07/10/2011	08:00 a.m.	24,8	27,3	30/03/2012		08:00 a.m.	15,9	21,4
07/10/2011	08:30 a.m.	24,9	27,4	30/03/2012		08:30 a.m.	17,7	19,7
07/10/2011	09:00 a.m.	29,4	32,4	30/03/2012		09:00 a.m.	20,9	23,8
07/10/2011	09:30 a.m.	32,3	35,6	30/03/2012		09:30 a.m.	22,6	28,3
07/10/2011	10:00 a.m.	33,4	36,6	30/03/2012		10:00 a.m.	23,7	28
07/10/2011	10:30 a.m.	32,1	36,3	30/03/2012		10:30 a.m.	24,6	28,7
07/10/2011	11:00 a.m.	33,2	36,7	30/03/2012		11:00 a.m.	25,1	29,6
07/10/2011	11:30 a.m.	36,7	38,6	30/03/2012		11:30 a.m.	25,5	29,7
07/10/2011	12:00 p.m.	37,8	39,8	30/03/2012		12:00 p.m.	26,4	30,1

<b>FechaTardía</b>	<b>Hora</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	<b>Fecha Temprana</b>		<b>Hora</b>	<b>SM</b>	<b>CM</b>	
07/10/2011	12:30 p.m.	38,5	40,3	30/03/2012		12:30 p.m.	27,2	30,6	33,5
07/10/2011	01:00 p.m.	38,7	40,8	30/03/2012		01:00 p.m.	28,2	31,3	34,3
07/10/2011	01:30 p.m.	39,1	41,1	30/03/2012		01:30 p.m.	28,6	31,5	34,3
07/10/2011	02:00 p.m.	40,6	42,1	30/03/2012		02:00 p.m.	29,3	32,6	35,7
07/10/2011	02:30 p.m.	43,3	45,2	30/03/2012		02:30 p.m.	29,7	32,9	35,6
07/10/2011	03:00 p.m.	44,4	46,1	30/03/2012		03:00 p.m.	29,9	33,4	36,4
07/10/2011	03:30 p.m.	44,7	46,2	30/03/2012		03:30 p.m.	30,9	33,7	36,9
07/10/2011	04:00 p.m.	44,7	46,4	30/03/2012		04:00 p.m.	30,2	33,2	36,7
07/10/2011	04:30 p.m.	44,8	46,4	30/03/2012		04:30 p.m.	29,5	33	36,7
07/10/2011	05:00 p.m.	44,9	46,7	30/03/2012		05:00 p.m.	29,6	33	36,5
07/10/2011	05:30 p.m.	44,9	46,7	30/03/2012		05:30 p.m.	29,4	32,8	33,5
07/10/2011	06:00 p.m.	43,5	46,2	30/03/2012		06:00 p.m.	28,4	32	33
07/10/2011	06:30 p.m.	42,1	45	30/03/2012		06:30 p.m.	27,7	31,6	33
07/10/2011	07:00 p.m.	42	45	30/03/2012		07:00 p.m.	26,9	31	32,8
07/10/2011	07:30 p.m.	38,6	43,1	30/03/2012		07:30 p.m.	25,2	30,2	32,6
07/10/2011	08:00 p.m.	37,3	42,4	30/03/2012		08:00 p.m.	23,8	28,9	32
07/10/2011	08:30 p.m.	36,5	42,1	30/03/2012		08:30 p.m.	23,6	27,6	31,5
07/10/2011	09:00 p.m.	35,9	42	30/03/2012		09:00 p.m.	23,6	27,6	31,5
07/10/2011	09:30 p.m.	35,6	40,8	30/03/2012		09:30 p.m.	23,6	27,4	31,2
07/10/2011	10:00 p.m.	34,4	39,7	30/03/2012		10:00 p.m.	23,6	27,2	31,2
07/10/2011	10:30 p.m.	34,2	38,6	30/03/2012		10:30 p.m.	23,3	27	31
07/10/2011	11:00 p.m.	34,7	38,4	30/03/2012		11:00 p.m.	22,9	26,5	31



*Anexo 8.18. Precipitaciones para los años 2004, 2005,2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011,2012.Estación Meteorológica INTA.*

Mes - Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Enero</b>	101,6	242,2	285,6	238,2	188,8	146,6	130,6	223	124
<b>Febrero</b>	226,4	55,4	182	231,4	171,8	92	213,4	207,2	18,2
<b>Marzo</b>	249,8	199,8	200,8	207	263	153,4	142,2	81,4	79
<b>Abril</b>	67,2	138,6	126,8	40	79	66,2	19,6	52,4	80,9
<b>Mayo</b>	30,6	2,8	6,8	34	2,2	40,6	14,6	9,8	13
<b>Junio</b>	0	1,8	7	2,8	0	2	2	13,6	
<b>Julio</b>	1,6	5,4	1,2	0	0	1,6	3,4	12,8	
<b>Agosto</b>	2,6	0,2	33,2	1	0	0	0	0,2	
<b>Setiembre</b>	56,4	22	2	35,8	6,4	0	0,4	6,2	
<b>Octubre</b>	4,6	11,8	24,6	50,4	18,8	0	2,8	18,8	
<b>Noviembre</b>	164,6	19,8	79,2	36,8	21,6	113,6	13,4	91,2	
<b>Diciembre</b>	146,4	367,4	405,6	165	206,2	205	99,6	108,2	
<b>Total</b>	<b>1051,8</b>	<b>1067,2</b>	<b>1354,8</b>	<b>1042,4</b>	<b>957,8</b>	<b>821</b>	<b>642</b>	<b>824,8</b>	<b>315,1</b>

*Anexo 8.19. Resumen lluvias INTA Yuto Jujuy*

<b>Año 2012</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
<b>Enero</b>	10						2	2								
<b>Febrero</b>		8	2						96	5						
	1,6		2,8				0,2									
<b>Marzo</b>			1					6						12	6	
<b>Abril</b>		5	0,4	0,2	1	0,4		27,8	0,8	0,2		1,2	3	1		
<b>Mayo</b>												3,2		0,2		
<b>Junio</b>																
<b>Julio</b>																
<b>Agosto</b>																
<b>Setiembre</b>																
<b>Octubre</b>																
<b>Noviembre</b>																
<b>Diciembre</b>																

*Anexo 8.20. Resumen lluvias INTA Yuto Jujuy*

<b>Año 2012</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>Total Mes</b>
<b>Enero</b>		40		18			26		26							<b>124</b>
<b>Febrero</b>					6											<b>117</b>
					8,6		4	0,8	0,2							<b>18,2</b>
<b>Marzo</b>						20	25	2			7					<b>79</b>
<b>Abril</b>		21,8	1,6					0,2	1,4	10	2,4	2,6				<b>80,9</b>
<b>Mayo</b>	0,4	0,6	0,2	0,2	1,8	2,4	0,4		1,4	1,6	0,2				0,4	<b>13</b>
<b>Junio</b>																
<b>Julio</b>																
<b>Agosto</b>																
<b>Setiembre</b>																
<b>Octubre</b>																
<b>Noviembre</b>																
<b>Diciembre</b>																
												<b>Total Año</b>	<b>315,1</b>			

*Anexo 8.21. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha temprana)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	1405	1436	1501	1148	1203	1231	1401	1482	1491
<b>I 15 SM</b>	1423	1491	1534	1287	1234	1189	1435	1453	1320
<b>I 25 M</b>	1439	1443	1047	1002	1120	879	1546	1436	1421
<b>I 25 SM</b>	955	970	926	743	721	765	987	964	924
<b>I 35 M</b>	1055	892	988	879	793	754	1147	994	1021
<b>I 35 SM</b>	1251	1289	1132	903	931	767	1189	1239	1181
<b>I 45 M</b>	1367	1343	991	1005	1192	845	1387	1468	1394
<b>I 45 SM</b>	1256	1345	1289	1074	1103	987	1309	1435	1188
<b>II 15 M</b>	1723	1774	1760	1236	1341	1298	1476	1468	1490
<b>II 15 SM</b>	1725	1712	1766	1345	1237	1323	1504	1497	1681
<b>II 25 M</b>	1728	1717	1758	1295	1246	1311	1646	1643	1677
<b>II 25 SM</b>	1651	1732	1643	1401	1361	1287	1670	1696	1658
<b>II 35 M</b>	1453	1349	1125	1200	1198	987	1492	1365	1348
<b>II 35 SM</b>	1561	1409	1424	1209	1127	1285	1238	1345	1276
<b>II 45 M</b>	1782	1786	1728	1237	1345	1301	1424	1675	1698
<b>II 45 SM</b>	1729	1716	1770	1390	1009	1113	1658	1641	1663
<b>III 15 M</b>	1711	1708	1701	1258	1381	1421	1648	1644	1611
<b>III 15 SM</b>	1685	1661	1664	1221	1298	1115	1628	1609	1600
<b>III 25 M</b>	1761	1741	1777	1100	1291	1341	1649	1608	1615
<b>III 25 SM</b>	1721	1713	1759	1323	1205	1287	1377	1489	1619

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>III 35 M</b>	1724	1732	1751	1109	1211	1321	1421	1651	1678
<b>III 35 SM</b>	1678	1681	1749	1296	1347	1207	1609	1598	1605
<b>III 45 M</b>	1729	1463	1791	1237	1198	1314	1639	1567	1639
<b>III 45 SM</b>	1709	1561	1683	1176	1231	1203	1679	1671	1670
<b>IV 15 M</b>	1638	1646	1450	1074	987	1116	1579	1587	1463
<b>IV 15 SM</b>	1674	1652	1679	1104	1005	1042	1557	1557	1554
<b>IV 25 M</b>	1626	1689	1665	1232	1219	1173	1578	1568	1568
<b>IV 25 SM</b>	1695	1671	1642	1198	1104	1087	1610	1601	1607
<b>IV 35 M</b>	1653	1658	1435	1236	1303	1201	1551	1545	1545
<b>IV 35 SM</b>	1737	1735	1681	1026	1098	1191	1621	1632	1632
<b>IV 45 M</b>	1686	1456	1576	1239	1187	1201	1644	1601	1523
<b>IV 45 SM</b>	1689	1687	1690	1285	1198	1112	1657	1660	1598

*Anexo 8.22. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha temprana)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	1236	1185	1203	754	689	701	1230	1245	1196
<b>I 15 SM</b>	1189	1192	1175	798	711	675	1165	1152	1112
<b>I 25 M</b>	1321	1320	1360	823	876	891	1284	1213	1248
<b>I 25 SM</b>	1245	1199	1211	828	877	901	1231	1105	1243
<b>I 35 M</b>	1227	1192	1174	886	875	877	1201	1098	1101
<b>I 35 SM</b>	1231	1286	1232	866	912	922	1198	1187	1233
<b>I 45 M</b>	1302	1326	1354	924	1012	1101	1234	1204	1276
<b>I 45 SM</b>	1285	1222	1226	988	1001	935	1246	1201	1201
<b>II 15 M</b>	1276	1238	1276	822	789	766	1187	1185	1198
<b>II 15 SM</b>	1317	1321	1283	834	844	799	1231	1216	1089
<b>II 25 M</b>	1281	1277	1210	988	1000	946	1187	1196	1244
<b>II 25 SM</b>	1105	1173	1193	991	981	905	1079	1123	1117

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>II 35 M</b>	1176	1273	1307	923	973	989	198	1206	1209
<b>II 35 SM</b>	1204	1245	1264	931	945	923	1235	1231	1242
<b>II 45 M</b>	1311	1298	1342	1001	972	1023	1287	1180	1284
<b>II 45 SM</b>	1227	1284	1235	1045	1012	984	1225	1201	1119
<b>III 15 M</b>	989	991	1105	673	688	701	943	978	1044
<b>III 15 SM</b>	1185	1162	1151	723	755	688	1109	1173	1203
<b>III 25 M</b>	1235	1220	1186	923	934	901	1202	1198	1103
<b>III 25 SM</b>	1327	1287	1272	988	873	845	1234	1187	1185
<b>III 35 M</b>	1301	1285	1333	966	944	998	1321	1186	1204
<b>III 35 SM</b>	1344	1291	1204	1012	956	944	1289	1233	1245
<b>III 45 M</b>	1286	1244	1191	1015	1001	932	1232	1201	1182
<b>III 45 SM</b>	1101	1184	1150	992	990	875	1077	1153	1074
<b>IV 15 M</b>	1207	1233	1194	788	790	726	1103	1180	1088
<b>IV 15 SM</b>	1223	1271	1201	825	810	774	1218	1193	1233
<b>IV 25 M</b>	1371	1299	1234	935	901	834	1203	1245	1105
<b>IV 25 SM</b>	1332	1330	1288	885	920	845	1288	1300	1190
<b>IV 35 M</b>	1287	1244	1205	882	917	884	1215	1231	1189
<b>IV 35 SM</b>	1119	1191	1229	798	886	921	1186	1103	1187
<b>IV 45 M</b>	1238	1286	1207	924	950	889	1190	1222	1165
<b>IV 45 SM</b>	1241	1266	1244	911	923	890	1235	1201	1139

*Anexo 8.23. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha temprana)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	1542	1596	1491	673	689	701	601	1319	1245
<b>I 15 SM</b>	1566	1481	1524	698	611	675	1287	1284	1388
<b>I 25 M</b>	1488	1421	1501	723	776	791	1301	1323	1387
<b>I 25 SM</b>	1442	1238	1345	728	777	801	1266	1205	1326
<b>I 35 M</b>	1398	1351	1287	786	775	777	1147	1222	1198
<b>I 35 SM</b>	1422	1411	1452	766	812	822	1235	1228	1301
<b>I 45 M</b>	1376	1367	1342	824	912	991	1284	1265	1277
<b>I 45 SM</b>	1355	1301	1403	888	901	835	1288	1234	1291
<b>II 15 M</b>	1280	1243	1351	722	689	666	1287	1230	1298
<b>II 15 SM</b>	1348	1391	1350	734	744	699	1288	1321	1300
<b>II 25 M</b>	1367	1340	1433	888	900	846	1266	1284	1385
<b>II 25 SM</b>	1562	1522	1455	891	881	805	1344	1348	1411
<b>II 35 M</b>	1453	1420	1411	823	873	889	1373	1385	1394
<b>II 35 SM</b>	1443	1382	1425	831	845	823	1284	1255	1368



<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>II 45 M</b>	1569	1482	1510	901	872	923	1387	1415	1390
<b>II 45 SM</b>	1545	1588	1494	945	912	884	1303	1418	1346
<b>III 15 M</b>	1540	1522	1466	573	588	601	1440	1451	1346
<b>III 15 SM</b>	1349	1385	1302	623	655	588	1238	1305	1284
<b>III 25 M</b>	1432	1444	1427	823	834	801	1342	1385	1322
<b>III 25 SM</b>	1488	1431	1420	888	773	745	1352	1384	1391
<b>III 35 M</b>	1481	1386	1385	866	844	898	1362	1164	1084
<b>III 35 SM</b>	1490	1423	1431	912	856	844	1401	1355	1278
<b>III 45 M</b>	1345	1329	1378	915	901	832	1265	1183	1265
<b>III 45 SM</b>	1453	1445	1387	882	890	775	1210	1290	1144
<b>IV 15 M</b>	1367	1331	1342	688	690	626	1188	1110	1103
<b>IV 15 SM</b>	1423	1405	1443	725	610	664	1231	1104	1228
<b>IV 25 M</b>	1521	1476	1500	735	801	734	1306	1254	1260
<b>IV 25 SM</b>	1449	1441	1376	785	720	745	1309	1236	1192
<b>IV 35 M</b>	1386	1320	1376	802	817	834	1240	1103	1120
<b>IV 35 SM</b>	1432	1398	1411	798	886	821	1276	1234	1238
<b>IV 45 M</b>	1491	1442	1472	824	850	779	1291	1356	1219
<b>IV 45 SM</b>	1501	1490	1447	811	823	790	1326	1235	1305

*Anexo 8.24. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha tardía)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	1955	1884	1923	1723	1765	1777	1858	1922	1880
<b>I 15 SM</b>	1890	1877	1840	1675	1699	1717	1789	1844	1891
<b>I 25 M</b>	1954	1934	1910	1756	1743	1780	1922	1844	1888
<b>I 25 SM</b>	1992	1990	1934	1784	1766	1784	1915	1876	1866
<b>I 35 M</b>	1963	1923	1883	1811	1805	1790	1955	1911	1877
<b>I 35 SM</b>	1990	1848	1845	1823	1792	1783	1923	1855	1817
<b>I 45 M</b>	1884	1866	1791	1766	1784	1678	1873	1789	1755
<b>I 45 SM</b>	1934	1901	1844	1822	1765	1755	1954	1923	1833
<b>II 15 M</b>	1993	1874	1923	1716	1688	1701	1942	1888	1843
<b>II 15 SM</b>	1789	1783	1824	1655	1622	1654	1822	1777	1767
<b>II 25 M</b>	1886	1845	1795	1712	1733	1679	1842	1889	1811
<b>II 25 SM</b>	1784	1760	1840	1693	1678	1710	1791	1801	1823
<b>II 35 M</b>	1894	1883	1746	1723	1750	1680	1844	1866	1800
<b>II 35 SM</b>	1951	1926	1883	1801	1768	1726	1920	1880	1821
<b>II 45 M</b>	1977	1861	1944	1802	1750	1789	1921	1840	1884
<b>II 45 SM</b>	1888	1843	1870	1711	1751	1766	1834	1792	1821

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>III 15 M</b>	1865	1931	1834	1679	1721	1672	1843	1845	1865
<b>III 15 SM</b>	1780	1841	1765	1567	1622	1598	1791	1760	1778
<b>III 25 M</b>	1840	1882	1789	1760	1762	1689	1824	1808	1790
<b>III 25 SM</b>	1883	1820	1926	1672	1666	1734	1865	1783	1844
<b>III 35 M</b>	1913	1992	1880	1785	1790	1766	1842	1923	1901
<b>III 35 SM</b>	1901	1883	1845	1723	1755	1765	1864	1835	1833
<b>III 45 M</b>	1934	1903	1935	1824	1801	1778	1883	1916	1882
<b>III 45 SM</b>	1935	1921	1883	1833	1815	1753	1884	1971	1901
<b>IV 15 M</b>	1945	1821	1863	1719	1684	1677	1912	1788	1873
<b>IV 15 SM</b>	1922	1866	1915	1744	1700	1723	1834	1875	1823
<b>IV 25 M</b>	1900	1831	1882	1821	1788	1755	1880	1822	1785
<b>IV 25 SM</b>	1923	1891	1784	1766	1677	1602	1934	1872	1801
<b>IV 35 M</b>	1883	1845	1901	1789	1745	1801	1835	1754	1772
<b>IV 35 SM</b>	1867	1764	1744	1711	1673	1678	1820	1831	1866
<b>IV 45 M</b>	1889	1851	1823	1789	1766	1771	1841	1822	1785
<b>IV 45 SM</b>	1845	1867	1780	1716	1724	1684	1790	1856	1699

*Anexo 8.25. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha tardía)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	1254	1189	1221	894	872	795	1224	1180	1220
<b>I 15 SM</b>	1267	1301	1244	898	825	812	1295	1288	1231
<b>I 25 M</b>	1188	1178	1101	917	967	892	1150	1163	1089
<b>I 25 SM</b>	1155	1225	1281	989	996	913	1203	1232	1244
<b>I 35 M</b>	1266	1245	1288	1171	1108	1121	1234	1236	1206
<b>I 35 SM</b>	1249	1119	1201	1115	1088	1166	1233	1108	1265
<b>I 45 M</b>	1188	1217	1244	1101	1162	1133	1183	1293	1201
<b>I 45 SM</b>	1195	1203	1176	1078	1105	1089	1177	1244	1123
<b>II 15 M</b>	1262	1244	1289	967	982	992	1233	1254	1268
<b>II 15 SM</b>	1255	1268	1190	915	976	907	1207	1282	1182
<b>II 25 M</b>	1231	1184	1196	976	989	995	1233	1190	1155
<b>II 25 SM</b>	1244	1233	1276	1021	996	1007	1277	1201	1265
<b>II 35 M</b>	1110	1194	1185	988	1006	994	1100	1144	1176
<b>II 35 SM</b>	1253	1208	1189	1021	1003	986	1233	1200	1209
<b>II 45 M</b>	1144	1206	1246	1034	1066	1045	1101	1277	1288
<b>II 45 SM</b>	1288	1274	1235	1101	1124	1137	1211	1235	1244

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>III 15 M</b>	1200	1233	1234	908	921	917	1189	1266	1206
<b>III 15 SM</b>	1265	1287	1204	944	932	901	1188	1271	1188
<b>III 25 M</b>	1145	1176	1188	936	977	982	1140	1174	1231
<b>III 25 SM</b>	1189	1231	1222	966	1031	1008	1075	1089	1190
<b>III 35 M</b>	1178	1267	1255	1013	1088	1104	1221	1233	1249
<b>III 35 SM</b>	1241	1265	1274	1066	1103	1098	1203	1233	1188
<b>III 45 M</b>	1185	1264	1205	1099	1118	1121	1167	1231	1192
<b>III 45 SM</b>	1213	1222	1195	1161	1144	1164	1166	1200	1186
<b>IV 15 M</b>	1208	1244	1291	943	923	976	1230	1206	1215
<b>IV 15 SM</b>	1165	1194	1188	896	888	890	1112	1165	1163
<b>IV 25 M</b>	1225	1226	1204	1065	1044	993	1244	1220	1175
<b>IV 25 SM</b>	1241	1244	1277	1104	1112	1121	1178	1191	1206
<b>IV 35 M</b>	1201	1177	1185	1112	1089	1096	1234	1136	1155
<b>IV 35 SM</b>	1228	1190	1196	1132	1103	1115	1214	1244	1185
<b>IV 45 M</b>	1194	1088	1244	1103	933	1144	1106	1002	1261
<b>IV 45 SM</b>	1201	1223	1186	1109	1162	1116	1183	1194	1201

*Anexo 8.26. Datos de Radiación PAR - Ensayo Tomate para Industria mmol/cm<sup>2</sup>\*s (Fecha tardía)*

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>I 15 M</b>	2027	2004	2105	457	476	488	1987	1923	1976
<b>I 15 SM</b>	1980	1995	2133	443	456	477	1876	1888	1911
<b>I 25 M</b>	1988	1894	1944	563	566	563	1833	1797	1845
<b>I25 SM</b>	2001	2022	1985	577	564	581	1788	1992	1787
<b>I 35 M</b>	1945	1991	1980	623	675	642	1845	1867	1794
<b>I 35 SM</b>	1993	1877	1844	630	665	671	1812	1788	1723
<b>I 45 M</b>	1955	1890	1966	724	781	732	1786	1734	1813
<b>I 45 SM</b>	1984	1991	1995	771	715	712	1815	1824	1800
<b>II 15 M</b>	1876	1832	1853	466	423	455	1687	1764	1765
<b>II 15 SM</b>	1895	1846	1833	431	440	471	1713	1675	1688
<b>II 25 M</b>	1945	1921	1920	566	541	581	1734	1722	1745
<b>II 25 SM</b>	1896	1876	1888	579	562	544	1707	1678	1713
<b>II 35 M</b>	1944	1900	1911	665	671	662	1701	1722	1801
<b>II 35 SM</b>	1988	1926	1944	687	641	625	1733	1689	1690
<b>II 45 M</b>	1956	1878	1890	745	700	713	1754	1677	1688
<b>II 45 SM</b>	1915	1921	1933	763	710	778	1703	1711	1699

<b>TRAT.</b>	<b>Bordura 1</b>	<b>Bordura 2</b>	<b>Bordura 3</b>	<b>Canopia 1</b>	<b>Canopia 2</b>	<b>Canopia 3</b>	<b>Pasillo 1</b>	<b>Pasillo 2</b>	<b>Pasillo 3</b>
<b>III 15 M</b>	1894	1885	1844	434	451	450	1672	1613	1623
<b>III 15 SM</b>	2012	2001	2023	478	472	461	1734	1788	1790
<b>III 25 M</b>	1985	1923	1972	546	571	588	1788	1733	1766
<b>III 25 SM</b>	1886	1844	1879	523	561	546	1721	1666	1689
<b>III 35 M</b>	1947	1945	2001	627	633	701	1765	1770	1798
<b>III 35 SM</b>	1988	1960	1945	644	678	688	1776	1774	1776
<b>III 45 M</b>	1895	1848	1886	712	723	722	1704	1784	1765
<b>III 45 SM</b>	1976	1889	1955	776	734	754	1785	1723	1810
<b>IV 15 M</b>	1975	1931	1944	435	423	425	1784	1764	1766
<b>IV 15 SM</b>	1894	1876	1863	413	404	415	1716	1691	1688
<b>IV 25 M</b>	1888	1876	1890	534	566	573	1714	1680	1696
<b>IV 25 SM</b>	1880	1893	1856	544	568	571	1705	1722	1711
<b>IV 35 M</b>	1897	1866	1887	623	664	612	1678	1677	1678
<b>IV 35 SM</b>	1944	1923	1977	671	667	635	1732	1755	1734
<b>IV 45 M</b>	1894	1924	1888	719	723	705	1689	1742	1712
<b>IV 45 SM</b>	1890	1897	1912	721	712	733	1734	1767	1763