

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**“RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*
cv. Toroty F1) EMPLEANDO CUATRO LÁMINAS DE RIEGO”**

Presentado por:

BORIS ISAAC BALTAZAR ZÚÑIGA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**“RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TOMATE (*Solanum lycopersicum L.*
cv. Toroty F1) EMPLEANDO CUATRO LÁMINAS DE RIEGO”**

Presentado por:

BORIS ISAAC BALTAZAR ZÚÑIGA

Tesis para optar el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

.....
Ing. Ms. Sc. Gilberto Rodríguez Soto
PRESIDENTE

.....
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz
ASESOR

.....
Ing. Ms. Sc. Ruby Vega Ravello
MIEMBRO

.....
Ing. Saray Siura Céspedes
MIEMBRO

Lima – Perú

2018

Dedicado a mis padres Santos y Gladys
por enseñarme el valor de conocer la palabra de Dios.
A mis hermanos por sus enseñanzas y apoyo incondicional.
En memoria de Anghela M. T.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a mi patrocinador Ing. M. S. Andrés Virgilio Casas Díaz por sus consejos, amistad. Apoyo incondicional y motivación a lo largo de este tiempo.

Quisiera extender mi gratitud a la ing. Ximena Reynafarje, por permitirme ser parte de su proyecto, su confianza y su amistad.

También me gustaría agradecer al ing. Emerson Castro y a Aldo Flores por el apoyo y las facilidades brindadas durante mi estancia en el Instituto Regional de Desarrollo Costa.

Finalmente a mis amigos por su apoyo cuando más lo necesitaba y permitirme entrar en su vida durante nuestra etapa universitaria.

INDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1 CULTIVO DE TOMATE	2
2.1.1 Antecedentes	2
2.1.2 Origen del cultivo de tomate	3
2.1.3 Taxonomía	3
2.1.4 Descripción botánica	4
2.1.5 Morfología de la planta de tomate	4
2.1.6 Producción cultivo de tomate en el mundo	7
2.1.7 Producción del cultivo de tomate en el Perú	8
2.1.8 Importancia nutricional del cultivo de tomate	8
2.1.9 Requerimientos ambientales del cultivo de tomate	10
2.1.10 Manejo agronómico	13
2.2 CONSUMO DE AGUA EN LOS CULTIVOS	18
2.2.1 Requerimiento hídrico de los cultivos	18
2.2.2 Elementos del clima que afecta las necesidades hídricas de los cultivos	18
2.2.3 Influencia del tipo de cultivo sobre las necesidades de agua	20
2.2.4 Evapotranspiración	21
2.2.5 Evapotranspiración del cultivo	21
2.2.6 Evapotranspiración de referencia	22
2.2.7 Factores que inciden en la evapotranspiración	23
2.2.8 Métodos para estimar la evapotranspiración	24
2.2.9 Estimación del coeficiente de cultivo	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1 ÁREA EXPERIMENTAL	29
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO	29
3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO	31
3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	32
3.5 CULTIVO	32
3.6 MATERIALES Y EQUIPOS	33
3.7 MANEJO AGRONÓMICO	33
3.8 FACTORES DE ESTUDIO	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	40

4.1	NÚMERO DE FLORES	40
4.2	ÁREA FOLIAR	41
4.3	RENDIMIENTO	44
4.4	NÚMERO DE FRUTOS	51
4.5	CALIDAD DE LA PRODUCCION	53
4.6	CALIDAD DE FRUTOS	56
4.7	PORCENTAJE DE MATERIA SECA	60
V.	CONCLUSIONES	63
VI.	RECOMENDACIONES	64
VII.	BIBLIOGRAFIA	65
VIII.	ANEXOS	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro 01: Taxonomía del tomate.....	3
Cuadro 02: Producción mundial de tomate.....	7
Cuadro 03: Composición nutritiva del Tomate.....	9
Cuadro 04: Características físicas y químicas del suelo para el cultivo de tomate.....	12
Cuadro 05: Métodos de estimación de evapotranspiración.....	26
Cuadro 06: Valores de Kc para las etapas iniciales, medias y finales para diferentes cultivos.....	28
Cuadro 07: Ubicación política del fundo Don German.....	29
Cuadro 08: Ubicación geográfica del fundo Don German.....	29
Cuadro 09: Análisis de caracterización de suelo para el IRD Costa, Fundo Don German.....	30
Cuadro 10: Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don German.....	31
Cuadro 11: Condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa y evapotranspiración (ET) en el período Abril-Agosto. Cañete, 2017.....	32
Cuadro 12: Características de fertilizantes utilizados en el cultivo de tomate. Cañete-2017.....	34
Cuadro 13: Características del área experimental utilizada.....	36
Cuadro 14: Tratamientos evaluados en el presente ensayo.....	36
Cuadro 15: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de flores en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	40
Cuadro 16: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de flores en plantas de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>). Cañete 2016.....	41
Cuadro 17: Efecto de cuatro láminas de riego en el área foliar del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	42
Cuadro 18: Efecto de cuatro láminas de riego en el área foliar (m ²) en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>). Cañete 2016.....	43

Cuadro 19: Efecto de cuatro láminas de riego en el rendimiento total, comercial, no comercial y numero de cosechas de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	45
Cuadro 20: Rendimiento comercial y no comercial (Tn/ha) en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>) empleando cuatro láminas de riego. Cañete 2016.....	46
Cuadro 21: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de frutos totales y porcentajes comerciales y no comerciales en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	52
Cuadro 22: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de frutos producido en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>). Cañete 2016.....	52
Cuadro 23: Efecto de cuatro láminas de riego en la calidad de producción en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	54
Cuadro 24: Efecto de cuatro láminas de riego en el rendimiento (Tn/ha) y número de frutos producido en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>). Cañete 2016.....	56
Cuadro 25: Calidad de frutos en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	57
Cuadro 26: Calidad de frutos en el cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>) empleando cuatro láminas de riego. Cañete 2016.....	58
Cuadro 27: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en las hojas del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	60
Cuadro 28: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en los tallos del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	61
Cuadro 29: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en los frutos del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) (Cañete 2017).....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Área foliar en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	43
Figura 02. Rendimiento total en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	44
Figura 03. Porcentaje del rendimiento comercial respecto al rendimiento total en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	48
Figura 04. Porcentaje del rendimiento no comercial respecto al rendimiento total en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	50
Figura 05. Porcentaje de las cosechas respecto al rendimiento comercial en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	51
Figura 06. Porcentajes de los frutos de primera, segunda y tercera en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	53
Figura 07. Porcentaje de la calidad comercial en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Katya</i>) por cada lámina de riego aplicada. Cañete 2016.....	55
Figura 08. Porcentaje de materia seca de hojas en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	60
Figura 09. Porcentaje de materia seca de tallos en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	61
Figura 10. Porcentaje de materia seca de frutos en tomate (<i>Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1</i>) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).....	62

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos diarios. Cañete. Marzo-Septiembre 2017	75
Anexo 2: Plan de fertilización tomate cv. Toroty F1. 2017	82
Anexo 3: Actividades realizadas en el cultivo de tomate cv. Toroty F1. Cañete – 2017	84
Anexo 4: ANOVA de las diferentes variables evaluadas	88
Anexo 5: Cantidades y tiempos de riego.....	99
Anexo 6: Cuadro de aplicaciones fitosanitarias	103
Anexo 7: Costo de producción y utilidad neta en el cultivo de tomate cv. Toroty F1. Cañete 2017	107

RESUMEN

Se realizó una investigación para evaluar el efecto de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento y la calidad de frutos en tomate (*Solanum lycopersicum L.*) cv. Toroty F1, en el valle de Cañete entre los meses de marzo a septiembre del 2017. Los tratamientos consistieron en láminas de riego de 75%, 100%, 125% y 150% de la ETc. El mayor rendimiento total y comercial se obtuvo con lamina de riego de 125% de la ETc (33.10 y 25.82 tn/ha). El menor rendimiento no comercial se obtuvo en el tratamiento 150% de la ETc (2.44 tn/ha). El área foliar de los tratamientos fue aumentando a medida que se incrementaban los porcentajes de ETc. El rendimiento de frutos con pudrición apical fue reduciendo a medida que aplicaron mayores cantidades de agua. El diámetro polar y el peso de los frutos fueron aumentando con mayores aplicaciones de agua en el riego. No se observaron diferencias significativas respecto al rendimiento de frutos con plagas y/o enfermedades, diámetro ecuatorial, resistencia del fruto y al porcentaje de ácido cítrico entre los diferentes tratamientos. El tratamiento con lámina de riego de 125% de la ETc presento la mejor combinación de rendimiento y calidad para el cultivo de tomate producido a campo abierto en el valle de cañete.

Palabras clave: riego, *Solanum lycopersicum*, rendimiento, calidad de fruto, materia seca.

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the effect of four irrigation levels on yield and fruit quality of a tomato (*Solanum lycopersicum L.*) cv. Toroty F1, in Cañete Valley between March and September 2017. Treatments were 75, 100, 125 and 150 % of ETc. Highest total yield and highest marketable yield were obtained with 125 % ETc (33.12 and 25.82 t ha⁻¹). Lowest non marketable yield was obtained with 150 % of ETc (2.44 t ha⁻¹). Foliar area increased as irrigation levels increased. Fruit blossom end rot decreased as irrigation level increased. As irrigation level was increased, fruit tomato size and weight increased. Irrigation level did not affect fruit weight damaged by pests, fruit diameter, fruit firmness and fruit percentage of citric acid. Irrigating 125 % ETc gave the best results in terms of yield and fruit quality.

Key words: Irrigation, *Solanum lycopersicum*, yield, fruit quality, dry matter.

I. INTRODUCCIÓN

Estudios realizados por organismos internacionales predicen que el cambio climático global conllevará a incrementar la escasez de agua en los próximos años. El cual es el principal factor limitante en la producción agrícola de alimentos, ya que esta interacciona con diversos factores de producción como la fertilización, el clima, el suelo, el cultivo, etc. Es por esto que el logro del rendimiento óptimo y económico además de la producción de biomasa está ligado al uso eficiente de este recurso durante el manejo de los cultivos. Esto se comprueba con las diferentes investigaciones efectuadas tanto a nivel nacional como internacional.

Actualmente, es posible aprovechar el agua en forma satisfactoria a través de la implementación de sistemas eficientes de riego como lo es el riego por goteo, que contribuyen a elevar los rendimientos y volver más rentable las explotaciones agrícolas, permitiendo una adecuada aplicación y optimización del recurso hídrico (Báez, 2013; Alcaraz, 2012).

Por tanto nace la necesidad de determinar las cantidades óptimas de agua requerida para la producción de tomate, basado en los diversos datos meteorológicos (temperatura del aire, radiación solar, humedad relativa, etc.), las propiedades fisicoquímicas del suelo y la cantidad hídrica requerida por el cultivo en sus diversos estados fenológicos.

Por lo que se plantea el siguiente objetivo:

Objetivo general:

1. Determinar el efecto de diferentes láminas de riego en el rendimiento y la calidad de fruto en el cultivo de tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 CULTIVO DE TOMATE

2.1.1 Antecedentes

En la llegada de los españoles a América, el tomate formaba parte ya de los pequeños huertos de hortalizas del área mesoamericana, sin que su importancia económica fuera grande. Era una hierba más de las milpas. Los cronistas europeos hacen escasas referencias a este producto, habiéndose a veces malinterpretado algunas citas que utilizan el vocablo tomate. Este vocablo introducido en la lengua castellana en 1532 (Corominas, 1990), procede del náhuatl tomatl, que se aplicaba genéricamente para plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Montes y Aguirre, 1992).

No obstante su rápida difusión en el viejo continente, la aceptación fue muy desigual. En España e Italia se utilizó en la alimentación humana prácticamente desde su introducción. El herborista Mattioli, afirmaba ya en 1554 que el tomate “se come en Italia con aceite, sal y pimienta” (Rick, 1978). Al paso del tiempo, el tomate se integraría profundamente en la gastronomía italiana, usándose ampliamente en pizzas, ensaladas, salsas y guisos. En la mayoría de los otros países fue usado solo como planta ornamental, por sus flores amarillas y sus bayas rojas o amarillas. Francisco Hernández hacia 1790 señala: los farmacéuticos europeos que han conocido algunos de estos frutos, los han llamado frutos de amor. Tal es el caso de Francia, donde se llamó “pomme d’amour”. Fournier (1948) señala que el tomate figura en el catálogo de Andrieux-Vilomorin de 1760 entre las especies ornamentales, apareciendo como una hortaliza a partir de 1785. En el Caribe y las Antillas se difundió también de un modo desigual. Por ejemplo, a Barbados no llegaría sino hasta el siglo XVIII, introducida por los portugueses (Candolle, 1883). La introducción del tomate en E.U.A. fue tardía, siendo realizada por los colonos. Jefferson hace referencia al cultivo del tomate en Virginia en 1782, pero tuvo importancia real hasta finales del siglo XIX y principios del XX (Rick, 1978).

2.1.2 Origen del cultivo de tomate

Vigliola (2007), sostiene que el origen del genero *Solanum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Peralta y Spooner (2007), señalan que ésta y otras hortalizas se cultivaron en forma continua por las culturas que florecieron en los andes desde tiempos preincaicos.

Peralta *et al.* (2006), mencionan dos hipótesis sobre la domesticación del cultivo de tomate que aún no se resuelve, una de Perú y otra de México. La primera es que Alfonse De Candolle uso evidencia lingüística como los nombres ‘mala peruviana’ o ‘pommi del Perú’ (manzanas peruanas) para sugerir un origen peruano. La segunda hipótesis de la domesticación mexicana fue presentada por Jenkins, quien también uso la evidencia lingüística; pero no es claro que la planta citada como ‘tomatl’ de México se refiere a los tomates verdaderos o a una especie nativa de *Physalis* (‘tomate’ o ‘tomatillo’ es el nombre común en México para *Physalis philadelphica*, el tomate cascara, mientras que el ‘jitomate’ se refiere a cultivares con frutos grandes de *Solanum lycopersicum*). Jenkins coincidió con De Candolle en que *S. lycopersicum* de América del Sur fue el progenitor de los cultivares europeos domesticados, pero discrepó con el lugar de domesticación en Perú.

2.1.3 Taxonomía

Cuadro 01: Taxonomía del tomate.

Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Subgénero	Potatoe
Sección	Petota
Especie	<i>Solanum lycopersicum</i> <i>Lycopersicum esculentum</i>
Nombre común	Tomate

FUENTE: Jano, 2006

2.1.4 Descripción botánica

De acuerdo con Hernández (2011), las plantas de tomate son herbáceas perennes, aunque en su hábitat natural muy probablemente se comportan como anuales y pueden morir después de la primera estación de crecimiento debido a las heladas o la sequía.

Según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos distintos: los determinados y los indeterminados. La planta de crecimiento determinado es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice. El tomate de tipo indeterminado crece hasta alturas de dos metros o más. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo, produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos de éstos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades de tipo determinado, que son bajas o arbustivos. Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo de la planta de tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (Von Haeff, 1983).

2.1.5 Morfología de la planta de tomate

a. Raíz

Posee un sistema radicular amplio el cual está constituido por una raíz principal pivotante que puede alcanzar hasta 50 - 60 cm de profundidad, provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzadas por la presencia de raíces adventicias que surgen de la base de su tallo, y que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen (Sañudo, 2013). El sistema radical puede alcanzar hasta 1.5 m de profundidad, y se estima que un 75% del mismo se encuentra entre los primeros 45 cm superiores del terreno (Rodríguez *et al.* 2001).

b. Tallo

Es herbáceo lignificado cubierto de pelos gruesos, semi-leñosos, hinchados en los nudos y ásperos al tacto, son frágiles y en su base se producen raíces adventicias, y según la variedad o cultivar estos pueden ser de crecimiento determinado e indeterminado (Sañudo, 2013).

Presenta tricomas (vellosidades) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia color verde aromática. El tallo puede llegar a medir de 40-250 cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, si al final del crecimiento todas las ramificaciones exhiben yemas reproductivas, estas se clasifican como de crecimiento determinado; y si terminan con yemas vegetativas, son de crecimiento indeterminado (Rick, 1978; Rodríguez *et al.* 1984; Valadéz, 1990).

Cuando la ramificación del tallo principal da lugar a dos grupos: determinado e indeterminado; el primero termina sus ramificaciones en inflorescencia, limitándose en consecuencia el crecimiento vertical, en el segundo también se forman racimos en la última hoja; sin embargo, se forma también una nueva rama dando origen a un crecimiento ilimitado (Garza, 1985).

c. Hoja

Son pinnadas compuestas, de folíolos más o menos lobulados, provistos de pelos glandulosos que desprenden un olor característico muy penetrante; son más o menos ovales y acuminadas, de bordes dentados, con un color verde intenso en el haz y verde claro en el envés y en sus axilas se encuentran una serie de yemas las cuales producen chupones o tallos laterales (Sañudo, 2013).

d. Flor

La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de 2-30

carpelos que al desarrollarse darán origen a los lóculos o celdas del fruto (Rodríguez *et al.* 2001).

El cáliz está compuesto de seis sépalos y la corola de seis pétalos amarillos. Los estambres, en un número de seis, se reúnen formando un tubo alrededor del gineceo. La dehiscencia se produce por la mañana generalmente, el estigma es receptivo a su propio polen o a otro; la receptividad que comienza dos horas antes de la dehiscencia y se prolonga de 4 a 8 h. El estilo es más corto o tan largo como los estambres; posición que favorece considerablemente la autopolinización. El alargamiento del estilo se acentúa en clima tropical debido a las temperaturas elevadas, de tal forma que en esas condiciones, se puede observar una polinización cruzada natural (Curtís, 1996).

e. Fruto

El fruto del tomate es una baya globosa o piriforme, de color generalmente rojo en la maduración, aunque algunas veces puede presentar otras coloraciones (amarillo, naranja, rosa, dependiendo de la variedad). La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada y en su interior se delimitan claramente los lóculos carpelares. La placentación puede o no ser regular (Maroto, 2000). Son bayas carnosas, con diferencias en forma que puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y diferencias de color, debido a la presencia de licopeno y caroteno, divididos interiormente en cavidades o lóculos, consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso desarrollado de un ovario (Sañudo, 2013).

Botánicamente, un fruto de tomate es una baya compuesta de varios lóculos, consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso desarrollado de un ovario. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada; están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnoso desarrollado de un ovario). Una variedad comercial contiene alrededor de 150-300 semillas por fruto (Desai *et al.* 1997).

f. Semilla

La semilla es de diferentes tonalidades en su color, desde el grisáceo, hasta el color paja de forma oval aplastada; tamaño entre 3-5 mm de diámetro y 2.5 mm de longitud, y cubierta

de vellosidades. En un gramo puede haber de 300-350 semillas (Rodríguez *et al.* 2001). El peso de 1000 semillas es de aproximadamente 2.4 g (Desai *et al.* 1997).

2.1.6 Producción cultivo de tomate en el mundo

Los tomates (*Solanum lycopersicum L.*) pertenece a la categoría de los frutos hortícolas con alto consumo a nivel mundial según la organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2011). Según FAO (2014), En el 2014 se produjeron 170.750 millones de kilos, indicando un incremento de 4.29% respecto al año anterior.

En los últimos 10 años, la producción mundial de tomate ha aumentado en 41.436 millones de kilos (un aumento de 32%). China encabeza la lista de productores de esta hortaliza, produciendo 52.586 millones de toneladas en 2014 (cuadro 02), esto quiere decir que el país asiático produjo un 30.79 por ciento del total mundial. Seguido por india (18.735 millones de kilos) y Estados Unidos (14.156 millones de kilos) (FAO, 2014)

Cuadro 02: Producción mundial de tomate.

POSICION	PAIS	PRODUCCION (tn)
1	China	52586860
2	India	18735910
3	EE.UU.	14516060
4	Turquía	11850000
5	Egipto	8288043
6	Irán	5973275
7	Italia	5624245
8	España	4888880
9	Brasil	4302777
10	México	3536305

FUENTE: FAOSTAT (2014).

Por otro lado en América del sur los principales productores de tomate son Brasil con 4.302 millones de toneladas y Chile ubicado a nivel mundial en el puesto 21 con una producción de 0.909 millones de toneladas. Perú en ese año produjo 0.265 millones de toneladas (FAO, 2014)

2.1.7 Producción del cultivo de tomate en el Perú

Ibañez (2006) mencionó que la producción de tomate nacional estaba alrededor de 160 mil toneladas, en una superficie de 5 mil hectáreas. Según SIEA (2016) la producción de tomate fue de 232.898 toneladas en una superficie de 6 mil hectáreas. Por lo que en los últimos 10 años hubo un incremento de 45.56% en la producción nacional, así como un incremento del 20% en el área sembrada en el territorio nacional.

Las regiones con mayores producciones son Ica con 95.441 mil toneladas y Lima con 49.176 mil toneladas (Ica y lima concentran el 62.09% de la producción nacional). Por otro lado las regiones con mayor superficie sembrada son Lima, Ica y Arequipa con áreas de 1610 ha, 1032 ha y 911 ha respectivamente. Las regiones con mayores rendimientos son Ica con 92 tn/ha, Arequipa con 47 tn/ha, La Libertad con 41 tn/ha, Tacna con 33 tn/ha y Lima con 31 tn/ha (SIEA, 2016).

2.1.8 Importancia nutricional del cultivo de tomate

El valor nutricional, aunque es probable que pase desapercibido para los consumidores, es de suma importancia. El valor nutritivo de un producto se define como el grado de utilidad que poseen los alimentos para satisfacer los requerimientos de sustancias necesarias para garantizar el buen funcionamiento del organismo (Marangoni *et al.* 1995).

Jano (2006), sobre el valor nutricional del tomate señala que es un alimento poco energético que aporta apenas 20 a 22 calorías por 100 gramos (cuadro 03). Su componente mayoritario es el agua, seguido de los hidratos de carbono. Se considera una fruta – hortaliza, ya que su aporte en azúcares simples es superior a otras verduras, lo que le confiere un ligero sabor dulce. Es una fuente interesante de fibra, minerales como el potasio y el fósforo, y de vitaminas, entre las que destacan la C, E, provitamina A y vitaminas del grupo B, en especial B1 y niacina o B3. Además, presenta un alto contenido en carotenos como el licopeno, pigmento natural que aporta al tomate su color rojo característico. El alto contenido en vitamina C y E y la presencia de carotenos en el tomate convierten a éste en una importante fuente de antioxidantes, sustancias con función protectora de nuestro organismo. La vitamina E, al igual que la C, tiene acción antioxidante, y esta última además

interviene en la producción de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. También favorece la absorción del hierro de los alimentos y aumenta la resistencia frente a las infecciones. La vitamina A es esencial para la visión, el buen estado de la visión, el buen estado de la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, además de tener propiedades antioxidantes.

Cuadro 03: Composición nutritiva del Tomate.

Agua	940.0 g/Kg ⁻¹	Magnesio	200.0 mg/Kg ⁻¹
Carbohidratos	43.0 g/Kg ⁻¹	Yodo	17.0 µg/Kg ⁻¹
Grasa	2.0 g/Kg ⁻¹	Zinc	2.4 mg/Kg ⁻¹
Fibra	10.4 g/Kg ⁻¹	Vitamina B ₁	0.6 mg/Kg ⁻¹
Proteína	9.0 g/Kg ⁻¹	Vitamina B ₂	0.4 mg/Kg ⁻¹
Energía	170.0 Kcal/Kg ⁻¹	Vitamina E	7.0 mg/Kg ⁻¹
Calcio	140.0 mg/Kg ⁻¹	Vitamina C	137.0 mg/Kg ⁻¹
Hierro	5.0 mg/Kg ⁻¹	Vitamina A	136.0 µg/Kg ⁻¹
Fosforo	230.0 mg/Kg ⁻¹	Licopeno	160.3 mg/Kg ⁻¹
Potasio	2040.0 mg/Kg ⁻¹	Ácidos fenólicos	53.6 mg/Kg ⁻¹
Sodio	130.0 mg/Kg ⁻¹	Flavonoides	50.2 mg/Kg ⁻¹

FUENTE: Frusciante *et al.* (2007)

2.1.9 Requerimientos ambientales del cultivo de tomate

a. Temperatura

Los principales agentes del medio físico, como la temperatura, la luz y la humedad juegan un papel importante para que los procesos fisiológicos de “cuajado” y “amarre” de fruto se produzcan de forma normal (Maroto, 2002). Rodríguez *et al.* (2001) menciona que la temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta como la: transpiración, fotosíntesis, germinación, entre otras. El tomate es clasificado dentro de las hortalizas tolerantes al calor, como aquellas que a temperaturas menores de 8 °C detienen su crecimiento. La temperatura óptima es de 24 °C, la mínima de 10 °C y la máxima de 32 °C (Castaños, 1993).

La temperatura óptima para la maduración del fruto es entre 18-24 °C (MAGCr, 1991). Al respecto Salunkhe y Kadam (1998) mencionan que el rango óptimo es entre 15-20 °C. Por otro lado, si la temperatura es menor a 13 °C, los frutos tienen una maduración muy pobre; situación similar sucede cuando la temperatura es mayor a 32 °C, debido a que la coloración roja (licopeno) es inhibida y los frutos se tornan amarillos (Valadéz, 1990). Las temperaturas óptimas según el ciclo de vida son las siguientes: temperaturas nocturnas entre 15 y 18 °C, temperaturas diurnas 24 a 25 °C, y temperatura ideal en la floración de 21 °C (Rodríguez *et al.* 2001).

b. Agua

b.1. Humedad del suelo

La exigencia del tomate en cuanto a la humedad del suelo es media, influye sobre todo en el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades, siendo preferibles humedades medias no superiores al 50%, y suelos no encharcados (Rodríguez *et al.* 2001).

Los periodos críticos de humedad en las plantas de crecimiento determinado son: después del trasplante, poco consumo de agua; en floración e inicio de fructificación, gran demanda

de agua; en la etapa de maduración de fruto, poco consumo de agua (Huerres y Caraballo, 1988).

La disponibilidad de agua, también puede afectar la formación de flores y posteriormente la disminución de frutos. La media del número de flores por racimo, decrece cuando disminuye el suministro de agua (Wien, 1997).

b.2. Humedad relativa

Resh (1993), menciona que se ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, “cuajado” de fruto y posterior desarrollo de éste. Humedad del ambiente mayor de 70% disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente polen al estigma. Por otro lado, humedad demasiado seca (humedad relativa inferiores al 60 – 65%) causa la desecación del polen.

Nuez (2001) define que la humedad relativa inferior al 90 % es deseable, pues valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades, especialmente *Botrytis*, siendo óptimos valores del 70 al 80 %.

c. Fotoperiodo

La luminosidad tiene gran influencia tanto en la fotosíntesis como en el fotoperiodismo, así como en el crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos; en virtud de que el rendimiento de fruto esta positivamente relacionado con la cantidad de radiación solar recibida por el cultivo y el ciclo del mismo (Wien, 1997; Rodríguez *et al.* 2001).

El desarrollo normal de los tomates se lleva a cabo con días entre 11-12 h, con días más largos las plantas tienen una fructificación precoz. Algunos autores plantean que el tomate es una planta de día corto, pero, la mayoría considera que es indiferente al fotoperiodo en lo que concierne a su floración, la longitud del día tiene bastante importancia en su crecimiento vegetativo (Huerres y Caraballo, 1988; Maroto, 2002).

Tjalling (2006), menciona que el tomate es sensible a las condiciones de baja luminosidad, ya que el cultivo requiere un mínimo de seis horas diarias de luz directa del sol para florecer. La cantidad de radiación global determina la cantidad de azúcares producida en las

hojas durante la fotosíntesis, mientras más alta es la cantidad producida de azúcares, la planta puede soportar más frutos, por lo tanto el rendimiento del tomate puede ser más alto.

d. Suelo

Morandes (2009) menciona que aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m o más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25°C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del trasplante. El pH debe estar entre 5,5 y 6,8.

Son recomendables suelos sueltos, ricos en materia orgánica y bien drenados. Tolera ligera acidez y salinidad. Textura ideal, suelos francos y franco-arenosos, pH óptimo oscila entre 5 y 6,5 (Ugás *et al.* 2000).

En el cuadro 04 se presentan las características óptimas del suelo para la producción de tomate (Pavan, 1995).

Cuadro 04: Características físicas y químicas del suelo para el cultivo de tomate.

FISICAS	RANGO OPTIMO
Textura	Franco a franco arcillosa
Profundidad efectiva	> 80 cm
Densidad aparente	1.20 g/cc
Color	oscuro
Contenido de materia orgánica	> 3.5%
Estructura	granular
QUIMICAS	RANGO OPTIMO
pH	5.5 - 6.0
Nitrógeno	Según tipo de suelo
Fosforo	13-40 ppm
Potasio	4%-5%
Calcio	14%-15%
Magnesio	17%-18%
Acidez total	< 10.0%
Conductividad eléctrica	0.75-2.0 mmho/cm ²

FUENTE: Pavan (1995)

2.1.10 Manejo agronómico

a. Preparación del terreno

El grado de refinamiento del suelo está asociado con el sistema de implantación (siembra directa o trasplante). La preparación del terreno se inicia con una o dos labores profundas seguidas de una mayor desmenuzamiento del suelo y sistematización del terreno (Castagnino, 2008).

b. Siembra

Comparando el sistema de siembra directa con el sistema de trasplante, se puede decir que la siembra directa resulta en una disminución del ciclo de cultivo. La producción en volumen puede ser mayor en un 5-20% y existe también un ahorro en mano de obra. Por otro lado el método de semilleros y trasplante requiere menos insumos pero más mano de obra. Mediante el trasplante se ocupa el terreno durante más tiempo, lo cual puede ser ventajoso para el cultivo anterior o para el total del plan de producción (Von Haeff, 1983; Nuez, 1995).

Para el cultivo intensivo del tomate se utiliza plantas germinadas en semilleros, no siendo común la siembra directa que se emplea en algunos casos de cultivo extensivo. A los 30 – 35 días de la siembra, las plántulas tienen un tamaño de 10 – 15 cm. con 6- 8 hojas verdaderas ya formadas, momento que está en condiciones del trasplante al terreno (Nuez, 1995).

c. Trasplante

Para el trasplante definitivo, este se realiza aproximadamente entre cuatro a cinco semanas después de la siembra en semillero. Es conveniente realizarlo cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas o cuando su altura oscile los 10 a 15 cm (Jaramillo-Noreña *et al.* 2006).

Rodríguez *et al.* (2001) recomienda algunos cuidados que se deben proporcionar cuando la planta esté preparada para el trasplante. Primero no colocar las plantas directamente al sol,

segundo, sumergir o mojar la bandeja en algún fungicida antes del trasplante y tercero realizar el trasplante al comienzo del día o al atardecer para obtener un mejor prendimiento.

d. Riego

Las necesidades totales de agua (Evapotranspiración total) de un cultivo de tomate, después del trasplante, producido en campo en 90 a 120 días van desde los 400 a 600 mm, dependiendo del clima, las necesidades de agua en relación con la evapotranspiración (Et) en mm/periodo, están dadas por el factor de cultivo Kc (Coeficiente del efecto de la planta), para las distintas etapas de su desarrollo; anteponiendo que para la etapa inicial o de trasplante requiere de 0.4 - 0.5 mm en los primeros 10 a 15 días; durante la etapa de desarrollo vegetativo requiere de 0.7 - 0.8 mm en los siguientes 20 a 30 días; mientras que en los 30 a 40 días siguientes en la primera etapa de floración requiere de 1.05 - 1.25 mm; en la etapa de máxima floración y amarre de frutos a los 30 a 40 días después requiere de 0.8 - 0.9 mm y por último en la cosecha de 0.6 - 0.65 mm (González, 2000).

Las necesidades de agua en mm (milímetros) diarios, del cultivo de tomate en sus etapas de desarrollo, desde su germinación hasta la etapa de maduración van desde los 0.4 - 0.5 mm, hasta los 1.5 - 1.7 mm en su etapa de floración, que es donde alcanza su máxima demanda de agua el cultivo, disminuyendo su demanda en la etapa de maduración hasta los 0.4 - 0.6 mm diarios (Lizarraga, 2000).

El riego es uno de los factores de producción que más influyen sobre el resultado final del tomate. Su requerimiento está determinado por el tipo de suelo y las condiciones ambientales (León, 1980).

Según Manjarrez (1980), el tomate presenta tres periodos críticos de necesidad hídrica: emergencia de plántulas, floración, y cuando los frutos han alcanzado una quinta parte de su crecimiento.

El manejo del riego en el cultivo es una de las acciones más críticas del proceso de producción. El riego adecuado permite compensar las extracciones de agua y elementos nutritivos de la planta, controlar la acumulación de sales y mantener un adecuado nivel de oxígeno en el ambiente radical; además el riego afecta positiva o negativamente el

crecimiento, la producción, la condición fitosanitaria de la planta y el uso efectivo de fertilizantes (Doorembos y Kassam, 1986).

e. Nutrición

La necesidad de fertilizantes de los cultivos depende de: la disponibilidad de elementos nutritivos en los sustratos, el contenido de materia orgánica, la humedad del suelo, la variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo (Jaramillo *et al.* 2006). Vallejo y Estrada (2004) proponen los siguientes requerimientos nutricionales promedio de N, P, K, Ca y Mg para el cultivo de tomate son 225, 72, 318, 50, 64 Kg/ha respectivamente, para una densidad de población de 19000 plantas y un rendimiento esperado de 42tn/ha.

La nutrición de tomate juega un papel muy importante si se desea incrementar la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Muchos de los trabajos realizados muestran que el tomate demanda grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Un rendimiento alrededor de 40 ton de fruto requiere cerca de 93 kg N/ha, 20 kg P/ha y 126 kg K/ha. Los fertilizantes aplicados al suelo se calculan de acuerdo con la fertilidad de éste. Las siguientes dosis se aplican a suelos de baja fertilidad: 75-100 kg N/ha, 150-200kg P/ha y 150-200 kg K/ha (George, 1999).

El fósforo y el potasio se aplican antes del trasplante cuando se cultiva en suelo y para producción de fruto; mientras que el nitrógeno, se distribuye en tres etapas: la primera antes del trasplante, la segunda después de mes y medio, y la tercera en la floración (Salunkhe y Kadam, 1998).

f. Control de malezas

Las malezas o malas hierbas causan problemas si compiten con el cultivo por luz, agua, nutrientes y espacio, están muy relacionados con aspectos agronómicos como fertilidad del suelo, eficacia del riego y equilibrio de plagas y enfermedades (Ugás *et al.* 2000).

Un factor importante en el cultivo de tomate son las malezas. Menezes (1992), presenta una relación de malezas y la susceptibilidad y tolerancia a algunos herbicidas que afectan el cultivo de tomate en América Latina y el Caribe. Casas (1979) en un experimento realizado

en el cultivo de tomate en el distrito de Ate (Lima), menciona que las especies *Nicandra physaloides* (L) Gaertn y *Portulaca oleracea* L., son las más abundantes en el tratamiento que no recibió ningún tipo de control de malezas. Además, menciona otras especies, entre las que destacan *Amaranthus dubius* Mart, *A. hybridus* L., *Cynodon dactylon* (L) Pers, *Cyperus esculentum* L., *Datura stramonium* L., *Eleusine indica* (L) Gaertn y *Sorghum halepense* (L) Pers.

g. Plagas

El cultivo de tomate es muy particular en cuanto a la incidencia de plagas, dependiendo de las áreas donde se cultiva (Saldaña, 2002). En una publicación de la University of California (1990), se cita una relación de insectos plaga para la zona de California. Sanchez y Vergara (1998), citan una relación completa de insectos plaga. Sarmiento y Sanchez (2000), establecen una metodología de evaluación para los principales insectos plaga del cultivo. Díaz y Ternero (1998), realizaron observaciones en campos comerciales del cultivo de tomate entre 1992 y 1998.

Entre las principales plagas se puede citar a : *Prodiplosis longifila* Gagné, *Tuta absoluta* (Meyrick), *Spodoptera ochrea* (Guen.), *S. eridania* (Cramer), *Heliothis virescens* (Fabr.), *Pseudoplusia includens* (Walker), *Manduca sexta* (L.), *Agrotis spp.*; *Liriomyza huidobrensis* Blanchard, *Melanagromiza tomatarae* Steykal, *Euchistus convergens* (H. & S.), *Thrips tabaci* Lindeman, *Gryllus peruvianus*, *Alphitobius diaperinus*, *Polyphagotarsonemus latus* (Banks), *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas), *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring, y *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). Para el caso de *B. argentifolii* es particularmente importante, porque se asocia como vector de un geminivirus que causa el enrollamiento de las hojas de la planta de tomate (Brown *et al.* 1995; Bolaño, 1997; Sanchez y Vergara, 1998; Rodriguez, 1999)

h. Enfermedades

Entre los principales patógenos se pueden mencionar a *Ralstonia solanacearum* Smith, razas 1 y 3; *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. lycopersici (Sacc) Snyder y Hans; *Pythium spp.*; *Phytophthora capsici* Leonian; *P. infestans* (Mont) de

bary; *Laveillula taurica* (Lév.) Arn.; *Botrytis cinérea* Pers.; *Alternaria solani* (Ell. y Mart.) Jones y Grout; *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Doige) Dye; *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Cladosporium fulvum* Cke.

Los virus constituyen otro importante agente causal de epifitias. Fernández *et al.* (1976), Fernández and Fulton (1980), Fernández (1995), Panizo (1998) y Echegaray (2000), citan las principales características de los virus en el cultivo de tomate y su incidencia en las regiones de Perú. Entre los principales virus se encuentran Tomato mosaic virus (TMV), Tomato spotted wilt virus (TSWV), Cucumber mosaic virus (CMV), Alfalfa mosaic virus (AMV), Perú tomato virus (PTV), Potato virus X (PVX), Potato virus Y (PVY), Beet curly top virus (BCTV), y Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV).

Los nematodos causan severos daños al cultivo, especialmente en zonas donde se realizan monocultivos. Overseas Delopment Administration (1983), La Torre (1990) y Panizo (1998), citan las principales especies de nematodos que afectan al cultivo: *Meloidogyne incognita* (Kophoid y White) Chitwood, *M. javanica* (Troub.) Chitwood, *M. arenaria* (Neal) Chitwood, *M. hapla* Chitwood.

i. Cosecha

Los sistemas de cosecha del tomate pueden ser manuales o mecanizados. En general los frutos destinados a la industria se cosechan mecánicamente y los de consumo fresco preferentemente a mano, lo que implica mayor cantidad de mano de obra con mayores costos (Jaramillo *et al.* 2007). Para realizar la cosecha mecánica se requiere de cultivares adaptados para ella y que presenten uniformidad en la producción y maduración (Casanova *et al.* 2007).

La cosecha del tomate manual es generalmente escalonada en la planta y se realiza en varias etapas, según el período de producción de las plantas. Al cosechar se debe considerar el estado de madurez y el destino que se le dará al producto; y en otros casos se determina por el tamaño y la coloración del fruto (Gómez *et al.* 2010).

Padilla (2010) menciona que una vez que los frutos de tomate han adquirido su madurez fisiológica, circunstancia imprescindible para iniciar su recolección, se pueden presentar tres tonos de coloración (verde maduro, pinton y rojo maduro).

2.2 CONSUMO DE AGUA EN LOS CULTIVOS

2.2.1 Requerimiento hídrico de los cultivos

El conocimiento de los requerimientos hídricos de los cultivos ayuda a los cultivadores e investigadores a mejorar la gestión de las actividades de campo, tales como los eventos de riego. Sin embargo, el requisito de agua de riego es la cantidad total de agua necesaria, además de la precipitación, para satisfacer la pérdida por evapotranspiración del cultivo (Vinicius *et al.* 2016).

Los requerimientos hídricos de los cultivos representan el volumen de agua requerida para retribuir la pérdida por evapotranspiración del cultivo (Allen *et al.* 2006; Hashem *et al.* 2016). Para la gestión adecuada del riego y ahorro del agua una estimación precisa es fundamental para las necesidades hídricas de los cultivos. Llegando hacer la evapotranspiración de referencia (ETO) y el coeficiente de cultivo (KC) uno de los factores claves para la estimación de los requerimientos de agua para los cultivos (Basso, Villafañe, & Villafañe, 2016; Reyes González *et al.* 2013).

2.2.2 Elementos del clima que afecta las necesidades hídricas de los cultivos

a. Radiación solar

Es la cantidad de energía que el sol suministra a la tierra en forma de radiación electromagnética. Esta energía se emplea en los procesos fotosintéticos, calentamiento del suelo, calentamiento del aire, evaporación y transpiración. El clima a su vez, está determinado por el efecto de esta energía sobre el calentamiento del aire y la evaporación, es fuente fundamental de energía en el ciclo hidrológico y ejerce gran influencia en las posibilidades agrícolas de cada región (Cely, 2010).

Las plantas son organismos transformadores de la energía solar, ya que mediante la fotosíntesis se obtiene el rendimiento potencial de los cultivos, e indirectamente por su influencia en la evaporación, afecta el balance hídrico del suelo, el que a su vez, define el suministro de agua en las plantas (Cely, 2010).

b. Temperatura

Factor que influye directamente sobre la tasa de crecimiento foliar bajo condiciones óptimas de disponibilidad hídrica. La temperatura del aire y/o de la superficie evaporante influye también en la evapotranspiración. En general, cuanto mayor sea la temperatura, tanto del aire como de la superficie, mayor evaporación se producirá. A causa de la fuerte dependencia de la evaporación con la temperatura, la mayor parte de los modelos de predicción de ET están basados en la temperatura (FAO, 2006).

Los efectos que puede tener en las plantas las temperaturas elevadas son: mayor evapotranspiración y menor disponibilidad de agua, el sobrecalentamiento acarrea daños en el citoplasma y desfavorece la fotosíntesis, en cuanto a las temperaturas excesivamente bajas causan endurecimiento que produce un aumento de concentración de azúcares como protección (Alcaraz, 2012).

c. Precipitación

La precipitación se considera como la primera variable hidrológica y es la entrada natural de agua dentro del balance hídrico de los agroecosistemas y de las cuencas hidrográficas. La distribución de las lluvias es una herramienta muy acertada para efectuar estudios de zonificación climática e identificación de zonas de vida, donde la radiación y la temperatura no presentan grandes variaciones a lo largo del año; el comportamiento y estacionalidad de la agricultura y la vegetación a una misma altitud están directamente relacionados con la disponibilidad del agua en el suelo proveniente de las lluvias (Aparicio, 2006).

Dentro de los elementos meteorológicos, la lluvia presenta mayor variabilidad en nuestro medio, por lo que es el factor de mayor riesgo para la agricultura (Cely, 2010).

d. Humedad relativa

La humedad relativa (HR) es la cantidad de vapor de agua presente en el aire comparada con la cantidad que el aire podría potencialmente retener a una temperatura determinada. El aire en los espacios intercelulares de una hoja hidratada podría tener una HR cercana al 100%, como la que tendría la atmósfera en un día lluvioso. Cualquier reducción en el agua contenida en la atmósfera crea un gradiente para que el agua se mueva de las hojas a la atmósfera. A menor HR, menor contenido de humedad en la atmósfera y por lo tanto una mayor fuerza motriz para la transpiración. Cuando la HR es alta, la atmósfera contiene más humedad, lo que reduce la fuerza motriz para la transpiración (Rodríguez, 2015).

e. Viento

El viento induce cambios en las condiciones atmosféricas alrededor de las hojas, como temperatura, diferencia de presión de vapor (la que puede tener efecto en la apertura estomática y transpiración), pero las plantas también pueden responder a los efectos directos e indirectos del mismo (Boldes, 2003).

Por otra parte, el viento puede producir la disminución de la tasa fotosintética debido a los cambios en la radiación disponible cuando el ángulo foliar es alterado por efecto del viento y por consiguiente el ángulo de incidencia de la radiación respecto de la lámina foliar resulta modificado. El viento puede también reducir el área foliar efectiva al causar el agrupamiento de las hojas (Golberg, 2010).

2.2.3 Influencia del tipo de cultivo sobre las necesidades de agua

El tipo de cultivo influye sobre las necesidades de agua fundamentalmente de dos formas:

a) Las necesidades diarias de agua varían de un cultivo a otro en un estado de pleno desarrollo; por ejemplo un cultivo de maíz totalmente desarrollado consumirá más agua que un cultivo de cebolla también plenamente desarrollado.

b) La duración total del ciclo vegetativo variara de unos cultivos a otros, existen algunos con ciclo vital corto (90 a 100 días), los hay con ciclos entre 120 a 160 días; y otros como

los frutales que permanecen en el terreno durante años. Los datos sobre la duración del ciclo de los diversos cultivos en una zona determinada deben ser obtenidos localmente (FAO, 1987).

La etapa más vulnerable a la falta de agua es la etapa media del ciclo de cultivo, ya que depende de la cantidad de agua que se adicione a la planta para obtener mayores o menores rendimientos. La etapa menos sensible a la falta de humedad es la final del ciclo del cultivo, la que comprende maduración y cosecha. Por otro lado se debe cuidar que no falte humedad en aquellos cultivos que se cosechan frescos como el tomate, ya que este tipo de cultivo es muy sensible en esta etapa (Lagos, 2005).

2.2.4 Evapotranspiración

Un buen conocimiento de la división de la evapotranspiración (ET) es particularmente importante para mejorar la eficiencia del agua en los cultivos, especialmente en las regiones semiáridas donde la agricultura de regadío utiliza hasta un 85% del total de agua disponible (Aouade *et al.* 2016).

La evapotranspiración cumple un papel fundamental en la investigación agrícola y forestal, ciclo hidrológico, planificación del riego, y la gestión de los recursos hídricos (Valipour, 2014). La cual integra la demanda atmosférica y las condiciones de la superficie (Fan & Thomas, 2013; Marek *et al.* 2014). Siendo esta una variable esencial en el manejo del agua y planificación del riego (Chávez Ramírez *et al.* 2013; Pereira *et al.* 2012).

También es un componente importante a gran escala de los procesos climáticos. En la agricultura, las estimaciones de ET se usan frecuentemente para programar el riego y la eficiencia del agua en los cultivos en grandes áreas (Marshall *et al.* 2016).

2.2.5 Evapotranspiración del cultivo

El conocimiento del consumo de agua para el desarrollo de los cultivos es esencial en las distintas ramas de la agricultura, como son: los requerimientos hídricos, riegos tecnificados, en la productividad y estudios en el balance del agua. La ETC se relaciona directamente a

dichos estudios y se conoce como el volumen de agua requerido para satisfacer a los cultivos (Cisneros *et al.* 2015).

Un conocimiento detallado de la evapotranspiración del cultivo desde el período de emergencia hasta la madurez es esencial para la evaluación y requerimientos de los recursos hídricos, la capacidad de los sistemas de riego, la asignación óptima del agua a los cultivos y la toma de decisiones en la agricultura (Fasinmirin *et al.* 2015).

Una estimación precisa de la evapotranspiración del cultivo (ETC) es de gran importancia para el manejo adecuado del agua (Gao *et al.* 2014), por lo tanto, es necesario contar con un modelo preciso y fácil de usar para establecer adecuadas láminas de riego (Zhang *et al.* 2013). Según Nagore *et al.* (2014) mencionan que la evapotranspiración del cultivo (ETC) es un proceso importante en el rendimiento de los cultivos en entornos limitados de agua.

2.2.6 Evapotranspiración de referencia

Se conoce como evapotranspiración de referencia a la medida de evapotranspiración de una zona de referencia con abastecimientos hídricos (Allen *et al.* 2006). La evapotranspiración de referencia (ETO) es una variable importante para los estudios hidrológicos, las estimaciones de las necesidades de agua de cultivo, zonificación climática y la gestión de los recursos hídricos (Rodríguez *et al.* 2011).

También es el dato de partida para el diseño de los sistemas de riego. Con dicho valor se determina el caudal de diseño que permite definir el equipo más económico que asegure el crecimiento potencial de los cultivos (García Petillo & Puppo, 2015).

Siendo la ETO un factor que se relaciona por la pérdida del agua a la atmósfera, la cual se calcula de un área de referencia conocido como pasto hipotético el cual posee una altura entre 8 a 12 cm aproximadamente, con un determinado crecimiento uniformemente cubriendo la superficie del suelo y sin restricciones de agua (Rodríguez *et al.* 2011).

2.2.7 Factores que inciden en la evapotranspiración

La evapotranspiración es un importante proceso fisiológico y ecológico de las plantas, estimando y monitoreando la evapotranspiración son muy útiles para evaluar la influencia en el desarrollo de crecimiento del cultivo (Jianmao *et al.* 2014). Según Allen *et al.* (2006) los factores que afectan la evapotranspiración son: el clima, factores del cultivo y manejo y condiciones ambientales.

a. Clima

a.1. Radiación solar: es uno de los factores que inciden directamente en el proceso de la evapotranspiración, el cual está determinado por la cantidad de energía disponible para evaporar el agua (Allen *et al.* 2006).

a.2. Temperatura: componente clave en el desarrollo de la planta, dado que el calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo, ejerciendo un control moderado en la tasa de evapotranspiración. De manera que a mayores temperaturas el cultivo pierde gran cantidad de agua por evapotranspiración, lo cual no será lo mismo a temperaturas bajas (Allen *et al.* 2006).

a.3. Humedad atmosférica: en ambientes secos y cálidos es donde la planta necesita mayor cantidad del recurso hídrico, esto se da por la alta radiación solar y creciente pérdida por evapotranspiración en los cultivos; lo contrario en ambientes templados donde el consumo es menor (Lozano & Fonseca, 2016).

a.4. El viento: es un factor de importancia por la remoción del vapor, el cual se enlaza con niveles altos de viento y el disturbio del aire, siendo estos los que transfieren las enormes cantidades de aire hacia la zona de evaporación (Allen *et al.* 2006).

b. Factores del cultivo

El tipo de cultivo, la variedad y la etapa de desarrollo deben ser considerados cuando se evalúa la evapotranspiración de cultivos que se desarrollan en áreas grandes y bien manejadas. Las diferencias en resistencia a la transpiración, la altura del cultivo, la rugosidad del cultivo, el reflejo, la cobertura del suelo y las características radicales del cultivo dan lugar a diferentes niveles de ET en diversos tipos de cultivos aunque se encuentren bajo condiciones ambientales idénticas (Allen *et al.* 2006).

c. Manejo y condiciones ambientales

Los factores tales como salinidad o baja fertilidad del suelo, uso limitado de fertilizantes, presencia de horizontes duros o impenetrables en el suelo, ausencia de control de enfermedades y de parásitos y el mal manejo del suelo pueden limitar el desarrollo del cultivo y reducir la evapotranspiración. Otros factores que se deben considerar al evaluar la ET son la cubierta del suelo, la densidad del cultivo y el contenido de agua del suelo. Se debe considerar adicionalmente la gama de prácticas locales de manejo que actúan sobre los factores climáticos y de cultivo afectando el proceso de ET como uso de invernaderos, mallas, mulch, barreras rompe viento, etc (Allen *et al.* 2006).

2.2.8 Métodos para estimar la evapotranspiración

La evapotranspiración no es simple de medir. Para determinarla experimentalmente se requieren aparatos específicos y mediciones precisas de varios parámetros físicos o el balance del agua del suelo en lisímetros. Los métodos experimentales de campo, son en general caros, exigiendo precisión en las mediciones, y pueden ser completamente realizados y analizados apropiadamente sólo por personal de investigación suficientemente preparado. A pesar de que estos procedimientos no son apropiados para mediciones de rutina, siguen siendo importantes para la evaluación de las estimaciones de ET obtenidas con otros métodos indirectos (Aguilera y Martinez, 1996).

Según Allen *et al.* (2006) en una superficie cultivada donde interfiere la evapotranspiración puede ser medida directamente mediante métodos de transferencia de masa o del balance de

energía. Otro método de obtener la misma, en suelos cultivados es a partir de estudios del balance de agua o a través de lisímetros.

a. Lisímetros

Allen *et al.* (2006) indica que si se aísla la parte radicular del cultivo y se manejan los procesos que son difíciles de calcular, la ecuación del balance de agua en el suelo se podrán obtener con plena exactitud. Esto se realiza en lisímetros los cuales son recipientes separados y llenados con suelo alterado o no alterado en donde el cultivo se desarrolla.

Se conoce como lisímetro a un recipiente cerrado lateralmente con perforación en la parte inferior para drenar, en el cual se desarrolla el cultivo de estudio y se controla la variación del recurso hídrico con respecto al tiempo mediante un balance de agua (Bucio *et al.* 2012).

b. Métodos empíricos y semi empíricos

Para estimar la evapotranspiración se ha propuesto desde comienzos del siglo XIX varios métodos denominados directos, teóricos y empíricos de los que se proyecta el cálculo del recurso hídrico evaporado hacia la atmósfera en un área determinada, sea este de manera directa en la medición del recurso hídrico que se pierde, o indirecta (Martínez & Bart, 2011).

Algunos de los métodos son solamente válidos para condiciones climáticas y agronómicas específicas y no se pueden aplicar bajo condiciones diferentes de las que fueron desarrolladas originalmente (cuadro 05). El desarrollo de métodos semi-empíricos de estimación es en base a la necesidad de conocer las diversas aplicaciones de la evapotranspiración, la cual se parte de datos climáticos estándar (Chávez Ramírez *et al.* 2013; Trujillo *et al.* 2015).

Cuadro 05: Métodos de estimación de evapotranspiración.

Método	Medida necesaria	Otros datos
Tanque evaporímetro	Agua evaporada durante el día	
Thornthwaite	Temperatura	De la latitud por una tabla se obtiene el número teórico de horas de sol
Blanney-Criddle	Temperatura	De la latitud por una tabla se obtiene el número teórico de horas de sol Coeficiente que depende del cultivo
Turc	Temperatura Horas reales de sol	De las horas de sol se obtiene la radiación global incidente (cal/cm ² .día)
Penman	Temperatura Horas reales de sol Velocidad del viento Humedad relativa	Por tabla se obtiene otros parámetros necesarios

FUENTE: Trujillo *et al.* 2015

Numerosos investigadores han analizado el funcionamiento de los varios métodos del cálculo para diversas localidades. Como resultado de una Consulta de expertos llevada a cabo en mayo de 1990, el método FAO Penman Monteith se recomienda actualmente como el método estándar para la definición y el cálculo de la evapotranspiración de referencia, ETo. (Allen *et al.* 2006).

$$ET_0 = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Dónde:

ETo: evapotranspiración de referencia (mm día-1)

Rn: radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m⁻² día-1)

Ra: radiación extraterrestre (mm día-1)

G: flujo del calor de suelo (MJ m⁻² día-1)

T: temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

u₂: Velocidad del viento a 2 m de altura (m s⁻¹)

e: presión de vapor de saturación (kPa)

ea: presión real de vapor (kPa)

e_s - e_a: déficit de presión de vapor (kPa)

Δ: pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C⁻¹)

γ: Constante psicrométrica (kPa °C⁻¹)

2.2.9 Estimación del coeficiente de cultivo

El coeficiente de cultivo (K_c) integra los efectos de tres características primarias que diferencian un cultivo de una pradera de gramíneas: altura de cultivo, resistencia y albedo de la superficie suelo y cultivo. Es decir, los valores de K_c dependen, sobre todo, del cultivo y su manejo. El K_c es un coeficiente que expresa la diferencia entre la evapotranspiración de la superficie cultivada y la superficie del pasto de referencia (Allen *et al.* 2006).

Según Jensen (1991), los coeficientes k_c se basan fundamentalmente en mediciones de E_t efectuadas mediante técnicas de balance hídrico en el suelo, que son menos precisas que las obtenidas con lisímetros. Estos coeficientes son válidos para condiciones “medias”, que incluyen técnicas culturales normales y condiciones hídricas en el suelo también comunes y que no requieren corrección alguna.

Wright (1982), da a conocer datos de coeficiente de cultivo obtenidos mediante mediciones con lisímetros. El término que utiliza para referirse a ellos es el de “basal crop coefficients” y aconseja utilizarlo cuando no existe evaporación desde la superficie del terreno y las disponibilidades hídricas del suelo no limitan la E_T .

Allen *et al.* (1998) por su parte, proponen un método gráfico para elaborar la curva del K_c en estudios preliminares o de planificación en el que solamente se requiere de tres valores de K_c para la descripción y elaboración de esta curva. Esta curva, se construye a través de los pasos siguientes: 1. Dividir el período de crecimiento en las cuatro etapas generales que describen la fenología o desarrollo del cultivo (inicial, desarrollo del cultivo, mediados de temporada y final); 2. Determinar la duración, en días, de las cuatro etapas de crecimiento e identificar los tres valores de K_c que corresponden a K_c inicial, K_c de mediados de la temporada y K_c final. Ajustar los valores de K_c según la frecuencia del humedecimiento o las condiciones climáticas de las etapas de crecimiento; 3. Construir una curva uniendo segmentos de línea recta a través de cada una de las etapas de crecimiento. Se deberán trazar líneas horizontales a través de K_c inicial en la etapa inicial y a través de K_c de mediados de temporada. Se deberán trazar líneas diagonales desde K_c inicial hasta K_c

medio durante la etapa de desarrollo del cultivo y desde Kc medio hasta Kc fin durante la etapa final.

Según la FAO en la publicación de la serie de Riego y drenaje N° 65 describe los valores generales de KC inicial, KC mediados de desarrollo y KC final correspondientes a diferentes cultivos. Agrupados con la finalidad de facilitar la localización de cada cultivo en el cuadro y para ayudar a comparar cultivos pertenecientes a un mismo grupo (cuadro 06).

Cuadro 06: Valores de Kc para las etapas iniciales, medias y finales para diferentes cultivos.

Hortalizas – Familia de las Solanáceas				
Cultivo	Kc inicial	Kc medio	Kc final	Altura máxima del cultivo (m)
Berenjena	0.60	1.05	0.90	0.80
Pimiento dulce	0.60	1.05	0.90	0.70
Tomate	0.60	1.15	0.70 -0.90	0.60

FUENTE: FAO (2006)

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo Don German (IRD Costa), de la Universidad Nacional Agraria La Molina, ubicado en el kilómetro 155.5 de la carretera antigua panamericana sur, Cañete. Cuya ubicación política y geográfica se muestra en los cuadros 07 y 08 respectivamente.

Cuadro 07: Ubicación política del fundo Don German.

Ubicación política	
Región	Lima
Departamento	Lima
Provincia	Cañete
Distrito	San Vicente

Cuadro 08: Ubicación geográfica del fundo Don German.

Ubicación Geográfica	
Latitud	13°05'57,84" S
Longitud	76° 21'54,45" W
Altitud	200 m.s.n.m.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para la caracterización física química del suelo, se realizó un muestreo al azar en todo el campo, tomándose 5 submuestras a la profundidad de 30 cm, el total de submuestras su mezclaron y de esta mezcla se cogió 1 kg para su envío al laboratorio de Análisis de suelos, plantas, agua y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se muestran en el cuadro 09.

El suelo presenta una clase textural Franco, El pH fue moderadamente alcalino (8.18), con un porcentaje de materia orgánica baja de 1.63%.El contenido de Fosforo disponible fue bajo (6.9 ppm). El potasio disponible fue alto (240 ppm). El suelo es no salino (0.43 dS/m)

el contenido de carbonato de calcio fue bajo (0.8%). La capacidad de intercambio catiónico fue bajo (14.40 meq/100g).

Cuadro 09: Análisis de caracterización de suelo para el IRD Costa, Fundo Don German.

Características	30 cm
pH (1:1)	8.18
C.E. (1:1) d S/m	0.43
CaCO₃ (%)	0.8
M.O. (%)	1.63
P ppm	6.9
K ppm	240
Arena (%)	49
Limo (%)	31
Arcilla (%)	20
Clase Textural	Fr.
CIC (meq/100g)	14.40
Ca⁺² (meq/100g)	10.61
Mg⁺² (meq/100g)	2.82
K⁺ (meq/100g)	0.72
Na⁺ (meq/100g)	0.25
Al⁺³ + H⁺ (meq/100g)	0.00
Suma de Cationes	14.40
Suma de Bases	14.40
% Sat. De Bases	100

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos UNALM

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE RIEGO

Las características del agua de riego del fundo Don German se muestran en el cuadro 10.

Según el criterio FAO (Ayers y westcot, 1985), la C.E. al ser menor a 0.7, no presenta ningún grado de restricción de uso por posibles problemas de salinidad, existe ligera a media restricción de uso que causa problemas de infiltración ($RAS < 3$ y $C.E. < 0.7$).

No existe riesgo de fitotoxicidad al usar esta agua respecto a los iones sodio, cloruro, boro, nitratos. El bicarbonato (> 1.5) presenta una ligera restricción de uso, pero se debe a la leve alcalinidad del agua ($pH = 7.63$)

Cuadro 10: Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don German.

Característica	Valor
pH	7.63
C.E. (dS/m)	0.58
Calcio (meq/L)	2.68
Magnesio (meq/L)	0.93
Potasio (meq/L)	0.10
Sodio (meq/L)	2.17
Suma de cationes	5.88
Nitratos (meq/L)	0.01
Carbonatos (meq/L)	0.00
Bicarbonatos (meq/L)	2.27
Sulfatos (meq/L)	1.81
Cloruros (meq/L)	1.80
Suma de aniones	5.89
Sodio (%)	36.91
RAS	1.62
Boro (ppm)	0.31
Clasificación	C2-S1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos UNALM

3.4 CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La información meteorológica durante el periodo que se desarrolló el ensayo se obtuvo de la estación Davis Ventage Pro del fundo Don German-IRD Costa, Cañete. En el cuadro 11 se presenta el resumen de los datos meteorológicos por mes, donde se observa que la temperatura promedio vario entre 16.33 y 22.08 °C. La humedad relativa promedio fue de 87.72 por ciento. La evapotranspiración vario entre 1.55 y 2.66 mm. Los datos diarios se muestran en el anexo 1.

Cuadro 11: Condiciones meteorológicas de temperatura, humedad relativa y evapotranspiración (ET) en el período marzo -Agosto 2017, Cañete.

Mes	Temperatura (°C)			ET (mm)	Humedad Relativa (%)
	Promedio	Máxima	Mínima		
Marzo	22.08	25.37	19.67	2.66	87.78
Abril	21.82	24.87	19.56	2.65	88.28
Mayo	20.37	22.96	18.67	2.29	89.19
Junio	18.22	20.24	17.22	2.04	89.81
Julio	17.68	19.91	16.21	1.84	85.69
Agosto	16.69	18.84	15.19	1.56	86.49
Septiembre	16.33	18.75	14.40	1.55	86.78
Promedio	19.03	21.56	17.27	2.08	87.72

FUENTE: Estación Meteorológica Davis Ventage Pro del fundo Don German-IRD Costa-Cañete. 2017.

3.5 CULTIVO

En el presente trabajo de investigación se utilizó el cultivar de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) Toroty F1, el cual es un híbrido de tomate tipo roma determinado con excelente calidad de fruto y muy buen rendimiento. Con una alta resistencia para los siguientes patógenos: *Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* raza 1,2 y 3, *Pseudomonas syringae pv. tomato* y una resistencia intermedia para el virus de la marchitez manchada (TSWV).

3.6 MATERIALES Y EQUIPOS

- a. **De campo:** bandejas de almacigo, semillas de tomate, cuaderno de apuntes, lápiz, lapicero, bolsas de papel, cámara fotográfica, balde de 20 litros, insecticidas, fungicidas, fertilizantes, jabas, mochila de palanca, mochila atomizadora.
- b. **De laboratorio:** Vernier, penetrometro, cuchillo, exprimidor, colador, vaso de precipitado, refractómetro, probeta, agua destilada, NaOH 0.1N, potenciómetro, balanza digital, centrifugadora, estufa.

3.7 MANEJO AGRONÓMICO

a. Preparación del terreno

Esta labor se realizó el 20 de marzo del 2017. Se inició con la limpieza del terreno, luego un arado de disco y una pasada de con rastra de discos para su nivelación. La maquinaria para esta labor fue dada por el IRD costa y operada por personal de la misma institución.

b. Siembra

La siembra de las semillas de tomate cv. Toroty F1 se realizó la última semana de febrero del 2017 en bandejas de 8 x 24, en un sustrato de tierra de chacra con musgo en proporción 60 – 40 dentro de los invernaderos del Huerto en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

c. Trasplante

El trasplante a campo definitivo se realizó el 22 de marzo del 2017 en el fundo Don German en Cañete. Con una densidad de siembra de 0.7 m entre planta y 1.9 m entre línea con un total de 1680 plantas en el área experimental.

d. Recalce

Se recalzo donde se observó plantas débiles o plantas que no sobrevivieron al trasplante.

e. Riego

En este trabajo experimental los riegos fueron los tratamientos que se aplicaron al cultivo: 75% de la ETc, 100% de la ETc, 125% de la ETc y 150% de la ETc. La ETc fue calculada empleando los datos de la estación meteorológica Davis Ventage Pro del fundo Don German, para lo cual se utilizó la ecuación de Penman Monteith. El riego fue por goteo con un sistema automatizado para programar dosis de riego de m³. El caudal del sistema en el campo experimental inicialmente fue de 4032 L/h, pero se rego cada tratamiento independientemente siendo el caudal para cada tratamiento de 1008L/h. la presión de agua con la que sale de la caseta de riego fue de 2 bares, la pérdida de presión era mínima en el campo.

f. Fertilización

Para la fertilización se utilizó los siguientes fertilizantes presentados en el cuadro 12:

Cuadro 12: Características de fertilizantes utilizados en el cultivo de tomate. Cañete-2017.

Nombre comercial	Fuente	Fórmula	Composición	Dosis utilizada	Presentación
			(N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	(Kg/ha)	(Kg)
			Ultrasol K	Nitrato de potasio	KNO ₃
Ultrasol MPK	Fosfato monopotásico	KH ₂ PO ₄	0-52-34	100	25
Ultrasol Nit_one	Nitrato de Amonio	NH ₄ NO ₃	33-0-0	275	25

La dosis de NPK fue de 275 – 100 – 500 kg/ha. A la par que se regaba se fertirrigaba según los requerimientos nutricionales de cada etapa fenológica. Cabe resaltar que estos fertilizantes no presentan incompatibilidades entre ellos, ya que solo se contaba con un tanque de mezcla.

g. Desmalezado

Los desmalezados fueron manuales y se realizaron 4 en total, el primer deshierbo se realizó a la semana después del trasplante, el segundo a los 22 ddt, el tercero a los 35 ddt y el cuarto a los 41 ddt.

h. Control fitosanitario

La presencia de plagas y enfermedades fue monitoreada frecuentemente, por lo que se determinó la incidencia de *Prodiplosis longifila* durante todo el desarrollo del cultivo afectando brotes, folíolos y frutos. La presencia de gusanos barrenadores de frutos o tallos (*Heliothis spp*, *Tuta absoluta*) fue mínima. *Liriomyza huidobrensis* se presentó al final del experimento. Aunque las plagas eran monitoreadas, las aplicaciones fueron periódicas y programadas ya que el personal encargado de esta labor tenía una disposición limitada a ciertos días.

i. Cosechas

Se realizaron 8 cosechas, la primera se realizó el 26 de junio, la segunda el 4 de julio, la tercera el 12 de julio, la cuarta el 25 de julio, la quinta el 3 de agosto, la sexta el 17 de agosto, la séptima y última el 1 de septiembre.

3.8 FACTORES DE ESTUDIO

3.8.1 Característica del campo experimental

Cada unidad experimental tuvo catorce metros de largo por diez metros de ancho y un metro entre calles. Cada unidad experimental tuvo cinco líneas de riego. Asimismo la distancia entre planta fue de 70 cm y entre línea fue de 1.9 m. Las características de las unidades experimentales empleadas en el presente trabajo se presentan en el Cuadro 13.

Cuadro 13: Características del área experimental utilizada.

Área experimental de la parcela	
Número total de parcela	16
Número de líneas por unidad experimental	5
Largo de la unidad experimental	14.7 m
Ancho de la unidad experimental	9.5 m
Área total de la unidad experimental	139.65 m ²
Área experimental de los tratamiento	
Número de tratamientos	4
Número de parcelas por tratamiento	4
Área total de los tratamientos	558.6 m ²
Área experimental de los bloques	
Número de bloques	8
Número de tratamientos por bloque	4
Número de parcelas por bloque	4
Área total del bloque	558.6 m ²
ÁREA NETA EXPERIMENTAL	2234.4 m²

3.8.2 Tratamientos

Los tratamientos que se evaluaron en el presente experimento fueron cuatro láminas de riego, tomando como base la evapotranspiración del cultivo (ETc). Las láminas aplicadas fueron 75% del ETc, 100% del ETc, 125% ETc, 150% ETc (cuadro 14).

Cuadro 14: Tratamientos evaluados en el presente ensayo.

Tratamientos	Lámina de Riego (Porcentaje de la ETc)
1	75%
2	100%
3	125%
4	150%

3.8.3 Diseño experimental

Se empleó un diseño cuadrado latino, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las pruebas estadísticas realizadas fueron: Análisis de Variancia y la prueba de Tukey al 5 % para la comparación de medias entre tratamientos. El modelo aditivo a emplear fue:

$$Y_{ij(h)} = \mu + \tau_i + \beta_j + \gamma_h + u_{ij(h)}$$

Dónde:

$Y_{ij(h)}$: Representa la observación correspondiente a la i -ésima fila, j -ésima columna y h -ésima letra latina.

μ : Es la media global

τ_i : Es el efecto producido por el i -ésimo nivel del factor fila.

β_j : Es el efecto producido por el j -ésimo nivel del factor columna.

γ_h : Es el efecto producido por la h -ésima del tratamiento.

$u_{ij(h)}$: Son las variables aleatorias independientes con distribución $N(0, \sigma)$ (error experimental)

3.8.4 Características evaluadas

a. Numero de flores

A los 48 días después del trasplante se evaluó el número de flores por planta por tratamiento, esta evaluación se realizó en el surco central y se obtuvo el promedio por planta.

b. Numero de frutos

Se contó el número de frutos en cada cosecha y de cada unidad experimental.

c. Rendimiento

a. Rendimiento total

Se obtuvo el peso total de cada unidad experimental en cada cosecha, que luego fueron llevados a rendimiento en toneladas por hectárea.

b. Rendimiento comercial y no comercial

Se evaluó el rendimiento comercial y no comercial de cada unidad experimental.

d. Área foliar

Se realizó cinco evaluaciones a los 20, 40, 60, 80 y 100 días después del trasplante, para lo cual se utilizó una planta por unidad experimental, una vez seleccionada las hojas se tomaron fotos a todas las hojas de la planta y se procesó con un programa de lenguaje y programación para análisis estadístico y gráfico “R”.

e. Porcentaje de materia seca

Se realizó cinco evaluaciones a los 20, 40, 60, 80 y 100 días después del trasplante, para lo cual se utilizó una planta por unidad experimental (la misma planta que se utilizó para evaluar el área foliar). Se separaron en: hojas, tallo, frutos y se pesó en fresco. Luego se colocó en una estufa a 60°C por tres días para luego pesarlo en seco.

f. Calidad de producción

6.1 Calidad comercial de los frutos

Se clasificó y evaluó en porcentaje el rendimiento en categorías de calidad comercial según los rangos establecidos para el mercado nacional: frutos de primera (más de 100 g), frutos de segunda (50 - 100g) y tercera (20-50g). Además se clasificó y evaluó en porcentaje el rendimiento de los frutos no comercial o descarte dentro del cual se encuentran los frutos con daños de plagas, enfermedades u otros daños como pudrición apical.

g. Calidad del fruto

7.1. Externa

Se tomaron 10 frutos al azar por cada tratamiento en cada cosecha en los que se evaluó peso, diámetro ecuatorial, diámetro polar y dureza. Para lo cual se utilizó balanza digital, vernier y penetrometro del laboratorio de horticultura de la UNALM.

7.2 Interna

a. Porcentaje de solidos solubles

Se determinó colocando unas gotas del jugo del fruto de tomate en el refractómetro digital.

b. Porcentaje de ácido cítrico

Se determinó titulando una muestra centrifugada de jugo de tomate (5cc) con hidróxido de sodio 0.1N, con una a tres gotas de fenolftaleina (indicador). Cuando hubo el cambio de color, de transparente a rosado grosella se anotó el gasto de NaOH 01N y a través de una formula mostrada luego se obtuvo el porcentaje de ácido cítrico.

Como se utilizó frutos en estado de madurez de consumo, se asume que el contenido de ácido cítrico es mayor; por esta razón, la acidez titulable se expresó con relación a este:

$$\% \text{ Acidez} = \frac{k \times N \times \text{gasto NaOH}}{V}$$

Dónde:

k: Constante de acidez (ácido cítrico = 0.064)

N: Normalidad del NaOH

Gasto NaOH: gasto obtenido en la titulación

V: Volumen total de la muestra

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 NÚMERO DE FLORES

Según los resultados obtenidos y que se muestran en el cuadro 15, se observa que hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos según la prueba de comparación de medias de Tukey. El tratamiento con lámina de riego de 125 % de la ETc mostro el mayor número de flores por planta con respecto a los tratamientos con lámina de riego de 75 % de la ETc, 100% de la ETc y 150% de la ETc.

Cuadro 15: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de flores en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamiento	Número de flores por planta
75 % de la ETc	32.88 a*
100% de la ETc	28.62 b
125 % de la ETc	36.53 a
150 % de la ETc	15.40 c
ANVA	*
Promedio	28.36
CV %	29.76

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Gonzales (2016) también observo diferencias estadísticas en su ensayo, sin embargo en su tratamiento con mayor lamina de riego (150% de la ETc) obtuvo el mayor número de flores por planta (28.5 flores/pl) lo cual no coincide con los datos de esta investigación ya que el tratamiento correspondiente a la lámina de riego de 150% de la ETc tiene el menor valor de flores obtenido (15.40 flores/pl) (cuadro 16).

Cuadro 16: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de flores en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*). Cañete 2016.

Tratamiento	Número de flores por planta ¹
150 % de la ETc	28.5 a*
100% de la ETc	25.0 b
75% de la ETc	18.8 c
50% de la ETc	16.3 c
ANVA	*
\bar{x}	22.15
CV %	5.21

Fuente: Gonzales (2016)

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

1 Dato tomado 48 días después del trasplante.

Pasquale *et al.* (2012) nos dice que el tomate tiene una marcada tendencia a dejar caer tempranamente yemas florales, flores y frutos jóvenes bajo ciertas condiciones, como un nivel bajo de radiación solar y alta temperatura y humedad. El nitrógeno y el estado hídrico de la planta son igualmente influyentes. Un alto nivel de nitrógeno o estado hídrico estimula el crecimiento vegetativo; esto al parecer compite por los asimilados con las flores y frutos en desarrollo, provocando abscisión de las flores y aborto de frutos jóvenes.

4.2 ÁREA FOLIAR

En el cuadro 17 se muestra el área foliar obtenido en los diferentes tratamientos del experimento. A los 20 días no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, posiblemente por el poco desarrollo vegetativo que tenían las plantas. A los 40 días si se encontraron diferencias, siendo el tratamiento con el menor valor el que empleo el 75% de la ETc.

Cuadro 17: Efecto de cuatro láminas de riego en el área foliar del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

tratamientos	Área foliar (m ²)				
	20**	40**	60**	80**	100**
75% de la ETc	0.07 a*	0.5 b*	1.33 d*	2.35 d*	1.32 d*
100% de la ETc	0.07 a	0.56 a	1.69 c	2.98 c	2.3 c
125% de la ETc	0.07 a	0.59 a	1.95 a	3.07 b	2.68 b
150% de la ETc	0.07 a	0.59 a	1.81 b	3.9 a	4.66 a
ANVA	*	*	*	*	*
Promedio	0.07	0.56	1.69	3.07	2.74
CV %	10.43	7.74	14.06	18.53	45.71

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**Días después del trasplante.

A los 60 días, el tratamiento con el mayor área foliar (1.95 m²) fue el que empleo 125% de la ETc. En la cuarta y quinta biometría (80 y 100 ddt, respectivamente), también se encontraron diferencias, en las cuales el tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc mostró los mayores valores de área foliar (3.90 m² y 4.66 m² para los 80 y 100 ddt, respectivamente). Como se observa el área foliar asciende hasta los 80 días para luego descender (figura 01), excepto el tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc el cual se mantiene aumentando. Por qué la fenología de este tratamiento fue afectado por la abundante agua que recibía.

Gonzalez-San Pedro *et al.* (2008) menciona que el aumento del área foliar propicia un aumento en la capacidad de la planta de aprovechar la energía solar mejorando la fotosíntesis y de esta forma poder ser utilizada para generar mayor productividad.

Gonzales (2016) coincide al obtener el mayor área foliar con su tratamiento de mayor lamina de riego (6.59 m²) y disminuyendo a medida que se reducen las láminas de riego (cuadro 18).

Cuadro 18: Efecto de cuatro láminas de riego en el área foliar (m²) en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*). Cañete 2016.

Tratamiento	Promedio de área foliar (m ²)
150 % de la ETc	6.59 a*
100% de la ETc	2.96 b
75% de la ETc	2.75 b
50% de la ETc	1.36 b
ANVA	*
\bar{x}	3.42
CV %	29.96

Fuente: Gonzales (2016)

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

En general el área foliar fue mayor en el tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc y fue disminuyendo conforme el porcentaje de ETc en las láminas de riego disminuían.

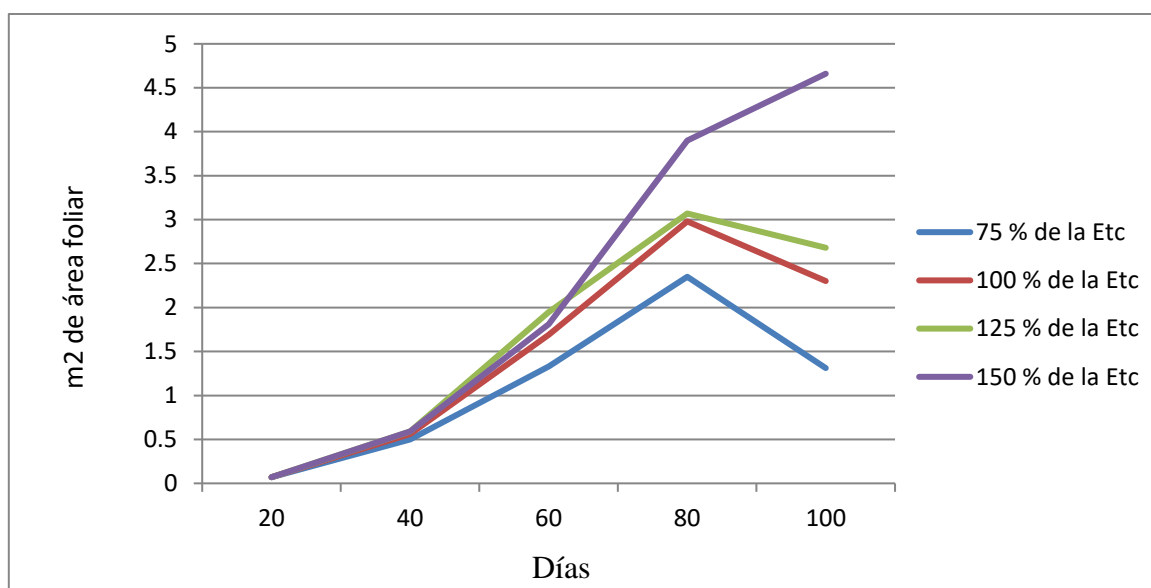


Figura 01. Área foliar en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

4.3 RENDIMIENTO

Respecto al rendimiento total, según los datos mostrados en el cuadro 19, se aprecia que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de comparación de medias de Tukey. Todos los tratamientos del ensayo presentan diferencias estadísticas entre sí. El tratamiento con lámina de riego de 125% de la ETc el que obtuvo el mayor valor respecto a rendimiento total (33.10 tn/ha) y el tratamiento 150% de la ETc el que presentó el menor valor (20.52 tn/ha).

Los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos son superiores al promedio de rendimiento de las regiones en la producción de tomate (20.92 tn/ha) (SIEA, 2016) y de estas solo el tratamiento 125% de la ETc fue superior al promedio correspondiente a la región Lima (31 tn/ha) (figura 02).

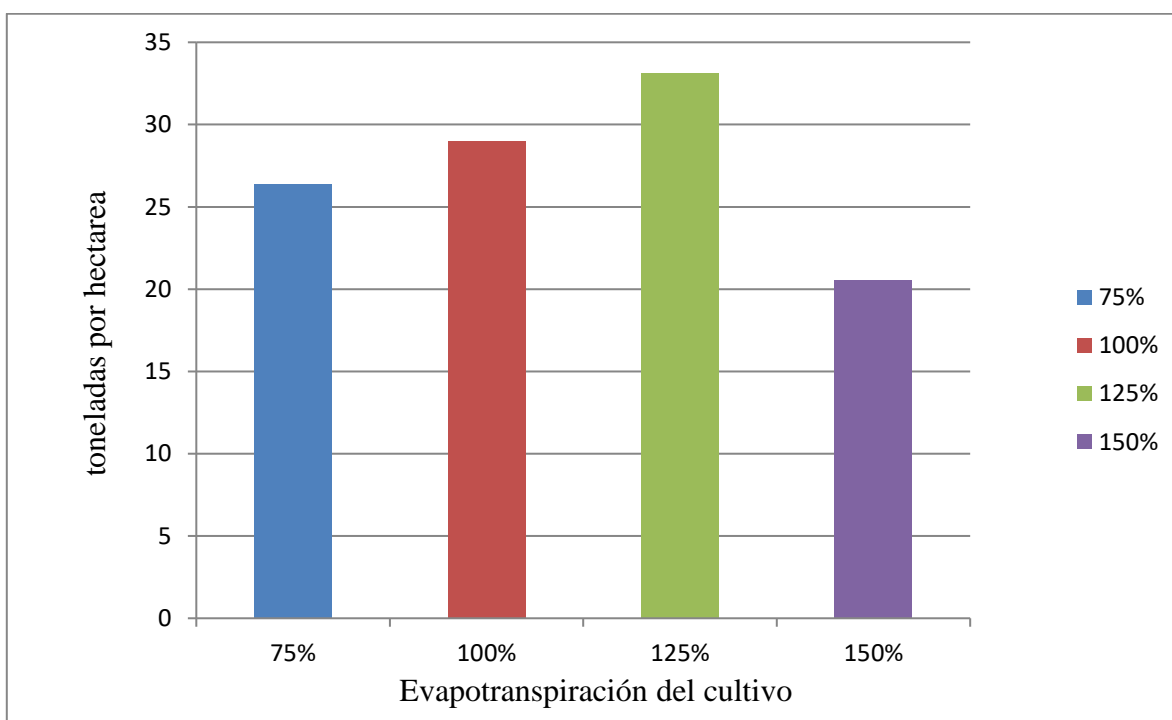


Figura 02. Rendimiento total en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1* empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Cuadro 19: Efecto de cuatro láminas de riego en el rendimiento total, comercial, no comercial y número de cosechas de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamiento	Rendimiento (tn/ha)						Distribución de cosechas (%)						
	Total		Comercial		No comercial		Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta	Séptima
	tn	%	tn	%	tn	%	%**	%**	%**	%**	%**	%**	%**
75% de la ETc	26.37 c*	100	18.58 c*	70.46	7.79 a*	29.54	3.54	5.82	11.46	16.52	21.61	27.13	13.93
100 % de la ETc	28.99 b	100	21.91 b*	75.56	7.28 a	25.11	3.19	5.99	11.91	18.95	19.27	26.6	14.08
125 % de la ETc	33.10 a	100	25.82 a*	78.02	7.09 a	21.42	3.5	5.2	13.22	20.01	15.14	29.8	13.13
150 % de la ETc	20.52 d	100	18.08 c*	88.11	2.44 b	11.89	1.41	2.7	8.47	10.46	14.63	40.79	21.55
ANVA	*		*		*								
Promedio	27.24	100	21.1	78.04	6.15	21.99	2.91	4.93	11.26	16.48	17.66	31.08	15.67
CV%	17.44		15.66		37.68		67.94	53.37	43.77	31.25	40.17	28.41	48.81

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

** Porcentaje respecto al rendimiento comercial.

Si se dividen los rendimientos entre la cantidad de agua consumida se obtienen las eficiencias del uso del agua. El agua de riego consumido por los tratamientos 75% de la ETc, 100% de la ETc, 125% de la ETc y 150% de la ETc, fueron 218.31 mm, 291.08 mm, 363.85 y 436.62 mm, respectivamente. Se tiene una eficiencia de uso de agua de 12.08 kg/m³, 9.96 kg/m³, 9.08 kg/m³ y 4.70 kg/m³ para los tratamientos 75% de la ETc, 100% de la ETc, 125% de la ETc y 150% de la ETc, respectivamente, estos valores fueron menores a los obtenidos por FAO (2006) (16.66 kg/m³).

Gonzales (2016) también encontró diferencias en su investigación realizada en verano con tomate cv. Katya, obteniendo el mayor rendimiento total en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc (49.41 tn/ha) (cuadro 20). De igual manera Ortega-Farías *et al.* (2001) obtuvieron el mayor rendimiento total (130.4 tn/ha) en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc en condiciones de otoño – invierno y bajo condiciones de invernadero con tomate CV. Presto. Los mismos autores en el año 2003 y otra investigación obtuvieron el mayor rendimiento total con una lámina de 140% de la ETc (180.3 tn/ha) en condiciones de primavera – verano y bajo condiciones de invernadero con tomate cv. FA-144. Además que no especifica si es tomate para consumo fresco o para industria ni la relación que tiene la ETc calculada dentro del invernadero respecto a la ETc calculada en el exterior.

Cuadro 20: Rendimiento comercial y no comercial (Tn/ha) en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*) empleando cuatro láminas de riego. Cañete 2016.

Tratamiento (% de la ETc)	Rendimiento total (tn/ha)	Rendimiento Comercial (tn/ha)	Rendimiento no comercial (tn/ha)
150	49.41 a* (100%)	43.15 a*(87.33%)	6.26 a*(12.67%)
100	27.23 b (100%)	21.99 b (80.77%)	5.23 a (19.23%)
75	19.28 b (100%)	14.81 b (76.81%)	4.47 a (23.19%)
50	17.94 b (100%)	11.88 b (66.22%)	6.06 a (33.78%)
ANVA	*	*	*
\bar{x}	28.47	22.96	5.05
CV %	23.28	29.24	19.28

Fuente: Gonzales (2016)

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Los resultados obtenidos en el ensayo no coinciden en su totalidad con los autores anteriormente citados, ya que el tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc obtuvo el menor rendimiento total (20.52 tn/ha) posiblemente esto debido al periodo en el cual se desarrolló la investigación, además del envejecimiento producido posiblemente por el exceso de riego. Cabe mencionar que en el presente ensayo se empleó el cultivar Toroty F1.

Por otro lado Salokhe (2004) en un ensayo similar con tomate cv. Troy 489 en condiciones de invernadero y con mulch determino que su tratamiento con lámina de riego de 75% de la ETc era el requisito óptimo de agua, cabe resaltar que la ETc calculada dentro del invernadero correspondía aproximadamente al 120 por ciento de la ETc calculada en el exterior.

El rendimiento comercial vario entre 18.08 y 25.82 tn/ha (cuadro 19). Se aprecia que existen diferencias significativas. Los tratamientos con láminas de riego de 100% de la ETc y 125% de la ETc presentan diferencias significativas con los demás tratamientos, por otro lado no se encuentran diferencias estadísticas entre los tratamientos con láminas de riego 75% de la ETc y 150% de la ETc. El tratamiento con lámina de riego de 125% de la ETc fue el que obtuvo el mayor valor respecto a rendimiento comercial (25.82 tn/ha) y el tratamiento 150% de la ETc el que presento el menor valor (18.08 tn/ha), sin embargo el porcentaje que representa respecto al rendimiento total es el mayor obtenido (88.11 %).

Gonzales (2016) también encontró diferencias en su investigación realizada en condiciones de verano con tomate cv. Katya, obteniendo el mayor rendimiento comercial en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc (43.15 tn/ha) (cuadro 20). De igual manera Ortega-Farías *et al.* (2001) obtuvieron el mayor rendimiento comercial en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc en condiciones de otoño – invierno y bajo condiciones de invernadero con tomate CV. Presto (88.9 tn/ha). Los mismos autores en el año 2003 y otra investigación obtuvieron el mayor rendimiento comercial con un 140% de la ETc en condiciones de primavera – verano y bajo condiciones de invernadero con tomate cv. FA-144 (129.8 tn/ha). No se coincide con los autores anteriormente mencionados ya que en este ensayo el tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc presento el menor rendimiento comercial (18.08 tn/ha).

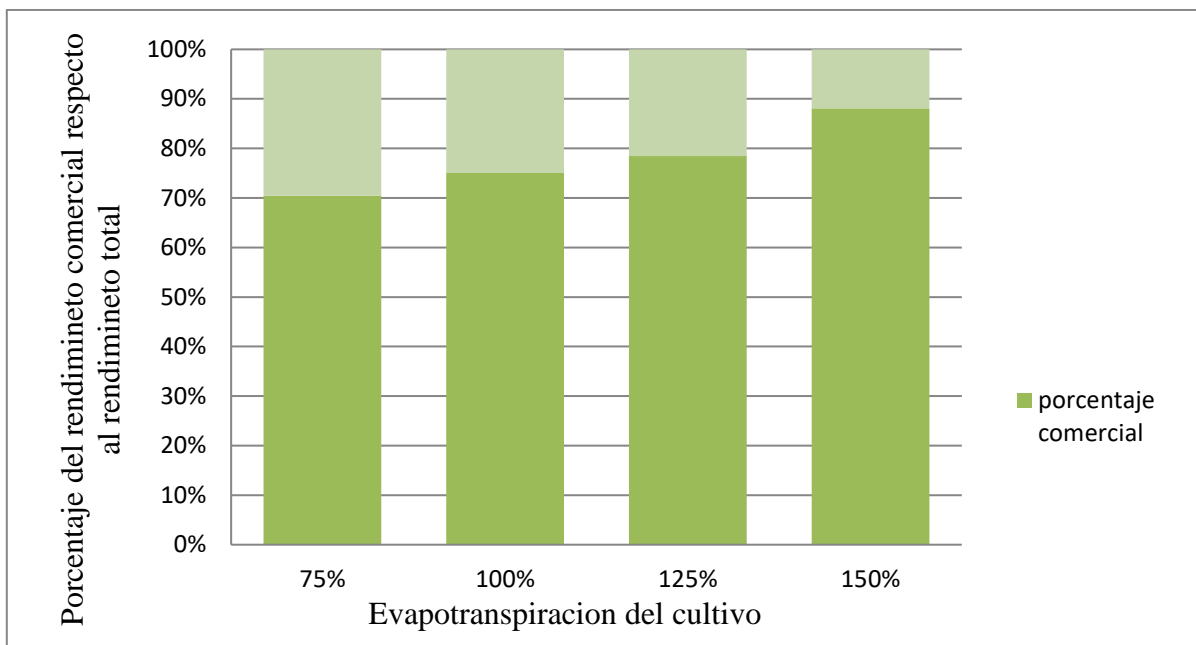


Figura 03. Porcentaje del rendimiento comercial respecto al rendimiento total en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Sin embargo se observa que el porcentaje de rendimiento comercial se incrementa conforme las láminas de riego aumentan (figura 03). Cabe explicar que una mayor proporción de rendimiento comercial no significa un mayor rendimiento total en el ensayo. Gonzales (2016) obtuvo porcentajes crecientes en sus tratamientos (66.22%, 76.815, 80.77% y 87.33%) para láminas de riego de 50% de la ETc, 75% de la ETc, 100% de la ETc y 150% de la ETc (cuadro 20), respectivamente. Por otro lado Ortega-Farías *et al.* (2001) también obtuvieron porcentajes crecientes en sus tratamientos (62.41%, 69.37% y 71.99%) para láminas de riego de 60% de la ETc, 100% de la ETc y 140% de la ETc, respectivamente.

El rendimiento no comercial, constituido por frutos con plagas y/o enfermedades y pudrición apical se resume en el cuadro 19. Se aprecia que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de comparación de medias de Tukey. El tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc presenta diferencia significativa con los demás tratamientos, no se obtuvo diferencia estadística entre los tratamientos con lámina de riego de 75% de la ETc, 100% de la ETc y 125% de la ETc.

El tratamiento con lámina de riego de 75% de la ETc es el que obtuvo el mayor rendimiento no comercial (7.79 tn/ha) y el tratamiento 150% de la ETc el que presentó el menor valor (2.44 tn/ha).

Gonzales (2016) también encontró diferencias en su investigación realizada en verano con tomate cv. Katya, obteniendo el mayor rendimiento no comercial en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc (6.06 tn/ha) (cuadro 20). De igual manera Ortega-Farías et al. (2001) obtuvieron el mayor rendimiento no comercial en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc en condiciones de otoño – invierno y bajo condiciones de invernadero con tomate CV. Presto (41.5 tn/ha). Los mismos autores en el año 2003 y otra investigación obtuvieron el mayor rendimiento no comercial con un 60% de la ETc en condiciones de primavera – verano y bajo invernadero con tomate cv. FA-144 (50.6 tn/ha). En este aspecto solo se coincide con Ortega-Farías *et al.* (2003) quienes obtuvieron su menor rendimiento no comercial en su tratamiento con menor lámina de agua (60% de la ETc).

Sin embargo se observa que el porcentaje de rendimiento no comercial respecto al rendimiento total (29.54%, 25.11%, 21.42% y 11.89%) disminuye a medida que aumenta la lámina de riego (figura 04). Gonzales (2016) obtuvo porcentajes decrecientes (33.78%, 23.19%, 19.23% y 12.67%) en sus tratamientos con láminas de riego de 50% de la ETc, 75% de la ETc, 100% de la ETc y 150% de la ETc (cuadro 20), respectivamente. por otro lado Ortega-Farías *et al.* (2001) también obtuvieron porcentajes decrecientes (37.59%, 30.63% y 28.01%) para láminas de riego de 60% de la ETc, 100% de la ETc y 140% de la ETc, respectivamente.

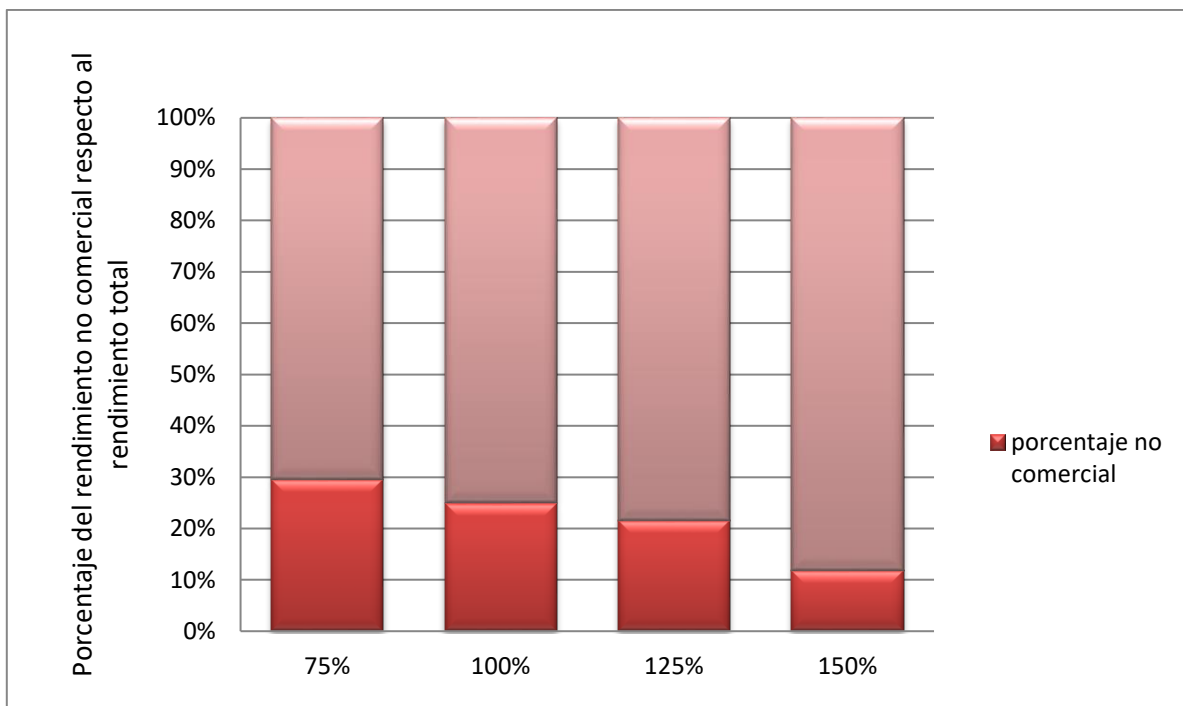


Figura 04. Porcentaje del rendimiento no comercial respecto al rendimiento total en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Con respecto a la distribución porcentual del rendimiento comercial en las cosechas se puede apreciar que el comportamiento de la producción fue similar en todos los tratamientos, empezó con un rendimiento bajo y fue aumentando gradualmente hasta la sexta cosecha en caso de todos los tratamientos donde se obtuvieron los rendimientos máximos para luego posteriormente decrecer.

El tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc presentó una diferente curva posiblemente por el efecto de las láminas de riego en la fenología del tomate retrasando la producción de frutos.

De los porcentajes de los rendimientos comerciales obtenidos en cada una de las cosechas mostradas en el cuadro 17. Se resalta la mayor concentración del rendimiento de los tratamientos 75% de la ETc, 100% de la ETc y 125% de la ETc en la quinta y sexta cosecha obteniendo el 48.74, 45.87 y 44.94 por ciento del rendimiento comercial, por otro lado el tratamiento con lámina de 150% de la ETc obtuvo la mayor concentración en la

sexta y séptima cosecha logrando el 62.34 por ciento del rendimiento comercial del tratamiento.

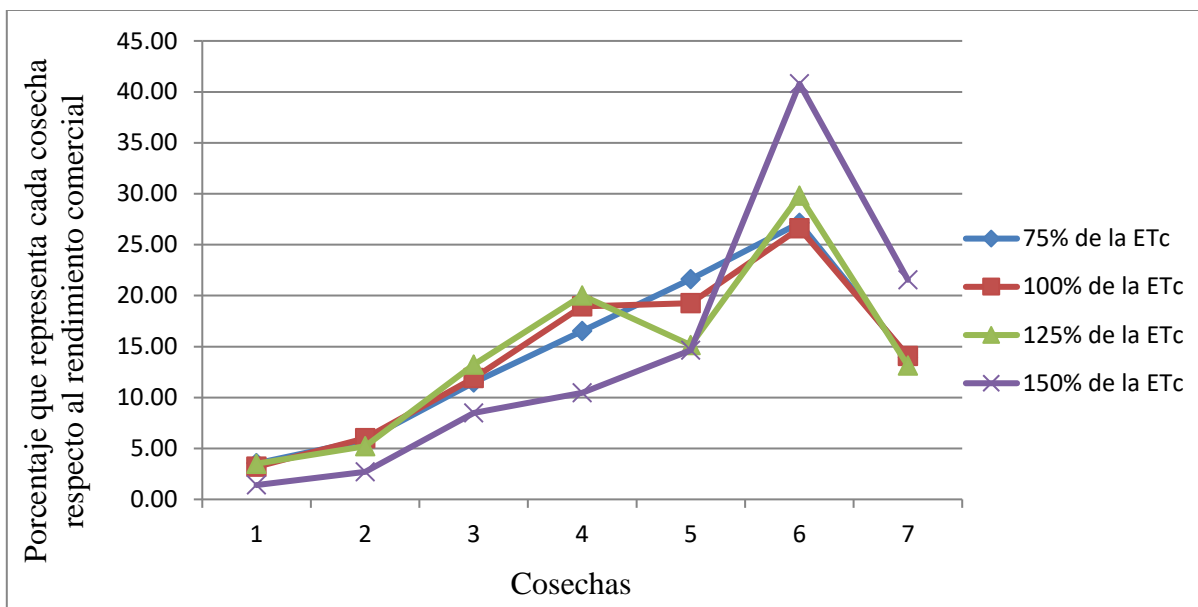


Figura 05. Porcentaje de las cosechas respecto al rendimiento comercial en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

4.4 NÚMERO DE FRUTOS

Según los resultados mostrados en el cuadro 21, se encontró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. El tratamiento con lámina de riego 125% de la ETc obtuvo el mayor número de frutos totales (731.60 miles/ha) con respecto a los tratamientos con una lámina de riego de 75 % de la ETc, 100% de la ETc y 150% de la ETc. El tratamiento 75% de la ETc no presenta diferencias significativas con los tratamientos 100% de la ETc y 125 % de la ETc.

En lo que respecta a los porcentajes comerciales y no comerciales, se aprecia que los comerciales varían entre 66.11 y 84.31 por ciento aumentando a medida que se incrementan las láminas de riego y los no comerciales varían entre 15.69 y 32.36 por ciento disminuyendo cuando se aumentan las láminas de riego.

Cuadro 21: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de frutos totales y porcentajes comerciales y no comerciales en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamiento	Número de frutos totales (miles)	Comercial (%)	No comercial (%)
75% de la ETc	659.29 ab*	66.11 c*	32.36 ab*
100 % de la ETc	588.50 b	67.64 bc	33.89 a
125 % de la ETc	731.60 a	75.13 b	24.87 b
150 % de la ETc	308.60 c	84.31 a	15.69 c
ANVA	*	*	*
Promedio	572	73.3	26.7
CV%	29.51	11.35	30.16

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Gonzales (2016) también observó diferencias estadísticas en su ensayo, sin embargo en su tratamiento con mayor lamina de riego (150% de la ETc) obtuvo el mayor número de frutos totales (647.13 miles/ha) (cuadro 22) lo cual no coincide con los datos de esta investigación ya que el tratamiento correspondiente a la lámina de riego de 150% de la ETc tiene el menor valor obtenido (308.60 miles/ha).

Cuadro 22: Efecto de cuatro láminas de riego en el número de frutos producido en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*). Cañete 2016.

Tratamiento	Número de frutos (N°/ha)
150 % de la ETc	647133 a*
100% de la ETc	447578.2 b
75% de la ETc	334079 b
50% de la ETc	346510.7 b
ANVA	*
\bar{x}	443825.23
CV %	14.21

Fuente: Gonzales (2016)

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

El número de frutos totales es consecuencia del número de flores que generó la planta, eso se comprobó con la evaluación de número de flores por planta en cada tratamiento cuyos resultados se discutieron anteriormente, ya que se mantiene las mismas proporciones entre los resultados de número de flores por planta y el número de frutos totales.

4.5 CALIDAD DE LA PRODUCCION

En la investigación se estableció 3 categorías comerciales (primera, segunda y tercera) y 2 no comerciales (plagas y/o enfermedades y pudrición apical). En el cuadro 23 se muestran los porcentajes según la calidad comercial de los frutos de tomate. La proporción de los frutos de primera del tratamiento con lámina de 150% de la ETC presentan diferencia estadística con los demás tratamientos representando el 36.51% de la producción comercial, por otro lado el menor porcentaje de primera lo presentó el tratamiento con lámina de 75 % de la ETC.

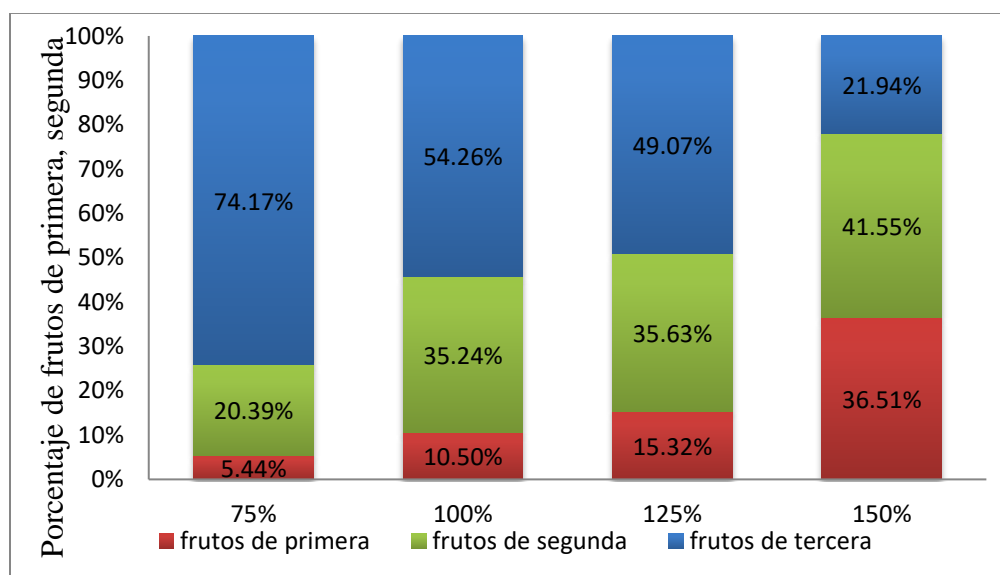


Figura 06. Porcentajes de los frutos de primera, segunda y tercera en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Cuadro 23: Efecto de cuatro láminas de riego en la calidad de producción en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamiento	Rendimiento comercial (100%)	Calidad comercial (%)			Calidad no comercial (%) **	
		Primera	Segunda	Tercera	Pudrición apical	Plagas y/o enfermedades
75% de la ETc	18.58 c*	5.44 b*	20.39 b*	74.17 a*	23.48 a*	7.97 a*
100 % de la ETc	21.91 b*	10.5 b	35.24 a	54.26 ab	17.44 ab	7.74 a
125 % de la ETc	25.82 a*	15.32 b	35.63 a	49.07 b	14.25 b	7.01a
150 % de la ETc	18.08 c*	36.51 a	41.55 a	21.94 c	3.92 b	6.10 a
ANVA	*	*	*	*	*	*
Promedio	21.1	16.94	33.2	49.86	62.05	37.95
CV%	15.66	77.87	30.75	42.28	42.40	66.50

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

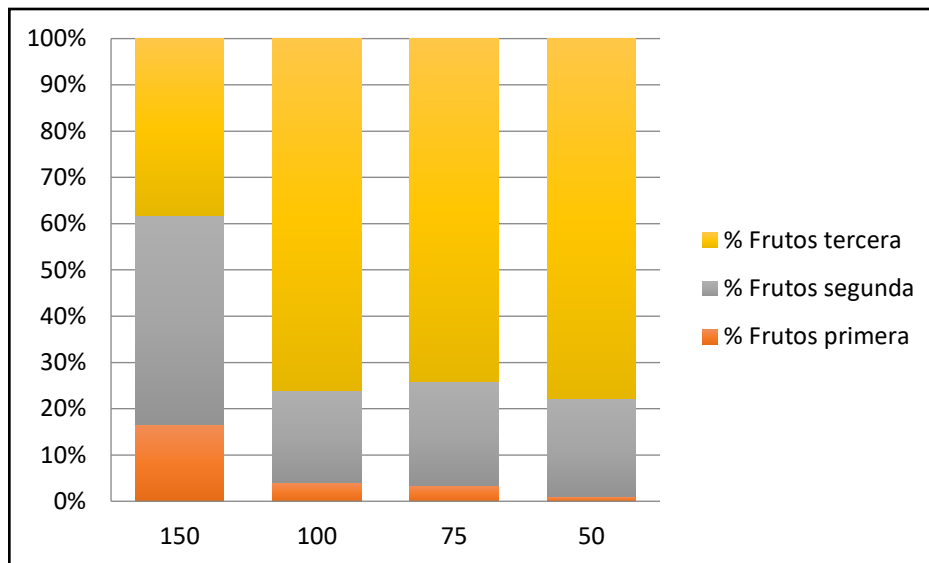
** Porcentaje respecto al rendimiento total.

Respecto a los frutos de segunda según los datos mostrados en el cuadro 23 se encontró diferencias significativas, siendo el tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc el que mostro el mayor porcentaje (41.55 %), el tratamiento con lamina de 75% de la ETc presento el 20.69% de la de la producción comercial.

En relación a los frutos de tercera (cuadro 23) se encontró diferencias significativas entre los tratamientos según la comparación de medias de Tukey, siendo el tratamiento con lámina de riego de 75% el que obtuvo el mayor porcentaje de frutos de tercera (74.17%) y cabe resaltar que el tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc obtuvo 21.94% respecto a la producción comercial.

se observa un decrecimiento porcentual del rendimiento de tercera a medida que aumenta el porcentaje de ETc en la lámina de riego (74.17%, 54.26%, 49.07% y 21.94%) para los tratamientos con lamina de riego de 75% de la ETc, 100% de la ETc, 125% de la ETc y

150% de la ETc, respectivamente (figura 06). Gonzales (2016) también obtuvo porcentajes decreciente (77.86%, 74.11%, 76.16% y 38.30%) en su ensayo con tomate cv. Katya (figura 07).



Fuente: Gonzales (2016)

Figura 07. Porcentaje de la calidad comercial en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*) por cada lámina de riego aplicada. Cañete 2016

Los frutos con pudrición apical (cuadro 23) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos según la comparación de medias de Tukey, siendo el tratamiento con lámina de riego de 75% de la ETc el que obtuvo el mayor porcentaje de frutos con pudrición apical (23.48%) y el que obtuvo el menor porcentaje de frutos de primera fue el tratamiento 150% de la ETc (3.92%). Esto debido posiblemente a que la cantidad de calcio presente en el suelo fue movilizado hacia la planta en mayores cantidades en los tratamientos con mayor lamina.

Se observa una tendencia decreciente en los tratamientos (23.46%, 17.40%, 14.26% y 3.89 %) a medida que aumentan las láminas de riego. Gonzales (2016) también obtuvo una tendencia decreciente del rendimiento de frutos con pudrición apical a medida que se aumenta la lámina de riego, 20.85%, 10.53%, 7.01% y 1.88% para los respectivos tratamientos (50% de la ETc, 75% de la ETc, 100% de la ETc y 150% de la ETc, respectivamente) (cuadro 24). Ortega-Farías *et al.* (2003) presentaron los siguientes

porcentajes 15.01%, 13.70% y 10.43% para láminas de riego de 60% de la ETc, 100% de la ETc y 140% de la ETc, respectivamente.

Cuadro 24: Efecto de cuatro láminas de riego en el rendimiento (Tn/ha) y número de frutos producido en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya). Cañete 2016.

Tratamiento (% de la ETc)	Rendimiento (tn/ha)	Fruto con pudrición apical	Fruto con plagas y/o enfermedades
150	49.41 a*	0.93 b* (1.88%)	5.33 a* (10.79%)
100	27.23 b	1.91 b (7.01%)	3.32 b (12.19%)
75	19.28 b	2.03 ab (10.53%)	2.44 b (12.65%)
50	17.94 b	3.74 a (20.85%)	2.32 b (12.93%)
ANVA	*	*	*
\bar{x}	28.47	2.15	3.35
CV %	23.28	11.57	21.85

Fuente: Gonzales (2016)

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

En relación a los frutos con plagas y/o enfermedades, según el cuadro 23 no se obtuvo diferencias estadísticas, se obtuvo porcentajes entre 6.10 y 7.97 por ciento. Esto posiblemente a la menor incidencia de plagas y al control oportuno.

No se coincide con Gonzales (2016) (cuadro 24) quien si encontró diferencias significativas y sus porcentajes se encontraron entre 10.79 y 12.93 por ciento, lo cual posiblemente se deba a la diferente época de ejecución del experimento ya que en verano las poblaciones de plagas son mayores. Por otro lado si se coincide con Ortega-Farías *et al.* (2003) quienes no obtuvieron diferencias significativas entre sus tratamientos respecto a los frutos con plagas y/o enfermedades posiblemente porque su investigación se desarrolló bajo condiciones de invernadero.

4.6 CALIDAD DE FRUTOS

Respecto al peso promedio del fruto según el cuadro 25 si se encontró diferencia significativa según la comparación de medias de Tukey. Donde el tratamiento con lamina de riego de 100% de la ETc obtuvo el mayor peso promedio (143.36 gramos) y el tratamiento con lamina de riego de 75% de la ETc obtuvo el menor valor (118.8 gramos). Gonzales (2016) también coincide al encontrar diferencia significativa, obtuvo el mayor peso promedio en su tratamiento con lámina de riego de 150% de la ETc (cuadro 26). También se encontró diferencia significativa respecto al diámetro polar en donde el tratamiento con lámina de agua de 150% de la ETc obtuvo el mayor diámetro polar promedio (71.14 mm). Gonzales (2016) coincide al encontrar diferencia significativa al obtener el mayor diámetro polar en su tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc (73.57 mm) (cuadro 26).

Cuadro 25: Calidad de frutos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Tratamiento (porcentaje de la ETc)	Peso promedio (g)	Diámetro (mm)		Resistencia de fruto (kgf)	Sólidos solubles (%)	Ácido citrónico (%)
		Polar	Ecuatorial			
75% de la ETc	118.80 b*	62.01 c*	58.57 a*	5.49 a*	7.29 a*	4.22 a*
100% de la ETc	143.36 a	67.26 b	60.03 a	5.82 a	6.47 ab	4.10 a
125% de la ETc	136.20 ab	68.59 b	60.53 a	5.59 a	6.425 ab	4.03 a
150% de la ETc	139.10 a	71.14 a	62.02 a	5.44 a	5.46 b	4.03 a
ANVA	*	*	*	*	*	*
Promedio	134.36	67.25	60.29	5.58	6.41	4.10
CV %	9.19	5.26	4.75	7.00	13.98	7.91

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Referente al diámetro ecuatorial de los frutos según lo mostrado en el cuadro 25 no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos del ensayo, el tratamiento con lamina de riego de 150 % de la ETc obtuvo el mayor diámetro ecuatorial (62.02 mm). Sin embargo Gonzales (2016) si encontró diferencia significativa obteniendo el menor diámetro ecuatorial en su tratamiento con lamina de riego de 50% de la ETc (42.10 mm) y coincide al encontrar su mayor diámetro ecuatorial en su tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc (51.80 mm) (cuadro 26).

Cuadro 26: Calidad de frutos en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Katya*) empleando cuatro láminas de riego. Cañete 2016.

Tratamiento (porcentaje de la Etc)	Peso promedio del fruto (g)	Diámetro polar de fruto (mm)	Diámetro ecuatorial de fruto (mm)	Resistencia de fruto (kgf)	Porcentaje de sólidos solubles	Porcentaje ácido cítrico
150	108.26 a*	73.57 a*	51.80 a*	3.95 a*	9.28 a*	0.62 a*
100	80.24 b	66.88 ab	45.30 ab	3.71 a	8.85 a	0.6 a
75	69.50 b	64.03 b	43.89 b	3.62 a	7.8 ab	0.48 ab
50	65.02 b	62.36 b	42.10 b	3.43 a	6.25 b	0.4 b
ANVA	*	*	*	ns	*	*
\bar{x}	80.76	66.71	45.77	3.68	8.05	0.53
CV %	9.9	5.23	7.04	9.53	7.91	15.54

Fuente: Gonzales (2016)

*Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

Cancino (1990) encontró que el tamaño del fruto (estrechamente relacionado con el peso del fruto) depende de tres a cinco pares de genes, aspecto que concuerda con lo señalado por Ashcroft *et al.* (1993), en el que el tamaño del fruto está controlado por factores genéticos, además de factores fisiológicos; tales como maduración, despunte y defoliación. Asimismo, Ponce (1995) mencionó que la competencia se establece entre los frutos de un mismo racimo, y tiende a disminuir el tamaño del fruto por inflorescencia.

En relación a la resistencia del fruto (cuadro 25) no se encontró diferencia significativa entre los diferentes tratamientos según la comparación de medias de Tukey. El tratamiento con lamina de riego de 100% de la ETc obtuvo la mayor resistencia (5.82 kgf) por otro lado el tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc presento la menor resistencia (5.44 kgf). Gonzales (2016) coincide al no encontrar diferencia entre sus tratamientos (cuadro 26), además Ortega-Farías *et al.* (2003) obtuvieron resultados similares.

Según se muestra en el cuadro 25 se encontraron diferencias significativas respecto a los sólidos solubles. Se observa una ligera tendencia de disminución de solidos solubles a medida que se aumenta el porcentaje de ETc en la lámina de riego, el tratamiento con lamina de riego de 75% de la ETc presentó la mayor cantidad de solidos solubles (7.29) y la menor lo obtuvo el tratamiento con lamina de riego de 150% de la ETc (5.46). Gonzales (2016) también obtuvo diferencias significativas entre sus tratamientos, obteniendo la mayor y menor cantidad de sólidos en los tratamientos con lámina de riego de 150% y 50%, respectivamente (9.28 y 6.25, en este caso no se cumple con la tendencia de disminución de los sólidos solubles al aumentar el porcentaje de ETc) (cuadro 26). Pero si se coincide con Ortega-Farías *et al.* (2003) quienes obtuvieron diferencias significativas y mayores solidos solubles en su tratamiento con menor lámina de riego (60% de la ETc). Sanders *et al.* (1989) y Adams (1990), encontraron que restricciones de agua a plantas de tomate reducen el contenido de agua en frutos, pero incrementan el contenido de sólidos solubles, azúcar, acidez total (expresado como ácido cítrico) y potasio.

En el cuadro 25 se observa que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de comparación de medias de Tukey. El tratamiento con lamina de riego de 75% de la ETc obtuvo el mayor porcentaje de acidez (4.22%). No se coincide con Gonzales (2016) quien si obtuvo diferencias significativas en su tratamiento con lamina de riego de 50% de la ETc el cual además presentó la menor media de porcentaje de acidez (0.4%) (cuadro 26).

4.7 PORCENTAJE DE MATERIA SECA

En relación a la materia seca de las hojas según los resultados mostrados en el cuadro 27 se aprecia que existen diferencias significativas. Todas las biometrías presentaron diferencias significativas respecto a la materia seca de las hojas, siendo el tratamiento con lamina de riego de 75% la que obtuvo los mayores valores 11.96, 12.28, 12.89, 13.10 y 12.81 por ciento para las biometrías realizadas a los 20, 40, 60, 80 y 100 días, respectivamente (figura 08).

Cuadro 27: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en las hojas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamientos	Materia seca en hojas (%)				
	20**	40**	60**	80**	100**
75% de la ETc	11.96 a*	12.28 a*	12.89 a*	13.10 a*	12.81 a*
100% de la ETc	10.92 b	10.88 b	12.33 a	12.45 b	11.87 b
125% de la ETc	10.4 c	10.63 b	11.62 ab	11.66 c	11.33 b
150% de la ETc	10.23 c	10.56 b	10.49 b	10.86 d	9.94 c
ANVA	*	*	*	*	*
Promedio	10.88	11.09	11.83	12.02	11.49
CV %	6.59	7.55	9.57	7.33	9.59

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**días después del trasplante.

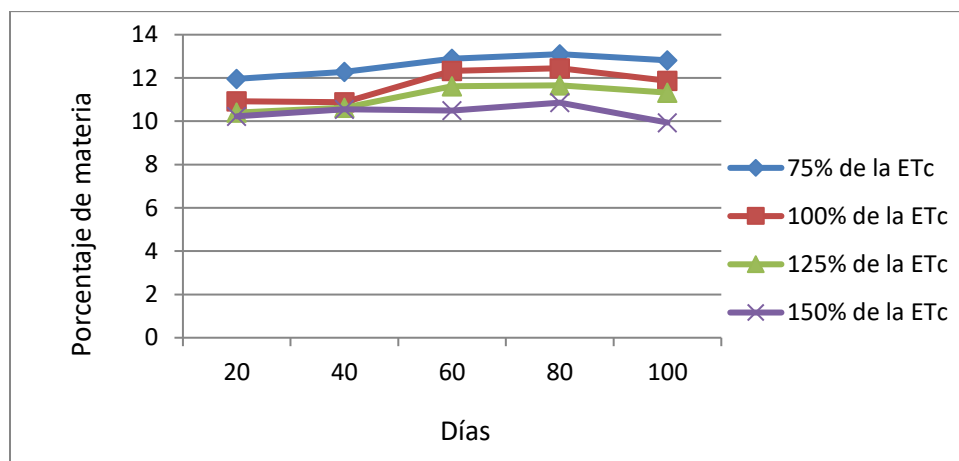


Figura 08. Porcentaje de materia seca de hojas en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Respecto a la materia seca de los tallos según los resultados mostrados en el cuadro 28 se aprecia que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de comparación de medias de Tukey. Solo las primeras dos biometrías realizadas a los 20 y 40 días no presentan diferencias significativas entre los distintos tratamientos. La tercera, cuarta y quinta biometría si presentan diferencia significativa entre los tratamientos. El tratamiento con lamina de riego de 75% la que obtuvo los mayores valores 11.23, 14.90, 14.48, 13.28 y 13.50 por ciento para las biometrías realizadas a los 20, 40, 60, 80 y 100 días, respectivamente (figura 09).

Cuadro 28: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en los tallos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamientos	Materia seca en tallos (%)				
	20**	40**	60**	80**	100**
75% de la ETc	11.23 a*	14.90 a*	14.48 a*	13.28 a*	13.5 a*
100% de la ETc	10.87 a	14.14 a	13.8 a	12.87 ab	11.8 b
125% de la ETc	10.2 a	13.47 a	11.39 b	11.63 b	11.0 b
150% de la ETc	10.01 a	13.20 a	13.61 a	8.79 c	8.7 c
ANVA	*	*	*	*	*
Promedio	10.58	13.93	13.32	11.64	11.23
CV %	7.47	7.16	11.28	16.57	16.03

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**días después del trasplante.

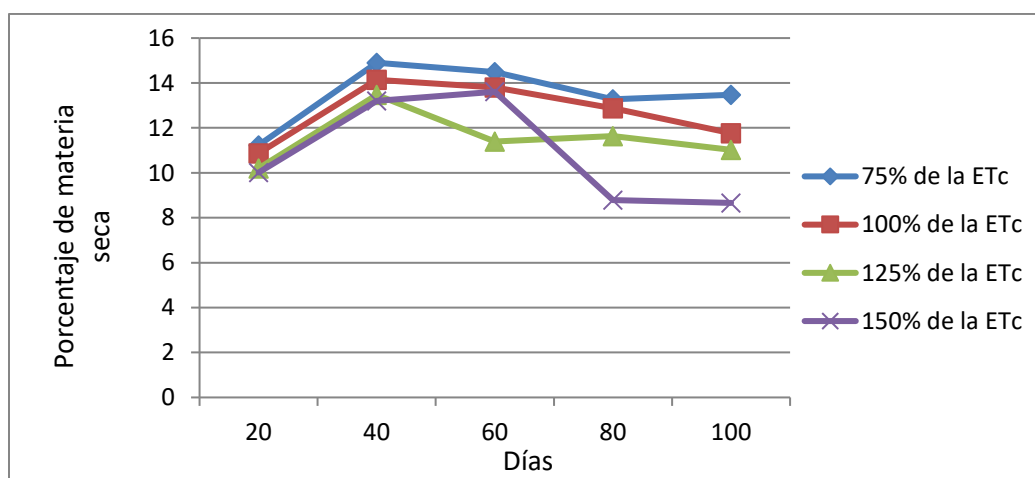


Figura 09. Porcentaje de materia seca de tallos en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

Por otro lado la materia seca de los frutos según los resultados que se resumen en el cuadro 29 se aprecia que existen diferencias significativas entre las medias según la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de confianza de 95 por ciento. Solo la segunda biometría no presentó diferencia significativa, las demás biometrías sí obtuvieron diferencias estadísticas. El tratamiento con lámina de riego de 75% la que obtuvo los mayores valores 14.94, 13.99, 12.78 y 11.98 por ciento para las biometrías realizadas a los 40, 60, 80 y 100 días, respectivamente (figura 10).

Cuadro 29: Efecto de cuatro láminas de riego en el porcentaje de materia seca en los frutos del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) (Cañete 2017).

Tratamientos	Materia seca en frutos (%)				
	20**	40**	60**	80**	100**
75% de la ETc		14.94 a*	13.99 a*	12.78 a*	11.98 a*
100% de la ETc		13.86 ab	11.45 a	11.38 b	10.77 b
125% de la ETc		13.14 bc	9.75 a	9.54 c	9.05 c
150% de la ETc		12.33 c	8.93 a	7.56 d	7.13 d
ANVA	*	*	*	*	*
Promedio		13.57	11.03	10.32	9.73
CV %		8.59	29.02	19.76	19.45

* Medias seguidas con la misma letra no son diferentes estadísticamente según la prueba de Tukey al 5%.

**días después del trasplante.

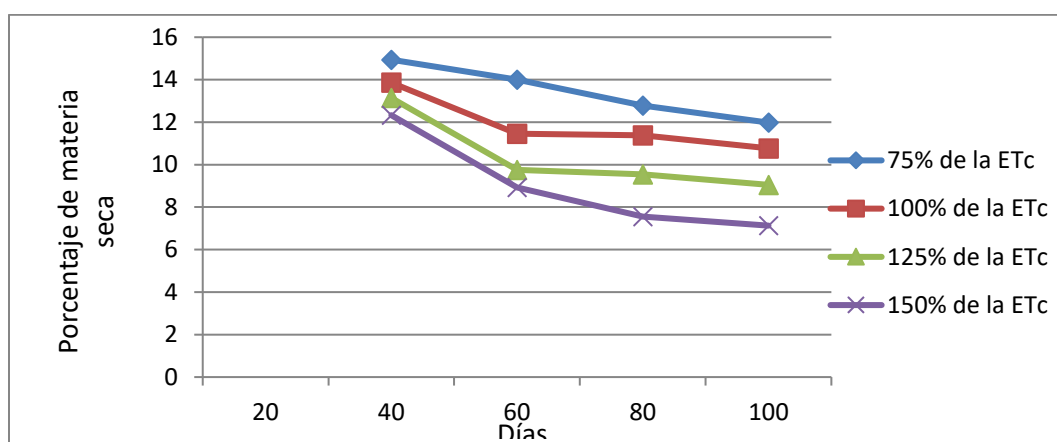


Figura 10. Porcentaje de materia seca de frutos en tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) empleando cuatro láminas de riego (Cañete 2017).

V. CONCLUSIONES

Para las condiciones en las cuales se desarrolló el presente ensayo experimental y en función de los resultados obtenidos podemos concluir:

1. Las láminas de riego evaluadas influyeron significativamente en el rendimiento del tomate. La lámina de riego con 125% de la ETc superó estadísticamente a los demás tratamientos respecto al rendimiento total y el rendimiento comercial.
2. Empleando mayores láminas de agua se producen mayores rendimientos de frutos de primera.
3. El rendimiento de frutos con pudrición apical disminuye a medida que se aumentan las láminas de riego.
4. El porcentaje de materia seca es afectado por las láminas de agua disminuyendo conforme se incrementan las láminas de riego.
5. El área foliar se ve influenciada por el efecto del agua, aumentando a medida que las láminas de riego incrementan.
6. El peso promedio y el diámetro polar de los frutos incrementan con mayores láminas de riego.
7. El porcentaje de sólidos solubles disminuye conforme la lámina de riego aumenta.
8. Las láminas de riego no tienen ningún efecto sobre el diámetro ecuatorial, resistencia ni porcentaje de ácido cítrico.

VI.RECOMENDACIONES

- Evaluar el rendimiento y la calidad de las cuatro láminas de riego de tomate (*Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1*) en otras localizaciones, diferente condiciones climáticas así como otras épocas del año.
- Evaluar los diferentes cultivares que se viene introduciendo al mercado, para probar su rendimiento y calidad según las láminas de riego.
- Adecuar el plan de manejo a cada tratamiento, ya que las diferentes láminas de riego modifican la duración de las etapas fenológicas del cultivo.

VII. BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, P. 1990. Effects of watering on the yield, quality and composition of tomatoes grown in bags of peat. *J. Hortic. Sci.* 65:667-674.
- AGUILERA C. M. Y E. R. MARTÍNEZ. 1996. Relaciones agua suelo planta atmósfera. Universidad Autónoma Chapingo. México. 256 p.
- ALCARAZ, F. (2012). Temperatura, luz, atmósfera, viento. Murcia: Creative Commons.
- ALLEN, R.G., L.S. PEREIRA, D. RAES, M. SMITH. 1998. Crop Evapotranspiration Guidelines for Computing Crop Water Requirements, FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 92-5-104219-5.
- ALLEN, R. G., PEREIRA, L. S., RAES, D., & SMITH, M. (2006). Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje.
- AOUADE, G., EZZAHAR, J., AMENZOU, N., ER-RAKI, S., BENKADDOUR, A., KHABBA, S., & JARLAN, L. (2016). Combining stable isotopes, Eddy Covariance system and meteorological measurements for partitioning evapotranspiration, of winter wheat, into soil evaporation and plant transpiration in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, 177, 181–192.
- APARICIO, J. (2006). Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas. Montevideo: Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la Oficina Regional de Ciencia para América Latina y el Caribe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).
- ASHCROFT, W; GURBAN, R; WARES, C. AND NICK, H. 1993. Arcadia and Goulbum: Determinate fresh market tomatoes for arid production areas. *HortiScience* 28 (8), 854-857 p
- AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W. (1987). La calidad del agua en la agricultura. Estudios FAO. Serie Riego y Drenaje. N°29. Ed. FAO Roma.
- BASSO, C., VILLAFAÑE, G., & VILLAFAÑE, R. (2016). EVAPOTRANSPIRACIÓN Y COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc) DE STEVIA [Stevia rebaudiana (Bertoni) Bertoni] BAJO CONDICIONES PARCIALMENTE PROTEGIDAS. *Bioagro*, 28(2), 131–136.

- BOLAÑO, E. 1997. Determinación de los niveles de daño económico de Bemisia tabaci en tomate en el norte de Cesar, Colombia. Manejo Integrado de plagas. Costa Rica. 46: 26-33
- BOLDES, U. (2003). Características del viento . Ediciones INTA, 9-20.
- BROWN, J., FROHLICH, D. AND ROSELL, R. 1995. The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of Bemisia tabaci or species complex. Ann. Rev. Entomol. 40: 511-534.
- BUCIO, H. K., BÂ, K., SÁNCHEZ, S., & REYES, D. (2012). Automatización de un lisímetro de pesada Resumen Introducción.
- CANCINO, B. 1990. Efecto del despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (Lycopersicum esculentum Mill) en hidroponía bajo invernadero. Revista. Chapingo serie horticultura 73-74:26-30
- CANDOLLE, A. 1883. Origine des plants cultivées. 10ª edición. Bailliére, Paris, Francia.
- CASANOVA, A.S., GÓMEZ O., PUPO, F., HERNÁNDEZ, M., CHAILLOUX, M., DEPESTRE, T., HERNÁNDEZ, J.C., MORENO, V., LEÓN, M., IGARZA, A., DUARTE, C., JIMÉNEZ, I., SANTOS, R., NAVARRO, A., MARRERO, A., CARDOZA, O., PIÑEIRO, F., AROZARENA, N., VILLARINO, L., HERNÁNDEZ, M.T., SALGADO, J.M., SOCORRO, A., CAÑET, F., RODRÍGUEZ, A., OSUNA, A . 2007. Producción protegida de plántulas de tomate. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ministerio de la Agricultura. IIIH “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba. 138 pp.
- CASAS, A. 1979. Inter-relación entre control de malezas y fertilización en el cultivo de tomate. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad nacional agraria la molina. Lima, Perú. 106 p.
- CASTAGNINO, A. 2008. Manual de Cultivos Hortícolas innovadores. 1ra Edición. Editorial Hemisferio Sur S.A. Buenos Aires, Argentina. 356 p.
- CASTAÑOS J. 1993. Horticultura. Manejo Simplificado. ed. UACH. Chapingo, México. pp: 38-227.
- CELY, G. (2010). Determinación de parámetros de riego para el cultivo de cebollo de bulbo en el distrito de riego del alto chicamocha. Colombia.
- CHÁVEZ RAMÍREZ, E., GONZÁLEZ CERVANTES, G., GONZÁLEZ BARRIOS, J. L., DZUL LÓPEZ, E., SÁNCHEZ COHEN, I., LÓPEZ SANTOS, A., & CHÁVEZ SIMENTAL, J. A. (2013). Uso de estaciones climatológicas

automaticas y modelos matematicos para determinar la evapotranspiracion. *Tecnologia Y Ciencias Del Agua*, 4(4), 115–126.

- CISNEROS, E., ZAYAS, I. C., REY, R., GARCÍA, I. C., MARTÍNEZ, R., VARONA, I. C. ROBAINA, I. (2015). Evapotranspiración y coeficientes de cultivo para el cafeto en la provincia de Pinar del Río Evapotranspiration and crop coefficients for coffee trees in Pinar del Río province. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(2), 23–30.
- COROMINAS, J. 1990. Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana. Ed. Gredos. Madrid, España.
- CURTIS, P. 1996. Aspectos de la morfología de Angiospermas cultivadas. Universidad Autónoma Chapingo. 134 p.
- DESAI, B. KOTECHO, M. Y SALUNKHE, D. 1997. Seeds handbook. Biology, production, processing and storage. Ed Marcel Dekker. New York, U.S.A. the composition of nutrient solutions for hydroponic cropping: practical use. *Acta Hort.* 627 p.
- DIAZ, F. Y TERNERO, L. 1998. Plagas insectiles en cultivos comerciales y experimentales de tomate en la costa norte durante el periodo 1992-1998. XI Convención Nacional de Entomología Resúmenes. Lima, Perú. 83 p.
- DOOREMBOS, J. Y A. KASSAM A. 1986 Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. *FAO - Riego y Drenaje* N° 33. 211p.
- ECHEGARAY, J. 2000. Epidemiología y manejo de enfermedades virales del tabaco en Perú. Monografía para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad nacional agraria la molina. Lima, Perú. 29 p.
- FAN, Z. X., & THOMAS, A. (2013). Spatiotemporal variability of reference evapotranspiration and its contributing climatic factors in Yunnan Province, SW China, 1961-2004. *Climatic Change*, 116, 309–325.
- FAO. (1987). El estado mundial de la agricultura y la alimentación.
- FAO. 2006. Riego y drenaje. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. N°65. Roma. Italia.
- FAO. (2011). Statistics division of the food and agriculture organization of the united nations.
- FAO. (2014). Statistics division of the food and agriculture organization of the united nations. [Http://faostat.fao.org/](http://faostat.fao.org/).

- FASINMIRIN, J. T., REICHERT, J. M., OGUNTUNDE, P. G., & AJAYI, A. E. (2015). Greenhouse evapotranspiration and crop factor of *Amaranthus cruentus* grown in weighing lysimeters. *African Journal of Agricultural Research*, 10(34), 3453–3461.
- FERNÁNDEZ, M. 1995. Los virus patógenos de las plantas y su control. 4^o Edición. Tomo II. Argentina. 1277 p.
- FERNÁNDEZ-NORTHOCOTE, E., RAMIREZ, E. Y LUCICH, L. 1976. El mosaico del tomate en la costa del Perú producido por cinco ‘‘strains’’ (variantes) del virus mosaico del tabaco. *Fitopatología* 11(2): 72-84.
- FERNÁNDEZ-NORTHOCOTE, E. AND FULTON, R. 1980. Detection and characterization of Perú tomato virus strains infecting pepper and tomato in Perú. *Phytopathology* 70: 315-320.
- FOURNIER, 1948. Plantes médicinales et vénéuses de France. 3 vols. Paul Lechevalier. Paris, Francia. 335 p.
- FRUSCIANTE, L., CARLI, P., ERCOLANO, M.R, PERNICE, R., DI-MATTEO, A., FOGLIANO, V., PELLEGRINI, N. 2007. Antioxidant nutritional quality of tomato. *Mol Nutr.Food Chemistry*, 51: 7962-7968.
- GAO, Y., YANG, L., SHEN, X., LI, X., SUN, J., DUAN, A., & WU, L. (2014). Winter wheat with subsurface drip irrigation (SDI): Crop coefficients, water-use estimates, and effects of SDI on grain yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 146, 1–10.
- GARCÍA PETILLO, M., & PUPPO, L. (2015). Determinación de la evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) para el diseño de equipos de riego en el Uruguay Determination of the Reference Crop Evapotranspiration (ETo) for Designinig Irrigation Equipment in Uruguay. *Agrociencia*, 19(1), 122–130.
- GARZA, L. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 4 p.
- GEORGE, R. 1999. Producción de semillas hortícolas. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. 173, 213-238 pp.
- GOLBERG, A. (2010). El viento y la vida de las plantas. La Pampa Argentina.
- GÓMEZ, O., CASANOVA, A., CARDOZA, H., PIÑEIRO, F., HERNÁNDEZ, JC., MURGUIDO, C., LEÓN, M., HERNÁNDEZ, A. 2010. Guía Técnica para la producción del cultivo del tomate. Editora Agroecología. Biblioteca ACTAF. IIH “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba.

- GONZALES. 2016. RENDIMIENTO Y CALIDAD EN TOMATE (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya) EMPLEANDO CUATRO LÁMINAS DE RIEGO BAJO CONDICIONES DE CAÑETE. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria La Molina. 119 p.
- GONZALEZ-SAN PEDRO, M. C.; TOAN, T. LE; MORENO, J.; KERGOAT, L.; RUBIO, E. 2008. Seasonal variations of leaf area index of agricultural fields retrieved from Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, v.112, p.810-824.
- GONZÁLEZ, A. (2000). Estimación de las necesidades hídricas del tomate.
- HASHEM A, ENGEL B, BRALTS V, RADWAN S, & RASHAD M. (2016). Irrigation & Drainage Systems Engineering Performance Evaluation and Development of Daily Reference Evapotranspiration Model. *Irrigat Drainage Sys Eng*, 5.
- HERNÁNDEZ, C. S. 2011. Producción de tomate en diferentes granulometrías de “tezontle”. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados “Campus Montecillo”, Texcoco, Estado de México, 107 p.
- HUERRES, P. CARABALLO, N. 1988. Horticultura. Ed. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 4-16 pág.
- IBAÑEZ F. 2006. Producción de Tomate en el Perú. Ediciones RIPALME. Lima, Perú. 159 pp.
- JANO, F. 2006. Cultivo y producción de tomate. Ediciones RIPALME. Lima, Perú. 136 pp.
- JARAMILLO-NOREÑA. J., RODRIGUEZ, V.P., GUZMAN-A. MIRIAM., ZAPATA, M.A. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum* mill.) Boletín Técnico 21 Centro de Investigación La Selva, Rionegro (Antioquia, Colombia). 48 p.
- JARAMILLO, J., RODRÍGUEZ, V., GUZMÁN, M., ZAPATA, M., RENGIFO, T. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 p.
- JENSEN, M.E.1991.Lysimeters for Evapotranspiration and Environmental Measurements, ASCE, New York, Estados Unidos de América, p. 10-18.
- JIANMAO, G., RONGHUA, L., QILE, G., DUNYUE, F., QIAN, W., & JUNWEI, L. (2014). Estimation evapotranspiration over the large landscape by using remote sensing data. *Proc. SPIE 9260, Land Surface Remote Sensing II*, 92601G.

- LA TORRE, B. 1990. Plagas de las hortalizas. Manual de manejo integrado. FAO. Santiago, Chile. 520 p.
- LAGOS, E. (2005). Estudio de distribución técnica del agua para 242 usuarios del ramal el pueblo.
- LEÓN, H. (1980) El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle del Culiacán. México. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 182 p.
- LIZARRAGA, L. (2000). Respuesta del tomate saladette a tres distintos programas de riego fijados por tensiómetros en suelos arcillosos compactados del valle del yarqui.
- D.J. LLUMILUISA. 2017. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO (KC) PARA TOMATE (LYCOPERSICON ESCULENTUM L.), BAJO INVERNADERO EN LA GRANJA SANTA INES. Tesis Ing. Agr. Universidad Tecnica de Machala. 51p.
- LOZANO, J. G., & FONSECA, L. P. M. (2016). Respuestas fisiológicas de Theobroma cacao L. En etapa de vivero a la disponibilidad de agua en el suelo. Acta Agronomica, 65(1), 44–50.
- MACUA, J. I.; LAHOZ, I.; ARRÓNIZ, A. Y CALVILLO, S. (2016): «Experimentación en tomate de industria. Campaña 2015»; Navarra Agraria (214); pp. 6-13.
- MAGCR. 1991 Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica.
- MANJARREZ, J.R.S. 1980. Riegos. El cultivo del tomate para consumo fresco en el valle de Culiacán. CEVAS-CIAPAN-SARH.
- MARANGONI A, JACKMAN R, STANLEY D. (1995). Chilling-associated softening of tomato fruit is related to increased pectinmethylesterase activity. J Food Sci 60: 1277-1281
- MAREK, G. W., EVETT, S. R., GOWDA, P. H., HOWELL, T. A., COPELAND, K. S., & BAUMHARDT, R. L. (2014). POST-PROCESSING TECHNIQUES FOR REDUCING ERRORS IN WEIGHING LYSIMETER EVAPOTRANSPIRATION (ET) DATASETS. Transactions of the ASABE, 57(2), 499–515.
- MAROTO, J.V. 2000. Horticultura Herbácea Especial (4º ed.). Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- MAROTO, J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ta Edición. Ediciones Multi – Prensa. Madrid - España. 702 p.

- MARSHALL, M., THENKABAIL, P., BIGGS, T., & POST, K. (2016). Hyperspectral narrowband and multispectral broadband indices for remote sensing of crop evapotranspiration and its components (transpiration and soil evaporation). *Agricultural and Forest Meteorology*, 218–219, 122–134.
- MARTÍNEZ, M. S., & BART, L. C. (2011). Comparación de ecuaciones empíricas para el cálculo de la evapotranspiración de referencia en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 186(50), 171–186.
- MENEZES, J. 1992. Producción de tomate en America latina y el caribe. 173-218 pp. En: Izquierdo, j., Paltrinieri, G. y Arias, C. (Ed.). Producción, poscosecha, procesamiento y comercialización de ajo, cebolla y tomate. FAO. Santiago, Chile. 413 p.
- MONTES, S.; AGUIRRE, J.R. 1992. Tomate de cascara (*Physalis philadelphica*). En: Hernández, J.E.; León, J. (Eds.) Cultivos marginados. Otra perspectivas de 1492. FAO, Roma: 115-120 pp.
- MONARDES H, ESCALONA V, ALVARADO P, URBINA C, MARTIN A. 2009 Manual de Cultivo de Tomate. (*Lycopersicon esculentum* Mill). Nodo Hortícola VI; Chile.
- NAGORE, M. L., ECHARTE, L., ANDRADE, F. H., & DELLA MAGGIORA, A. (2014). Crop evapotranspiration in Argentinean maize hybrids released in different decades. *Field Crops Research*, 155, 23–29.
- NUEZ, F. 1995. El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- NUEZ F. 2001. El cultivo del tomate. 1 ed. reimp. Madrid, Mundi-Prensa. 793 p.
- ORTEGA, S., MÁRQUEZ, J., VALDÉS, H. Y PAILLÁN H. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. FA-144) de invernadero producido en otoño. *Agric. Téc. Chile*. 61:479-487.
- ORTEGA, S. LEYTON, B. VALDÉS, H. Y PAILLÁN, H. 2003. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates de invernadero (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv *Presto*.) Producido en primavera verano. *Agric. Téc., Chillán*. v. 63. n. 4. p. 394-402.
- OVERSEAS DEVELOPMENT ADMINISTRATION. 1983. Pest control in tropical tomatoes. Center for overseas pest research. London. 130 p.
- PADILLA, A. (2010). Cultivo de Tomate Riñón. Bogotá: ICOM.

- PANIZO, C. 1998. Estrategias para el manejo integrado de las enfermedades de hortalizas. 191-209 pp. En: Vallejos, D. y Jimenez, A. (Ed). Estrategias para el manejo integrado de enfermedades de cultivos. Universidad nacional pedro Ruiz gallo. Chiclayo, Perú. 237 p.
- PASQUALE, M. RAES, D. HSIAO, T. FERERES, E. 2012. AquaCrop: conceptos, fundamento y funcionamiento. Roma Italia.
- PAVÁN, MA. 1995. Interpretación de los análisis químicos del suelo y recomendaciones de encalado y fertilizantes. PROCAFÉ/IRI/USAID. Nueva San Salvador, El Salvador, C.A.
- PERALTA, I.E., KNAPP, S. Y SPOONEER, D.M. 2006. Nomenclature fr wild and cultivated tomatoes. Rep. Tomato Genet. Coop. 56: 6-12.
- PERALTA, I.E. Y SPOONEER, D.M. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (solanaceae). En: Razdan, M. K. AND Mattoo, A. K. editors. Genetic improvement of Solanaceous crops, vol. 2. Enfield, USA: Sciencie Publishers. P. 1-27.
- PEREIRA, A. B., VILLA NOVA, N. A., PIRES, L. F., ANGELOCCI, L. R., & BERUSKI, G. C. (2012). Estimation method of grass net radiation on the determination of potential evapotranspiration. Meteorological Applications.
- PONCE, O. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autonoma de Chapingo, Chapingo, México. 96 p.
- RESH, H. 1993. Cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Trad. J. Santos Caffarena, José. Ed. Mundi-Prensa. 3ª edición. Madrid, España. 369 p.
- REYES GONZÁLEZ, A., MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, J. G., PALOMO RODRÍGUEZ, M., SALGADO, A. A., & RIVERA GONZÁLEZ, M. (2013). USO DE SENSORES REMOTOS PARA ESTIMAR LA EVAPOTRANSPIRACIÓN DE CULTIVOS EN LA COMARCA LAGUNERA Use of Remote Sensing to Estimate Crop Evapotranspiration in the Region Lagunera. Agrofaz, 13(1), 23–31.
- RICK, C. M. 1978. The tomato. Sci. Amer., 239: 67-76 pp.
- RODRÍGUEZ, R. TAVAREZ, R. Y MEDINA, J. 1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 206 p.
- RODRÍGUEZ, R. TAVARES, R. Y MEDINA, 2001. Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.

- RODRÍGUEZ, J. C., WATTS, C., GARATUZA-PAYAN, J., RIVERA, M. A., LOPEZ-ELIAS, J., OCHOAMEZA, A., RENTERIA-MARTINEZ, M. E. (2011). Evapotranspiración Y Coeficiente De Cultivo En. Revista BIOTECNIA, 28–35.
- RODRIGUEZ, P.1999. Geminivirus. 131-133 pp. En: Docampo, D. y Lenardon, S. (Ed.). Métodos para detectar patógenos sistémicos. Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal. Córdoba, Argentina. 178 p.
- RODRIGUEZ, O. (2015). La transpiración-movimiento del agua a través de las plantas. Nebraska.
- SALDAÑA, H. 2002. Estrategia de manejo integrado de plagas en el cultivo industrial de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), en el valle de Barranca-Lima, Perú presentado para optar el grado de Magister Scientiae (Mg. Sc.).
- SALOKHE V.M., HARMANTO, M.S. BABEL AND H.J. TANTAU. 2004 Water requirement of drip irrigated tomatoes grown in greenhouse in tropical environment. Agricultural Water Management. Volume 71, Issue 3. Pages 225-242.
- SALUNKHE, D. and KADAM, S. 1998. Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing. Marcel Dekker. New York. 721 p.
- SANCHEZ, G. Y VERGARA, C. 1998. Plagas de hortalizas. Departamento de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 269p.
- SANDERS, D., T. HOWELL, M. HILE, L. HODGES, D. MEEK, AND C. PHENE. 1989. Yield and quality of processing tomatoes in response to irrigation rate and schedule. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 114:904-908.
- SAÑUDO, R. (2013). El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y el potencial endoítico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana*. Sinaloa.
- SARMIENTO, J. Y SANCHEZ, G. 2000. Evaluación de insectos. Departamento de Entomología y Fitopatología. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 117p.
- SIEA (Sistema integrado de estadísticas agrarias). 2016. Anuario “Producción agrícola 2016”. Lima- Perú.
- TJALLING, H. 2006. CropKit. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. Perú. 84 pp.
- TRUJILLO, M., RAMÍREZ, R., PEÑA, A., & CASTILLO, A. (2015). ESTIMATION MODELS FOR THE REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION. Agrocencia, 49, 821–836.

- UGÁS, R., SIURA, S., DELGADO DE LA FLOR, F., CASAS, A. Y TOLEDO, J. 2000. Hortalizas. Datos básicos. UNALM. Lima – Perú. 202 p.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA. 1990. Integrated Pest Management for tomatoes. Third Edition. Division of Agriculture and Natural Resources. United States of America. 104 p.
- VALADÉZ, L. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. 248 p.
- VALIPOUR, M. (2014). Use of average data of 181 synoptic stations for estimation of reference crop evapotranspiration by temperature-based methods. *Water Resources Management*, 28(12), 4237–4255.
- VALLEJO C., F.A. y ESTRADA S., E.I. 2004. Producción de hortalizas de clima calido. Palmira. Universidad Nacional de Colombia.
- VALVERDE. 2017. Determinación de las necesidades hídricas del cultivo de tomate de mesa (*solanum lycoperscum*, v. sheila), mediante el lisímetro volumétrico, en el sector el porvenir perteneciente al sistema de riego campanamalacatos. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Loja. 106p.
- VIGLIOLA MARTA IRENE. 2007 Manual de Horticultura. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. Argentina. 264 p.
- VINICIUS, P., VIEIRA, D., LOURENÇO DE FREITAS, P. S., LUIZ, A., RIBEIRO, B., SILVA, D. JUNIOR, F. (2016). African Journal of Agricultural Research Determination of wheat crop coefficient (Kc) and soil water evaporation (Ke) in Maringa, PR, Brazil. *African Journal of Agricultural*, 11(44), 4551–4558.
- VON HAEFF, J. N. M. 1983. Manuales para educación agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), Editorial Trillas, D.F., México: 9-53 pp.
- WIEN, H. 1997. The physiology of vegetable crops. CAB international, London, UK. 651 p.
- WRIGHT, J.L. 1982. New Evapotranspiration Crop Coefficients. *Journal of irrigation and Drainage Division, ASCE*, 108:57-74
- ZHANG, B., LIU, Y., XU, D., ZHAO, N., LEI, B., ROSA, R. D. PEREIRA, L. S. (2013). The dual crop coefficient approach to estimate and partitioning evapotranspiration of the winter wheat-summer maize crop sequence in North China Plain. *Irrigation Science*, 31(6), 1303–1316.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Datos meteorológicos diarios. Cañete. Marzo-Septiembre 2017.

Fecha	Temperatura máxima °C	Temperatura mínima °C	Temperatura promedio °C	Humedad Relativa %	Presion atmosférica hPa	Rad. Solar promedio W/sqm	Rad. Solar total W/sqm	Rad. Solar maxima W/sqm	ET mm/dia
15/03/2017	26.6	21.6	21.65	89.63	1008.17	156.87	7529.84	544.583185	2.48
16/03/2017	27.2	18.6	22.62	83.87	1007.13	172.56	8282.82	599.041504	2.72
17/03/2017	25.8	20.2	23.28	84.83	1007.39	153.73	7379.24	533.691521	2.43
18/03/2017	24.8	20.1	22.75	86.94	1008.44	153.73	7379.24	533.691521	2.43
19/03/2017	22.1	19.7	22.27	88.71	1007.16	161.58	7755.73	560.920681	2.55
20/03/2017	25.8	20.5	21.47	91.6	1007.15	163.15	7831.03	566.366513	2.58
21/03/2017	25.4	17.5	20.88	91.83	1006.64	155.30	7454.54	539.137353	2.45
22/03/2017	25.8	18.3	22.27	85.9	1007.09	164.72	7906.33	571.812344	2.60
23/03/2017	24.87	19.56	21.73	87.38	1005.99	158.44	7605.13	550.029017	2.50
24/03/2017	24.87	19.56	21.16	90.25	1006.61	144.32	6927.45	501.01653	2.28
25/03/2017	26.2	20	22.47	86.05	1005.49	145.89	7002.75	506.462362	2.30
26/03/2017	26.6	21.6	21.65	89.63	1002.59	156.87	7529.84	544.583185	2.48
27/03/2017	27.2	18.6	22.62	83.87	1002.41	188.25	9035.80	653.499822	2.97
28/03/2017	26.2	19.2	22.43	85.88	1007.09	222.76	10692.37	773.308123	3.52
29/03/2017	24.8	20.1	22.75	86.94	1005.99	188.25	9035.80	653.499822	2.97
30/03/2017	22.1	19.7	22.27	88.71	1006.61	207.07	9939.38	718.849804	3.27
31/03/2017	24.87	19.56	21.16	90.25	1005.49	172.56	8282.82	599.041504	2.72
01/04/2017	24.87	19.56	21.73	87.38	1005.85	180.40	8659.31	626.270663	2.85
02/04/2017	24.87	19.56	21.16	90.25	1007.08	166.28	7981.63	577.258176	2.62
03/04/2017	26.2	20	22.47	86.05	1006.7	164.72	7906.33	571.812344	2.60
04/04/2017	26.6	21.6	21.65	89.63	1007.85	163.15	7831.03	566.366513	2.58

05/04/2017	27.2	18.6	22.62	83.87	1009.23	174.13	8358.12	604.487335	2.75
06/04/2017	25.8	20.2	23.28	84.83	1009.03	175.70	8433.42	609.933167	2.77
07/04/2017	26.2	19.2	22.43	85.88	1008	192.95	9261.70	669.837318	3.05
08/04/2017	24.8	20.1	22.75	86.94	1007.5	185.11	8885.21	642.608158	2.92
09/04/2017	22.1	19.7	22.27	88.71	1007.38	175.70	8433.42	609.933167	2.77
10/04/2017	25.8	20.5	21.47	91.6	1007.85	189.81	9111.10	658.945654	3.00
11/04/2017	25.4	17.5	20.88	91.83	1008.84	175.70	8433.42	609.933167	2.77
12/04/2017	25.8	18.3	22.27	85.9	1009.08	180.40	8659.31	626.270663	2.85
13/04/2017	24.2	19.4	21.44	87.6	1008.92	180.40	8659.31	626.270663	2.85
14/04/2017	21.6	19.8	20.47	92.15	1008.15	166.28	7981.63	577.258176	2.62
15/04/2017	21.6	19.4	20.4	91.54	1006.91	166.28	7981.63	577.258176	2.62
16/04/2017	26.2	20	22.47	86.05	1006.94	169.42	8132.22	588.14984	2.67
17/04/2017	26.6	21.6	21.65	89.63	1008.17	167.85	8056.92	582.704008	2.65
18/04/2017	27.2	18.6	22.62	83.87	1007.13	164.72	7906.33	571.812344	2.60
19/04/2017	25.8	20.2	23.28	84.83	1007.39	160.01	7680.43	555.474849	2.53
20/04/2017	26.2	19.2	22.43	85.88	1008.47	160.01	7680.43	555.474849	2.53
21/04/2017	24.8	20.1	22.75	86.94	1008.44	172.56	8282.82	599.041504	2.72
22/04/2017	22.1	19.7	22.27	88.71	1007.16	172.56	8282.82	599.041504	2.72
23/04/2017	25.8	20.5	21.47	91.6	1007.15	175.70	8433.42	609.933167	2.77
24/04/2017	25.4	17.5	20.88	91.83	1006.64	139.62	6701.55	484.679035	2.20
25/04/2017	25.8	18.3	22.27	85.9	1009.25	139.62	6701.55	484.679035	2.20
26/04/2017	24.2	19.4	21.44	87.6	1009.39	156.87	7529.84	544.583185	2.48
27/04/2017	24.87	19.56	21.73	87.38	1006.29	153.73	7379.24	533.691521	2.43
28/04/2017	24.87	19.56	21.16	90.25	1006.78	163.15	7831.03	566.366513	2.58
29/04/2017	21.6	19.8	20.47	92.15	1007.45	153.73	7379.24	533.691521	2.43
30/04/2017	21.6	19.4	20.4	91.54	1008.31	153.73	7379.24	533.691521	2.43
01/05/2017	23.9	19.8	21.16	88.91	1006.17	153.73	7379.24	533.691521	2.43
02/05/2017	22.8	19.8	20.64	90.06	1006.22	150.60	7228.64	522.799858	2.38
03/05/2017	22.8	18.7	20.21	90.58	1006.3	150.60	7228.64	522.799858	2.38
04/05/2017	24.2	17.1	20.27	86.79	1006.9	147.46	7078.04	511.908194	2.33

05/05/2017	23.3	19.2	20.49	88.4	1006.55	144.32	6927.45	501.01653	2.28
06/05/2017	24	19.7	21.38	86.17	1006.51	144.32	6927.45	501.01653	2.28
07/05/2017	26	20.4	22.24	84.54	1004.94	145.89	7002.75	506.462362	2.30
08/05/2017	22	18.5	20.11	92.06	1005.72	145.89	7002.75	506.462362	2.30
09/05/2017	23.3	18.5	21.27	87.5	1006.66	145.89	7002.75	506.462362	2.30
10/05/2017	22.96	18.67	23.64	77.79	1007.09	149.03	7153.34	517.354026	2.35
11/05/2017	28.5	19.6	20.72	86.39	1005.99	149.03	7153.34	517.354026	2.35
12/05/2017	24.1	17.3	21.15	85.69	1006.61	149.03	7153.34	517.354026	2.35
13/05/2017	24.2	16.7	20.95	89.02	1005.49	147.46	7078.04	511.908194	2.33
14/05/2017	24.4	20.2	21.73	89.1	1002.59	144.32	6927.45	501.01653	2.28
15/05/2017	24.7	20.8	21.66	86.9	1002.41	155.30	7454.54	539.137353	2.45
16/05/2017	23.2	18.9	20.3	91.26	1002.89	155.30	7454.54	539.137353	2.45
17/05/2017	21.2	18.9	19.56	93.06	1004.8	155.30	7454.54	539.137353	2.45
18/05/2017	23.4	16.7	19.76	87.23	1005.7	155.30	7454.54	539.137353	2.45
19/05/2017	21.3	17.9	19.16	91.75	1004.25	147.46	7078.04	511.908194	2.33
20/05/2017	22.8	16.9	19.43	88.98	1003.13	147.46	7078.04	511.908194	2.33
21/05/2017	21.9	18.4	19.26	90.27	1003.6	147.46	7078.04	511.908194	2.33
22/05/2017	22.6	18.7	19.72	89.13	1004.57	144.32	6927.45	501.01653	2.28
23/05/2017	22.5	17.2	19.66	90.21	1005.3	142.75	6852.15	495.570698	2.25
24/05/2017	22.96	19.3	19.71	91.77	1006.24	142.75	6852.15	495.570698	2.25
25/05/2017	22.4	18.9	20.31	90.15	1005.64	141.18	6776.85	490.124867	2.23
26/05/2017	22.2	19.2	20.04	91.15	1006.02	139.62	6701.55	484.679035	2.20
27/05/2017	23.2	19.2	20.22	89.21	1005.4	134.91	6475.66	468.341539	2.13
28/05/2017	20.9	18.1	19.21	92.77	1006.1	134.91	6475.66	468.341539	2.13
29/05/2017	20.4	18.9	19.58	92.04	1006.65	131.77	6325.06	457.449875	2.08
30/05/2017	19.9	18.8	19.23	92.83	1006.23	130.20	6249.76	452.004044	2.06
31/05/2017	19.6	17.9	18.77	93.23	1005.65	133.34	6400.36	462.895707	2.10
01/06/2017	20.2	18.1	18.91	90.96	1006.68	127.07	6099.17	441.11238	2.01
02/06/2017	22.6	18.4	19.19	86.75	1007.64	128.63	6174.46	446.558212	2.03
03/06/2017	21.9	17.2	19.12	86.9	1008.48	134.91	6475.66	468.341539	2.13

04/06/2017	20.6	18.4	18.96	88.52	1008.56	131.77	6325.06	457.449875	2.08
05/06/2017	19.7	17.9	18.36	91.85	1007.04	130.20	6249.76	452.004044	2.06
06/06/2017	20.2	17.8	18.56	91.94	1006.98	127.07	6099.17	441.11238	2.01
07/06/2017	22.3	17.7	18.78	90.44	1007.7	128.63	6174.46	446.558212	2.03
08/06/2017	20.3	16.4	18.19	91.38	1007.38	134.91	6475.66	468.341539	2.13
09/06/2017	21.6	18.3	19.49	88.29	1007.23	131.77	6325.06	457.449875	2.08
10/06/2017	19.8	17.9	18.34	90.06	1006.79	131.77	6325.06	457.449875	2.08
11/06/2017	19.3	16.9	17.77	91.6	1006.8	123.93	5948.57	430.220716	1.96
12/06/2017	20.24	17.1	17.85	89.43	1006.91	123.93	5948.57	430.220716	1.96
13/06/2017	20.24	17.2	17.22	89.87	1007.32	123.93	5948.57	430.220716	1.96
14/06/2017	18.9	16.8	17.72	91.33	1006.29	138.05	6626.25	479.233203	2.18
15/06/2017	19.1	16.9	17.77	91.4	1005.94	139.62	6701.55	484.679035	2.20
16/06/2017	18.7	16.6	17.57	90.83	1008.2	136.48	6550.96	473.787371	2.15
17/06/2017	20	17.2	18.05	87.25	1005.98	130.20	6249.76	452.004044	2.06
18/06/2017	20.4	17.1	18.33	86.6	1006.03	128.63	6174.46	446.558212	2.03
19/06/2017	21.2	12.8	17.48	87.04	1006.42	131.77	6325.06	457.449875	2.08
20/06/2017	20.1	17.7	18.47	88.48	1006.38	100.40	4819.09	348.533238	1.58
21/06/2017	19.2	17.3	17.93	91.38	1006.72	133.34	6400.36	462.895707	2.10
22/06/2017	20.3	17.1	18.2	90.69	1004.52	133.34	6400.36	462.895707	2.10
23/06/2017	21.9	17.4	18.64	87.63	1003.65	136.48	6550.96	473.787371	2.15
24/06/2017	20.3	17.5	17.88	88.15	1006.4	136.48	6550.96	473.787371	2.15
25/06/2017	20.5	16.5	17.25	89.44	1008.4	139.62	6701.55	484.679035	2.20
26/06/2017	19.4	16.6	17.45	93.09	1007.54	139.62	6701.55	484.679035	2.20
27/06/2017	19.3	17.22	18.44	90.28	1007.56	108.24	5195.59	375.762398	1.71
28/06/2017	20.2	17.4	18.55	90.75	1006.9	108.24	5195.59	375.762398	1.71
29/06/2017	19.3	17.9	18.23	91.46	1007.77	128.63	6174.46	446.558212	2.03
30/06/2017	19.3	17.2	18	90.38	1008.55	134.91	6475.66	468.341539	2.13
01/07/2017	19.3	17.1	17.85	89.36	1007.01	133.34	6400.36	462.895707	2.10
02/07/2017	20.8	17.4	18.63	84.4	1006.35	133.34	6400.36	462.895707	2.10
03/07/2017	19.91	16.8	18.39	87	1005.51	131.77	6325.06	457.449875	2.08

04/07/2017	21.6	17.3	18.23	87.24	1005.7	128.63	6174.46	446.558212	2.03
05/07/2017	19.6	14.6	17.35	88.33	1005.75	127.07	6099.17	441.11238	2.01
06/07/2017	20.2	17.6	18.37	85.65	1007.34	130.20	6249.76	452.004044	2.06
07/07/2017	20.9	17.7	18.41	84.42	1008.88	136.48	6550.96	473.787371	2.15
08/07/2017	19.4	17.5	18.29	83.1	1009.85	117.65	5647.38	408.437389	1.86
09/07/2017	20.4	17.3	18.44	82.63	1008.03	133.34	6400.36	462.895707	2.10
10/07/2017	19.6	17.2	17.62	85.65	1006.22	97.26	4668.50	337.641575	1.54
11/07/2017	19.7	16.2	17.67	87.08	1005.26	138.05	6626.25	479.233203	2.18
12/07/2017	20.2	17.3	18.32	81.88	1005.94	117.65	5647.38	408.437389	1.86
13/07/2017	20.1	15.9	17.91	85.25	1007.69	117.65	5647.38	408.437389	1.86
14/07/2017	20.7	12.9	16.99	85.5	1007.86	108.24	5195.59	375.762398	1.71
15/07/2017	21.3	17.1	18.12	83.56	1007.33	138.05	6626.25	479.233203	2.18
16/07/2017	19.8	15.8	17.29	85.4	1005.67	120.79	5797.97	419.329053	1.91
17/07/2017	20.4	16.2	17.2	84.5	1006.53	112.95	5421.48	392.099893	1.78
18/07/2017	20.4	11.4	16.36	87.73	1007.94	112.95	5421.48	392.099893	1.78
19/07/2017	18.5	16.9	17.24	87.83	1008.79	111.38	5346.18	386.654061	1.76
20/07/2017	18.7	15.9	16.96	87.21	1008.38	106.67	5120.29	370.316566	1.68
21/07/2017	19.3	16.4	17.26	82.54	1007.21	97.26	4668.50	337.641575	1.54
22/07/2017	21.1	13.1	17.21	83.63	1005.64	97.26	4668.50	337.641575	1.54
23/07/2017	20.4	17	17.79	84.67	1006.96	106.67	5120.29	370.316566	1.68
24/07/2017	19.4	15.6	16.83	88.83	1008.98	106.67	5120.29	370.316566	1.68
25/07/2017	18.6	16.4	17.5	86.85	1008.1	105.10	5044.99	364.870734	1.66
26/07/2017	18.8	16.3	17.44	87.81	1006.47	116.08	5572.08	402.991557	1.83
27/07/2017	19.2	16.7	17.71	86.31	1006.94	111.38	5346.18	386.654061	1.76
28/07/2017	18.8	16	17.53	86.69	1008.48	111.38	5346.18	386.654061	1.76
29/07/2017	19.9	16.4	17.81	84.69	1009.02	111.38	5346.18	386.654061	1.76
30/07/2017	21.1	16.3	17.85	83.67	1008.56	95.69	4593.20	332.195743	1.51
31/07/2017	19.2	16.3	17.54	86.92	1008.61	95.69	4593.20	332.195743	1.51
01/08/2017	18.6	16.6	17.4	86.74	1008.5	98.83	4743.80	343.087407	1.56
02/08/2017	19.7	16.4	17.51	85.65	1008.89	97.26	4668.50	337.641575	1.54

03/08/2017	19.1	16.7	17.4	85.75	1009.86	97.26	4668.50	337.641575	1.54
04/08/2017	19.6	16.4	17.36	86.23	1009.46	103.54	4969.69	359.424902	1.63
05/08/2017	18	15.8	16.77	89.35	1007.78	103.54	4969.69	359.424902	1.63
06/08/2017	18.9	15.7	17.34	86.25	1007.47	103.54	4969.69	359.424902	1.63
07/08/2017	18	16.6	17.24	84.17	1009.04	87.85	4216.71	304.966584	1.39
08/08/2017	19.3	16.1	17.13	86.06	1008.79	87.85	4216.71	304.966584	1.39
09/08/2017	20.3	15.9	17.89	83.5	1008.38	111.38	5346.18	386.654061	1.76
10/08/2017	17.2	16.6	16.87	88.06	1007.21	101.97	4894.39	353.97907	1.61
11/08/2017	18.7	15.9	16.8	84.83	1005.64	100.40	4819.09	348.533238	1.58
12/08/2017	19.6	14.5	16.37	82.98	1006.96	100.40	4819.09	348.533238	1.58
13/08/2017	20.1	10.5	15.39	85.92	1008.98	106.67	5120.29	370.316566	1.68
14/08/2017	19.1	12.6	16.06	85.52	1008.1	97.26	4668.50	337.641575	1.54
15/08/2017	19.2	12.2	16.43	84.9	1006.47	100.40	4819.09	348.533238	1.58
16/08/2017	19.1	16.2	16.96	84.33	1006.94	97.26	4668.50	337.641575	1.54
17/08/2017	18.6	15.8	16.9	85.44	1008.48	98.83	4743.80	343.087407	1.56
18/08/2017	20.2	16.2	16.8	85.48	1009.02	95.69	4593.20	332.195743	1.51
19/08/2017	19.2	11.9	15.85	86.54	1008.56	97.26	4668.50	337.641575	1.54
20/08/2017	17.7	14.9	15.61	89.58	1008.61	94.12	4517.90	326.749911	1.49
21/08/2017	18.3	15.9	16.64	88.65	1008.03	108.24	5195.59	375.762398	1.71
22/08/2017	20.1	16.1	17.31	84.58	1008.4	106.67	5120.29	370.316566	1.68
23/08/2017	17.7	15.6	16.49	86.52	1007.54	95.69	4593.20	332.195743	1.51
24/08/2017	18.3	15.8	16.66	87.75	1007.56	80.00	3840.22	277.737424	1.26
25/08/2017	19.2	15.8	16.63	84.88	1006.9	81.57	3915.51	283.183256	1.29
26/08/2017	19.8	11.1	15.39	87.02	1007.77	90.99	4367.30	315.858247	1.44
27/08/2017	19.6	14.1	16.17	89	1008.55	90.99	4367.30	315.858247	1.44
28/08/2017	17.9	15.2	16.16	89.71	1006.02	111.38	5346.18	386.654061	1.76
29/08/2017	18.1	16.1	16.73	88.67	1005.4	108.24	5195.59	375.762398	1.71
30/08/2017	17.2	16	16.45	89.21	1006.1	101.97	4894.39	353.97907	1.61
31/08/2017	17.7	15.7	16.54	87.9	1006.65	100.40	4819.09	348.533238	1.58
01/09/2017	19.1	12.6	16.06	85.52	1008.1	100.40	4819.09	348.533238	1.58

02/09/2017	19.6	14.5	16.37	82.98	1006.96	95.69	4593.20	332.195743	1.51
03/09/2017	20.1	10.5	15.39	85.92	1008.98	97.26	4668.50	337.641575	1.54

FUENTE: Estación Meteorológica Davis Ventage Pro del fundo Don German-IRD Costa-Cañete. 2017.

Anexo 2: Plan de fertilización tomate cv. Toroty F1. 2017

fertirrigación	N%	P2O5%	K2O%	N (kg/ha)	P2O5 (kg/ha)	K2O (kg/ha)	KNO3 (kg/ha)	KH2PO4 (kg/ha)	K2O (kg/ha)	NH4NO3 (kg/2234.4 m2)	KH2PO4 (kg/2234.4 m2)	KNO3 (kg/2234.4 m2)
1.00	1.00	3.40	1.00	2.75	3.40	5.00	6.17	6.54	2.22	1.29	1.46	1.38
2.00	1.00	3.40	1.00	2.75	3.40	5.00	6.17	6.54	2.22	1.29	1.46	1.38
3.00	1.00	3.40	1.00	2.75	3.40	5.00	6.17	6.54	2.22	1.29	1.46	1.38
4.00	1.00	3.40	1.00	2.75	3.40	5.00	6.17	6.54	2.22	1.29	1.46	1.38
5.00	1.00	3.40	1.00	2.75	3.40	5.00	6.17	6.54	2.22	1.29	1.46	1.38
6.00	3.00	4.25	1.75	8.25	4.25	8.75	13.27	8.17	2.78	4.35	1.83	2.96
7.00	3.00	4.25	1.75	8.25	4.25	8.75	13.27	8.17	2.78	4.35	1.83	2.96
8.00	3.00	4.25	1.75	8.25	4.25	8.75	13.27	8.17	2.78	4.35	1.83	2.96
9.00	3.00	4.25	1.75	8.25	4.25	8.75	13.27	8.17	2.78	4.35	1.83	2.96
10.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
11.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
12.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
13.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
14.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
15.00	3.33	2.83	2.83	9.17	2.83	14.17	27.36	5.45	1.85	3.66	1.22	6.11
16.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	0.00
17.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	7.41
18.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	7.41
19.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	7.41
20.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	7.41
21.00	3.33	2.67	3.33	9.17	2.67	16.67	33.16	5.13	1.74	3.12	1.15	7.41
22.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53
23.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53
24.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53
25.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53
26.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53

27.00	2.83	2.83	3.00	7.79	2.83	15.00	29.22	5.45	1.85	2.56	1.22	6.53
28.00	4.25	4.00	4.50	11.69	4.00	22.50	44.19	7.69	2.62	3.80	1.72	9.87
29.00	4.25	4.00	4.50	11.69	4.00	22.50	44.19	7.69	2.62	3.80	1.72	9.87
30.00	4.25	4.00	4.50	11.69	4.00	22.50	44.19	7.69	2.62	0.00	1.72	9.87
31.00	4.25	4.00	4.50	11.69	4.00	22.50	44.19	7.69	2.62	3.80	1.72	9.87
32.00	2.25	0.00	3.75	6.19	0.00	18.75	41.67	0.00	0.00	0.31	0.00	9.31
33.00	2.25	0.00	3.75	6.19	0.00	18.75	41.67	0.00	0.00	0.00	0.00	9.31
34.00	2.25	0.00	3.75	6.19	0.00	18.75	41.67	0.00	0.00	0.00	0.00	9.31
35.00	2.25	0.00	3.75	6.19	0.00	18.75	41.67	0.00	0.00	0.31	0.00	9.31
total	100.00	100.00	100.00	275.00	100.00	500.00	965.81	192.31	65.38	91.86	42.97	208.39
Total sacos (25 kg)										3.67	1.72	8.34

Anexo 3: Actividades realizadas en el cultivo de tomate cv. Toroty F1. Cañete – 2017.

DDT	Etapa	Día	Fecha	Labor del cultivo
-26		lunes	27/02/2017	Preparación de almácigos
-2		lunes	20/03/2017	Preparación del terreno
-1		Martes	21/03/2017	
0	Inicial	Miércoles	22/03/2017	Riego de enseño
1	Inicial	Jueves	23/03/2017	Remojo en oxamylo, trasplante
2	Inicial	Viernes	24/03/2017	Riego
3	Inicial	Sábado	25/03/2017	
5	Inicial	lunes	27/03/2017	Riego
6	Inicial	Martes	28/03/2017	
7	Inicial	Miércoles	29/03/2017	Desmalezado, riego
8	Inicial	Jueves	30/03/2017	Recalce, riego
9	Inicial	Viernes	31/03/2017	Recalce,riego
10	Inicial	Sábado	01/04/2017	Riego
12	Inicial	lunes	03/04/2017	Riego
13	Inicial	Martes	04/04/2017	Riego
14	Inicial	Miércoles	05/04/2017	Riego, control fitosanitario
15	Inicial	Jueves	06/04/2017	Riego
16	Inicial	Viernes	07/04/2017	
17	Inicial	Sábado	08/04/2017	Riego
19	Inicial	lunes	10/04/2017	Riego
20	Inicial	Martes	11/04/2017	Riego
21	Inicial	Miércoles	12/04/2017	Riego, control fitosanitario
22	Inicial	Jueves	13/04/2017	Desmalezado, riego
23	Inicial	Viernes	14/04/2017	Riego
24	Desarrollo	Sábado	15/04/2017	Riego
26	Desarrollo	lunes	17/04/2017	Riego
27	Desarrollo	Martes	18/04/2017	Riego
28	Desarrollo	Miércoles	19/04/2017	Riego
29	Desarrollo	Jueves	20/04/2017	Riego, control fitosanitario
30	Desarrollo	Viernes	21/04/2017	Riego
31	Desarrollo	Sábado	22/04/2017	Riego
33	Desarrollo	lunes	24/04/2017	
34	Desarrollo	Martes	25/04/2017	
35	Desarrollo	Miércoles	26/04/2017	Desmalezado, riego
36	Desarrollo	Jueves	27/04/2017	Riego, control fitosanitario
37	Desarrollo	Viernes	28/04/2017	Riego
38	Desarrollo	Sábado	29/04/2017	Riego
40	Desarrollo	lunes	01/05/2017	Riego
41	Desarrollo	Martes	02/05/2017	Desmalezado, riego
42	Desarrollo	Miércoles	03/05/2017	Riego, control fitosanitario
43	Desarrollo	Jueves	04/05/2017	Riego, control fitosanitario
44	Desarrollo	Viernes	05/05/2017	Riego, control fitosanitario

45	Desarrollo	Sábado	06/05/2017	Riego
47	Desarrollo	lunes	08/05/2017	
48	Desarrollo	Martes	09/05/2017	Control fitosanitario
49	Desarrollo	Miércoles	10/05/2017	Riego
50	Desarrollo	Jueves	11/05/2017	Riego
51	Desarrollo	Viernes	12/05/2017	Riego, control fitosanitario
52	Desarrollo	Sábado	13/05/2017	Riego
54	Desarrollo	lunes	15/05/2017	
55	Desarrollo	Martes	16/05/2017	
56	Desarrollo	Miércoles	17/05/2017	Riego, control fitosanitario
57	Desarrollo	Jueves	18/05/2017	Riego
58	Desarrollo	Viernes	19/05/2017	
59	Desarrollo	Sábado	20/05/2017	Riego
61	fructificación	lunes	22/05/2017	
62	fructificación	Martes	23/05/2017	Riego, control fitosanitario
63	fructificación	Miércoles	24/05/2017	
64	fructificación	Jueves	25/05/2017	
65	fructificación	Viernes	26/05/2017	Riego, control fitosanitario
66	fructificación	Sábado	27/05/2017	
68	fructificación	lunes	29/05/2017	
69	fructificación	Martes	30/05/2017	
70	fructificación	Miércoles	31/05/2017	Riego, control fitosanitario
71	fructificación	Jueves	01/06/2017	Riego
72	fructificación	Viernes	02/06/2017	Riego
73	fructificación	Sábado	03/06/2017	Riego, control fitosanitario
75	fructificación	lunes	05/06/2017	
76	fructificación	Martes	06/06/2017	
77	fructificación	Miércoles	07/06/2017	Riego, control fitosanitario
78	fructificación	Jueves	08/06/2017	Riego
79	fructificación	Viernes	09/06/2017	Riego, control fitosanitario
80	fructificación	Sábado	10/06/2017	
82	fructificación	lunes	12/06/2017	Riego
83	fructificación	Martes	13/06/2017	Riego
84	fructificación	Miércoles	14/06/2017	Riego, control fitosanitario
85	fructificación	Jueves	15/06/2017	
86	fructificación	Viernes	16/06/2017	Riego
87	fructificación	Sábado	17/06/2017	Riego
89	fructificación	lunes	19/06/2017	Riego
90	fructificación	Martes	20/06/2017	Riego
91	fructificación	Miércoles	21/06/2017	Riego
92	fructificación	Jueves	22/06/2017	Control fitosanitario
93	fructificación	Viernes	23/06/2017	Riego
94	fructificación	Sábado	24/06/2017	Riego
96	cosecha	lunes	26/06/2017	1ra cosecha
97	cosecha	Martes	27/06/2017	Riego

98	cosecha	Miércoles	28/06/2017	
99	cosecha	Jueves	29/06/2017	Riego
100	cosecha	Viernes	30/06/2017	
101	cosecha	Sábado	01/07/2017	Riego
103	cosecha	lunes	03/07/2017	
104	cosecha	Martes	04/07/2017	2da cosecha, riego
105	cosecha	Miércoles	05/07/2017	
106	cosecha	Jueves	06/07/2017	Riego
107	cosecha	Viernes	07/07/2017	
108	cosecha	Sábado	08/07/2017	Riego
110	cosecha	lunes	10/07/2017	
111	cosecha	Martes	11/07/2017	Riego
112	cosecha	Miércoles	12/07/2017	3ra cosecha, riego
113	cosecha	Jueves	13/07/2017	
114	cosecha	Viernes	14/07/2017	
115	cosecha	Sábado	15/07/2017	Riego
117	cosecha	lunes	17/07/2017	
118	cosecha	Martes	18/07/2017	Riego
119	cosecha	Miércoles	19/07/2017	
120	cosecha	Jueves	20/07/2017	Riego
121	cosecha	Viernes	21/07/2017	
122	cosecha	Sábado	22/07/2017	Riego
124	cosecha	lunes	24/07/2017	
125	cosecha	Martes	25/07/2017	4ta cosecha
126	cosecha	Miércoles	26/07/2017	Riego
127	cosecha	Jueves	27/07/2017	
128	cosecha	Viernes	28/07/2017	
129	cosecha	Sábado	29/07/2017	Riego
131	cosecha	lunes	31/07/2017	Riego
132	cosecha	Martes	01/08/2017	
133	cosecha	Miércoles	02/08/2017	Riego
134	cosecha	Jueves	03/08/2017	5ta cosecha
135	cosecha	Viernes	04/08/2017	Riego
136	cosecha	Sábado	05/08/2017	
138	cosecha	lunes	07/08/2017	
139	cosecha	Martes	08/08/2017	Riego
140	cosecha	Miércoles	09/08/2017	
141	cosecha	Jueves	10/08/2017	Riego
142	cosecha	Viernes	11/08/2017	Riego
143	cosecha	Sábado	12/08/2017	
145	cosecha	lunes	14/08/2017	Riego
146	cosecha	Martes	15/08/2017	
147	cosecha	Miércoles	16/08/2017	Riego
148	cosecha	Jueves	17/08/2017	6ta cosecha
149	cosecha	Viernes	18/08/2017	Riego

150	cosecha	Sábado	19/08/2017	
152	cosecha	lunes	21/08/2017	Riego
153	cosecha	Martes	22/08/2017	
154	cosecha	Miércoles	23/08/2017	Riego
155	cosecha	Jueves	24/08/2017	
156	cosecha	Viernes	25/08/2017	Riego
157	cosecha	Sábado	26/08/2017	
159	cosecha	lunes	28/08/2017	Riego
160	cosecha	Martes	29/08/2017	
161	cosecha	Miércoles	30/08/2017	Riego
162	cosecha	Jueves	31/08/2017	
163	cosecha	Viernes	01/09/2017	7ma cosecha

Anexo 4: ANOVA de las diferentes variables evaluadas.

Número de flores					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	1020.48	340.161	73.57	0
Repetición	3	6.31	2.104	0.46	0.723
Columna	3	13.71	4.569	0.99	0.459
Error	6	27.74	4.624		
Total	15	1068.24			

Área foliar (20 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	0	0	0	1
Repetición	3	0.00035	0.000117	2.33	0.174
Columna	3	0.00015	0.00005	1	0.455
Error	6	0.0003	0.00005		
Total	15	0.0008			

Área foliar (40 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	0.0205	0.006833	410	0
Repetición	3	0.00005	0.000017	1	0.455
Columna	3	0.00755	0.002517	151	0
Error	6	0.0001	0.000017		
Total	15	0.0282			

Área foliar (60 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	0.843719	0.28124	4999.81	0
Repetición	3	0.000019	0.000006	0.11	0.95
Columna	3	0.007119	0.002373	42.19	0
Error	6	0.000338	0.000056		
Total	15	0.851194			

Área foliar (80 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	4.85932	1.61977	33803.96	0
Repetición	3	0.00027	0.00009	1.87	0.236
Columna	3	0.00667	0.00222	46.39	0
Error	6	0.00029	0.00005		
Total	15	4.86654			

Área foliar (100 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	23.5433	7.84776	34878.93	0
Repetición	3	0.0007	0.00023	1	0.455
Columna	3	0.0051	0.00169	7.52	0.019
Error	6	0.0013	0.00022		
Total	15	23.5504			

Rendimiento total					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	333.178	111.059	213.33	0
Repetición	3	0.294	0.098	0.19	0.901
Columna	3	1.943	0.648	1.24	0.374
Error	6	3.124	0.521		
Total	15	338.539			

Rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	153.637	51.2122	119.63	0
Repetición	3	0.779	0.2595	0.61	0.635
Columna	3	6.804	2.2681	5.3	0.04
Error	6	2.568	0.4281		
Total	15	163.788			

Rendimiento no comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	74.433	24.8111	64.35	0
Repetición	3	1.802	0.6008	1.56	0.294
Columna	3	1.974	0.6579	1.71	0.264
Error	6	2.313	0.3855		
Total	15	80.523			

1ra cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	12.36	4.121	1.19	0.391
Repetición	3	12.49	4.163	1.2	0.387
Columna	3	12.93	4.309	1.24	0.375
Error	6	20.83	3.472		
Total	15	58.61			

2da cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	27.838	9.279	0.98	0.463
Repetición	3	3.025	1.008	0.11	0.953
Columna	3	16.03	5.343	0.56	0.659
Error	6	56.883	9.48		
Total	15	103.776			

3ra cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	48.29	16.096	0.58	0.648
Repetición	3	22.85	7.616	0.28	0.841
Columna	3	127.58	42.528	1.54	0.299
Error	6	165.93	27.656		
Total	15	364.66			

4ta cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	219.37	73.122	8.42	0.014
Repetición	3	35.36	11.786	1.36	0.342
Columna	3	91.09	30.363	3.49	0.09
Error	6	52.13	8.689		
Total	15	397.95			

5ta cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	135.06	45.019	1.1	0.421
Repetición	3	355.51	118.503	2.88	0.125
Columna	3	17.98	5.995	0.15	0.929
Error	6	246.51	41.085		
Total	15	755.06			

6ta cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	526.2	175.41	6.44	0.026
Repetición	3	191.9	63.96	2.35	0.172
Columna	3	288.5	96.16	3.53	0.088
Error	6	163.3	27.22		
Total	15	1169.9			

7ma cosecha rendimiento comercial					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	186.39	62.13	0.87	0.508
Repetición	3	75.19	25.06	0.35	0.791
Columna	3	185.66	61.89	0.86	0.51
Error	6	430.35	71.72		
Total	15	877.59			

Número de frutos totales					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	410965	136988	73.15	0
Repetición	3	1783	594	0.32	0.813
Columna	3	3435	1145	0.61	0.632
Error	6	11236	1873		
Total	15	427418			

Porcentaje de frutos comerciales					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	832.9	277.633	14.68	0.004
Repetición	3	29.17	9.723	0.51	0.687
Columna	3	63.3	21.1	1.12	0.414
Error	6	113.48	18.913		
Total	15	1038.84			

porcentaje de frutos no comerciales					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	832.9	277.633	14.68	0.004
Repetición	3	29.17	9.723	0.51	0.687
Columna	3	63.3	21.1	1.12	0.414
Error	6	113.48	18.913		
Total	15	1038.84			

Porcentaje frutos de primera					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	2211.4	737.13	48.56	0
Repetición	3	77.62	25.87	1.7	0.265
Columna	3	213.71	71.24	4.69	0.051
Error	6	91.08	15.18		
Total	15	2593.81			

Porcentaje frutos de segunda					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	984.9	328.28	12.3	0.006
Repetición	3	223.8	74.6	2.8	0.131
Columna	3	186.4	62.14	2.33	0.174
Error	6	160.1	26.68		
Total	15	1555.1			

Porcentaje frutos de tercera					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	5549.8	1849.92	46.03	0
Repetición	3	116.8	38.95	0.97	0.466
Columna	3	796.1	265.36	6.6	0.025
Error	6	241.1	40.19		
Total	15	6703.8			

Porcentaje frutos con pudrición apical					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	803.86	267.952	17.97	0.002
Repetición	3	13.7	4.568	0.31	0.82
Columna	3	92.87	30.955	2.08	0.205
Error	6	89.47	14.912		
Total	15	999.9			

Porcentaje frutos con plagas y/o enfermedades					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	8.504	2.835	0.49	0.699
Repetición	3	26.217	8.739	1.52	0.302
Columna	3	49.299	16.433	2.86	0.126
Error	6	34.42	5.737		
Total	15	118.44			

Peso del fruto					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	1395.9	465.3	9.38	0.011
Repetición	3	366.9	122.31	2.46	0.16
Columna	3	227.2	75.74	1.53	0.301
Error	6	297.7	49.62		
Total	15	2287.8			

Diámetro polar del fruto					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	177.348	59.116	80.58	0
Repetición	3	5.367	1.789	2.44	0.162
Columna	3	0.721	0.2404	0.33	0.806
Error	6	4.402	0.7336		
Total	15	187.838			

Diámetro ecuatorial del fruto					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	24.31	8.105	0.81	0.531
Repetición	3	18.77	6.256	0.63	0.623
Columna	3	20.19	6.731	0.68	0.598
Error	6	59.78	9.964		
Total	15	123.06			

Dureza del fruto					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	0.3338	0.1113	1.05	0.438
Repetición	3	0.861	0.287	2.7	0.139
Columna	3	0.4587	0.1529	1.44	0.322
Error	6	0.6387	0.1064		
Total	15	2.2921			

Solidos solubles					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	6.7587	2.2529	7.82	0.017
Repetición	3	0.8203	0.2734	0.95	0.474
Columna	3	2.7327	0.9109	3.16	0.107
Error	6	1.7284	0.2881		
Total	15	12.04			

Porcentaje de acidez					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	0.0983	0.03277	0.32	0.808
Repetición	3	0.79462	0.26487	2.62	0.145
Columna	3	0.07373	0.02458	0.24	0.863
Error	6	0.60621	0.10103		
Total	15	1.57286			

Materia seca de hoja (20 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	7.32272	2.44091	66.18	0
Repetición	3	0.07542	0.02514	0.68	0.595
Columna	3	0.08482	0.02827	0.77	0.553
Error	6	0.22129	0.03688		
Total	15	7.70424			

Materia seca de tallo (20 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	3.9215	1.3072	2.94	0.121
Repetición	3	2.0796	0.6932	1.56	0.294
Columna	3	0.6875	0.2292	0.52	0.686
Error	6	2.6657	0.4443		
Total	15	9.3544			

Materia seca de hoja (40 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	7.8516	2.61722	7.51	0.019
Repetición	3	0.2522	0.08408	0.24	0.865
Columna	3	0.3122	0.10408	0.3	0.825
Error	6	2.0901	0.34836		
Total	15	10.5063			

Materia seca de tallo (40 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	6.9374	2.3125	2.34	0.172
Repetición	3	1.5733	0.5244	0.53	0.677
Columna	3	0.4738	0.1579	0.16	0.919
Error	6	5.9221	0.987		
Total	15	14.9066			

Materia seca de fruto (40 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	14.759	4.9196	12.21	0.006
Repetición	3	1.64	0.5465	1.36	0.342
Columna	3	1.561	0.5203	1.29	0.36
Error	6	2.417	0.4029		
Total	15	20.377			

Materia seca de hoja (60 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	12.7883	4.2628	33.58	0
Repetición	3	2.3356	0.7785	6.13	0.029
Columna	3	3.3375	1.1125	8.76	0.013
Error	6	0.7616	0.1269		
Total	15	19.223			

Materia seca de tallo (60 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	21.4667	7.1556	4.71	0.051
Repetición	3	0.7924	0.2641	0.17	0.91
Columna	3	2.468	0.8227	0.54	0.672
Error	6	9.1204	1.5201		
Total	15	33.8476			

Materia seca de fruto (60 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	59.84	19.945	2.4	0.166
Repetición	3	24.9	8.3	1	0.455
Columna	3	19.03	6.344	0.76	0.554
Error	6	49.8	8.299		
Total	15	153.56			

Materia seca de hoja (80 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	11.3306	3.77687	129.65	0
Repetición	3	0.0419	0.01397	0.48	0.708
Columna	3	0.1033	0.03444	1.18	0.392
Error	6	0.1748	0.02913		
Total	15	11.6506			

Materia seca de tallo (80 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	49.2103	16.4034	41.21	0
Repetición	3	0.4622	0.1541	0.39	0.767
Columna	3	3.7735	1.2578	3.16	0.107
Error	6	2.3881	0.398		
Total	15	55.8341			

Materia seca de fruto (80 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	61.6102	20.5367	448.07	0
Repetición	3	0.0576	0.0192	0.42	0.746
Columna	3	0.3579	0.1193	2.6	0.147
Error	6	0.275	0.0458		
Total	15	62.3008			

Materia seca de hoja (100 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	17.3278	5.77593	58.27	0
Repetición	3	0.087	0.02902	0.29	0.83
Columna	3	0.1916	0.06385	0.64	0.614
Error	6	0.5947	0.09912		
Total	15	18.2011			

Materia seca de tallo (100 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	17.3278	5.77593	58.27	0
Repetición	3	0.087	0.02902	0.29	0.83
Columna	3	0.1916	0.06385	0.64	0.614
Error	6	0.5947	0.09912		
Total	15	18.2011			

Materia seca de fruto (100 días)					
Anova					
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	53.4387	17.8129	486.36	0
Repetición	3	0.0962	0.0321	0.88	0.504
Columna	3	0.0025	0.0008	0.02	0.995
Error	6	0.2198	0.0366		
Total	15	53.7572			

Anexo 5: Cantidades y tiempos de riego

Fecha	T1 min	T2 min	T3 min	T4 min	mm/ha T1	mm/ha T2	mm/ha T3	mm/ha T4
22/03/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
23/03/2017								
24/03/2017	30	40	50	60	2.28	3.03	3.79	4.55
25/03/2017								
27/03/2017	30	40	50	60	2.28	3.03	3.79	4.55
28/03/2017								
29/03/2017	30	40	50	60	2.28	3.03	3.79	4.55
30/03/2017	24.2	32.3	40.3	48.4	1.84	2.45	3.06	3.67
31/03/2017	20.5	27.3	34.1	41.0	1.56	2.07	2.59	3.11
01/04/2017	34.4	45.9	57.4	68.9	2.61	3.48	4.36	5.23
02/04/2017	31.2	41.6	52.0	62.4	2.37	3.16	3.95	4.73
03/04/2017	30.1	40.1	50.1	60.1	2.28	3.04	3.80	4.56
04/04/2017	31.4	41.8	52.3	62.7	2.38	3.17	3.97	4.76
05/04/2017	30.1	40.1	50.1	60.1	2.28	3.04	3.80	4.56
06/04/2017	30.1	40.1	50.1	60.1	2.28	3.04	3.80	4.56
07/04/2017								
08/04/2017	30.1	40.1	50.1	60.1	2.28	3.04	3.80	4.56
09/04/2017								
10/04/2017	50	50	50	50	3.79	3.79	3.79	3.79
11/04/2017	32	69	86	113	2.43	5.24	6.53	8.57
12/04/2017	50	50	50	50	3.79	3.79	3.79	3.79
13/04/2017	50	50	50	50	3.79	3.79	3.79	3.79
14/04/2017	64	138	172	226	4.86	10.47	13.05	17.15
15/04/2017	64	138	172	226	4.86	10.47	13.05	17.15
16/04/2017								
17/04/2017	70	88	118	142	5.31	6.68	8.95	10.77
18/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
19/04/2017	94	125	156	187	7.13	9.48	11.84	14.19
20/04/2017	50	66	78	94	3.79	5.01	5.92	7.13
21/04/2017	50	66	78	94	3.79	5.01	5.92	7.13
22/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
23/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
24/04/2017								
25/04/2017								
26/04/2017	50	50	50	50	3.79	3.79	3.79	3.79
27/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
28/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
29/04/2017	47	63	78	94	3.57	4.78	5.92	7.13
30/04/2017								
01/05/2017	94	126	156	188	7.13	9.56	11.84	14.26
02/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83

03/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
04/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
05/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
06/05/2017								
07/05/2017	90	120	150	180	6.83	9.10	11.38	13.66
08/05/2017								
09/05/2017								
10/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
11/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
12/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
13/05/2017	90	120	150	180	6.83	9.10	11.38	13.66
14/05/2017								
15/05/2017								
16/05/2017								
17/05/2017	90	120	150	180	6.83	9.10	11.38	13.66
18/05/2017	45	60	75	90	3.41	4.55	5.69	6.83
19/05/2017								
20/05/2017	90	120	150	180	6.83	9.10	11.38	13.66
21/05/2017								
22/05/2017								
23/05/2017	29	38	48	56	2.20	2.88	3.64	4.25
24/05/2017								
25/05/2017								
26/05/2017	14	19	24	29	1.06	1.44	1.82	2.20
27/05/2017								
28/05/2017								
29/05/2017								
30/05/2017								
31/05/2017	29	38	48	56	2.20	2.88	3.64	4.25
01/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
02/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
03/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
04/06/2017								
06/06/2017								
07/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
08/06/2017								
09/06/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
10/06/2017								
11/06/2017								
12/06/2017								
13/06/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
14/06/2017								
15/06/2017								
16/06/2017	25	31	35	41	1.90	2.35	2.66	3.11
17/06/2017	23.3	31.1	38.8	46.6	1.77	2.36	2.95	3.54

18/06/2017	23.3	31.1	38.8	46.6	1.77	2.36	2.95	3.54
19/06/2017								
20/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
21/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
22/06/2017								
23/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
24/06/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
25/06/2017								
27/06/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
28/06/2017								
29/06/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
30/06/2017								
01/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
02/07/2017								
03/07/2017								
04/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
05/07/2017								
06/07/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
07/07/2017								
08/07/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
09/07/2017								
10/07/2017								
11/07/2017	23.3	31.1	38.8	46.6	1.77	2.36	2.95	3.54
12/07/2017								
14/07/2017								
15/07/2017	23.3	31.1	38.8	46.6	1.77	2.36	2.95	3.54
16/07/2017								
17/07/2017								
18/07/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
19/07/2017								
20/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
21/07/2017								
22/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
23/07/2017								
25/07/2017								
26/07/2017	30	40	50	60	2.28	3.03	3.79	4.55
27/07/2017								
28/07/2017								
29/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
30/07/2017								
31/07/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
01/08/2017								
02/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
03/08/2017								
04/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28

05/08/2017								
07/08/2017								
08/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
09/08/2017								
10/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
11/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
12/08/2017								
13/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
14/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
15/08/2017								
16/08/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
17/08/2017								
18/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
19/08/2017								
20/08/2017								
21/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
22/08/2017								
23/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
24/08/2017								
25/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
26/08/2017								
27/08/2017								
28/08/2017	15	20	25	30	1.14	1.52	1.90	2.28
29/08/2017								
30/08/2017	20	26.6	33.3	40	1.52	2.02	2.53	3.03
31/08/2017								
01/09/2017								
02/09/2017								
03/09/2017								

Anexo 6: Cuadro de aplicaciones fitosanitarias

aplicaciones	producto	tipo de producto	Ingrediente activo	Dosis (L o Kg) / cil	Nro cil	cantidad usada (L o Kg)
05-abr	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.1	0.01
05-abr	Hook	Insecticida	Buprofezin	0.1	0.1	0.01
05-abr	Ataque	Insecticida	Imidacloprid	0.2	0.1	0.02
05-abr	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.1	0.025
05-abr	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.2	0.1	0.02
05-abr	oil...	Insecticida	Aceite	0.2	0.1	0.02
12-abr	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.1	0.01
12-abr	Hook	Insecticida	Buprofezin	0.1	0.1	0.01
12-abr	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.2	0.1	0.02
12-abr	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.1	0.02
12-abr	Amino Sorb	Nutrientes	Aminoacidos	0.8	0.1	0.08
12-abr	Agrispon	Nutrientes	Micronutrientes	0.8	0.1	0.08
20-abr	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.1	0.01
20-abr	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.1	0.025
20-abr	Alud	Insecticida	Imidacloprid	0.2	0.1	0.02
20-abr	Previcur	Fungicida	Propamocarb	0.25	0.1	0.025
20-abr	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.25	0.1	0.025
20-abr	Amino Sorb	Nutrientes	Aminoacidos	0.8	0.1	0.08
20-abr	Agrispon	Nutrientes	Micronutrientes	0.8	0.1	0.08
27-abr	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.1	0.01
27-abr	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.6	0.1	0.06
27-abr	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.2	0.1	0.02
27-abr	Ridomil	Fungicida	Metalaxil + Mancozeb	0.3	0.1	0.03
27-abr	Amino Sorb	Nutrientes	Aminoacidos	0.8	0.1	0.08
27-abr	Agrispon	Nutrientes	Micronutrientes	0.8	0.1	0.08
03-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.3	0.03
03-may	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.8	0.3	0.24
03-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.3	0.06
03-may	Ridomil	Fungicida	Metalaxil + Mancozeb	0.3	0.3	0.09
03-may	Amino Sorb	Nutrientes	Aminoacidos	0.6	0.3	0.18

03-may	Agrispon	Nutrientes	Micronutrientes	0.6	0.3	0.18
04-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.3	0.03
04-may	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.8	0.3	0.24
04-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.3	0.06
04-may	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.3	0.075
04-may	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.3	0.03
05-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.25	0.025
05-may	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.8	0.25	0.2
05-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.25	0.05
05-may	Ataque	Insecticida	Imidacloprid	0.25	0.25	0.0625
05-may	Agrispon	Nutrientes	Micronutrientes	0.5	0.25	0.125
05-may	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.25	0.025
09-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.25	0.025
09-may	Previcur	Fungicida	Propamocarb	0.25	0.25	0.0625
09-may	Ataque	Insecticida	Imidacloprid	0.25	0.25	0.0625
09-may	Takumi	Insecticida	Fluvendiamida	0.16	0.25	0.04
09-may	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.3	0.25	0.075
09-may	proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.25	0.0125
12-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.25	0.025
12-may	Controll er Plus	Insecticida	Imidacloprid	0.1	0.25	0.025
12-may	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.25	0.0625
12-may	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.25	0.0625
12-may	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.25	0.0125
17-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
17-may	Ridomil	Fungicida	Metalaxil + Mancozeb	0.3	0.5	0.15
17-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.5	0.1
17-may	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.5	0.125
17-may	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.4	0.5	0.2
17-may	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.5	0.125
17-may	Tradecor p AZ	Nutrientes	Micronutrientes	0.2	0.5	0.1
17-may	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
23-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
23-may	Segurite	Fungicida	Cyprodinil + fludioxonil	0.1	0.5	0.05
23-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.5	0.1
23-may	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.5	0.125

23-may	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.4	0.5	0.2
23-may	Sunfire	Insecticida	Chlorpirifos	0.25	0.5	0.125
23-may	Tradecor p AZ	Nutrientes	Micronutrientes	0.1	0.5	0.05
23-may	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
26-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
26-may	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.5	0.1
26-may	takumi	Insecticida	Fluvendiamida	0.16	0.5	0.08
26-may	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.3	0.5	0.15
26-may	proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
31-may	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
31-may	Controll er Plus	Insecticida	Imidacloprid	0.1	0.5	0.05
31-may	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.5	0.125
31-may	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.3	0.5	0.15
31-may	switch	Fungicida	Cyprodinil + fludioxonil	0.1	0.5	0.05
31-may	proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
03-jun	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
03-jun	switch	Fungicida	Cyprodinil + fludioxonil	0.1	0.5	0.05
03-jun	Segurite	Fungicida	Cyprodinil + fludioxonil	0.1	0.5	0.05
03-jun	Controll er Plus	Insecticida	Imidacloprid	0.1	0.5	0.05
03-jun	Monofos	Insecticida	Metamidophos	0.4	0.5	0.2
03-jun	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.5	0.125
03-jun	Tradecor p AZ	Nutrientes	Micronutrientes	0.2	0.5	0.1
03-jun	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
07-jun	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
07-jun	Previcur	Fungicida	Propamocarb	0.25	0.5	0.125
07-jun	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.5	0.1
07-jun	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.5	0.125
07-jun	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.3	0.5	0.15
07-jun	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.5	0.125
07-jun	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
09-jun	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
09-jun	Confidor	Insecticida	Imidacloprid	0.4	0.5	0.2
09-jun	Famoss	Insecticida	Fipronil	0.4	0.5	0.2

09-jun	Tifon	Insecticida	Chlorpirifos	0.6	0.5	0.3
09-jun	Endura	Fungicida	Pyraclostrobin + epoxiconazol	0.05	0.5	0.025
09-jun	Tradecor p AZ	Nutrientes	Micronutrientes	0.2	0.5	0.1
09-jun	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
14-jun	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
14-jun	Confidor	Insecticida	Imidacloprid	0.4	0.5	0.2
14-jun	Famoss	Insecticida	Fipronil	0.4	0.5	0.2
14-jun	Tifon	Insecticida	Chlorpirifos	0.6	0.5	0.3
14-jun	Endura	Fungicida	Pyraclostrobin + epoxiconazol	0.05	0.5	0.025
14-jun	Previcur	Fungicida	Propamocarb	0.4	0.5	0.2
14-jun	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025
22-jun	Aqua pro	Coadyudante	Coadyudante	0.1	0.5	0.05
22-jun	Previcur	Fungicida	Propamocarb	0.25	0.5	0.125
22-jun	Movento	Insecticida	Spirotetramat	0.2	0.5	0.1
22-jun	Sharfip	Insecticida	Fipronil	0.25	0.5	0.125
22-jun	Lorsban	Insecticida	Chlorpirifos	0.3	0.5	0.15
22-jun	Sunfire	Insecticida	Chlorfenapyr	0.25	0.5	0.125
22-jun	Proxy	Coadyudante	Coadyudante	0.05	0.5	0.025

Anexo 7: Costo de producción y utilidad neta en el cultivo de tomate cv. Toroty F1. Cañete 2017

Actividades e Insumos	Jornada/hora maquina/litros/ kilogramos	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)
Preparación del terreno			
arado	1	50	50
gradeo	1	50	50
nivelación	1	50	50
Labores culturales			
Trasplante	1	40	40
Desmalezado	4	40	160
Aplicaciones foliares	18	40	720
Cosecha	24	40	960
Riego/fertirriego	18	40	720
Insumos			
Semillas de tomate	1	150	150
Fungicidas			
Propamocarb	0.54	120	64.8
Metalaxil + Mancozeb	0.27	100	27
Cyprodinil + Fludioxonil	0.2	225	45
pyraclostrobin + Epoconazol	0.05	120	6
Azoxistrobin	0.01	150	1.5
Insecticidas			
Chlorpirifos	1.47	60	88.2
Friponil	1.19	250	297.5
Metamidophos	1.34	40	53.6
Buprofezin	0.02	300	6
Spirotetramat	0.69	800	552
Chlorfenapyr	0.62	200	124
Imidacloprid	0.69	250	172.5
Fluendiamida	0.12	400	48
Chlorpirifos en polvo	3	60	180
Azufre en polvo	7	50	350
Fertilizantes			
Nitrato de amonio	91.86	4	367.44
Nitrato de Potasio	208.39	5	1041.95
Fosfato Monopotasico	42.97	3	128.91
Micronutrientes	0.9	80	72
Aminoacidos	0.42	60	25.2
Coadyudantes			
Proxy	0.3	30	9
Aqua Pro	0.63	40	25.2

Otros				
Imprevistos				658.58
costo total/2234.4 m2				7244.38
costo total/ha				32422.04
Primera (kg)	13880	Precio (S/)	1	13880
Segunda (kg)	28200	Precio (S/)	0.8	22560
Tercera (kg)	42320	Precio (S/)	0.5	21160
Utilidad bruta				57600
UTILIDAD NETA (S/)				25177.96