

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**“LÁMINAS DE RIEGO EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE  
(*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya)”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**BRIGITTE BEATRIZ RODRIGUEZ HUAMAN**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

# LÁMINAS DE RIEGO EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE TOMATE (SOLANUM LYCOPERSICUM L. CV. KATYA)

## ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

15%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

8%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	7%
2	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Internet Source	5%
3	<a href="http://purl.org">purl.org</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://www.admani.com">www.admani.com</a> Internet Source	<1%
5	<a href="http://www.e-mountain.com.ar">www.e-mountain.com.ar</a> Internet Source	<1%
6	<a href="http://www2.uesb.br">www2.uesb.br</a> Internet Source	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Student Paper	<1%
8	<a href="http://aprenderly.com">aprenderly.com</a> Internet Source	<1%

[repositorio.unsa.edu.pe](http://repositorio.unsa.edu.pe)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**“LÁMINAS DE RIEGO EN RENDIMIENTO Y CALIDAD DE  
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L. cv. katya)”**

**BRIGITTE BEATRIZ RODRIGUEZ HUAMAN**

Tesis para optar el título de:  
**INGENIERA AGRÓNOMA**

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
**Ing. Mg. Sc. Gilberto Rodríguez Soto**  
**PRESIDENTE**

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

.....  
**Ing. Mg. Sc. Pedro Pablo Gutiérrez Vilchez**  
**MIEMBRO**

.....  
**Ing. Mg. Sc. Sarita Moreno Llacza**  
**MIEMBRO**

Lima – Perú  
2023

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir que concluya la tesis a pesar de los desafíos, los tiempos de él son los correctos. A mi familia, en especial a mi hermana por ser un soporte en mi vida, por recordarme que debía concluir la tesis y no dejar que me rinda.

Mi sincero agradecimiento a mi querido y paciente asesor el Ing. M.S Andrés Virgilio Casas por sus consejos y apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mi querida Ximena Reynafarje por permitir que sea parte del proyecto, por su buena energía y empuje para que tengamos éxito.

Finalmente, a mis buenos amigos que siempre han estado presente en mi vida.

# ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1.	Generalidades del cultivo de tomate .....	2
2.1.1.	Origen .....	2
2.1.2.	Taxonomía.....	2
2.1.3.	Morfología.....	3
2.1.4.	Requerimiento edafoclimáticos .....	5
2.1.5.	Producción mundial.....	7
2.1.6.	Producción nacional .....	10
2.1.7.	Valor nutritivo .....	12
2.2.	Necesidades hídricas de los cultivos .....	13
2.2.1.	Evapotranspiración .....	13
2.2.2.	Factores que afectan la evapotranspiración .....	15
2.2.3.	Métodos para estimar la evapotranspiración .....	16
III.	METODOLOGÍA .....	18
3.1.	Ubicación campo experimental .....	18
3.2.	Características edáficas .....	19
3.3.	Características del agua de riego.....	19
3.4.	Características climáticas .....	20
3.5.	Materiales y equipos.....	21
3.5.1.	Material vegetal .....	21
3.6.	Tratamientos.....	22
3.7.	Características del campo.....	22
3.8.	Diseño experimental.....	23
3.9.	Manejo agronómico del experimento.....	23
3.10.	Variables evaluadas en el experimento .....	29
3.10.1.	Variables morfoagronómicas.....	29
3.10.2.	Rendimiento y sus componentes .....	30
3.10.3.	Calidad del fruto .....	31
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1.	Variables morfoagronómicas .....	32

4.1.1. Número de flores por planta .....	32
4.1.2. Porcentaje de cuajado .....	33
4.1.3. Altura de planta .....	33
4.1.4. Área foliar.....	35
4.1.5. Biomasa y materia seca de hojas .....	36
4.1.6. Biomasa y materia seca de tallos .....	40
4.1.7. Biomasa y materia seca de frutos .....	43
4.2. Rendimiento y sus componentes .....	46
4.2.1. Número de frutos .....	46
4.2.2. Rendimiento total, comercial y no comercial.....	47
4.2.3. Calidad comercial de la producción .....	50
4.2.4. Uso eficiente del agua (WUE).....	52
4.3. Calidad del fruto.....	54
4.3.1. Calidad externa .....	54
4.3.2. Calidad interna.....	55
V. CONCLUSIONES .....	57
VI. RECOMENDACIONES .....	58
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	59
VIII. ANEXOS.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales países productores de tomate en el año 2020 .....	9
Tabla 2: Producción de tomate por departamentos en la campaña agrícola 2017 - 2018 ...	11
Tabla 3: Composición nutricional del tomate.....	12
Tabla 4: Ubicación política del fundo Don German.....	18
Tabla 5: Ubicación geográfica del fundo Don German.....	18
Tabla 6: Análisis de caracterización de suelo para el IRD Costa, Fundo Don German .....	19
Tabla 7: Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don German.....	20
Tabla 8: Medias mensuales de temperatura, humedad relativa, precipitación y evapotranspiración en el período enero - abril (2019), Cañete.....	21
Tabla 9: Tratamientos evaluados en el experimento .....	22
Tabla 10: ANOVA del diseño experimental para cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.....	23
Tabla 11: Láminas de riego (mm) por tratamiento evaluado .....	25
Tabla 12: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el número de flores en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	32
Tabla 13: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de frutos cuajados en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	33
Tabla 14: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la altura de planta en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	34
Tabla 15: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el área foliar en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	35
Tabla 16: Efecto de cuatro láminas de riego sobre biomasa de hojas en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	37
Tabla 17: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca en hojas del cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	39
Tabla 18: Efecto de cuatro láminas de riego la biomasa de los tallos en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	41
Tabla 19: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca de los tallos en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019).....	43
Tabla 20: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la biomasa de los frutos por planta en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	44

Tabla 21: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca en frutos de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	46
Tabla 22: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el número de frutos totales, comerciales y no comerciales en tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) ...	47
Tabla 23: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento total, comercial y no comercial en tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019).....	48
Tabla 24: Efecto de cuatro láminas de riego sobre las cosechas parciales comercial en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	50
Tabla 25: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la calidad de la producción comercial en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019).....	50
Tabla 26: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la calidad de la producción no comercial en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019).....	52
Tabla 27: Uso eficiente del agua en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya empleando cuatro láminas de riego en Cañete (2019).....	53
Tabla 28: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el peso(gr) de fruto, diámetro (CM) polar y ecuatorial de frutos de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en cañete (2019) .....	54
Tabla 29: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de solidos solubles y ácido cítrico en frutos de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción mundial (M de t) de tomate 2015 – 2021.....	8
Figura 2: Área cosechada mundial (miles de ha) de tomate 2011 – 2020.....	8
Figura 3: Porcentaje de tomate (%) producido por continente en el 2020 .....	9
Figura 4: Producción nacional (t) de tomate 2015 - 2022 .....	10
Figura 5: Rendimiento nacional (t ha-1) de tomate 2015 - 2022.....	10
Figura 6: Evapotranspiración y sus componentes .....	14
Figura 7: Ubicación del área experimental dentro del fundo Don German.....	18
Figura 8: Coeficiente del cultivo de tomate empleado en el experimento .....	25
Figura 9: Biomasa de hojas (A) Con 150 % de la ETc; (B) Con 125 % de la ETc; (C) Con 100 % de la ETc; (D) Con 75 % de la ETc en Tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv Katia....	38
Figura 10: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca de las hojas en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya en Cañete (2019) .....	40
Figura 11: Biomasa de tallos (A) Con 150 % de la ETc; (B) Con 125 % de la ETc; (C) Con 100 % de la ETc; (D) Con 75 % de la ETc en tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katia.....	42
Figura 12: Biomasa de frutos (A) Con 150 % de la ETc; (B) Con 125 % de la ETc; (C) Con 100 % de la ETc; (D) Con 75 % de la ETc en tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya....	45
Figura 13: Porcentaje de calidades comerciales en el cultivo de tomate ( <i>S. lycopersicum</i> ) cv. Katya empleado cuatro láminas de riego en Cañete (2019) .....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Producción y área cosechada mundial de tomate (2011 - 2020) .....	66
Anexo 2: Producción de tomate por continente en el año 2020 .....	66
Anexo 3: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de tomate en los últimos diez años.....	67
Anexo 4: Plan de fertilización del cultivo de tomate en Cañete 2019.....	67
Anexo 5: Aplicaciones fitosanitarias realizadas en Cañete 2019 .....	68
Anexo 6: Análisis de varianza de las variables evaluadas.....	70

## RESUMEN

La producción de hortalizas en nuestro país depende esencialmente del riego, en el caso del tomate, la producción nacional se realiza tanto en sistemas tradicionales (gravedad) como en sistemas automatizados (goteo). Si bien aumentar la cantidad normal de riego puede mejorar el rendimiento, es necesario conocer los cambios de diferentes volúmenes de riego en la calidad y rendimiento en el cultivo de tomate. A inicios del año 2019, se instaló el experimento para conocer la respuesta del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Katya a diferentes láminas de riego en suelos francos moderadamente alcalinos (8.18) en el valle de Cañete de la costa peruana. Las unidades experimentales fueron distribuidas en un diseño cuadrado latino con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes láminas de riego, los cuales representan una proporción, tomando como base la evapotranspiración del cultivo (150, 125, 100 y 75 % de la ETc). Los resultados indican con mayores volúmenes empleados en la producción de tomate se obtiene plantas con mayores cantidades de flores, biomasa fresca y seca de hojas, tallos y frutos; el número de frutos y los rendimientos totales y comerciales incrementan; se obtuvo una mayor cantidad de frutos de primera con el tratamiento de mayor lámina de riego. La eficiencia del uso del agua indica un buen aprovechamiento del recurso hídrico y justifica el elevado uso de agua en su producción. El diámetro ecuatorial y el peso promedio de fruto fueron aumentado a medida que se incrementó la lámina de riego. El tratamiento con una lámina de riego de 150 % de la ETc presentó las mejores combinaciones de rendimiento y calidad del cultivo de tomate producido en el valle de Cañete.

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

## ABSTRACT

The production of vegetables in our country essentially depends on irrigation; in the case of tomatoes, national production is carried out both in traditional systems (gravity) and in automated systems (drip). Although increasing the normal amount of irrigation can improve yield, it is necessary to know the changes that can differentiate irrigation volumes in crops. At the beginning of 2019, the experiment was installed to know the response of the tomato crop (*Solanum lycopersicum* L.) cv. Katya to different irrigation layers in moderately alkaline loam soils (8.18) in the Cañete valley of the Peruvian coast. The E.U. They were distributed in a Latin square design with four repetitions. The treatments consisted of different irrigation sheets, which represent a proportion, based on the evapotranspiration of the crop (150, 125, 100 and 75% of the E<sub>Tc</sub>). The results indicate that with greater volumes used in tomato production, plants with greater quantities of flowers, fresh and dry biomass of leaves, stems and fruits are obtained; the number of fruits and total and commercial yields increase; A greater quantity of first-class fruits was obtained with the treatment of greater irrigation level. The efficiency of water use indicates good use of the water resource and justifies the high use of water in its production. The equatorial diameter and average fruit weight increased as the irrigation depth increased. Treatment with an irrigation layer of 150% E<sub>Tc</sub> presented the best combinations of yield and quality of the tomato crop produced in the Cañete valley.

**Keywords:** Irrigation Sheets, *Solanum lycopersicum*, Yield, Fruit Quality, Dry Matter

## I. INTRODUCCIÓN

Estudios realizados por organismos internacionales indican que uno de los retos en la agricultura será generar una mayor cantidad de alimentos a la vez que se mejora la eficiencia del recurso hídrico en su producción. El agua puede considerarse como el principal factor limitante en la producción agrícola de alimentos, porque interacciona con diversos factores como la fertilización, el clima, el suelo, el cultivo, etc. Es por ello por lo que el logro de un rendimiento óptimo, y de calidad, además de económico debe estar ligado al uso eficiente de este recurso durante el manejo de los cultivos.

Actualmente, es posible aprovechar el agua de una forma más eficiente a través de la implementación de sistemas de riego modernos como lo es el riego por goteo, el cual contribuye a elevar los rendimientos y volver más rentable las explotaciones agrícolas, permitiendo una adecuada aplicación y optimización del recurso hídrico (Báez y Alcaraz, 2013).

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. En el presente trabajo se tiene como objetivo principal determinar el efecto de diferentes láminas de riego en el rendimiento y la calidad de fruto en el cultivo de tomate. Los objetivos específicos son:

1. Determinar el rendimiento del cultivo de tomate como respuesta a diferentes láminas de riego.
2. Evaluar el efecto de diferentes láminas de riego sobre la calidad de fruto del cultivo de tomate.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del cultivo de tomate

#### 2.1.1. Origen

Peralta *et al.* (2006), mencionan dos hipótesis sobre la domesticación del tomate que aún no se resuelve, una que indica que el origen fue en Perú y otra que la atribuye a México. En la primera teoría, Alfonse De Candolle usó evidencia lingüística como los nombres “mala peruviana” o “pommi del Perú” (manzanas peruanas) para sugerir un origen peruano. La segunda hipótesis de Jenkins, utilizó también evidencias lingüísticas; pero no está claro cuál es planta citada como el “tomatl” en México, y si hace referencia 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 de 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.

Vigliola (2007), Indica que el origen del género *Solanum* se localiza en las regiones andinas que se extienden desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile, pero fue en México donde se domesticó, posiblemente porque en los huertos de esa zona crecía como una mala hierba. 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.

#### 2.1.2. Taxonomía

La palabra tomate proviene de tomatll, que pertenece a la lengua azteca Náhuatl. “Tomate” apareció por primera vez en *The History of Tomatoes as Food* en 1595.

El tomate fue descrita y nombrada *Solanum lycopersicum* por Carlos Linneo, en *Species Plantarum* el primero de mayo de 1753. Etimológicamente “Solanum” se utilizó para designar a las plantas relacionadas al sol, en esa época se utilizó en *Solanum nigra*.

Por otro lado “Lycopersicum” es el epíteto utilizado para las manzanas persas, y es atribuido al tomate por el gran parecido con esos frutos. Fue Philip Miller quien la renombró como *Lycopersicon esculentum*, “esculentum” es el epíteto latino de comestible.

De acuerdo al sistema de clasificación APG IV, la clasificación taxonómica del tomate es como sigue (Angiosperm Phylogeny Group, 2016):

Reino: Plantae

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Asteridae

Orden: Solanales

Familia Solanaceae

Género: *Solanum*, *Lycopersicon*

Especie: *Solanum lycopersicon* (L.); *Lycopersicon esculentum* (M.)

### 2.1.3. Morfología

San Martín *et al.* (2011), la describen como una planta perenne de porte herbáceo, que se puede comportar como una planta anual y morir después de la primera estación de crecimiento por causa de heladas o sequías.

- a. **Raíz:** Posee un sistema radicular amplio, constituido por una raíz primaria pivotante que puede alcanzar 60 cm de profundidad, está provista de una gran cantidad de ramificaciones secundarias y reforzadas por la presencia de raíces adventicias que surgen en la base de su tallo, las raíces pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen y se estimó que el 75% se encuentra en los primeros 45 cm de suelo (Sañudo, 2013; Rodríguez *et al.*, 2001).
- b. **Tallo:** Es herbáceo lignificado, semi - leñoso, hinchado en los nudos y áspero al tacto y en su base se producen raíces adventicias. 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 entre 40 y 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 (Rodríguez *et al.*, 2001).

- 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:** 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 entre dos y 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, están en 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 de otra flor; la receptividad que comienza dos horas antes de la dehiscencia y se prolonga de cuatro a ocho horas. El estilo es tan corto o tan largo como los estambres, posición que favorece considerablemente la autopolinización. El alargamiento del estilo se acentúa en climas tropicales debido a las temperaturas elevadas, de tal forma que, en esas condiciones, se puede observar una polinización cruzada natural (Curtís, 1996).

- e. **Fruto:** Es una baya globosa o piriforme, de color generalmente rojo en la maduración, que algunas veces puede presentar otras coloraciones (amarillo, naranja, rosa, dependiendo de la variedad además del tipo y cantidad de pigmento presente en su pericarpio). La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada, en su interior se delimitan claramente los lóculos carpelares. La placentación puede o no ser regular. 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.

Botánicamente, es una baya compuesta de varios lóculos, las semillas están 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 áspera, están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnoso desarrollado de un ovario (Maroto, 2000; Sañudo, 2013).

- f. **Semilla:** Es de diferentes tonalidades en su color, desde el grisáceo, hasta el color paja de forma oval aplastada; tamaño entre 3 y 5 mm de diámetro y 2.5 mm de longitud, y está cubierta de vellosidades. Un gramo de semillas estar constituida por un número entre 300 y 350 semillas. El peso de 1000 semillas es de aproximadamente 2.4 gramos (Rodríguez *et al.*, 2001).

#### 2.1.4. Requerimiento edafoclimáticos

Los principales agentes del medio ambiente, como la temperatura, la luz y la humedad juegan un papel muy importante para que los procesos fisiológicos como el cuajado de frutos se produzca de forma normal (Maroto, 2002).

- a. **Temperatura:** La temperatura tiene una influencia directa sobre el metabolismo vegetal, afecta tanto al desarrollo del fruto de tomate como a su valor nutricional (Heuvelink y Dorais, 2005). Según Dorais *et al.* (2001), la temperatura óptima del cultivo de tomate depende tanto del genotipo como de las interacciones con los factores ambientales y de cultivo. Las temperaturas óptimas son las siguientes: temperaturas nocturnas entre 15 y 18 °C, temperaturas diurnas de 24 a 25 °C. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre los 20 y 30 °C durante el día y entre 15 y 17 °C durante la noche, temperaturas superiores a los 30 - 35 °C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos, el desarrollo de la planta, en general, y del sistema radicular, en particular (Rodríguez *et al.*, 2001).

Temperaturas inferiores a 12 - 15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta. Temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C dan lugar a una fecundación defectuosa o nula. La síntesis de licopeno de los frutos es mayor cuando la temperatura oscila entre 12 y 21 °C (Dorais *et al.*, 2001; Morandes *et al.*, 2009).

Krumbein *et al.* (2006), indican que un incremento en la concentración en licopeno en los tomates cuando la temperatura durante la fase de maduración del fruto incrementa, encontrándose la temperatura óptima entre 20 y 24 °C para la biosíntesis

de licopeno.

- b. Humedad del suelo:** Rodríguez *et al.* (2001), indican que el tomate presenta una exigencia media del agua presente en el suelo, y que influye sobre todo en el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de flores y desarrollo de las enfermedades radiculares si la capacidad del agua del suelo está por encima del 50 por ciento y sobre todo en suelos encharcados. Wien (1997) indica que la disponibilidad de agua, también afecta la formación de las flores y posteriormente la disminución de frutos de tomate. La media del número de flores por racimo, decrece cuando disminuye el volumen de riego aplicado.
- c. Humedad relativa:** La humedad del aire influye enormemente en el estado hídrico vegetal y consecuentemente en la transpiración y en el transporte de los nutrientes (Rosales, 2008). La humedad relativa óptima oscila entre el 60% y el 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades del follaje y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores (Paredes, 2009). Nuez (2001), indica que la humedad relativa inferior al 90 % es deseable, pues valores superiores favorecen el desarrollo de enfermedades, especialmente *Botrytis*. Resh (1993), menciona que una humedad relativa aproximada al 70%, es la mejor para la polinización, cuajado de fruto y posterior desarrollo de los frutos. Una humedad del ambiente mayor de 70% disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente polen al estigma. Por otro lado, humedades relativas inferiores al 65% causan desecación del polen.
- d. Fotoperiodo:** La luminosidad tiene gran importancia en los procesos metabólicos de las plantas, sobre todo en la fotosíntesis y en el fotoperiodismo, así como en el crecimiento de los tejidos, floración y maduración de los frutos. 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). Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y la fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos, durante el período vegetativo, resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. Una buena luminosidad es importante para obtener buen color de fruto, alto contenido de sólidos solubles y una pared del fruto delgada (Paredes, 2009). 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 (Maroto, 2002). El tomate es un cultivo sensible a

condiciones de baja luminosidad, requiere un mínimo de seis horas diarias de luz directa 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 (Tjalling, 2006).

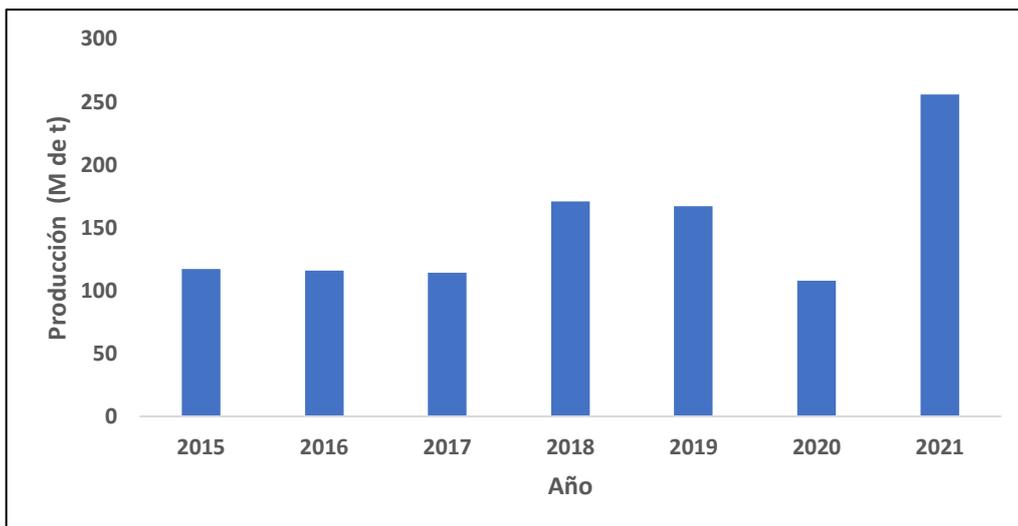
- e. **Suelo:** La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje. Aunque prefiere suelos sueltos, de textura silíceo- arcillosa, ricos en materia orgánica y con buena capacidad para retener humedad, se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados (Paredes, 2009). Los mejores rendimientos de tomate se obtienen en suelos profundos, de texturas medias, permeables y sin obstáculos 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 (Jaramillo *et al.*, 2007; Morandes *et al.*, 2009).

Ugáz *et al.* (2000), recomiendan suelos sueltos, ricos en materia orgánica y bien drenados. Indican además que el tomate tolera una ligera acidez y salinidad edáfica. La textura ideal para el tomate es cercana al que representan los suelos francos y franco-arenosos. El pH óptimo oscila entre 5 y 6.5.

Pavan (1995), indica que la textura óptima para el cultivo de tomate es entre suelos de textura franca y franco arcillosa. Los tomates crecen óptimamente cuando los porcentajes de materia orgánica son superiores a 3.5%. El rango óptimo de pH es entre 5.5 y 6.0. La conductividad eléctrica del suelo no debe ser superior a 2.0 mmho cm<sup>-2</sup>.

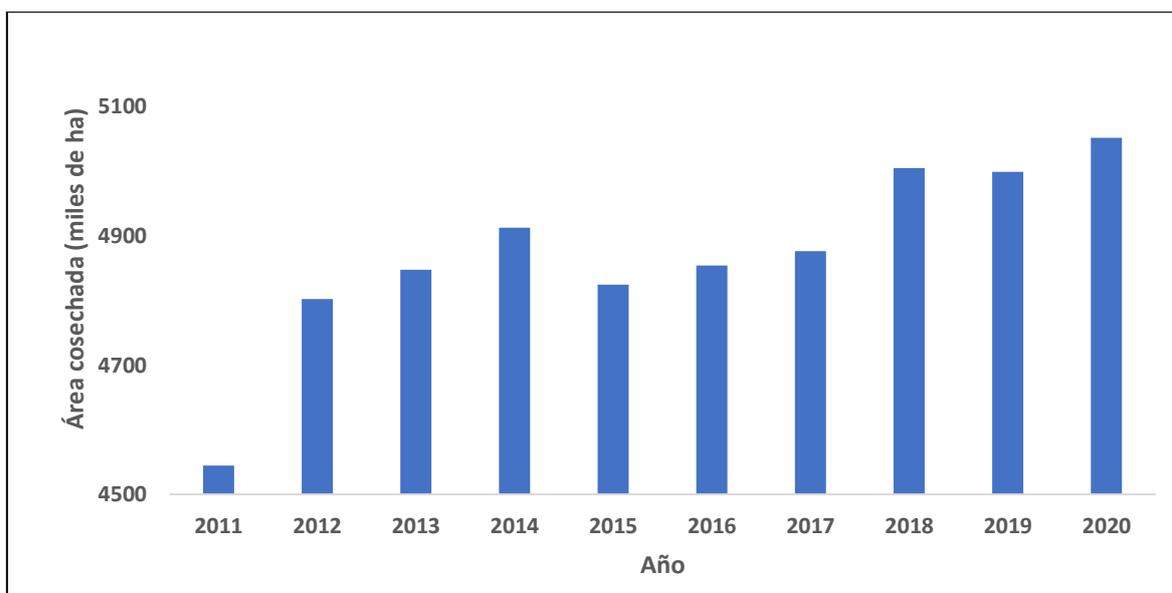
### **2.1.5. Producción mundial**

Según los datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2022), la producción mundial de tomate aumentó 24 millones de toneladas (M de t), es decir un 9.37 % desde el año 2015 (232 M de t) hasta una producción de 256 M de t en el año 2021 (Figura 1). El área cosechada a nivel mundial incrementó 507.39 miles de hectáreas (incrementó 11.16 % respecto al área del año 2011) (Figura 2).



**Figura 1: Producción mundial (M de t) de tomate 2015 – 2021**

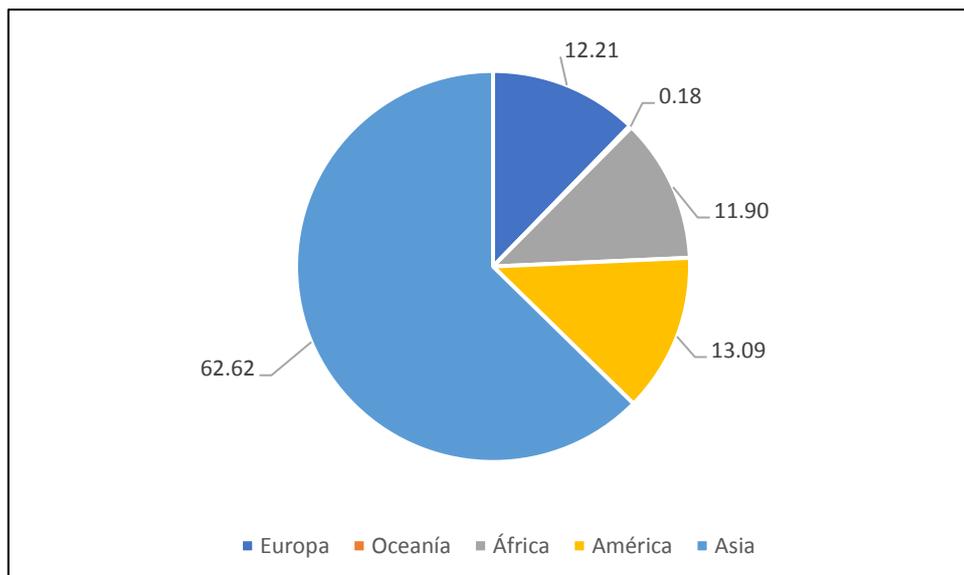
FUENTE: FAO (2022)



**Figura 2: Área cosechada mundial (miles de ha) de tomate 2011 – 2020**

FUENTE: FAO (2021)

En el año 2020, la producción de tomate en los cinco continentes estuvo distribuida como se observa en la Figura 3, de las 186.82 M de t producidas ese año, en el continente asiático se produjo el 62.62 %, es seguido por América (13.09 %), Europa (12.21 %), África (11.90 %) y Oceanía (0.18 %) (Anexo 2) (FAO, 2021).



**Figura 3: Porcentaje de tomate (%) producido por continente en el 2020**

FUENTE: FAO (2021)

Respecto a los principales países productores de tomate en el mundo, tenemos a China, India y Turquía quienes en el año 2020 produjeron 64.77, 20.57 y 13.20 millones de toneladas, estos tres países produjeron el 52.75 % de la producción mundial de ese año (186.82 M de t). entre los diez principales países productores de tomate podemos encontrar a México y Brasil quienes ocupan los puestos 9 y 10 respectivamente, además en ese año sus producciones fueron 4.14 y 3.75 M de t (Tabla 1) (FAO, 2021).

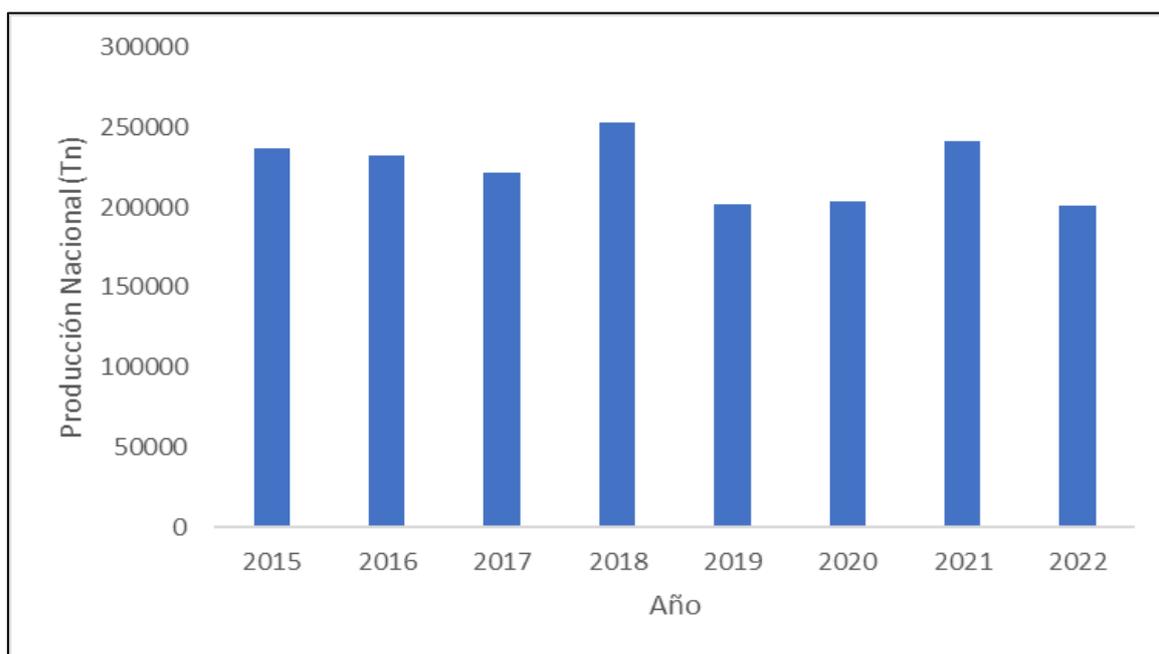
**Tabla 1: Principales países productores de tomate en el año 2020**

País	Producción (M de t)
China	64.77
India	20.57
Turquía	13.20
EEUU	12.23
Egipto	6.73
Italia	6.25
Irán	5.79
España	4.31
México	4.14
Brasil	3.75

FUENTE: FAO (2021)

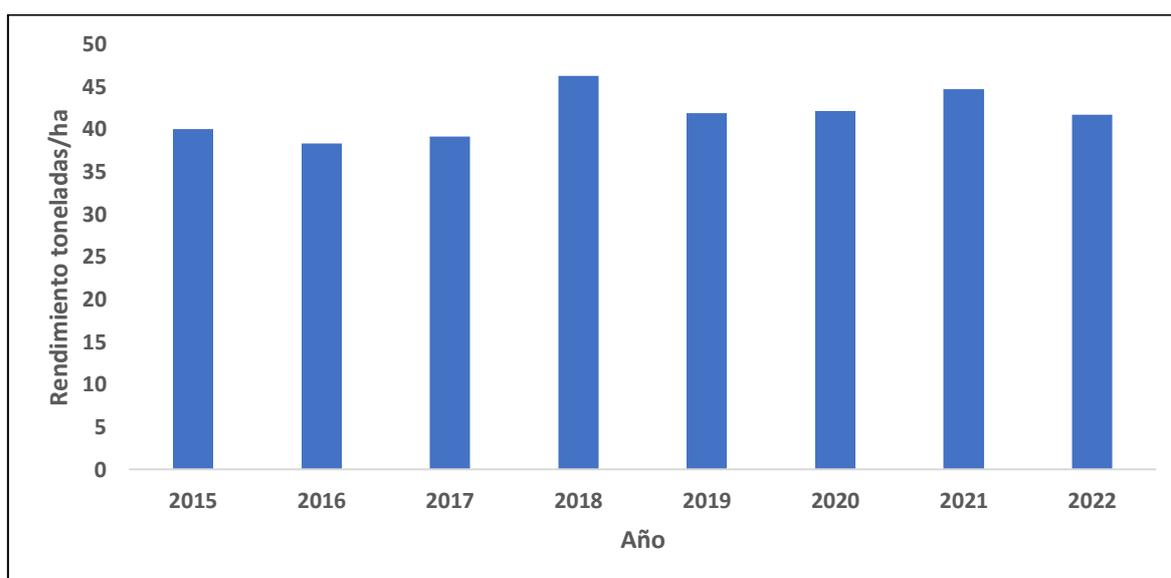
### 2.1.6. Producción nacional

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI, 2022), la producción nacional de tomate incrementó 2% entre los años 2015 y 2021, sin embargo, se observa que en el año 2022 la producción con respecto al año anterior 2021 disminuyó 40505 toneladas que equivale a un 17%. (Figura 4). Por otro lado, el rendimiento por hectárea ( $t\ ha^{-1}$ ), ha pasado de 40.00 a 41.68  $t\ ha^{-1}$  (Figura 5) (MINAGRI, 2022).



**Figura 4: Producción nacional (t) de tomate 2015 - 2022**

FUENTE: MINAGRI (2022)



**Figura 5: Rendimiento nacional ( $t\ ha^{-1}$ ) de tomate 2015 - 2022**

FUENTE: MINAGRI (2022)

Los departamentos con mayores producciones (t) en la campaña agrícola 2017 – 2018 fueron Ica, Arequipa y Lima, quienes produjeron 138 863.10, 41 191.91 y 31 396.14 t respectivamente y juntos produjeron el 83.58 % de la producción nacional. Respecto al área cosechada en Ica, Lima y Arequipa se cosecharon 1306.10, 983.00 y 858.00 hectáreas de tomate respectivamente. Ica, Arequipa y Tacna presentaron los mejores rendimientos con 106.32, 48.01 y 35.89 t ha<sup>-1</sup>. Tacna presentó el mejor precio en chacra (1.63 S/ kg<sup>-1</sup>), seguido por Cusco y San Martín con precios de 1.59 y 1.36 S/ kg<sup>-1</sup> de tomate respectivamente (Tabla 2) (MINAGRI, 2018).

**Tabla 2: Producción de tomate por departamentos en la campaña agrícola 2017 - 2018**

<b>Departamento</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Superficie cosechada (ha)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Precio en chacra (S/ kg<sup>-1</sup>)</b>
Amazonas	300.57	40.70	7.38	1.19
Ancash	7093.00	337.00	21.05	1.18
Apurímac	2881.44	129.00	22.34	1.23
Arequipa	41191.91	858.00	48.01	1.10
Ayacucho	1280.00	104.00	12.31	1.25
Cajamarca	774.90	119.50	6.48	1.23
Cusco	905.06	59.00	15.34	1.59
Huancavelica	974.00	91.00	10.70	1.30
Huánuco	1254.00	59.50	21.08	0.86
Ica	138863.10	1306.10	106.32	1.16
Junín	180.90	15.00	12.06	1.03
La Libertad	5656.70	180.50	31.34	1.25
Lambayeque	2690.00	116.00	23.19	0.94
Lima	31396.14	983.00	31.94	0.99
Lima Metropolitana	1791.00	73.00	24.53	0.86
Loreto	1634.00	487.00	3.36	0.35
Moquegua	289.33	11.00	26.30	0.92
Piura	1942.00	82.00	23.68	0.88
San Martín	2063.50	142.10	14.52	1.36
Tacna	9619.00	268.00	35.89	1.63
Tumbes	47.80	2.85	16.77	0.81
Ucayali	169.32	30.00	5.64	0.85

FUENTE: MINAGRI (2018)

### 2.1.7. Valor nutritivo

Marangoni *et al.* (1995), Mencionan que el valor nutricional, mayormente pasa desapercibido por los consumidores, pero es de suma importancia en la actualidad. El valor nutritivo de un producto natural o procesado 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.

**Tabla 3: Composición nutricional del tomate**

		Nutriente / 100 g	
<b>Análisis Proximal</b>	Agua	g	94.52
	Energía	kcal	18.00
	Proteína	g	0.88
	Grasas	g	0.20
	Carbohidratos	g	3.89
	Fibra	g	1.20
	Azúcar	g	2.63
<b>Minerales</b>	Calcio	mg	10.00
	Hierro	mg	0.27
	Magnesio	mg	11.00
	Fósforo	mg	24.00
	Potasio	mg	237.00
	Sodio	mg	5.00
	Zinc	mg	0.17
<b>Vitaminas</b>	Vitamina C	mg	13.7
	Tiamina	mg	0.04
	Riboflavina	mg	0.02
	Niacina	mg	0.59
	Vitamina B-6	mg	0.08

FUENTE: United States Department of Agriculture (USDA) (2018)

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. 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. Según United States Department of Agriculture (USDA) (2018), 100 gramos de tomate poseen 18.00 kcal de energía, 0.88 g de proteína, 0.20 g de grasa, 3.89 g de carbohidratos, 1.20 g de fibra, 2.63 de azúcar y 13.7 miligramos de ácido ascórbico (vitamina C). Entre los elementos que predominantes en 100 g de tomate se encuentran el calcio, magnesio, fósforo y potasio (10.00, 11.00, 24.00 y 237.00 mg respectivamente) (Tabla 3).

## **2.2. Necesidades hídricas de los cultivos**

Demereck *et al.* (2016), indican que 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 para satisfacer la pérdida por evapotranspiración del cultivo. Los requerimientos hídricos de los cultivos representan el volumen de agua requerida para retribuir la pérdida por evapotranspiración del cultivo (Hashem *et al.*, 2016).

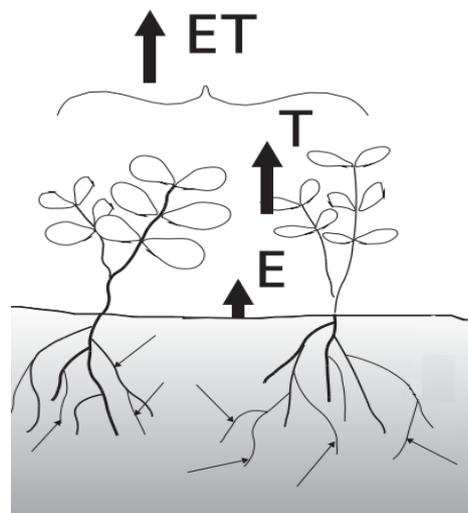
Para la gestión adecuada del riego y ahorro del agua, una estimación precisa es fundamental para las necesidades hídricas de los cultivos. Llegando hacer la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>) y el coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) uno de los factores claves para la estimación de los requerimientos de agua para los cultivos (Basso *et al.*, 2016; Reyes *et al.*, 2013).

### **2.2.1. Evapotranspiración**

Se conoce como evapotranspiración (ET) la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo; la vaporización de agua líquida de superficies conocida como evaporación y la de tejidos vegetales denominado transpiración (FAO, 2006; Ghiat *et al.*, 2021).

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; Marek *et al.*, 2014). La evaporación y la transpiración ocurren

simultáneamente (Figura 6) y no es sencillo distinguir entre estos dos procesos; la evaporación de un suelo cultivado es determinada principalmente por la fracción de radiación solar que llega a la superficie del suelo. Esta fracción disminuye a lo largo del ciclo del cultivo a medida que el dosel del cultivo proyecta más y más sombra sobre el suelo, en las primeras etapas del cultivo, el agua se pierde principalmente por evaporación directa del suelo, pero con el desarrollo del cultivo y finalmente cuando este cubre totalmente el suelo, la transpiración se convierte en el proceso principal (FAO, 2006). Lagouarde y Boulet (2016) indica que la evapotranspiración depende principalmente de tres factores: el clima, la disponibilidad del agua en el suelo y la cobertura vegetal los cuales son considerados muy variables en el tiempo y espacio.



**Figura 6: Evapotranspiración y sus componentes**

FUENTE: FAO (2006)

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

### 2.2.2. Factores que afectan la evapotranspiración

FAO (2006), indica que el clima, las características del cultivo, el manejo y el medio de desarrollo son factores que afectan la evaporación y la transpiración.

- a. **Variables climáticas:** Los principales parámetros climáticos que afectan la evapotranspiración son la radiación, dado que la evapotranspiración es un proceso de donde se requiere cierto grado de energía, la radiación solar la suministra para que las moléculas de agua se vaporen; la temperatura del aire, una alta temperatura del aire implica que hay energía disponible para que se realice la vaporación; la humedad atmosférica, porque a medida que la humedad del aire incrementa la tasa de vaporación se ralentiza; por último el viento, porque a medida que el agua se vaporiza de un cuerpo el aire adyacente se satura, por ello el viento favorece una mejor vaporación de una misma superficie (Akıntuğ, 2020). Se han desarrollado varios procedimientos para determinar la evaporación a partir de estos parámetros. La fuerza evaporativa de la atmósfera puede ser expresada por la evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>). La evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>o</sub>) representa la pérdida de agua de una superficie cultivada estándar (FAO, 2006).
- b. **Factores de cultivo:** La especie, factor más relacionado a la arquitectura foliar, la resistencia interna al transporte del agua y otros aspectos morfológicos internos e internos (número, tamaño, y distribución de estomas, etc.); el albedo, hace referencia a la reflexión de la radiación directa, cuanto más oscura sea el color del cultivo menor será este valor de albedo; el estado de crecimiento, haciendo más referencia al tamaño de la superficie foliar del cultivo; altura de planta, porque las plantas más altas y rugosas interactúan de manera más eficiente con el ambiente; Profundidad del sistema radicular, relacionado directamente con el volumen de suelo explorado por las raíces con el objetivo de cumplir con la demanda hídrica (Pereira y Pires, 2011). La evapotranspiración del cultivo se refiere a la demanda evaporativa de la atmósfera sobre cultivos que crecen en áreas grandes bajo condiciones óptimas de agua en el suelo, con características adecuadas tanto de manejo como ambientales, y que alcanzan la producción potencial bajo las condiciones climáticas dadas (FAO, 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. (FAO, 2006). Densidad del cultivo, este factor determina una competencia intraespecífica, a menos espaciado entre plantas, las raíces se superponen y se desarrollan en profundidad, pero si las plantas están muy alejadas, permite que el sistema radicular se desarrolle más superficialmente pero también causa que el suelo se caliente más, además promueve una circulación más libre del viento entre las plantas dando como resultado un aumento de la evapotranspiración; orientación de las líneas del cultivo, dado que los cultivos orientados perpendicularmente a los vientos predominantes tienden a tener una mayor evapotranspiración hasta un punto en el cual si las plantas se estresan pueden llegar a cerrar sus estomas; capacidad del suelo, dependiendo de la clase textural del suelo si es arcilloso tiende a retener una mayor cantidad de agua comparado a un suelo arenoso (Pereira y Pires, 2011).

### **2.2.3. 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 Martínez, 1996).

Según FAO, (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:** FAO (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 podrá 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 (Sánchez y Carvacho, 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. 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 *et al.*, 2013).

Entre los métodos más conocidos encontramos los siguientes: tanque evaporímetro, Thornthwaite, Blanney – Criddle, Turc y Penman (Trujillo *et al.*, 2015). Allen *et al.* (2006), indican que numerosos investigadores han analizado el funcionamiento de los varios métodos del cálculo de la evapotranspiración 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.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Ubicación campo experimental

El estudio se realizó en la primera parcela experimental del fundo Don German del Instituto Regional de Desarrollo – Costa (IRD – Costa) (*Figura 7*), de la Universidad Nacional Agraria La Molina, el cual está ubicado en el kilómetro 155.5 de la carretera antigua Panamericana Sur, en la provincia de Cañete. La ubicación política y geográfica se muestra en las Tablas 4 y 5, respectivamente.

**Tabla 4: Ubicación política del fundo Don German**

Región	Lima
Departamento	Lima
Provincia	Cañete
Distrito	San Vicente

**Tabla 5: Ubicación geográfica del fundo Don German**

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



**Figura 7: Ubicación del área experimental dentro del fundo Don German**

FUENTE: Google Earth (2019)

### 3.2. Características edáficas

Para la caracterización física química del suelo, se realizó un muestreo al azar en todo el campo, tomándose cinco submuestras, se mezclaron las 5 submuestras y de ello se cogió un kilogramo para su envío al Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes (LASPAF) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los resultados se muestran en la Tabla 6. 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 fósforo disponible fue bajo (6.9 ppm). El potasio disponible fue alto (240 ppm). El suelo está clasificado como 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/100 g).

**Tabla 6: Análisis de caracterización de suelo para el IRD Costa, Fundo Don German**

Componente	Unidad	Valor	Método de análisis
pH	-	8.18	Potenciómetro 1:1
C.E	dS/m	0.43	Extracto de saturación 1: 1
CaCO <sub>3</sub>	%	0.80	Gas volumétrico
M.O.	%	1.63	Walkley y Black
P disponible	ppm	6.90	Olsen modificado
K disponible	ppm	240.00	Acetato de amonio 1N/pH 7
Clase Textural	-	Franco	Triangulo estructural
Arena	%	49.00	Hidrómetro de Bouyoucos
Limo	%	31.00	Hidrómetro de Bouyoucos
Arcilla	%	20.00	Hidrómetro de Bouyoucos
CIC	-	14.40	-
Calcio	meq/ 100g	10.61	Espectrofotometría de absorción atómica
Magnesio	meq/ 100g	2.82	Espectrofotometría de absorción atómica
Potasio	meq/ 100g	0.72	Espectrofotometría de absorción atómica
Sodio	meq/ 100g	0.25	Acetato de amonio

FUENTE: LASPAF (2019)

### 3.3. Características del agua de riego

Las características del agua de riego del fundo Don German se muestran en la Tabla 07. Se puede observar que el pH (7.63) es ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica (0.58 dS/m) indica que la salinidad no presenta ningún grado de restricción para el uso. El valor del RAS (1.62) indica que la clasificación del agua es de bajo peligro de sodio. La clasificación de agua según las normas de Riverside es C2-S1, lo que indica que es un agua de salinidad media y bajo contenido de sodio.

**Tabla 7: Análisis de agua para el IRD Costa, Fundo Don German**

<b>Componente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
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
R.A.S.	-	1.62
Boro	ppm	0.31
Clasificación	-	C2 - S1

FUENTE: LASPAF (2019)

### 3.4. Características climáticas

La información meteorológica durante el periodo que se desarrolló el ensayo fue obtenida de la estación Davis Ventage Pro del fundo Don German - IRD Costa, Cañete. La Tabla 8 presenta el resumen de los datos meteorológicos por mes, donde se observa que la temperatura promedio se encontró entre 21.92 y 24.77 °C. La humedad relativa promedio fue 86.14 %. La evapotranspiración del ambiente varió entre 2.64 y 3.56 mm.

Según Castaños (1993), la temperatura promedio óptima para una campaña de tomate debe ser de 24 °C, en nuestro caso tuvimos una temperatura promedio en toda la campaña de 23.5 °C acercándonos a lo óptimo según el autor antes mencionado. MAGCr (1991), menciona que la temperatura óptima para la maduración del fruto de tomate se encuentra entre 18 - 24 °C, a su vez Valadéz (1990), indica que, 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. En la etapa de desarrollo y maduración de fruto se obtuvo una temperatura promedio de 24.13 °C por lo que no tuvimos problemas de maduración ni de coloración de los frutos.

**Tabla 8: Medias mensuales de temperatura, humedad relativa, precipitación y evapotranspiración en el período enero - abril (2019), Cañete**

Año	Mes	Temperatura (°C)			H.R. (%)	PP (mm)	E.T. (mm)
		Max.	Min.	Media			
2019	Enero	26.80	19.93	23.19	84.42	0.00	3.54
	Febrero	28.45	22.09	24.77	85.58	0.01	3.56
	Marzo	28.16	21.25	24.13	86.18	0.01	3.35
	Abril	25.81	19.27	21.92	88.36	0.01	2.94
	Promedio	27.31	20.64	23.50	86.14	0.03*	3.35

\*Precipitación acumulada

FUENTE: Estación Meteorológica Davis Ventage Pro del fundo Don German-IRD Costa, 2019

### 3.5. Materiales y equipos

De campo

- Bandejas de almácigo
- Cuaderno de apuntes
- Lapicero
- Bolsas de papel kraff
- Cámara fotográfica
- Balde de 20 L
- Cinta métrica
- Insecticidas
- Fungicidas
- Fertilizantes
- Jabas
- Mochila de palanca
- Mochila atomizadora

De laboratorio

- Vernier
- Cuchillo
- Exprimidor
- Vaso de precipitado
- Refractómetro
- Probeta
- Agua destilada
- NaOH 0.1 N
- Potenciómetro
- Balanza digital
- Centrifugadora
- Estufa

#### 3.5.1. Material vegetal

El cultivar de tomate empleado en el experimento fue Katya, el cual es el más comercial en nuestro territorio nacional. Es una semilla híbrida de tomate tipo Roma determinado con excelente calidad de frutos y muy buen rendimiento. Posee una amplia gama de resistencias

incluyendo Fol 3, TYLCV, Fol (raza 1, 2, 3), ToMV, TSWV, TYLCV. Sus frutos tienen una forma ovalada, y su peso por fruto puede llegar a 170 gramos, dependiendo de su manejo puede ser cultivada todo el año bajo las condiciones de la costa peruana.

### 3.6. Tratamientos

Los tratamientos de la investigación consistieron en cuatro láminas de riego, los cuales representan una proporción, tomando como base la evapotranspiración del cultivo (ETc). Las láminas aplicadas representaron el 150, 125, 100 y 75 por ciento de la ETc (Tabla 9).

**Tabla 9: Tratamientos evaluados en el experimento**

<b>Tratamientos</b>	<b>Lámina de riego (Porcentaje de la ETc)</b>
T1	150
T2	125
T3	100
T4	75

### 3.7. Características del campo

El área experimental fue de 2234.4 m<sup>2</sup>, y se comprendía de cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, dando un total de 16 unidades experimentales, cada una de estas tenía una extensión de 139.65 m<sup>2</sup>, su largo era de 14.7 m y su ancho de 9.5 m. dentro de cada unidad se tenían cinco laterales (mangueras de goteo) distanciadas 1.9 m entre sí, y en cada lateral se encontraba 23 plantas, las cuales se distanciaban cada 0.6 m al momento del trasplante. En cada unidad experimental se encontraban 115 unidades de observación (plantas).

- Número de laterales por unidad experimental : 5
- Distancia entre plantas (m) : 0.6
- Número de plantas por unidad experimental : 115
- Número de repeticiones : 4
- Número de tratamientos : 4
- Número de unidades experimentales : 16
- Largo de unidad experimental (m) : 14.70
- Ancho de unidad experimental (m) : 9.50
- Área de unidad experimental (m<sup>2</sup>) : 139.65

### 3.8. Diseño experimental

El diseño utilizado en la presente investigación fue el Diseño de Cuadrado Latino, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Las pruebas estadísticas realizadas fueron: Análisis de Variancia (ANOVA) y la prueba de Tukey con niveles de confianza de 95 % para la comparación de medias entre tratamientos (solo en los casos que se encontró diferencia entre los tratamientos según el análisis de varianza). Los ANOVA y comparaciones de medias (Tukey) se realizaron empleando el paquete estadístico “Agricolae” del software libre “R”. El modelo aditivo lineal que se utilizó fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + F_j + C_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = Representa la observación correspondiente a la  $i$  – ésimo lámina de riego de la  $j$  - ésima fila y  $k$  - ésima columna.

$\mu$  = Es la media general de las observaciones.

$T_i$  = Es el efecto producido por la  $i$  – ésima lamina de riego.

$F_j$  = Es el efecto producido por la  $i$  – ésima fila.

$C_k$  = Es el efecto producido por la  $k$  – ésima columna.

$\epsilon_{ijk}$  = efecto aleatorio del error experimental asociado a  $Y_{ijk}$

El ANOVA esperado para un Diseño Cuadrado Latino con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones es la siguiente (Tabla 10):

**Tabla 10: ANOVA del diseño experimental para cuatro tratamientos y cuatro repeticiones**

Fuente	G.L.	S.C.	M.C.	Valor F	Valor P
Tratamiento	3	**	**	**	**
Repetición	3	**	**	**	**
Columna	3	**	**	**	**
Error	6	**	**		
Total	15	**			

### 3.9. Manejo agronómico del experimento

#### a. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó la penúltima semana del 2018, se inició con el retiro de las mangueras del campo, luego se limpió algunos restos de malezas de

manera manual. Primero se realizó doble arado de discos, con dos diferentes ángulos de dirección del tractor, esto con el fin de evitar el exceso de humedad y generar aireación en el terreno. Segundo se pasó una rastra en conjunto con una barra de arrastre para nivelar el terreno. La maquinaria para esta labor fue operada por personal del IRD Costa. La última semana del año 2018, el día 27 se colocaron de nuevo las mangueras en sus posiciones, estando separadas a la misma distancia entre sí y en paralelo, fueron ajustadas con cintas a unas estacas en la parte final, para evitar que se movieran durante el experimento.

**d. Siembra**

La siembra de las semillas de tomate cv. Katya, se realizó en las instalaciones de “El Huerto” de la UNALM, durante la última semana de noviembre del año 2019, en bandejas de 8 x 24 (192 celdas), el sustrato utilizado fue arena y tierra de chacra, además de musgo con una proporción 1: 1: 3. Las bandejas fueron colocadas dentro de la casa malla “El Huerto”.

**e. Trasplante**

El trasplante se realizó el 29 de diciembre del 2019, fue necesario realizarlo cuando el campo estuvo en capacidad de campo, para esto se tuvo que regar con el sistema de riego por aproximadamente tres horas en cada unidad experimental el día anterior. La distancia de siembra entre plantas fue de 0.6 m y entre laterales de 1.9 m, se tenía 115 plantas por unidad experimental.

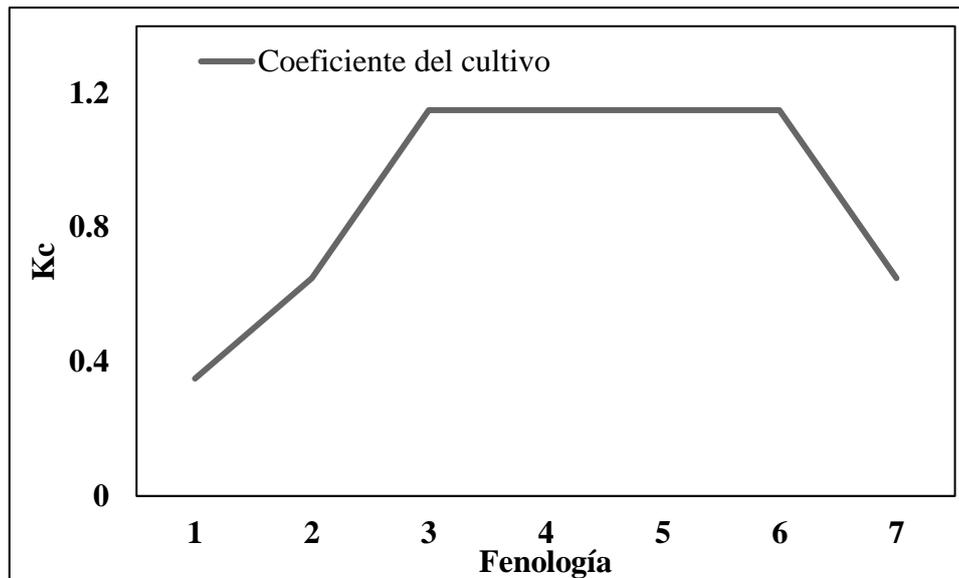
**f. Recalce**

El recalce se realizó durante la primera semana de enero del 2019, con tal de mantener el número de plantas lo más homogéneo posible entre los tratamientos en cada unidad experimental. Se recalzó las plantas que se observaron débiles o que murieron durante los primeros días estando en el campo.

**g. Riego**

En esta investigación los riegos estuvieron de acuerdo a los tratamientos que fueron aplicados (150, 125, 100 y 75 % de la ETc), los tiempos de riego fueron calculados con los datos de la estación meteorológica del fundo Don German. Los riegos se realizaron dependiendo del estado fenológico en el cual se encontraba el campo experimental (*Figura 8*) (Tabla 11).

Los riegos fueron aplicados mediante un sistema de riego localizado de alta frecuencia (goteo). En cada turno de riego se regaban solo dos tratamientos, porque si se regaban más tratamientos, la presión del sistema descendía y hacia más ineficiente el riego.



- |   |                            |
|---|----------------------------|
| 1. Establecimiento del trasplante/Inicial | 5. Formación de frutos     |
| 2. Desarrollo de planta                   | 6. Cosecha de frutos       |
| 3. Iniciación de floración                | 7. Etapa final de cosechas |
| 4. Cuajado de fruto                       |                            |

**Figura 8: Coeficiente del cultivo de tomate empleado en el experimento**

**Tabla 11: Láminas de riego (mm) por tratamiento evaluado**

Fecha	ETo	Kc	Fenología	Lamina de riego (mm)			
				T1	T2	T3	T4
29-Dic	3.13	0.35	Establecimiento del trasplante	1.64	1.37	1.10	0.82
30-Dic	3.04	0.37	Establecimiento del trasplante	1.69	1.41	1.12	0.84
31-Dic	3.04	0.39	Establecimiento del trasplante	1.78	1.48	1.19	0.89
1-Ene	3.49	0.41	Inicial	2.15	1.79	1.43	1.07
2-Ene	3.60	0.43	Inicial	2.32	1.93	1.55	1.16
3-Ene	4.01	0.45	Inicial	2.71	2.25	1.80	1.35
4-Ene	3.60	0.47	Inicial	2.54	2.11	1.69	1.27
5-Ene	3.70	0.49	Inicial	2.72	2.27	1.81	1.36
6-Ene	3.49	0.51	Inicial	2.67	2.23	1.78	1.34
7-Ene	3.80	0.53	Inicial	3.02	2.52	2.02	1.51
8-Ene	3.29	0.55	Inicial	2.71	2.26	1.81	1.36
9-Ene	3.39	0.57	Inicial	2.90	2.42	1.93	1.45
10-Ene	3.49	0.59	Inicial	3.09	2.58	2.06	1.55
11-Ene	3.29	0.61	Inicial	3.01	2.51	2.01	1.50
12-Ene	3.39	0.63	Inicial	3.20	2.67	2.14	1.60
13-Ene	3.29	0.65	Desarrollo de planta	3.21	2.67	2.14	1.60
14-Ene	3.29	0.67	Desarrollo de planta	3.31	2.75	2.20	1.65
15-Ene	3.49	0.69	Desarrollo de planta	3.62	3.01	2.41	1.81
16-Ene	3.70	0.71	Desarrollo de planta	3.94	3.28	2.63	1.97
17-Ene	3.70	0.73	Desarrollo de planta	4.05	3.38	2.70	2.03
18-Ene	3.49	0.75	Desarrollo de planta	3.93	3.28	2.62	1.97

«Continuación»

19-Ene	3.70	0.78	Desarrollo de planta	4.33	3.61	2.89	2.17
20-Ene	3.60	0.81	Desarrollo de planta	4.38	3.65	2.92	2.19
21-Ene	3.70	0.84	Desarrollo de planta	4.67	3.90	3.12	2.34
22-Ene	3.60	0.87	Desarrollo de planta	4.71	3.93	3.14	2.36
23-Ene	3.49	0.90	Desarrollo de planta	4.74	3.95	3.16	2.37
24-Ene	3.60	0.93	Desarrollo de planta	5.04	4.20	3.36	2.52
25-Ene	3.29	0.97	Desarrollo de planta	4.76	3.97	3.17	2.38
26-Ene	3.49	1.00	Desarrollo de planta	5.22	4.35	3.48	2.61
27-Ene	3.49	1.03	Desarrollo de planta	5.38	4.49	3.59	2.69
28-Ene	3.49	1.06	Desarrollo de planta	5.54	4.62	3.70	2.77
29-Ene	3.80	1.09	Desarrollo de planta	6.21	5.17	4.14	3.10
30-Ene	3.49	1.12	Desarrollo de planta	5.87	4.89	3.91	2.93
31-Ene	3.60	1.15	Iniciación de floración	6.20	5.17	4.14	3.10
1-Feb	3.13	1.15	Iniciación de floración	5.40	4.50	3.60	2.70
2-Feb	3.04	1.15	Iniciación de floración	5.24	4.37	3.50	2.62
3-Feb	2.95	1.15	Iniciación de floración	5.09	4.24	3.39	2.55
4-Feb	3.22	1.15	Iniciación de floración	5.55	4.63	3.70	2.78
5-Feb	3.13	1.15	Iniciación de floración	5.40	4.50	3.60	2.70
6-Feb	3.04	1.15	Iniciación de floración	5.24	4.37	3.50	2.62
7-Feb	3.04	1.15	Iniciación de floración	5.24	4.37	3.50	2.62
8-Feb	3.13	1.15	Iniciación de floración	5.40	4.50	3.60	2.70
9-Feb	3.13	1.15	Iniciación de floración	5.40	4.50	3.60	2.70
10-Feb	3.22	1.15	Cuajado de fruto	5.55	4.63	3.70	2.78
11-Feb	3.31	1.15	Cuajado de fruto	5.71	4.76	3.80	2.85
12-Feb	3.22	1.15	Cuajado de fruto	5.55	4.63	3.70	2.78
13-Feb	3.22	1.15	Cuajado de fruto	5.55	4.63	3.70	2.78
14-Feb	3.31	1.15	Cuajado de fruto	5.71	4.76	3.80	2.85
15-Feb	3.13	1.15	Cuajado de fruto	5.40	4.50	3.60	2.70
16-Feb	3.67	1.15	Cuajado de fruto	6.32	5.27	4.22	3.16
17-Feb	3.76	1.15	Cuajado de fruto	6.48	5.40	4.32	3.24
18-Feb	3.93	1.15	Cuajado de fruto	6.79	5.66	4.52	3.39
19-Feb	4.20	1.15	Cuajado de fruto	7.25	6.04	4.83	3.62
20-Feb	4.29	1.15	Cuajado de fruto	7.40	6.17	4.94	3.70
21-Feb	4.11	1.15	Cuajado de fruto	7.10	5.91	4.73	3.55
22-Feb	4.02	1.15	Formación de frutos	6.94	5.78	4.63	3.47
23-Feb	3.84	1.15	Formación de frutos	6.63	5.53	4.42	3.32
24-Feb	4.02	1.15	Formación de frutos	6.94	5.78	4.63	3.47
25-Feb	4.11	1.15	Formación de frutos	7.10	5.91	4.73	3.55
26-Feb	4.02	1.15	Formación de frutos	6.94	5.78	4.63	3.47
27-Feb	4.11	1.15	Formación de frutos	7.10	5.91	4.73	3.55
28-Feb	4.29	1.15	Formación de frutos	7.40	6.17	4.94	3.70
1-Mar	3.96	1.15	Formación de frutos	6.83	5.69	4.55	3.41
2-Mar	3.57	1.15	Formación de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
3-Mar	3.49	1.15	Formación de frutos	6.02	5.02	4.02	3.01
4-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08

«Continuación»

5-Mar	3.65	1.15	Cosecha de frutos	6.29	5.24	4.19	3.15
6-Mar	3.72	1.15	Cosecha de frutos	6.43	5.35	4.28	3.21
7-Mar	3.41	1.15	Cosecha de frutos	5.89	4.91	3.93	2.94
8-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
9-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
10-Mar	3.41	1.15	Cosecha de frutos	5.89	4.91	3.93	2.94
11-Mar	3.65	1.15	Cosecha de frutos	6.29	5.24	4.19	3.15
12-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
13-Mar	3.49	1.15	Cosecha de frutos	6.02	5.02	4.02	3.01
14-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
15-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
16-Mar	3.65	1.15	Cosecha de frutos	6.29	5.24	4.19	3.15
17-Mar	3.57	1.15	Cosecha de frutos	6.16	5.13	4.11	3.08
18-Mar	3.49	1.15	Cosecha de frutos	6.02	5.02	4.02	3.01
19-Mar	3.41	1.15	Cosecha de frutos	5.89	4.91	3.93	2.94
20-Mar	3.34	1.15	Cosecha de frutos	5.76	4.80	3.84	2.88
21-Mar	3.34	1.15	Cosecha de frutos	5.76	4.80	3.84	2.88
22-Mar	3.18	1.15	Cosecha de frutos	5.49	4.57	3.66	2.74
23-Mar	3.18	1.15	Cosecha de frutos	5.49	4.57	3.66	2.74
24-Mar	3.10	1.15	Cosecha de frutos	5.35	4.46	3.57	2.68
25-Mar	2.95	1.15	Cosecha de frutos	5.09	4.24	3.39	2.54
26-Mar	2.79	1.15	Cosecha de frutos	4.82	4.02	3.21	2.41
27-Mar	2.79	1.15	Cosecha de frutos	4.82	4.02	3.21	2.41
28-Mar	2.72	1.15	Cosecha de frutos	4.69	3.90	3.12	2.34
29-Mar	2.79	1.15	Cosecha de frutos	4.82	4.02	3.21	2.41
30-Mar	2.72	1.15	Cosecha de frutos	4.69	3.90	3.12	2.34
31-Mar	2.95	1.15	Cosecha de frutos	5.09	4.24	3.39	2.54
1-Abr	3.04	1.11	Cosecha de frutos	5.08	4.23	3.39	2.54
2-Abr	3.22	1.08	Cosecha de frutos	5.21	4.34	3.47	2.60
3-Abr	3.04	1.04	Etapas finales de cosechas	4.76	3.96	3.17	2.38
4-Abr	2.86	1.01	Etapas finales de cosechas	4.32	3.60	2.88	2.16
5-Abr	2.86	0.97	Etapas finales de cosechas	4.17	3.47	2.78	2.08
6-Abr	2.95	0.94	Etapas finales de cosechas	4.14	3.45	2.76	2.07
7-Abr	3.04	0.90	Etapas finales de cosechas	4.10	3.42	2.74	2.05
8-Abr	3.04	0.86	Etapas finales de cosechas	3.94	3.28	2.63	1.97
9-Abr	2.95	0.83	Etapas finales de cosechas	3.67	3.06	2.44	1.83
10-Abr	3.04	0.79	Etapas finales de cosechas	3.62	3.01	2.41	1.81
11-Abr	2.77	0.76	Etapas finales de cosechas	3.15	2.62	2.10	1.57
12-Abr	2.86	0.72	Etapas finales de cosechas	3.10	2.58	2.06	1.55
13-Abr	2.77	0.69	Etapas finales de cosechas	2.85	2.38	1.90	1.43
14-Abr	2.77	0.65	Etapas finales de cosechas	2.70	2.25	1.80	1.35

#### **h. Fertilización**

La fórmula de N – P – K, fue 275 – 100 – 500 kg ha<sup>-1</sup>, para esta labor solo se contaba con un tanque de inyección, por lo cual se utilizó fertilizantes compatibles entre sí, como nitrato de potasio (Ultrasol K), fosfato monopotásico (Ultrasol MKP) y nitrato de amonio (Ultrasol Nit one). La inyección se daba con un venturi, la velocidad de inyección del sistema fue de 1.4 L min<sup>-1</sup>. Se fertilizaba dos veces por semana (lunes y viernes). Las cantidades de fertilizante fueron según los requerimientos nutricionales de cada etapa fenológica del cultivo, la fertilización está detallada en el Anexo 4.

#### **i. Control de malezas**

Las labores de control de malezas del experimento fueron de manera manual, durante el experimento se realizaron cinco desmalezados, con una frecuencia de dos semanas, y fueron ejecutados los días 8, 21, 36, 51 y 74 días después del trasplante.

#### **j. Control de plagas**

La presencia de plagas fue monitoreada de manera frecuente, *Prodiplosis longifila* estuvo presente en todas las etapas fenológicas del cultivo durante el experimento, dañando principalmente brotes, flores y frutos. La presencia de gusanos barrenadores de frutos o tallos (*Heliothis spp*, *Tuta absoluta*) fue mínima a causa del constante control preventivo. No se observó mosca minadora, posiblemente por la época en la cual se sembró. El control de plagas esta detallado en el Anexo 5.

#### **k. Control de enfermedades**

El control de enfermedades siempre fue preventivo, se utilizó un fungicida al momento del trasplante para prevenir pudriciones radiculares, las aplicaciones preventivas estaban dirigidas principalmente contra mildiu, oidiosis y botritis de flores y frutos, los químicos utilizados están detallados en el Anexo 5.

#### **l. Cosecha**

Se realizaron un total de nueve cosechas, la primera se realizó el día 6 de marzo del 2019 (68 ddt) y la ultima el 4 de abril (97 ddt) del mismo año. El intervalo entre cosecha en promedio fue cada tres días (dos veces por semana). los frutos cosechados se encontraban entre pintones y maduros.

### 3.10. Variables evaluadas en el experimento

#### 3.10.1. Variables morfoagronómicas

- a. **Número de flores por planta:** A los 48 días después del trasplante se evaluó el número de flores por tratamiento en cada unidad de observación (planta) de la cinta central de cada unidad experimental. Se evaluó una planta por cada unidad experimental. Se contabilizó el número total de flores con los botones abiertos.
- b. **Porcentaje de cuajado:** A los 51 ddt se seleccionaron cinco unidades de observación (plantas) de cada unidad experimental, en cada planta se marcaron inflorescencias con una cinta de color, el total de inflorescencias contenían 20 flores. Al cabo de 14 días se determinó el porcentaje de cuajado en las mismas 20 flores.
- c. **Altura de planta:** Por cada unidad experimental se selección tres plantas, las cuales fueron evaluadas frecuentemente hasta que se consideró que la planta entró en senescencia, las evaluaciones se realizaron cada semana. En la medición se realizó desde el cuello de planta hasta el ápice caulinar más extremo. Se empleó una cinta métrica.
- d. **Área foliar:** Se realizó siete evaluaciones a los 21, 34, 48, 62, 76, 90 y 104 días después del trasplante. Para lo cual se utilizó una planta por cada unidad experimental. Se separó la parte foliar, luego fueron colocados en cartulinas para ser fotografiadas. Las fotos fueron editadas en el programa GIMP 2.0, para su proceso en el programa libre “R”, utilizando un código que reconoce los colores por áreas, en este caso se colocó un cuadrado de 0.01 m<sup>2</sup> en cada fotografía, y fue comparada con los demás colores después de la edición. Este parámetro está expresado en m<sup>2</sup>.
- e. **Biomasa y materia seca de hojas:** Se realizó siete evaluaciones a los 21, 34, 48, 62, 76, 90 y 104 días después del trasplante. Para lo cual se utilizó una planta por cada unidad experimental (la misma planta que se utilizó al evaluar el área foliar). Se separó el follaje del resto de órganos, y se pesó en fresco. Para el cálculo de la materia seca foliar, cuando las muestras no superaban el kilogramo de peso fresco, se ponían en estufa a 60 °C durante tres días en su totalidad, pero cuando la superaban, solo se colocaba una muestra representativa de 500 gramos.
- f. **Biomasa y materia seca de tallos:** Se realizó siete evaluaciones a los 21, 34, 48, 62, 76, 90 y 104 días después del trasplante. Para lo cual se utilizó una planta por cada unidad experimental (la misma planta que se utilizó al evaluar el área foliar). Se

separó el tallo del resto de órganos, y se pesó en fresco. Para el cálculo de la materia seca del tallo, cuando las muestras no superaban el kilogramo de peso fresco, se ponían en estufa a 60 °C durante tres días en su totalidad, pero cuando la superaban, solo se colocaba una muestra representativa de 500 gramos.

- g. Biomasa y materia seca de frutos:** Se realizó siete evaluaciones a los 21, 34, 48, 62, 76, 90 y 104 días después del trasplante. Para lo cual se utilizó una planta por cada unidad experimental (la misma planta que se utilizó al evaluar el área foliar). Se separaron los frutos del resto de órganos, y se pesó en fresco. Para el cálculo de la materia seca de frutos, cuando las muestras no superaban el kilogramo de peso fresco, se ponían en estufa a 60 °C durante tres días en su totalidad, pero cuando la superaban, solo se colocaba una muestra representativa de 500 gramos.

### 3.10.2. Rendimiento y sus componentes

- a. Número de frutos totales:** Se contabilizó el número total de frutos cosechados de cada unidad experimental, además de estar diferenciados entre comerciales y no comerciales.
- b. Rendimiento total:** Se obtuvo el peso total de frutos de cada unidad experimental en cada cosecha, fueron pesados en una balanza y el resultado fue multiplicado por un factor para ser expresado en toneladas por hectárea.
- c. Rendimiento comercial:** Se obtuvo el peso total de frutos comerciales de cada unidad experimental en cada cosecha, fueron pesados en una balanza y el resultado fue multiplicado por un factor para ser expresado en toneladas por hectárea.
- d. Rendimiento no comercial:** Se obtuvo el peso total de frutos no comerciales de cada unidad experimental en cada cosecha, luego fueron expresados en toneladas por hectárea. Se clasificó los frutos no comerciales o de descarte dentro del cual se encuentra los frutos con daños de plagas, enfermedades u otros daños como pudrición apical.
- e. Calidad del rendimiento comercial:** La producción comercial, se clasificó en categorías de calidad comercial según los rangos establecidos para el mercado nacional: frutos de primera (más de 100 g), frutos de segunda (60 – 100 g) y tercera (20 – 60 g).
- f. Uso eficiente del agua en la producción:** El uso eficiente del agua se calculó con la siguiente fórmula. Esta variable está expresada en kg de producción total por m<sup>-3</sup> de

agua empleada en la producción.

$$WUE = \frac{\text{Producción total (kg)}}{\text{Riego total (m-3)}}$$

### 3.10.3. Calidad del fruto

#### Calidad externa

- a. **Peso de fruto:** Se seleccionaron diez frutos al azar de cada unidad experimental, empleando una balanza digital del laboratorio de horticultura, se determinó el peso promedio de los frutos. Se expresó en gramos.
- b. **Diámetro polar:** Se seleccionaron diez frutos al azar de cada unidad experimental y se determinó el largo promedio de los frutos de tomate utilizando un vernier digital. Se expresó en mm.
- c. **Diámetro ecuatorial:** Se seleccionaron diez frutos al azar de cada unidad experimental y se determinó el diámetro promedio de los frutos de tomate utilizando un vernier digital. Se expresó en mm.

#### Calidad interna

- d. **Sólidos solubles de frutos de primera y segunda:** De la tercera cosecha realizada, se escogieron cinco frutos de primera y de segunda de cada unidad experimental. En el laboratorio de horticultura de la UNALM, se determinó el porcentaje de sólidos solubles promedios de ambas categorías, para esto se utilizó un refractómetro digital.
- e. **Porcentaje de ácido cítrico de frutos de primera y segunda:** De la tercera cosecha realizada, se escogieron cinco frutos de primera y de segunda de cada unidad experimental. En el laboratorio de horticultura de la UNALM, se determinó el porcentaje de ácido cítrico promedio de ambas categorías, para esto se utilizó un potenciómetro. Se determinó titulando una muestra de jugo de tomate (5cc) con hidróxido de sodio 0.1N, con una a tres gotas de fenolftaleína (indicador) generalmente ocurre cuando el pH alcanza el valor de 8.20. Se anotó el gasto de NaOH 0.1 N y a través de una fórmula se obtuvo el porcentaje de ácido cítrico.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Variables morfoagronómicas

#### 4.1.1. Número de flores por planta

Se encontraron diferencias significativas respecto al número de flores, como se indica en el cuadro ANVA del Anexo 6. Esta variable se evaluó a los 50 días después del trasplante (ddt), donde el tratamiento con lámina de riego de 150 % de la ETc, se diferenció del resto según la prueba de comparación de medias de Tukey (88.44 flores planta<sup>-1</sup>). Los tratamientos T2, T3 y T4 (125, 100 y 75 % de la ETc, respectivamente) obtuvieron los siguientes números de flores por planta 73.26, 61.31 y 52.14 (Tabla 12).

**Tabla 12: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el número de flores en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Número de flores por planta
150	88.44 <sup>a</sup>
125	73.26 <sup>b</sup>
100	61.31 <sup>c</sup>
75	52.14 <sup>d</sup>
Promedio	68.79
CV %	21.00

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Gonzales (2016), encontró diferencia significativa respecto al número de flores entre sus tratamientos de riego en el cultivo de tomate cv. Katya. Obtuvo 28.5, 25.0, 18.8 y 16.3 flores planta<sup>-1</sup> con láminas de riego de 150, 100, 75 y 50 % de la ETc. Por otro lado, Baltazar (2018), encontró diferencia significativa, pero las láminas con mayor porcentaje de la ETc no mostraron los mayores valores de flores por planta utilizando tomate cv. Toroty F1, probablemente por la época en la que realizó su experimento (invierno).

#### 4.1.2. Porcentaje de cuajado

Respecto a la evaluación del porcentaje de frutos cuajados, no se encontró diferencia significativa como se indica en el ANOVA (Anexo 6). Los valores del porcentaje de cuajado se encontraron entre 91.29 y 92.79 % (Tabla 13, Fig 09). Las flores de las plantas de tomate son pentámeras, hermafroditas, posiblemente el híbrido Katya no presenta problemas de fertilidad o incompatibilidad, así mismo no presenta dicogamia floral, es decir, el gineceo y androceo de la flor, maduran sexualmente al mismo tiempo. Por otro lado, se puede suponer que no se presentó problemas con los polinizadores durante la duración del experimento, además, los frutos que no cuajaron, principalmente se debieron a daños causados por *Prodiplosis longifolia* como se verá posteriormente.

**Tabla 13: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de frutos cuajados en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Frutos cuajados (%)
150	91.29 <sup>a</sup>
125	91.79 <sup>a</sup>
100	92.79 <sup>a</sup>
75	92.78 <sup>a</sup>
Promedio	92.17
CV %	1.48

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Siboma *et al.* (2013) indicaron que el porcentaje de flores no cuajadas aumenta a medida que se restringe los volúmenes de riego (disminuye el % de ETc en sus tratamientos). En el presente ensayo no se observó estos resultados.

#### 4.1.3. Altura de planta

Se encontraron diferencias estadísticas a nivel de tratamiento en todas las mediciones realizadas (27, 34, 41, 48, 55 y 62 ddt) (Anexo 6). El día 27, el tratamiento con mayor lámina de riego (T1), se diferenció del tercer tratamiento (100 % de la ETc), pero no de las demás láminas. A los 34 días, el tratamiento 150 % de la ETc, mostró plantas con mayor altura (0.68 m), diferenciándose de los tratamientos T2 y T4 (125 y 75 % de la ETc, respectivamente), pero no de T3 (100 % de la ETc) (Tabla 14).

En la tercera semana de evaluación de altura de planta, el tratamiento 150 % de la ETc obtuvo la mejor media de esta variable (0.79 m), diferenciándose de T2 y T4, pero no de T3. En la cuarta y quinta evaluación, T1 (150 % de la ETc) mostró las plantas de mayor altura (0.87 y 0.97 m, respectivamente), en ambas evaluaciones no se diferenció de los tratamientos 125 y 100 % de la ETc, pero sí del tratamiento con menor lámina de riego (T4). En la última semana de evaluación de altura, los tratamientos 150 y 75 % de la ETc se diferenciaron entre sí y a la vez se diferenciaron de 125 y 100 % de la ETc (Tabla 14).

**Tabla 14: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la altura de planta en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Altura de planta (m)					
	27*	34*	41*	48*	55*	62*
150	0.39 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.97 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>
125	0.37 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.71 <sup>c</sup>	0.76 <sup>ab</sup>	0.81 <sup>ab</sup>	0.89 <sup>b</sup>
100	0.36 <sup>b</sup>	0.63 <sup>ab</sup>	0.78 <sup>ab</sup>	0.80 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>bc</sup>
75	0.37 <sup>ab</sup>	0.60 <sup>b</sup>	0.72 <sup>bc</sup>	0.72 <sup>b</sup>	0.74 <sup>b</sup>	0.78 <sup>c</sup>
Promedio	0.37	0.63	0.75	0.79	0.84	0.89
CV %	5.61	6.78	7.35	9.57	12.82	14.47

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

Siboma *et al.* (2013), evaluaron cuatro niveles de riego (100, 80, 60 y 40 % de la ETc) en el tomate “Money Maker”, encontrando diferencia significativa entre sus tratamientos respecto a la altura de planta. Obtuvieron alturas de 8.38, 8.47, 8.06 y 6.51 m, respectivamente.

Ertek *et al.* (2012), encontraron diferencias estadísticas en los efectos simples de su factor “niveles de riego”, obteniendo promedios de alturas de planta de 48.97, 58.33 y 67.05 cm para láminas de riego crecientes. Hott *et al.* (2018), evaluaron cinco tensiones del agua en el suelo (15, 20, 30, 45 y 60 kPa), y como afecta al desarrollo del tomate. Se entiende que, a mayor tensión de agua, menor es la cantidad del agua en el suelo, por lo tanto, se considera que los tratamientos con menor tensión se regaron con mayores volúmenes de agua. Indican que con menores tensiones se obtuvieron plantas de mayor altura, los valores variaron entre 225 y 178 cm de altura, esta variable fue descendiendo a medida que se aumentaba la tensión del agua en el suelo. Como se observa en la Tabla 14, el tratamiento 150 % de la ETc, mostró las plantas con mayor altura a través del tiempo. Solo en la última evaluación se observó

resultados esperados respecto a los antecedentes, los cuales indican que mayores láminas de riego incentivan un mayor crecimiento de altura de planta.

#### 4.1.4. Área foliar

Las evaluaciones de área foliar se realizaron en intervalos de aproximadamente 14 días. Según el análisis de varianza (Anexo 6), no se encontró diferencia a nivel de tratamientos en la primera evaluación (21 ddt), pero sí a los 34, 48, 62, 76, 90 y 104 ddt (Tabla 15). En la segunda evaluación de área foliar (34 ddt), el T2 (125 % de la ETc) en promedio presentaba plantas con un área de 0.72 m<sup>2</sup>, sin embargo, no se diferenciaba de T1, pero sí de T3 y T4.

**Tabla 15: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el área foliar en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Área foliar (m <sup>2</sup> )						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	0.04 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	4.70 <sup>a</sup>	6.31 <sup>a</sup>	7.29 <sup>a</sup>	6.81 <sup>a</sup>	5.25 <sup>a</sup>
125	0.03 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	4.18 <sup>b</sup>	5.11 <sup>b</sup>	5.07 <sup>b</sup>	4.08 <sup>b</sup>
100	0.03 <sup>a</sup>	0.56 <sup>b</sup>	1.91 <sup>bc</sup>	3.12 <sup>c</sup>	3.88 <sup>c</sup>	4.07 <sup>c</sup>	3.80 <sup>b</sup>
75	0.03 <sup>a</sup>	0.54 <sup>b</sup>	1.81 <sup>c</sup>	3.07 <sup>c</sup>	3.79 <sup>c</sup>	3.69 <sup>c</sup>	2.77 <sup>c</sup>
Promedio	0.03	0.62	2.67	4.17	5.02	4.91	3.97
CV %	14.60	13.10	46.03	32.66	29.14	25.69	23.20

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

A los 48, 62, 76 y 90 días después del trasplante (ddt), el tratamiento con la mayor área foliar fue T1 (150 % de la ETc), el cual se diferenció del resto de tratamientos, T2 mostró el segundo mejor promedio de área foliar por planta, diferenciándose estadísticamente de los tratamientos T1, T3 y T4 en los 62, 76 y 90 ddt. No se encontró diferencia entre T3 y T4 en las evaluaciones realizadas en los 48, 62, 76 y 90 ddt. En la última evaluación del área foliar (104 ddt), el tratamiento 150 % de la ETc se diferenció de los demás tratamientos y obtuvo el mayor valor (5.25 m<sup>2</sup>), el T4 (75 % de la Etc) mostró el menor valor y se diferenció de T1, T2 y T3. No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos con láminas de agua de 125 y 100 % de la ETc.

Hooshmand *et al.* (2019), no encontraron diferencia significativa en sus resultados, sin embargo, se muestra un incremento del área foliar a medida que se incrementan los

volúmenes de riego. Obtuvieron 1.42, 1.66 y 1.72 m<sup>2</sup>, respectivamente. Gonzales (2016), encontró diferencias significativas entre sus resultados, siendo su tratamiento con mayor lámina de riego el único que se diferenció de los demás tratamientos.

En la Tabla 15, resalta que los datos del primer tratamiento (150 % de la ETC), siendo superior al resto. En general los valores en las evaluaciones disminuyen acorde se reduce la lámina de riego (tratamientos). Los valores de área foliar comienzan a disminuir entre los 76 y 90 días después de la siembra, esto es porque las primeras hojas basales comenzaron a senescer, estas hojas senescentes no fueron consideradas en la evaluación de esta variable. Baltazar (2018) no encontró diferencia significativa en su primera evaluación, pero si en las siguientes evaluaciones, el comportamiento del área foliar en sus tratamientos fue similar hasta su cuarta evaluación, el área foliar aumentó a medida que se incrementaba las láminas de riego, sin embargo, a los 100 días sus tratamientos con láminas de riego de 75, 100 y 125 % de la ETc mostraron senescencia, pero su tratamiento de mayor lámina (150 % de la ETc) siguió incrementando.

#### **4.1.5. Biomasa y materia seca de hojas**

La biomasa de las hojas está muy relacionada con el área foliar, mostrando también un crecimiento sigmoideal, comenzando desde un valor mínimo al momento del trasplante, incrementándose hasta un punto máximo (en el experimento este punto se dio entre los 76 y 90 ddt), para luego disminuir (senescencia). Respecto a los análisis de varianza (Anexo 6), no se encontraron diferencias estadísticas a nivel de tratamiento en todos los días de evaluación de biomasa (peso fresco) de hojas, excepto a los 90 ddt, donde según la prueba de comparación de medias de Tukey, con un nivel de confianza de 95 % (Tabla 16) se indica que el tratamiento T1 (150 % de la ETc) es diferente a los demás tratamientos.

**Tabla 16: Efecto de cuatro láminas de riego sobre biomasa de hojas en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

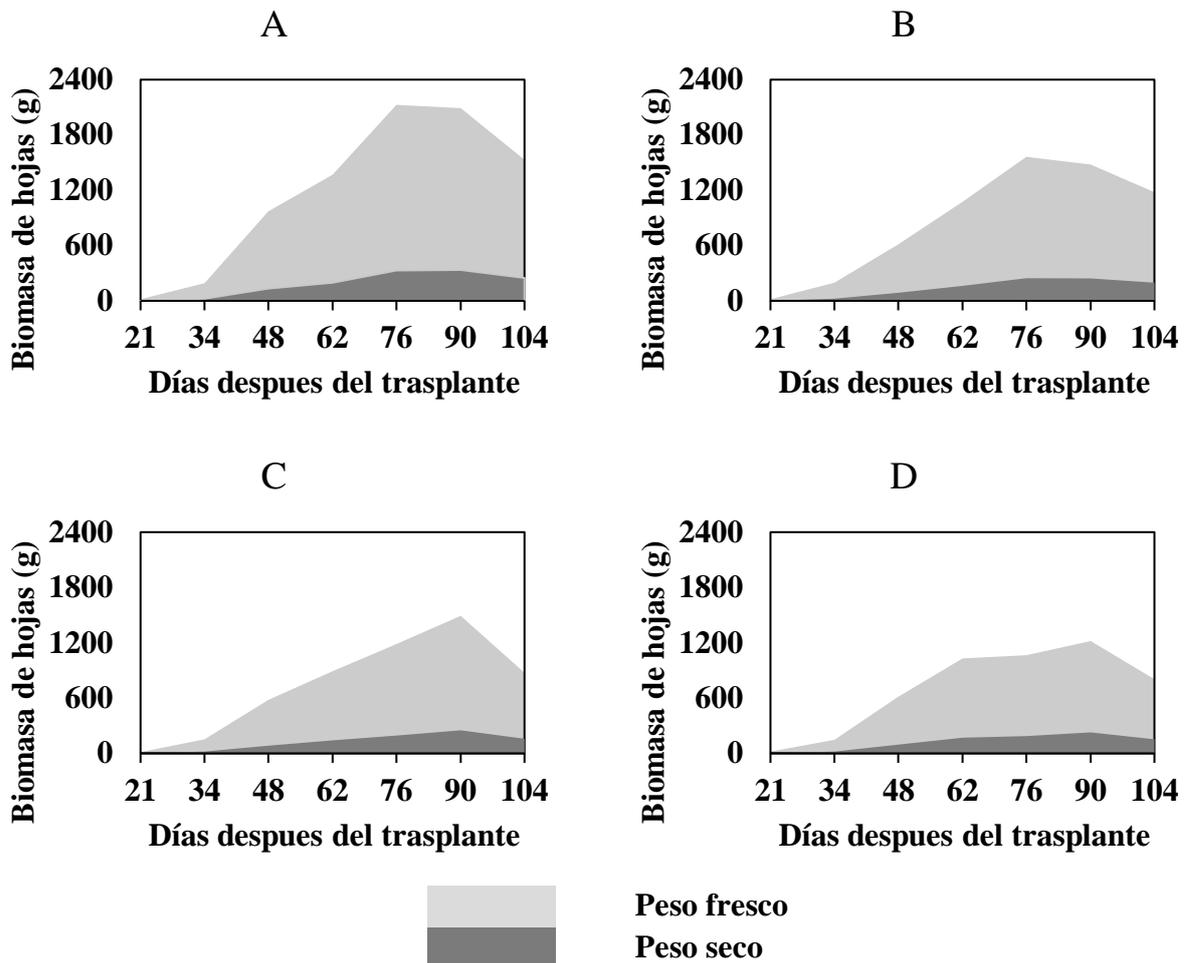
Tratamiento (% de la ETc)	Biomasa de hojas (g)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	18.08 <sup>a</sup>	190.91 <sup>a</sup>	970.40 <sup>a</sup>	1368.27 <sup>a</sup>	2126.61 <sup>a</sup>	2093.52 <sup>a</sup>	1530.06 <sup>a</sup>
125	19.40 <sup>a</sup>	195.54 <sup>a</sup>	610.38 <sup>a</sup>	1077.53 <sup>a</sup>	1562.76 <sup>a</sup>	1478.48 <sup>b</sup>	1175.92 <sup>a</sup>
100	16.16 <sup>a</sup>	154.61 <sup>a</sup>	579.65 <sup>a</sup>	893.52 <sup>a</sup>	1188.42 <sup>a</sup>	1492.14 <sup>b</sup>	873.77 <sup>a</sup>
75	20.84 <sup>a</sup>	147.94 <sup>a</sup>	612.50 <sup>a</sup>	1031.07 <sup>a</sup>	1064.80 <sup>a</sup>	1218.52 <sup>b</sup>	806.55 <sup>a</sup>
Promedio	18.62	172.25	693.23	1092.60	1485.65	1570.67	1096.57
CV %	33.09	18.00	33.20	33.92	37.85	29.16	41.08

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

Hooshmand *et al.* (2019), no encontraron diferencia significativa respecto a los pesos frescos foliares de 247.00, 285.25 y 217.50 g. Zhang *et al.* (2016), estudiaron cuatro y cinco láminas deficitarias de riego en dos diferentes años (2013 y 2014), respectivamente sin encontrar diferencias significativas entre sus tratamientos en ambos años respecto al peso fresco de hojas.

En la Figura 9, se muestra que, en promedio, cada planta de los tratamientos logró formar 2126.61, 1562.76, 1492.14 y 1218.52 g de hojas frescas (biomasa foliar), en los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente. En relación al peso seco de las hojas por planta, el tratamiento T1 presentó los mayores valores de peso seco, sin embargo, posee un menor porcentaje de materia seca respecto a los demás tratamientos, esto se debe a que formó una mayor biomasa de hojas que los demás tratamientos posiblemente debido a una mayor absorción de agua.



**Figura 9: Biomasa de hojas (A) Con 150 % de la ETC; (B) Con 125 % de la ETC; (C) Con 100 % de la ETC; (D) Con 75 % de la ETC en Tomate (*S. lycopersicum*) cv Katia**

En relación al porcentaje de materia seca de las hojas, según el Anexo 6, los ANVA indican que no se encontraron diferencias a nivel de tratamientos en las evaluaciones realizadas los días 21, 34, 48 y 62 ddt, pero si se diferenciaron en las posteriores evaluaciones (76, 90 y 104 ddt). Según la prueba de comparación de medias de Tukey, a los 76 y 104 ddt, los tratamientos T4 y T1 (75 y 150 % de la ETC, respectivamente) son estadísticamente diferentes, pero no se diferencian de los tratamientos T2 y T3. A partir de la evaluación 62 ddt, el tratamiento T4 se diferenció del tratamiento T1, pero no de los tratamientos T2 y T3 (Tabla 17).

**Tabla 17: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca en hojas del cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

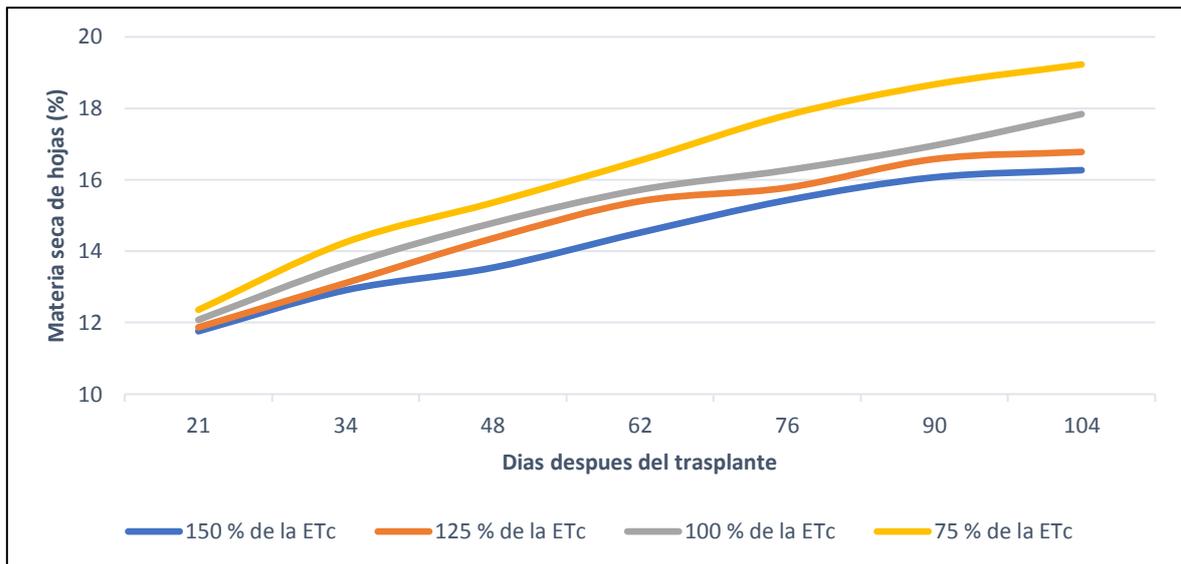
Tratamiento (% de la ETc)	Materia seca de hojas (%)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	11.76 <sup>a</sup>	12.91 <sup>a</sup>	13.54 <sup>a</sup>	14.52 <sup>a</sup>	15.43 <sup>b</sup>	16.07 <sup>b</sup>	15.97 <sup>b</sup>
125	11.87 <sup>a</sup>	13.11 <sup>a</sup>	14.36 <sup>a</sup>	15.40 <sup>a</sup>	15.78 <sup>ab</sup>	16.58 <sup>ab</sup>	16.78 <sup>ab</sup>
100	12.08 <sup>a</sup>	13.61 <sup>a</sup>	14.79 <sup>a</sup>	15.72 <sup>a</sup>	16.27 <sup>ab</sup>	16.96 <sup>a</sup>	17.84 <sup>ab</sup>
75	12.36 <sup>a</sup>	14.25 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	16.54 <sup>a</sup>	17.81 <sup>a</sup>	18.67 <sup>a</sup>	19.23 <sup>a</sup>
Promedio	12.02	13.47	14.51	15.55	16.32	17.07	17.46
CV %	6.36	22.35	9.44	7.72	7.47	7.01	9.05

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

No se coincide con Hooshmand *et al.* (2019) y Gonzales (2016), al no encontrar diferencia significativa entre sus tratamientos de riego en el cultivo de tomate respecto a la materia seca de las hojas.

En la Figura 10, se observa que, durante todas las evaluaciones del porcentaje de materia seca de hojas, el tratamiento 75% de la ETc, fue superior a los demás tratamientos, y esta variable va disminuyendo a medida que se aumenta el volumen de agua de riego. La disminución de la materia seca de las hojas a medida que aumenta los porcentajes de ETc en los tratamientos, posiblemente se deba a que las células de las hojas se encuentran más turgentes por lo que poseen más agua en las vacuolas cuando son regados con el tratamiento T1, y además podría ser que grandes cantidades de agua promuevan el crecimiento vegetativo, induciendo la formación de nuevos tejidos, por lo que nuevos meristemos se diferenciarían dando por resultado una mayor cantidad de tejido nuevo en los tratamientos con mayor lámina de riego. Por otro lado, el aumento del porcentaje de materia seca en las hojas a través del tiempo, probablemente es porque las hojas van lignificándose en cierto grado, es decir, células en su interior se diferencian en tejidos muertos como tejidos conductores o esclerentimáticos que ayudarían en el soporte a medida que la hoja crece en tamaño (sobre todo en los peciolo y peciolulos de las hojas compuesta), cabe recordar que las hojas en el tiempo, forman y acumulan más fotoasimilados, lo que también aportaría en cierto grado al incremento de la materia seca en las hojas.



**Figura 10: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca de las hojas en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Baltazar (2018), encontró diferencia significativa en todas sus evaluaciones y se coincide al encontrar la misma tendencia de incremento de la materia seca al disminuir el volumen de riego, además, del incremento de esta variable en el tiempo.

#### **4.1.6. Biomasa y materia seca de tallos**

La biomasa de los tallos, contrario al de las hojas no disminuye conforme pasa el tiempo (senescencia), sino que se acumula a través del tiempo. Respecto a los análisis de varianza (Anexo 6), no se encontraron diferencias estadística a nivel de tratamiento en todas las evaluaciones de biomasa (peso fresco) de tallos, excepto a los 90 días después del trasplante, donde según la prueba de comparación de medias de Tukey, (Tabla 18) indica que el tratamiento T1 (150 % de la ETc) es estadísticamente igual al T2 (125 % de la ETc) pero diferente de los tratamientos T3 y T4 (100 y 75 % de la ETc, respectivamente), además, el T2 no se diferenció del T3 pero si de T4, no se encontró diferencia entre T3 y T4 respecto al peso fresco de tallo.

**Tabla 18: Efecto de cuatro láminas de riego la biomasa de los tallos en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

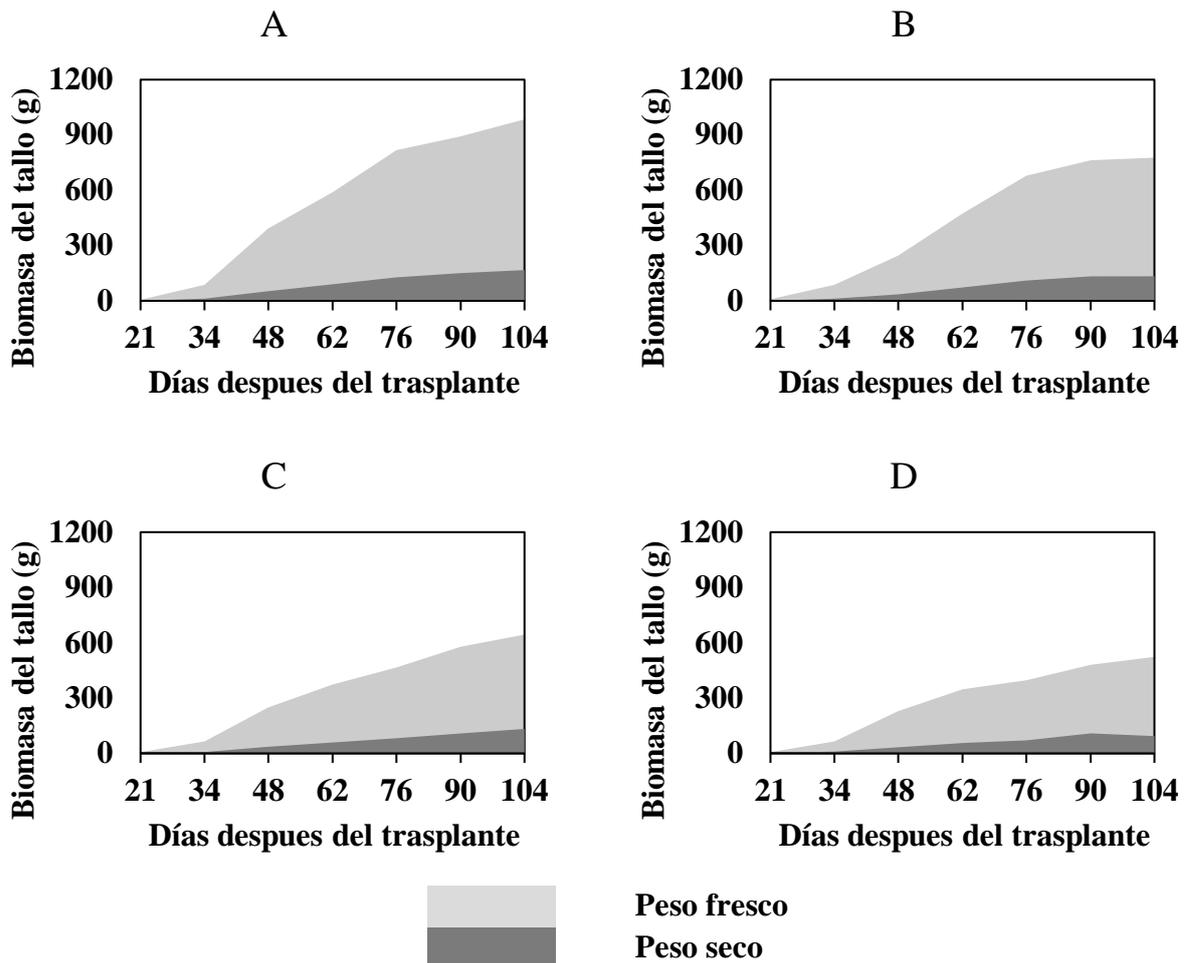
Tratamiento (% de la ETc)	Biomasa de tallos (g)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	6.89 <sup>a</sup>	86.71 <sup>a</sup>	392.22 <sup>a</sup>	589.49 <sup>a</sup>	816.19 <sup>a</sup>	892.94 <sup>a</sup>	984.57 <sup>a</sup>
125	8.55 <sup>a</sup>	85.98 <sup>a</sup>	246.92 <sup>a</sup>	474.81 <sup>a</sup>	680.22 <sup>a</sup>	763.68 <sup>ab</sup>	776.95 <sup>a</sup>
100	6.07 <sup>a</sup>	63.71 <sup>a</sup>	249.65 <sup>a</sup>	373.16 <sup>a</sup>	466.71 <sup>a</sup>	579.44 <sup>bc</sup>	644.24 <sup>a</sup>
75	7.76 <sup>a</sup>	63.34 <sup>a</sup>	229.75 <sup>a</sup>	347.69 <sup>a</sup>	397.15 <sup>a</sup>	481.16 <sup>c</sup>	523.45 <sup>a</sup>
Promedio	7.32	74.93	279.63	446.29	590.07	679.31	732.30
CV %	39.17	22.95	34.19	34.81	37.64	27.44	35.58

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

Zhang *et al.* (2016), estudiaron cuatro y cinco láminas deficitarias de riego en dos diferentes años (2013 y 2014). Respecto al peso fresco de los tallos, no encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos en ambos años.

En la Figura 11, se muestra la biomasa (peso fresco) del tallo en el tomate cv. Katya en condiciones de Cañete bajo cuatro láminas de riego (150, 125, 100 y 75 % de la ETc). En el experimento, en promedio, cada planta logró formar 984.57, 776.95, 644.24 y 523.45 gramos de tallos, en los tratamientos T1, T2, T3 y T4, respectivamente.



**Figura 11: Biomasa de tallos (A) Con 150 % de la ETc; (B) Con 125 % de la ETc; (C) Con 100 % de la ETc; (D) Con 75 % de la ETc en tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katia**

Respecto al porcentaje de materia seca de los tallos, según el Anexo 6, no se encontraron diferencias a nivel de tratamientos en las evaluaciones realizadas los días 21, 34, 48, 62 y 76 ddt, pero si se diferenciaron en las posteriores evaluaciones (90 y 104 ddt). Según la prueba de comparación de medias de Tukey, a los 90 ddt, el tratamiento T4 (75 % de la ETc) se diferenció estadísticamente de T1 y T2 (150 y 125 % de la ETc, respectivamente), el tratamiento con lámina de riego de 150 % del ETc no se diferencia de T2, pero sí de T3 (100 % de la ETc). En la evaluación realizada a los 104 ddt, el tratamiento T1 se diferenció de los tratamientos T3 y T4, pero no del tratamiento T2 (tabla 19).

**Tabla 19: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca de los tallos en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Materia seca de tallos (%)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	9.75 <sup>a</sup>	12.63 <sup>a</sup>	13.41 <sup>a</sup>	15.18 <sup>a</sup>	15.59 <sup>a</sup>	16.76 <sup>c</sup>	17.04 <sup>b</sup>
125	10.02 <sup>a</sup>	12.78 <sup>a</sup>	13.90 <sup>a</sup>	15.36 <sup>a</sup>	16.52 <sup>a</sup>	17.37 <sup>bc</sup>	18.22 <sup>ab</sup>
100	10.22 <sup>a</sup>	13.14 <sup>a</sup>	13.97 <sup>a</sup>	15.65 <sup>a</sup>	17.54 <sup>a</sup>	18.59 <sup>ab</sup>	20.54 <sup>a</sup>
75	10.79 <sup>a</sup>	13.60 <sup>a</sup>	14.31 <sup>a</sup>	16.33 <sup>a</sup>	18.52 <sup>a</sup>	19.31 <sup>a</sup>	21.26 <sup>a</sup>
Promedio	10.20	13.04	13.90	15.63	17.04	18.01	19.26
CV %	7.60	32.38	7.72	7.67	11.39	6.44	10.73

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

En la Tabla 19, se observa que durante todas las evaluaciones el porcentaje de materia seca del tratamiento 75 % de la ETc, fue superior a los demás tratamientos, y va disminuyendo a medida que se aumenta el volumen de agua de riego. La disminución de la materia seca de los tallos a medida que aumenta los porcentajes de la ETc en los tratamientos, posiblemente sea debido a la posesión de una mayor cantidad de tejido joven cuya lignificación era menor a comparación de los demás tratamientos. En relación al aumento del porcentaje de materia seca a través del tiempo, probablemente es porque en el crecimiento de los tallos, las células jóvenes se van diferenciando, es decir, sus paredes celulares se lignifican, además del aumento de los tejidos muertos (de soporte y transporte), a pesar de ser considerado una planta herbácea, el tomate posee un tallo primario lignificado (pero no forma corteza).

#### **4.1.7. Biomasa y materia seca de frutos**

Respecto a la biomasa (peso fresco) de los frutos generados, según el análisis de varianza con nivel de significancia de 95 % (Anexo 6), se encontraron diferencias significativas a nivel de tratamientos (porcentaje de la ETc) en las evaluaciones realizadas a los 48, 62, 76, 90 y 104 ddt. En la evaluación realizada a los 48 ddt, el tratamiento T1 se diferenció del resto según la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). A los 62 ddt, T1 solo se diferenció del tratamiento con la menor lámina de riego (75 % de la ETc). En la quinta evaluación (76 ddt), el tratamiento con una lámina de 150 % de la ETc, se diferenció de los demás tratamientos. A los 90 y 104 ddt, el tratamiento T1, obtuvo el mayor valor de peso de frutos (g), diferenciándose de los tratamientos T3 y T4 (100 y 75 % de la ETc, respectivamente).

**Tabla 20: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la biomasa de los frutos por planta en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Biomasa de frutos (g)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	-	-	153.60 <sup>a</sup>	1025.79 <sup>a</sup>	2873.76 <sup>a</sup>	5299.87 <sup>a</sup>	8664.43 <sup>a</sup>
125	-	-	90.29 <sup>b</sup>	746.05 <sup>ab</sup>	2025.66 <sup>b</sup>	4205.17 <sup>ab</sup>	6721.14 <sup>b</sup>
100	-	-	58.37 <sup>b</sup>	655.15 <sup>ab</sup>	1718.59 <sup>b</sup>	3235.68 <sup>bc</sup>	4938.80 <sup>c</sup>
75	-	-	56.07 <sup>b</sup>	589.23 <sup>b</sup>	1714.48 <sup>b</sup>	2749.83 <sup>c</sup>	4297.21 <sup>c</sup>
Promedio	-	-	89.58	754.06	2083.12	3872.64	6155.39
CV %	-	-	49.06	29.48	28.30	28.67	29.40

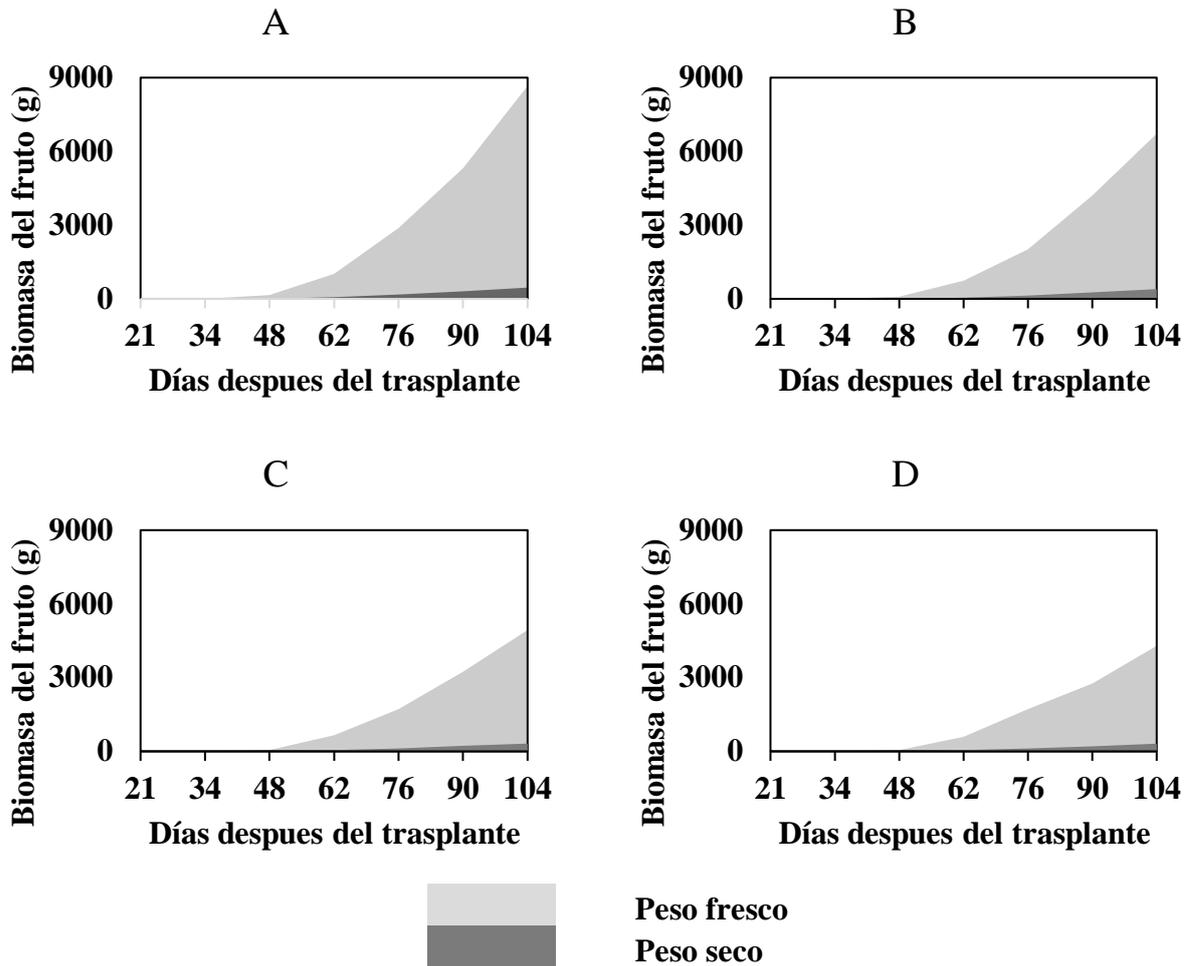
Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %  
\*Días después del trasplante

Zhang *et al.* (2016), estudiaron cuatro y cinco láminas deficitarias de riego en dos diferentes años (2013 y 2014), Respecto al peso de los frutos, si encontraron diferencias significativas entre sus tratamientos en ambos años, en sus evaluaciones realizadas a los 85 ddt.

Hott *et al.* (2018), indican que con riegos que generen menor tensión del agua en el suelo, se obtienen mayores kilogramos de frutos por planta, los valores de su experimento variaron entre 6100 y 3600 g planta<sup>-1</sup>, la biomasa de frutos por planta obtenido fue descendiendo a medida que se aumentaba la tensión del agua en el suelo.

En la Figura 12 se observa los pesos frescos y secos de los frutos generados por planta por cada nivel de riego empleado en el experimento. Se resalta que, en todas las evaluaciones, el tratamiento T1, mostró un mayor peso de frutos (verdes y/o maduros). Para la evaluación realizada a los 104 ddt, se obtuvo 8664.43, 6721.14, 4938.80 y 4297.21 g de peso fresco de frutos formados por planta en los tratamientos con láminas de riego de 150, 125, 100 y 75% de la ETc, respectivamente.

En relación al peso seco de los frutos formados por planta, igual que en los órganos revisados con anterioridad, el tratamiento T1, obtuvo una mayor biomasa seca en todas las evaluaciones, por que formó una mayor cantidad de biomasa fresca.



**Figura 12: Biomasa de frutos (A) Con 150 % de la ETC; (B) Con 125 % de la ETC; (C) Con 100 % de la ETC; (D) Con 75 % de la ETC en tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya**

Respecto a la materia seca de los frutos de tomate cv. Katya, no se encontró diferencia significativa a nivel de tratamientos (Anexo 6) en las evaluaciones realizadas a los 48, 62, 76 y 90 días después del trasplante (Tabla 21). Si se encontró diferencia significativa entre los tratamientos a los 104 ddt, en donde según la prueba de Tukey, el tratamiento T4, se diferenció del T1, pero no de los tratamientos T2 y T3.

**Tabla 21: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de materia seca en frutos de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Materia seca de frutos (%)						
	21*	34*	48*	62*	76*	90*	104*
150	-	-	7.23 <sup>a</sup>	7.05 <sup>a</sup>	6.24 <sup>a</sup>	5.61 <sup>a</sup>	5.23 <sup>b</sup>
125	-	-	7.57 <sup>a</sup>	7.34 <sup>a</sup>	6.40 <sup>a</sup>	6.24 <sup>a</sup>	5.93 <sup>ab</sup>
100	-	-	8.10 <sup>a</sup>	7.82 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	6.80 <sup>a</sup>	6.40 <sup>ab</sup>
75	-	-	8.71 <sup>a</sup>	7.77 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>	7.25 <sup>a</sup>
Promedio	-	-	7.90	7.50	6.72	6.44	6.20
CV %	-	-	15.02	11.15	14.11	15.05	18.12

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Días después del trasplante

La materia seca de los frutos (Tabla 21), tiene una tendencia decreciente a medida que se aumenta las láminas de riego, en el caso de este experimento, el tratamiento T4 (75 % de la ETc) obtuvo el mayor valor de porcentaje de materia seca en todas las evaluaciones, decreciendo hasta el tratamiento T1 (150 % de la ETc) que mostró el menor porcentaje de materia seca de frutos en todo el experimento.

Se coincide con Baltazar (2018) al encontrar una mayor materia seca de fruto en las láminas con menores volúmenes de riego y su disminución en cuando aumenta la lámina de riego, como se verá más adelante, en general los frutos provenientes de los tratamientos con mayores láminas de riego, eran de mayor peso y tamaño, posiblemente porque las plantas absorbieron una mayor cantidad de agua. La disminución de la materia seca de los frutos a medida que pasa el tiempo (en todos los tratamientos), se debe a que los frutos aumentaban de tamaño y peso en su desarrollo, en el cual los plastidios se llenaban de agua, posiblemente el tratamiento T1 (150 % de la ETc) presentó frutos cuyo mesocarpio se componía de células más turgentes (con más agua).

## 4.2. Rendimiento y sus componentes

### 4.2.1. Número de frutos

En relación a la cantidad (número) de frutos totales, comerciales y no comerciales, según los análisis de varianza (Anexo 6), se encontraron diferencias significativas a nivel de tratamientos, en donde según la prueba de comparación de medias de Tukey, el tratamiento

T1 (150 % de la ETc) se diferenci6 estadisticamente de los tratamientos con menores l6minas de riego (T3 y T4), pero no se diferenci6 del tratamiento T2 (125 % de la ETc) (Tabla 22). Por otro lado, se observa como los porcentajes que representan las cantidades de frutos comerciales y no comerciales respecto al total, en ambos no presentan diferencia significativa en los an6lisis de varianza a nivel de tratamiento, sin embargo, crecen y decrecen, respectivamente cuando aumentan la l6mina de riego (Tabla 22).

**Tabla 22: Efecto de cuatro l6minas de riego sobre el n6mero de frutos totales, comerciales y no comerciales en tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	N6mero de frutos					
	Totales		Comerciales		No comerciales	
	miles ha <sup>-1</sup>	%	miles ha <sup>-1</sup>	%	miles ha <sup>-1</sup>	%
150	765.32 <sup>a</sup>	100	679.00 <sup>a</sup>	91.07 <sup>a</sup>	68.32 <sup>a</sup>	8.93 <sup>a</sup>
125	633.40 <sup>ab</sup>	100	566.07 <sup>ab</sup>	89.37 <sup>a</sup>	67.33 <sup>a</sup>	10.63 <sup>a</sup>
100	485.46 <sup>b</sup>	100	426.79 <sup>b</sup>	87.92 <sup>a</sup>	58.66 <sup>b</sup>	12.08 <sup>a</sup>
75	509.05 <sup>b</sup>	100	442.10 <sup>b</sup>	86.85 <sup>a</sup>	66.95 <sup>b</sup>	13.15 <sup>a</sup>
Promedio	598.31	100	532.99	88.80	65.32	11.20
CV %	21.53	-	23.94	3.54	21.16	27.77

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadisticamente seg6n la prueba de Tukey al 5 %

Se coincide con Gonzales (2016) y Baltazar (2018) por que los porcentajes de frutos comerciales y no comerciales, crecen y decrecen, respectivamente, a medida que las l6minas de riego se incrementan.

#### 4.2.2. Rendimiento total, comercial y no comercial

Seg6n el an6lisis de varianza del rendimiento total y comercial (Anexo 6), se obtuvo diferencia estadística a nivel de tratamientos (l6minas de riego), no se obtuvo diferencias en el rendimiento no comercial (Tabla 23). Los porcentajes que representan los rendimientos comerciales y no comerciales respecto al total, no mostraron diferencia significativa a nivel de tratamientos evaluados.

**Tabla 23: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el rendimiento total, comercial y no comercial en tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Rendimiento (t ha <sup>-1</sup> )					
	Total		Comercial		No comercial	
	t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>	%	t ha <sup>-1</sup>	%
150	70.16 <sup>a</sup>	100	66.38 <sup>a</sup>	94.65 <sup>a</sup>	3.77 <sup>a</sup>	5.35 <sup>a</sup>
125	54.42 <sup>b</sup>	100	51.36 <sup>b</sup>	94.37 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>
100	39.99 <sup>c</sup>	100	37.43 <sup>c</sup>	93.48 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>	6.52 <sup>a</sup>
75	34.79 <sup>c</sup>	100	32.59 <sup>c</sup>	93.64 <sup>a</sup>	2.20 <sup>a</sup>	6.36 <sup>a</sup>
Promedio	49.84	100	46.94	94.03	2.90	5.97
CV %	29.40	-	29.96	1.73	32.57	27.26

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

El tratamiento con mejor rendimiento total y comercial fue la lámina de riego de 150 % de la ETc (70.16 y 66.38 ha<sup>-1</sup>, respectivamente) (Tabla 23), el cual se diferenció del resto de tratamientos. En segundo lugar, se encuentra el tratamiento T2 (125% de la ETc) donde se obtuvo un rendimiento total y comercial de 54.42 y 51.36 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, que a su vez se diferenció de los tratamientos T3 y T4. Según la prueba de comparación de medias de Tukey, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos T3 y T4 (100 y 75% de la ETc, respectivamente).

Respecto al rendimiento total, se coincide con Celebi (2014), Gonzales (2016), Liu *et al.* (2019), Siboma *et al.* (2013), Sun *et al.* (2018) y Ya *et al.* (2017), quienes también encontraron rendimientos crecientes a medida que se incrementó el porcentaje de la ETc en las láminas de riego. Sin embargo, Zhang *et al.* (2016) y Baltazar (2018) encontraron un menor rendimiento con su tratamiento con mayor lámina de riego. En relación al rendimiento comercial, Ertek *et al.* (2012), Gonzales (2016), Zhang *et al.* (2016) y Baltazar (2018), reportaron diferencias significativas.

El porcentaje que representa el rendimiento comercial y no comercial respecto al total, no se muestra diferencia estadística entre los tratamientos (Tabla 23), los porcentajes que cada categoría de rendimiento representa, se mantuvieron casi constante en todos los tratamientos, esto posiblemente sea debido al manejo adecuado con el que se llevó el experimento. Cabe

explicar que una mayor proporción de rendimiento comercial o no comercial no significa un mayor rendimiento total en el ensayo.

Respecto a la distribución porcentual del rendimiento comercial a través de las cosechas que se realizaron en el experimento, no se encontraron diferencias significativas en la segunda, tercera, cuarta, sexta, octava y novena cosecha. Pero si se encontró diferencia a nivel de tratamientos en las cosechas 1, 5 y 7 (Anexo 6). En la primera cosecha el tratamiento T3 (100% de la ETc, obtuvo el mayor valor de porcentaje, diferenciándose estadísticamente solo del tratamiento T4 (75% de la ETc). En la quinta cosecha, no se encontró diferencia estadística entre el tratamiento T3 y T4, pero ambos si se diferenciaron de los tratamientos con mayores láminas de riego (T1 y T2). En la séptima cosecha, el tratamiento T4 mostró el mayor porcentaje de cosecha comercial (Tabla 24).

En la Tabla 24, se muestra como los porcentajes van incrementándose hasta cierto punto para luego disminuir. En el caso del tratamiento T4, el pico de producción comercial se dio en la séptima cosecha. En los casos de los tratamientos T1, T2 y T3, la máxima producción comercial se obtuvo en la sexta cosecha. Los porcentajes de rendimiento comercial incrementan posiblemente porque los frutos que van madurando en la planta liberan una mayor cantidad de etileno, lo cual incentivaría la maduración de los frutos a su alrededor, de igual modo al cosechar estos frutos de tomate “pintones” o “maduros”, generan un desbalance, por lo que las reservas de fotoasimilados se dirigen a frutos aun inmaduros, por lo que aceleran su crecimiento y maduración. Baltazar (2018), realizó un análisis similar de la distribución porcentual de cada cosecha, coincidiendo en la tendencia de esta variable, sin embargo, su investigación se realizó en una temporada diferente, este experimento se realizó en verano y la cosecha duro aproximadamente 30 días, Baltazar lo realizó en condiciones de invierno, y el tiempo que duro su cosecha fue de 66 días con un total de siete cosechas.

**Tabla 24: Efecto de cuatro láminas de riego sobre las cosechas parciales comercial en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Rendimiento Comercial		Porcentaje de cosecha comercial (%)								
	t	%	1ra*	2da*	3ra*	4ta*	5ta*	6ta*	7ma*	8va*	9na*
150	66.38	100	1.47 <sup>ab</sup>	1.72 <sup>a</sup>	5.63 <sup>a</sup>	14.22 <sup>a</sup>	12.42 <sup>b</sup>	20.69 <sup>a</sup>	15.52 <sup>ab</sup>	19.72 <sup>a</sup>	8.62 <sup>a</sup>
125	51.36	100	1.14 <sup>ba</sup>	1.54 <sup>a</sup>	5.85 <sup>a</sup>	13.26 <sup>a</sup>	14.66 <sup>b</sup>	21.70 <sup>a</sup>	19.90 <sup>a</sup>	14.21 <sup>a</sup>	7.73 <sup>a</sup>
100	37.43	100	1.80 <sup>a</sup>	2.54 <sup>a</sup>	6.83 <sup>a</sup>	16.43 <sup>a</sup>	19.10 <sup>a</sup>	21.39 <sup>a</sup>	11.82 <sup>b</sup>	12.83 <sup>a</sup>	7.26 <sup>a</sup>
75	32.59	100	0.82 <sup>b</sup>	1.51 <sup>a</sup>	5.89 <sup>a</sup>	14.17 <sup>a</sup>	18.62 <sup>a</sup>	21.27 <sup>a</sup>	21.15 <sup>a</sup>	11.53 <sup>a</sup>	5.04 <sup>a</sup>
Promedio	46.94	100	1.31	1.83	6.05	14.52	16.20	21.26	17.10	14.57	7.17
CV %	29.96	-	37.81	38.87	30.72	18.80	19.94	13.31	26.33	28.97	32.45

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

\*Número de cosecha

#### 4.2.3. Calidad comercial de la producción

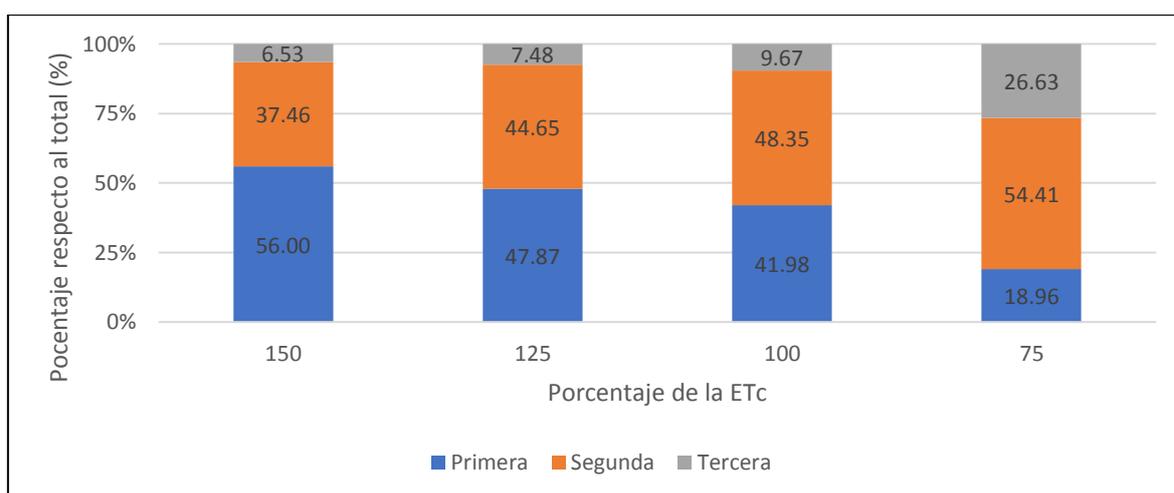
Como se mencionó antes, a nivel de producción comercial en general se encontró diferencia entre los tratamientos del experimento, pero el rendimiento comercial está conformado por categorías comerciales establecidas en el mercado (primera mayor a 100 g, segunda entre 60 y 100 g y tercera menor a 60 g). Respecto al rendimiento de frutos de primera, se encontró diferencia significativa en los tratamientos (Anexo 6), según la prueba de comparación de Tukey, todos los tratamientos se diferenciaron entre sí. Según el rendimiento de los frutos de categoría comercial “segunda”, los tratamientos T1 y T2 obtuvieron los mayores valores además de diferenciarse de los tratamientos T3 y T4. Por otro lado, el tratamiento T4 obtuvo el mayor rendimiento de frutos de “tercera” (8.66 t ha<sup>-1</sup>), el cual se diferenció del resto de tratamientos (Tabla 25).

**Tabla 25: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la calidad de la producción comercial en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Calidad de la producción comercial							
	Comercial		Primera		Segunda		Tercera	
	t	%	t	%	t	%	t	%
150	66.38	100	37.10 <sup>a</sup>	56.00 <sup>a</sup>	24.90 <sup>a</sup>	37.46 <sup>c</sup>	4.38 <sup>b</sup>	6.53 <sup>b</sup>
125	51.36	100	24.70 <sup>b</sup>	47.87 <sup>ab</sup>	22.88 <sup>a</sup>	44.65 <sup>bc</sup>	3.78 <sup>b</sup>	7.48 <sup>b</sup>
100	37.43	100	15.80 <sup>c</sup>	41.98 <sup>b</sup>	18.08 <sup>b</sup>	48.35 <sup>ab</sup>	3.55 <sup>b</sup>	9.67 <sup>b</sup>
75	32.59	100	6.15 <sup>d</sup>	18.96 <sup>c</sup>	17.77 <sup>b</sup>	54.41 <sup>a</sup>	8.66 <sup>a</sup>	26.63 <sup>a</sup>
Promedio	46.94	100	20.94	41.20	20.91	46.22	5.09	12.58
CV %	29.96	-	58.10	36.29	19.16	16.30	49.83	73.80

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Como se observa en la *Figura 13*, los porcentajes de la producción catalogada como primera disminuyen a medida que se disminuye la lámina de riego, de igual modo, el porcentaje producido de frutos de segunda y tercera aumenta. A nivel de las categorías comerciales, se encontró diferencias significativas a nivel de tratamientos en todas las categorías de producción comercial. Mayores láminas de riego promueven la formación de frutos con pesos mayores a los 100 gramos, los cuales son muy cotizados en el mercado, además de que el porcentaje de frutos con un peso menor a 60 g disminuye.



**Figura 13: Porcentaje de calidades comerciales en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya empleado cuatro láminas de riego en Cañete (2019)**

Se coincide con Gonzales (2016) y Baltazar (2018), ambos autores indicaron que los porcentajes de la producción de frutos de primera incrementa cuando se aumentan las láminas de riego. Así mismo, el porcentaje de producción de frutos de tercera, incrementan al disminuir los volúmenes de riego.

En el caso de los rendimientos de las calidades no comerciales, las mayores pérdidas de los frutos se debieron a las plagas y enfermedades (pudrición de frutos por *Botrytis cinérea* y frutos dañados por *Prodiplosis longifila*). Las plagas y enfermedades causan mayores pérdidas en la época de verano. Respecto a la pudrición apical de los frutos, se debe a la falta de calcio en la formación de frutos, como el calcio es de movilidad limitada, su movimiento se vio restringido a medida que se disminuyó las láminas de riego. Según el análisis de varianza (Anexo 6), se encontró diferencia significativa a nivel de tratamientos en el rendimiento con daños de plagas y/o enfermedades, pero no en las pérdidas por pudrición

apical. Pero a nivel de porcentaje que representan si se observó diferencia en ambas categorías (Tabla 26). Respecto al porcentaje que representa la pérdida por pudrición apical, el tratamiento T4 obtuvo el mayor valor (48.13%), y estos porcentajes de pérdida disminuyen a medida que se aumenta la lámina de riego.

**Tabla 26: Efecto de cuatro láminas de riego sobre la calidad de la producción no comercial en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Calidad de la producción no comercial					
	No comercial		Plagas y/o enfermedades		Pudrición apical	
	t	%	t	%	t	%
150	3.77	100	3.22 <sup>a</sup>	84.73 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	15.27 <sup>b</sup>
125	3.06	100	2.51 <sup>ab</sup>	81.88 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	18.12 <sup>b</sup>
100	2.56	100	1.93 <sup>ab</sup>	75.05 <sup>ab</sup>	0.63 <sup>a</sup>	24.95 <sup>ab</sup>
75	2.20	100	1.18 <sup>b</sup>	51.87 <sup>b</sup>	1.03 <sup>a</sup>	48.13 <sup>a</sup>
Promedio	2.90	100	2.21	73.38	0.69	26.62
CV %	32.57	-	46.62	21.33	38.38	58.81

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Según la prueba de comparación de medias de Tukey, en rendimiento de producción con daños por plagas y/o enfermedades, los mayores valores lo obtuvo el tratamiento T1 (3.22 t ha<sup>-1</sup>) diferenciándose solo del tratamiento T4. Se observa un decrecimiento a medida que se restringe las láminas de riego, esto es porque en un mayor número de frutos o rendimiento obtenido, es más probable que existan pérdidas por enfermedades o plagas, en este caso esta variable tiene una relación directamente proporcional con la producción, la cual a medida que se aumenta las láminas de riego, aumenta la producción total y aumenta la probabilidad de que existan pérdidas por plagas y/o enfermedades.

#### 4.2.4. Uso eficiente del agua (WUE)

Se encontró diferencias significativas en la eficiencia del uso del agua en la producción del cultivo de tomate cv. Katya en Cañete. Según la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de confianza de 95 %, el tratamiento con mayor lamina de riego mostró un mejor uso eficiente del agua, con 26.66 kg m<sup>-3</sup>, y se diferenció estadísticamente del

tratamiento T3 (100 % de la ETc) (Tabla 27), estos valores indican un buen aprovechamiento del agua en la formación de frutos y justifica un alto uso de agua en la producción de tomate.

**Tabla 27: Uso eficiente del agua en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya empleando cuatro láminas de riego en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Eficiencia de uso del agua (kg m <sup>-3</sup> )
150	26.66 <sup>a</sup>
125	24.87 <sup>ab</sup>
100	22.04 <sup>b</sup>
75	25.44 <sup>ab</sup>
Promedio	24.75
CV %	9.41

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Hooshmand *et al.* (2019), evaluaron dos niveles de riego deficitario y su control en el cultivo de tomate cv. Valora, en condiciones de invernadero en la universidad Shahid Chamran (Irán). Encontraron diferencia significativa respecto al uso eficiente del agua, reportaron una eficiencia de uso de 13.18, 14.27 y 10.63 kg m<sup>-3</sup> para láminas de riego de 100, 85 y 70 % de la ETc, respectivamente. Celebi (2014), evaluó cuatro láminas de riego (60, 80, 100 y 120 % de la ETc) en el cultivo de tomate cv. H2274 en condiciones de Konya (Turquía). Reportó datos de dos años diferentes (2010 y 2011). En ambos años encontró diferencias significativas en los niveles de riego. En el 2010 la eficiencia fue de 30.9, 32.5, 34.7 y 38.1 kg m<sup>-3</sup>. En el 2011 también se incrementó a medida que el volumen de riego era mayor (15.45, 16.25, 17.35 y 19.05 kg m<sup>-3</sup>). En su experimento de niveles de agua de riego y fertilización nitrogenada en el cultivo de tomate en la provincia de Shaanxi (China). Ya *et al.* (2017), indican que existen diferencias estadísticas en los efectos simples del factor láminas de riego, 49, 42 y 30 kg m<sup>-3</sup> con láminas de riego de 50, 75 y 100 % de la ETc, respectivamente.

Empleando 125 y 150 % de la ETc en las láminas de riego, se obtuvieron mejores eficiencias de uso del agua en la producción de tomate respecto a una producción normal de 100% (Tabla 27) debido a que se logró mejorar la productividad del cultivo. Por otro lado, cuando se utiliza el 75 % de la ETc en las láminas de riego también se obtiene una mejor eficiencia, sin embargo, es elevada por que la producción total fue muy similar entre ambos tratamientos

(75 y 100 %) pero se debe recordar que la calidad de su producción no es deseada para el mercado.

### 4.3. Calidad del fruto

#### 4.3.1. Calidad externa

Las variables de calidad externa evaluadas en el experimento fueron el peso promedio por fruto, el diámetro polar y ecuatorial de los tomates. Según los análisis de varianza (Anexo 6), solo se encontró diferencia a nivel de tratamientos en el diámetro polar de los tomates, en las otras dos variables no se encontró diferencia estadística. Según la prueba de Tukey de las medias de diámetro polar, el tratamiento T1 (150% de la ETc) se diferenció estadísticamente de los otros tres tratamientos (Tabla 28). Respecto al peso promedio de fruto, se coincide con Hott *et al.* (2018), Ya *et al.* (2017), Liu *et al.* (2019), Ertek *et al.* (2012) y Sun *et al.* (2018), quien también observaron que con mayores láminas de riego el peso promedio de los frutos incrementa. Referente a los diámetros (diámetro ecuatorial) y longitudes (diámetro polar) de frutos, se coincide con Siboma *et al.* (2013), Hott, *et al.* (2018), Ertek *et al.* (2012), Gonzales (2016) y Baltazar (2018), quienes encontraron tendencias crecientes en ambas variables a medida que se incrementó los volúmenes de riego. El aumento de los diámetros polares y ecuatoriales así mismo como del peso promedio de los frutos están directamente relacionados a los niveles de agua aplicados en el riego.

**Tabla 28: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el peso(gr) de fruto, diámetro (CM) polar y ecuatorial de frutos de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Peso de fruto (g)	Diámetro (mm)	
		Polar	Ecuatorial
150	121.82 <sup>a</sup>	85.36 <sup>a</sup>	53.30 <sup>a</sup>
125	120.11 <sup>a</sup>	82.30 <sup>b</sup>	54.62 <sup>a</sup>
100	115.77 <sup>a</sup>	80.71 <sup>b</sup>	55.08 <sup>a</sup>
75	118.23 <sup>a</sup>	81.85 <sup>b</sup>	54.43 <sup>a</sup>
Promedio	118.98	82.56	54.36
CV %	3.99	2.49	2.96

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

#### 4.3.2. Calidad interna

La calidad interna evaluada en el experimento de los frutos de tomate fueron el porcentaje de sólidos solubles y el porcentaje de ácido cítrico (Tabla 29). Se encontró diferencias significativas en los sólidos solubles de dos categorías de frutos, en relación al ácido cítrico, solo los frutos de primera presentaron diferencias a nivel de tratamientos (Anexo 6). En el porcentaje de SS de frutos de primera y segunda, el tratamiento que obtuvo el mayor valor en ambos casos fue el T4, este valor de SS disminuyó a medida que se aumentaba la lámina de riego (porcentaje de la ETc).

**Tabla 29: Efecto de cuatro láminas de riego sobre el porcentaje de sólidos solubles y ácido cítrico en frutos de tomate (*S. lycopersicum*) cv. Katya en Cañete (2019)**

Tratamiento (% de la ETc)	Sólidos solubles (%)		Ácido cítrico (%)	
	Primera	Segunda	Primera	Segunda
150	4.54 <sup>c</sup>	4.62 <sup>d</sup>	2.96 <sup>b</sup>	3.03 <sup>a</sup>
125	5.09 <sup>b</sup>	5.16 <sup>c</sup>	3.20 <sup>b</sup>	3.36 <sup>a</sup>
100	5.38 <sup>b</sup>	5.57 <sup>b</sup>	3.24 <sup>ab</sup>	3.46 <sup>a</sup>
75	5.94 <sup>a</sup>	6.04 <sup>a</sup>	3.65 <sup>a</sup>	3.68 <sup>a</sup>
Promedio	5.24	5.35	3.26	3.38
CV %	10.20	10.33	10.03	10.44

Medias seguidas de la misma letra en la columna, no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey al 5 %

Como se muestra en la Tabla 29, la concentración de los sólidos solubles es mayor en los frutos de segunda comparados a los de primera, probablemente por el tamaño y peso que poseen estos frutos. El gran tamaño y peso de los frutos de primera se deben principalmente al agua que contienen, por lo que presentan una solución celular menos concentrada que los frutos de segunda. Además, se observa que los SS aumentan a medida que se disminuye las láminas de riego, esto es porque los frutos de primera y segunda que provengan de plantas sometidas a mayores láminas de riego posiblemente contengan una mayor cantidad de agua intra y extracelular comparado con frutos de plantas regadas con menos volúmenes de agua. Se coincide con Hooshmand *et al.* (2019), Ya *et al.* (2017), Zhang *et al.* (2016), Liu *et al.* (2019), Gonzales (2016) y Baltazar (2018) al encontrar un aumento del porcentaje de sólidos solubles.

Respecto al ácido cítrico de los frutos de primera y segunda de tomate cv. Katya (Tabla 29), se muestra que los frutos de segunda presentan un mayor porcentaje de ácido cítrico que los frutos de primera en todos los tratamientos del experimento. Probablemente porque su maduración se indujo cuando aún no poseían un tamaño adecuado para el mercado. En relación al aumento del porcentaje de ácido cítrico a medida que se disminuye las láminas de riego, se le puede atribuir a la concentración que tiene estos ácidos orgánicos en un fruto menos turgente comparado a los frutos con mayor cantidad de agua que provenían de plantas sometidas a mayores volúmenes de agua.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a las condiciones donde se realizó la presente investigación, de los resultados obtenidos se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- El empleo de elevadas láminas de riego en la producción de tomate en Cañete genera mejoras en algunos parámetros muy importantes del cultivo (número de flores, área foliar, biomasa y materia seca de hojas, tallos, frutos, número de frutos, rendimiento total y comercial, además mejora la calidad comercial de la producción). Se resalta la lámina de riego que representa el 150 % de la ETc como el mejor tratamiento del experimento.
- Las variables, sólidos solubles y porcentaje de ácido cítrico de la calidad de los frutos, son afectadas cuando se emplean diferentes láminas de riego. Los valores de estas variables incrementan a medida que se reduce el volumen de agua de riego.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar el rendimiento y la calidad de las cuatro láminas de riego de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Katya) en otras localizaciones, diferentes 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, porque, diferentes láminas de riego modifican la duración de las etapas del cultivo.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, C. y Martínez, E. (1996). *Relaciones agua, suelo, planta, atmósfera* (4ta ed.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 256 p.
- Akintuğ, B. (2020). *Evaporation and Transpiration*. Middle East Technical University. 30 p. Recuperado de [https://donboscollegeofagriculture.com/wp-content/uploads/2020/04/SEES\\_503\\_-\\_4\\_Evaporation\\_and\\_Evapotranspiration.pdf](https://donboscollegeofagriculture.com/wp-content/uploads/2020/04/SEES_503_-_4_Evaporation_and_Evapotranspiration.pdf)
- Angiosperm Phylogeny Group. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. En: *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1): 1-20
- Aouade, G., Ezzahar, J., Amenzou, N., Er-raki, S., Benkaddour, A., Khabba, S. y 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 (1): 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.021>
- Baez, L. y Alcaraz, G. (2013). *Importancia del agua en la agricultura*. DiarioABC digital. Paraguay. Consultado el 15 de octubre del 2019, Disponible en <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/abc-rural/importancia-del-agua-en-agricultura-551546.html>
- Baltazar, B. (2018). *Rendimiento y calidad en tomate (Solanum lycopersicum L. cv. Toroty F1) empleando cuatro láminas de riego* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 120 p. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3220/baltazar-zu%3%bliga-boris-isaac.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Basso, C., Villafañe, G., y Villafañe, R. (2016). Evapotranspiración y coeficientes de cultivo (kc) de estevia [*Stevia rebaudiana* B.] bajo condiciones parcialmente protegidas. *Bioagro*. 28 (2): 131 - 136. Recuperado de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612016000200008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612016000200008)

- Bucio, H., Bâ, K., Sánchez, S. y Reyes, D. (2012). Automatización de un lisímetro de pesada. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 3 (4): 807 – 811. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttextpid=S2007-09342012000900025](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextpid=S2007-09342012000900025)
- Castaños, J. (1993). *Horticultura. Manejo Simplificado*. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 227 p.
- Celebi, M. (2014). The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 20 (5): 1151 - 1157. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/1717/ca97580dfb2771d9610deb943d30adb1af1.pdf>
- Chávez, E., González, G., González, J., Dzul, E., Sánchez, I., López, A. y Chávez, J. (2013). Uso de estaciones climatológicas automáticas y modelos matemáticos para determinar la evapotranspiración. *Tecnología y Ciencias Del Agua*. 4 (4): 115 - 126. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tca/v4n4/v4n4a7.pdf>
- Curtis, P. (1996). *Aspectos de la morfología de angiospermas cultivadas*. Universidad Autónoma Chapingo. 134 p.
- Demereck, P., Lourenço, P., Ribeiro, B., Hashiguti, T., Rezende, R. y Faria, J. (2016). Determination of wheat crop coefficient (Kc) and soil water evaporation (Ke) in Maringa, PR, Brazil. *African Journal of Agricultural Research*. 11 (44): 4551 – 4558 pp. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11377>
- Dorais, M., Papadopoulos, A. y Gosselin, A. (2001). Greenhouse tomato fruit quality: the influence of environmental and cultural factors. *Horticultural Reviews*. 26 (1): 239 – 319 pp. <https://doi.org/10.1002/9780470650806.ch5>
- Ertek, A., Erdal, I., Yilmaz, H. y Şenyiğit, U. (2012). Water and nitrogen application levels for the optimum tomato yield and water use efficiency. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 14 (1): 889 - 902. Recuperado de <https://jast.modares.ac.ir/article-23-8956-en.pdf>
- Fan, Z. y Thomas, A. (2013). Spatiotemporal variability of reference evapotranspiration and its contributing climatic factors in Yunnan Province, SW China, 1961 - 2004. *Climatic Change*. 116 (2): 309 – 325. <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0479-4>
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2006). *Evapotranspiración del cultivo Guías para la determinación de los requerimientos*

- de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y Drenaje. 322 p. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-x0490s.pdf>
- FAO. Estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Consultado el 27 de agosto del 2019. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Ghiat, I., Mackey, H. y Al-Ansari, T. (2021). A review of evapotranspiration measurement models, techniques and methods for open and closed agricultural field applications. *Water*, 13 (1): 2523 – 2536 pp. <https://doi.org/10.3390/w13182523>
- Gonzales, E. (2016) *Rendimiento y calidad de tomate (Solanum lycopersicum L. cv. Katya) empleando cuatro láminas de riego bajo condiciones de Cañete* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 117 p. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2629/F06-G655-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Google Earth. (2019, 19 de noviembre). *Imágenes satelitales de los lotes estudiados*. Us Dept os State Geographer. Software.
- Hashem, A., Engel, B., Bralts, V., Radwan, S., y Rashad, M. (2016). Irrigation y Drainage Systems Engineering Performance Evaluation and Development of Daily Reference Evapotranspiration Model. *Irrigat Drainage Systems Engineering*. 5 (1): 1 – 6.
- Heuvelink, E. y Dorais, M. (2005). *Crop growth and yield*. En Heuvelink. (2013). *Tomatoes*. CABI, Wallingford. 85 - 144 p.
- Hooshmand, M., Albaji, M., Borromand, S. y Zadeh, N. (2019). The effect of deficit irrigation on yield and yield components of greenhouse tomato (*Solanum lycopersicum*) in hydroponic culture in Ahvaz region, Iran. *Scientia Horticulturae*. 254 (1): 84 - 90. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.084>
- Hott, M., Reis, E., Souza, V., Rosa, L. y García, G. (2018). Development of tomato plants under different water tensions in soil during the productive stage. *IDESIA (Chile)*. 36 (3): 63 - 68. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001201>
- Jano, F. (2006). *Cultivo y producción de tomate*. Lima, Perú: Ediciones RIPALME. 136 p.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. (2007). *Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 p.
- Krumbein, A., Schwarz, D. y Kläring, H. (2006). Effects of environmental factors on carotenoid content in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) grown in a

- greenhouse. *Journal of Applied Botany and Food Quality*. 80 (2): 160 – 164.  
Recuperado de <https://ojs.openagrar.de/index.php/JABFQ/article/view/2177>
- Lagouarde, J. y Boulet, G. (2016). *Energy Balance of Continental Surfaces and the Use of Surface Temperature*, En: Nicolas, B., Mehrez, Z. (Eds.), *Land Surface Remote Sensing in Continental Hydrology in Remote Sensing Observations of Continental Surfaces*. Francia. 502 p.
- Liu, H., Li, H., Ning, H., Zhang, X., Li, S., Pang, J., Wang, G. y Sun, J. (2019). Optimizing irrigation frequency and amount to balance yield, fruit quality and water use efficiency of greenhouse tomato. *Agricultural Water Managemen*. 226 (1): 11. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.105787>
- 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.
- Marangoni, A., Jackman, R. y Stanley, D. (1995). Chilling-associated softening of tomato fruit is related to increased pectinmethylesterase activity. *Journal of Food Science*. 60 (6): 1277–1281. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb04572.x>
- Marek, G., Evett, W., Gowda, S., Howell, P., Copeland, K. y Baumhardt, R. (2014). Post-processing techniques for reducing errors in weighing lysimeter evapotranspiration (ET) datasets. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 57 (2): 499–515. <https://doi.org/10.13031/trans.57.10433>
- Maroto, J. (2000). *Horticultura herbácea especial* (4ta ed.). Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa. 704 p.
- Maroto, J. (2002). *Horticultura herbácea especial* (5ta ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi–Prensa. 702 p.
- Marshall, M., Thenkabail, P., Biggs, T. y 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 (1): 122-134. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2015.12.025>
- MINAGRI. Ministerio Nacional de Agricultura y Riego del Perú. (2022). *Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA)*. Consultado el 10 de marzo del 2023. Disponible en [http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)
- MINAGRI. Ministerio Nacional de Agricultura y Riego del Perú. (2022). *Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. Anuario Estadístico de Producción Agrícola 2022*.

- Disponible en <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=publicaciones/anuario-de-produccion-agricola>
- Monrandes, H., Escalona, V., Alvarado, P., Urbina, C. y Martín, A. (2009) *Manual de cultivo de tomate. (Lycopersicon esculentum Mill)*. Nudo Hortícola VI; Chile. 60 p. Recuperado de [http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales\\_innova/Manual\\_cultivo\\_tomate.pdf](http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_tomate.pdf)
- Nuez, F. (2001). *El cultivo del tomate*. Madrid, España: Editorial Mundi-Prensa. 793 p.
- Paredes, A. (2009). *Manual del cultivo de tomate en invernadero*. Corpoica. 56 p. Recuperado de [https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2196/43989\\_55756.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2196/43989_55756.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Paván, M. (1995). *Interpretación de los análisis químicos del suelo y recomendaciones de encalado y fertilizantes*. Nueva San Salvador, El Salvador.
- Peralta, I. y Spooner, D. (2007). History, origin and early cultivation of tomato (solanaceae). En: Razdan, M. y Mattoo, A. Genetic improvement of Solanaceous crops, *Science Publishers*. 2 (1): 1–27. Recuperado de <https://vcru.wisc.edu/spoonerlab/pdf/Peralta%20and%20Spooner%20vol.2.pdf>
- Peralta, I., Knapp, S. y Spooner, D. (2006). Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. *Report of the Tomato Genetics Cooperative*. 56 (1): 6–12. Recuperado de <https://vcru.wisc.edu/spoonerlab/pdf/TGC%20Report%20nomenclature%20for%20wild%20and%20cultivated%20tomatoes.pdf>
- Pereira, A. y Pires, L. (2011). *Evapotranspiration and water management for crop production*. En Gerosa, G. (2011). *Evapotranspiration From Measurements to agricultural and Environmental Applications*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/221919364\\_Evapotranspiration\\_and\\_Water\\_Management\\_for\\_Crop\\_Production](https://www.researchgate.net/publication/221919364_Evapotranspiration_and_Water_Management_for_Crop_Production)
- Pereira, A., Villa nova, N., Pires, L., Angelocci, L. y Beruski, G. (2012). Estimation method of grass net radiation on the determination of potential evapotranspiration. *Meteorological Applications*. 21 (2): 369–375. <https://doi.org/10.1002/met.1346>
- Resh, H. (1993). *Cultivos hidropónicos. nuevas técnicas de producción* (3ra ed.). Editorial Mundi-Prensa. 369 p.

- Reyes, A., Martínez, J., Palomo, M., Salgado, A. y Rivera, M. (2013). Uso de sensores remotos para estimar la evapotranspiración de cultivos en la comarca lagunera. *Agrofaz*, 13 (1): 23–31.
- Rodríguez, R., Tabares, R. y Medina, J. (2001). *Cultivo moderno del tomate* (2da ed.). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa. 255 p.
- Rosales, M. (2008) *Producción y calidad nutricional en frutos de tomate cherry cultivados en dos invernaderos mediterráneos experimentales: Respuestas metabólicas y fisiológicas* (Tesis de Doctorado). Universidad de Granada, Granada, España. 231 p. Recuperado de <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/1943/17569801.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, M. y Carvacho, L. (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*. 36 (3): 171–186. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-34022011000300010](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34022011000300010)
- Sañudo, R. (2013). *El cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) y el potencial endoítico de diferentes aislados de Beauveria bassiana* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa, México. 70 p. Recuperado de <http://uaim.mx/cgip/PDF/TesisRosarioRaudelSanudo.pdf>
- Siboma, I., Aguyoh, J. y Opiyo, A. (2013). Water stress affects growth and yield of container grown tomato (*Lycopersicon esculentum mill*) plants. *Global journal of bioscience and biotechnology*. 2 (4): 461–466. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/522d/7bbb10a277f58a05fae9463f3c3437708682.pdf>
- San Martín, C., Ordaz, V., Sánchez, P., Beryl, M. y Borges, L. (2011). Producción de tomate en diferentes granulometrías de “tezontle”. *Agrociencia*. 46 (3): 243–254. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-31952012000300004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952012000300004)
- Sun, Q., Wang, Y., Chen, G., Yang, H. y Du, T. (2001). Water use efficiency was improved at leaf and yield levels of tomato plants by continuous irrigation using semipermeable membrane. *Agricultural Water Management*. 203 (1): 430–437. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.02.007>

- Tjalling, H. (2006). Crop - Kit. *Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate*. Lima, Perú. 84 p. Recuperado de [http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop\\_Kit\\_Tomato\\_L-ES.pdf](http://www.sqm-vitas.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf)
- Trujillo, M., Ramírez, R., Peña, A. y Castillo, A. (2015). Estimation models for the reference evapotranspiration. *Agrociencia*. 49 (8): 821–836. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/288220015\\_Estimation\\_models\\_for\\_the\\_reference\\_evapotranspiration\\_value\\_in\\_the\\_northern\\_Banana\\_zone\\_of\\_Antioquian\\_Uraba\\_Colombia](https://www.researchgate.net/publication/288220015_Estimation_models_for_the_reference_evapotranspiration_value_in_the_northern_Banana_zone_of_Antioquian_Uraba_Colombia)
- Ugás, R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A. y Toledo, J. (2000). *Datos básicos de hortalizas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 202 p. Disponible en <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Datosbasicos.html>
- USDA. United States Department of Agriculture. (2018). *Nutrition fact of tomato raw*. Consultado el 8 de diciembre del 2019. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/342502/nutrients>
- Valadéz, L. (1990). *Producción de hortalizas*. México: Editorial Limusa. 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. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0741-9>
- Vigliola, M. (2007). *Manual de horticultura*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Hemisferio Sur. 264 p.
- Wien, H. (1997). *The physiology of vegetable crops*. CAB international, London, UK. 651 p.
- Ya, D., Hong, C., Shi, L., Xiao, G. y Yu, C. (2017). Response of yield, quality, water and nitrogen use efficiency of tomato to different levels of water and nitrogen under drip irrigation in Northwestern China. *Journal of Integrative Agriculture*. 16 (5): 1153 - 1161 pp. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61371-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61371-0)
- Zhang, H., Xiong, Y., Huang, G., Xu, X. y Huang, Q. (2016). Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District. *Agricultural Water Management*. 179 (1): 205 – 214 pp. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.07.022>

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Producción y área cosechada mundial de tomate (2011 - 2020)

<b>Año</b>	<b>Área cosechada (miles de ha)</b>	<b>Producción (M de t)</b>
<b>2008</b>	4544.59	158.94
<b>2009</b>	4802.39	163.46
<b>2010</b>	4847.49	165.22
<b>2011</b>	4912.40	174.45
<b>2012</b>	4824.19	176.51
<b>2013</b>	4854.46	177.38
<b>2014</b>	4876.14	178.02
<b>2015</b>	5004.56	180.23
<b>2016</b>	4999.18	183.01
<b>2017</b>	5051.98	186.82

FUENTE: FAO (2021)

### Anexo 2: Producción de tomate por continente en el año 2020

<b>Continente</b>	<b>Producción (M de t)</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Europa</b>	22.81	12.21
<b>Oceanía</b>	0.34	0.18
<b>África</b>	22.23	11.90
<b>América</b>	24.45	13.09
<b>Asia</b>	116.99	62.62

FUENTE: FAO (2021)

**Anexo 3: Producción, superficie cosechada, rendimiento y precio en chacra de tomate en los últimos diez años**

<b>Años</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Superficie cosechada (ha)</b>	<b>Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Precio en chacra (S/ kg<sup>-1</sup>)</b>
<b>2009</b>	221594	5979	37.06	0.76
<b>2010</b>	224897	6040	37.23	0.73
<b>2011</b>	186002	5147	36.14	0.76
<b>2012</b>	229356	5581	41.10	0.77
<b>2013</b>	253588	5777	43.90	0.71
<b>2014</b>	265948	6004	44.29	1.00
<b>2015</b>	236287	5904	40.02	0.85
<b>2016</b>	232898	6070	38.37	0.91
<b>2017</b>	220618	5618	39.27	1.06
<b>2018</b>	252998	5494	46.05	1.14

FUENTE: MINAGRI (2018)

**Anexo 4: Plan de fertilización del cultivo de tomate en Cañete 2019**

<b>Fertirrigación</b>	<b>N%</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>%</b>	<b>K<sub>2</sub>O%</b>	<b>NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (kg/2234.4 m<sup>2</sup>)</b>	<b>KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (kg/2234.4 m<sup>2</sup>)</b>	<b>KNO<sub>3</sub> (kg/2234.4 m<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	1	3.4	1	1.29	1.46	1.38
<b>2</b>	1	3.4	1	1.29	1.46	1.38
<b>3</b>	1	3.4	1	1.29	1.46	1.38
<b>4</b>	1	3.4	1	1.29	1.46	1.38
<b>5</b>	1	3.4	1	1.29	1.46	1.38
<b>6</b>	3	4.25	1.75	4.35	1.83	2.96
<b>7</b>	3	4.25	1.75	4.35	1.83	2.96
<b>8</b>	3	4.25	1.75	4.35	1.83	2.96
<b>9</b>	3	4.25	1.75	4.35	1.83	2.96
<b>10</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>11</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>12</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>13</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>14</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>15</b>	3.33	2.83	2.83	3.66	1.22	6.11
<b>16</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	0
<b>17</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	7.41
<b>18</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	7.41
<b>19</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	7.41
<b>20</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	7.41
<b>21</b>	3.33	2.67	3.33	3.12	1.15	7.41
<b>22</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53

«Continuación»

<b>23</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53
<b>24</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53
<b>25</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53
<b>26</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53
<b>27</b>	2.83	2.83	3	2.56	1.22	6.53
<b>28</b>	4.25	4	4.5	3.8	1.72	9.87
<b>29</b>	4.25	4	4.5	3.8	1.72	9.87
<b>30</b>	4.25	4	4.5	0	1.72	9.87
<b>31</b>	4.25	4	4.5	3.8	1.72	9.87
<b>32</b>	2.25	0	3.75	0.31	0	9.31
<b>33</b>	2.25	0	3.75	0	0	9.31
<b>34</b>	2.25	0	3.75	0	0	9.31
<b>35</b>	2.25	0	3.75	0.31	0	9.31
<b>total</b>	100	100	100	91.86	42.97	208.39
Total sacos (25 kg)				3.67	1.72	8.34

#### Anexo 5: Aplicaciones fitosanitarias realizadas en Cañete 2019

Fecha	Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis	Cilindros	kg o L
18-Ene	acid color	ácido	0.15	0.3	0.045
	super weet	adherente	0.2	0.3	0.06
	movento	spirotetramat	0.2	0.3	0.06
	Azufre	Azufre	0.5		
	previcure	propamocarb + fosetil	0.25	0.3	0.075
22-Ene	acid color	ácido	0.15	0.4	0.06
	super weet	adherente	0.2	0.4	0.08
	arranque	methomil	0.1	0.4	0.04
	fipronil	fipronil	0.3	0.4	0.12
	howai	Tiofenato + tiram	0.3	0.4	0.12
31-Ene	acid color	ácido	0.15	0.5	0.075
	super weet	adherente	0.2	0.5	0.1
	score	triazol	0.1	0.5	0.05
	confidor	imidacloprid 360g	0.25	0.5	0.125
	Azufre	Azufre	0.5		
	voliam flexi	clorantraniliprol + tiametoxam	0.12	0.5	0.06
6-Feb	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	super weet	adherente	0.2	1	0.2
	movento	spirotetramat	0.2	1	0.2
	tifon	chlolorpiriphos	0.3	1	0.3
8-Feb	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	tritek	aceite	1	1	1
	controller plus	imidacloprid 700g	0.1	1	0.1
	score	triazol	0.1	1	0.1
	arranque	methomil	0.2	1	0.2
	Ca - b	Ca-B	0.3	1	0.3
	Azufre	Azufre	0.5		
14-Feb	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	tritek	aceite	0.1	1	0.1
	movento	spirotetramat	0.2	1	0.2
	score	triazol	0.1	1	0.1
	Ca - b	Ca-B	0.4	1	0.4
	Azufre	Azufre	0.5		

«Continuación»

19-Feb	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	Ca - b	Ca-B	0.3	1	0.3
	super weet	adherente	0.2	1	0.2
	arranque	methomil	0.25	1	0.25
	fipronil	fipronil	0.3	1	0.3
	phycoterra	algas marinas	0.25	1	0.25
21-Feb	acid color	ácido	0.2	0.7	0.12
	tritek	aceite	1	0.7	0.7
	controller plus	imidacloprid 700g	0.1	0.7	0.1
	epico	azoxystrobin + tebuconazole	0.1	0.7	0.1
	monitor	methamidophos	0.7	0.7	0.5
	voliam flexi	clorantraniliprol + tiametoxam	0.2	0.7	0.14
28-Feb	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	tritek	aceite	0.5	1	0.5
	aminoacido	aminoacido	0.25	1	0.25
	switch	Ciprodinil+fludoxonil	0.1	1	0.1
	score	triazol	0.1	1	0.1
	voliam flexi	clorantraniliprol + tiametoxam	0.15	1	0.15
	arranque	methomil	1.25	1	1.25
	fipronil	fipronil	0.2	1	0.2
7-Mar	acid color	ácido	0.15	1	0.15
	tritek	aceite	0.75	1	0.75
	phycoterra	algas marinas	0.25	1	0.25
	previcure	propamocarb + fosetil	0.2	1	0.2
	confidor	imidacloprid 360g	0.3	1	0.3
	tifon	chlорpiriphos	0.4	1	0.4
	13-Mar	acid color	ácido	0.2	1
tritek		aceite	0.75	1	0.75
movento		spirotetramat	0.2	1	0.2
arranque		methomil	0.2	1	0.2
previcure		propamocarb + fosetil	0.2	1	0.2
voliam flexi		clorantraniliprol + tiametoxam	0.2	1	0.2
delfan plus		aminoacidos	0.25	1	0.25
20-Mar	acid color	ácido	0.2	1	0.2
	tritek	aceite	0.75	1	0.75
	phycoterra	algas marinas	0.25	1	0.25
	fipronil	fipronil	0.3	1	0.3
	confidor	imidacloprid 360g	0.4	1	0.4
	monitor	methamidophos	0.5	1	0.5
27-Mar	acid color	ácido	0.2	1	0.2
	tritek	aceite	0.75	1	0.75
	phycoterra	algas marinas	0.25	1	0.25
	controller plus	imidacloprid 700g	0.1	1	0.1
	lorsban	chlорpiriphos	0.4	1	0.4
	score	triazol	0.1	1	0.1

## Anexo 6: Análisis de varianza de las variables evaluadas

Análisis de varianza número de flores

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2956.47	985.491	125.43	0.000
<b>Fila</b>	3	75.93	25.311	3.22	0.104
<b>Columna</b>	3	51.67	17.223	2.19	0.190
<b>Error</b>	6	47.14	7.857		
<b>Total</b>	15	3131.22			

Análisis de varianza porcentaje de cuajado

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	6.750	2.2500	2.45	0.161
<b>Fila</b>	3	4.750	1.5833	1.73	0.260
<b>Columna</b>	3	10.750	3.5833	3.91	0.073
<b>Error</b>	6	5.500	0.9167		
<b>Total</b>	15	27.750			

Análisis de varianza altura de planta 27 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.002122	0.000707	6.15	0.029
<b>Fila</b>	3	0.001922	0.000641	5.57	0.036
<b>Columna</b>	3	0.001818	0.000606	5.27	0.041
<b>Error</b>	6	0.000690	0.000115		
<b>Total</b>	15	0.006553			

Análisis de varianza altura de planta 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.014523	0.004841	9.20	0.012
<b>Fila</b>	3	0.003145	0.001048	1.99	0.217
<b>Columna</b>	3	0.006282	0.002094	3.98	0.071
<b>Error</b>	6	0.003158	0.000526		
<b>Total</b>	15	0.027108			

Análisis de varianza altura de planta 41 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.020510	0.006837	9.43	0.011
<b>Fila</b>	3	0.006355	0.002118	2.92	0.122
<b>Columna</b>	3	0.014055	0.004685	6.46	0.026
<b>Error</b>	6	0.004351	0.000725		
<b>Total</b>	15	0.045271			

Análisis de varianza altura de planta 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.042735	0.014245	6.12	0.030
<b>Fila</b>	3	0.003156	0.001052	0.45	0.725
<b>Columna</b>	3	0.025123	0.008374	3.60	0.085
<b>Error</b>	6	0.013972	0.002329		
<b>Total</b>	15	0.084986			

Análisis de varianza altura de planta 55 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.10657	0.035524	6.89	0.023
<b>Fila</b>	3	0.02105	0.007017	1.36	0.341
<b>Columna</b>	3	0.01397	0.004656	0.90	0.493
<b>Error</b>	6	0.03092	0.005154		
<b>Total</b>	15	0.17251			

Análisis de varianza altura de planta 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.191258	0.063753	44.26	0.000
<b>Fila</b>	3	0.005435	0.001812	1.26	0.370
<b>Columna</b>	3	0.044508	0.014836	10.30	0.009
<b>Error</b>	6	0.008643	0.001441		
<b>Total</b>	15	0.249844			

Análisis de varianza área foliar 21 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.000143	0.000048	3.11	0.110
<b>Fila</b>	3	0.000072	0.000024	1.58	0.290
<b>Columna</b>	3	0.000066	0.000022	1.45	0.319
<b>Error</b>	6	0.000092	0.000015		
<b>Total</b>	15	0.000373			

Análisis de varianza área foliar 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.083690	0.027897	21.90	0.001
<b>Fila</b>	3	0.001580	0.000527	0.41	0.750
<b>Columna</b>	3	0.005958	0.001986	1.56	0.294
<b>Error</b>	6	0.007642	0.001274		
<b>Total</b>	15	0.098870			

Análisis de varianza área foliar 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	22.4480	7.48266	305.86	0.000
<b>Fila</b>	3	0.0038	0.00128	0.05	0.983
<b>Columna</b>	3	0.0475	0.01584	0.65	0.613
<b>Error</b>	6	0.1468	0.02446		
<b>Total</b>	15	22.6461			

Análisis de varianza área foliar 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	27.5680	9.18934	306.26	0.000
<b>Fila</b>	3	0.0386	0.01285	0.43	0.740
<b>Columna</b>	3	0.0422	0.01406	0.47	0.715
<b>Error</b>	6	0.1800	0.03001		
<b>Total</b>	15	27.8288			

Análisis de varianza área foliar 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	31.9093	10.6364	685.68	0.000
<b>Fila</b>	3	0.0460	0.0153	0.99	0.459
<b>Columna</b>	3	0.0188	0.0063	0.40	0.756
<b>Error</b>	6	0.0931	0.0155		
<b>Total</b>	15	32.0671			

Análisis de varianza área foliar 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	23.2639	7.75465	142.11	0.000
<b>Fila</b>	3	0.1030	0.03435	0.63	0.622
<b>Columna</b>	3	0.1570	0.05235	0.96	0.470
<b>Error</b>	6	0.3274	0.05457		
<b>Total</b>	15	23.8514			

Análisis de varianza área foliar 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	12.5331	4.17768	175.12	0.000
<b>Fila</b>	3	0.0214	0.00712	0.30	0.826
<b>Columna</b>	3	0.0464	0.01546	0.65	0.612
<b>Error</b>	6	0.1431	0.02386		
<b>Total</b>	15	12.7439			

Análisis de varianza peso fresco foliar 21 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	47.56	15.852	1.69	0.266
<b>Fila</b>	3	45.62	15.206	1.63	0.280
<b>Columna</b>	3	419.81	139.936	14.96	0.003
<b>Error</b>	6	56.13	9.355		
<b>Total</b>	15	569.11			

Análisis de varianza peso fresco foliar 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	7170	2390.1	3.95	0.072
<b>Fila</b>	3	2353	784.2	1.30	0.359
<b>Columna</b>	3	1265	421.7	0.70	0.587
<b>Error</b>	6	3630	605.0		
<b>Total</b>	15	14418			

Análisis de varianza peso fresco foliar 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	412418	137473	3.48	0.090
<b>Fila</b>	3	82728	27576	0.70	0.586
<b>Columna</b>	3	62276	20759	0.53	0.681
<b>Error</b>	6	236917	39486		
<b>Total</b>	15	794339			

Análisis de varianza peso fresco foliar 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	478562	159521	0.85	0.514
<b>Fila</b>	3	106401	35467	0.19	0.900
<b>Columna</b>	3	353385	117795	0.63	0.622
<b>Error</b>	6	1122507	187084		
<b>Total</b>	15	2060854			

Análisis de varianza peso fresco foliar 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2728939	909646	3.44	0.092
<b>Fila</b>	3	153356	51119	0.19	0.897
<b>Columna</b>	3	272831	90944	0.34	0.795
<b>Error</b>	6	1586746	264458		
<b>Total</b>	15	4741872			

Análisis de varianza peso fresco foliar 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1648160	549387	11.19	0.007
<b>Fila</b>	3	476759	158920	3.24	0.103
<b>Columna</b>	3	726047	242016	4.93	0.047
<b>Error</b>	6	294597	49099		
<b>Total</b>	15	3145562			

Análisis de varianza peso fresco foliar 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1311863	437288	4.70	0.051
<b>Fila</b>	3	434079	144693	1.56	0.295
<b>Columna</b>	3	739972	246657	2.65	0.143
<b>Error</b>	6	557817	92970		
<b>Total</b>	15	3043732			

Análisis de varianza materia seca foliar 21 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.8387	0.2796	0.46	0.720
<b>Fila</b>	3	1.1683	0.3894	0.64	0.616
<b>Columna</b>	3	3.1174	1.0391	1.71	0.263
<b>Error</b>	6	3.6414	0.6069		
<b>Total</b>	15	8.7658			

Análisis de varianza materia seca foliar 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	4.292	1.431	0.08	0.967
<b>Fila</b>	3	18.864	6.288	0.36	0.784
<b>Columna</b>	3	8.253	2.751	0.16	0.921
<b>Error</b>	6	104.558	17.426		
<b>Total</b>	15	135.968			

Análisis de varianza materia seca foliar 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	7.1056	2.36853	1.76	0.255
<b>Fila</b>	3	0.2831	0.09437	0.07	0.974
<b>Columna</b>	3	12.7045	4.23483	3.14	0.108
<b>Error</b>	6	8.0815	1.34692		
<b>Total</b>	15	28.1747			

Análisis de varianza materia seca foliar 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	8.417	2.8055	3.33	0.098
<b>Fila</b>	3	4.360	1.4534	1.72	0.261
<b>Columna</b>	3	3.739	1.2464	1.48	0.312
<b>Error</b>	6	5.063	0.8438		
<b>Total</b>	15	21.579			

Análisis de varianza materia seca foliar 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	13.2661	4.4220	4.86	0.048
<b>Fila</b>	3	2.6414	0.8805	0.97	0.467
<b>Columna</b>	3	0.9706	0.3235	0.36	0.787
<b>Error</b>	6	5.4560	0.9093		
<b>Total</b>	15	22.3340			

Análisis de varianza materia seca foliar 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	15.246	5.0819	10.29	0.009
<b>Fila</b>	3	2.225	0.7418	1.50	0.307
<b>Columna</b>	3	1.067	0.3558	0.72	0.575
<b>Error</b>	6	2.963	0.4938		
<b>Total</b>	15	21.501			

Análisis de varianza materia seca foliar 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	23.778	7.9259	5.36	0.039
<b>Fila</b>	3	1.986	0.6619	0.45	0.728
<b>Columna</b>	3	2.791	0.9302	0.63	0.622
<b>Error</b>	6	8.869	1.4781		
<b>Total</b>	15	37.423			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 21 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	13.825	4.608	1.61	0.284
<b>Fila</b>	3	7.138	2.379	0.83	0.524
<b>Columna</b>	3	85.023	28.341	9.88	0.010
<b>Error</b>	6	17.206	2.868		
<b>Total</b>	15	123.192			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2083.9	694.62	6.71	0.024
<b>Fila</b>	3	1552.8	517.59	5.00	0.045
<b>Columna</b>	3	178.7	59.58	0.58	0.652
<b>Error</b>	6	621.1	103.51		
<b>Total</b>	15	4436.5			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	68533	22844	3.31	0.099
<b>Fila</b>	3	15780	5260	0.76	0.555
<b>Columna</b>	3	11372	3791	0.55	0.667
<b>Error</b>	6	41434	6906		
<b>Total</b>	15	137119			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	145555	48518	3.47	0.091
<b>Fila</b>	3	76901	25634	1.84	0.241
<b>Columna</b>	3	55837	18612	1.33	0.349
<b>Error</b>	6	83799	13966		
<b>Total</b>	15	362092			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	446762	148921	3.89	0.074
<b>Fila</b>	3	35129	11710	0.31	0.821
<b>Columna</b>	3	28014	9338	0.24	0.863
<b>Error</b>	6	229891	38315		
<b>Total</b>	15	739795			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	407976	135992	21.44	0.001
<b>Fila</b>	3	56332	18777	2.96	0.120
<b>Columna</b>	3	18952	6317	1.00	0.456
<b>Error</b>	6	38061	6344		
<b>Total</b>	15	521322			

Análisis de varianza peso fresco de tallos 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	468019	156006	3.92	0.073
<b>Fila</b>	3	175624	58541	1.47	0.314
<b>Columna</b>	3	135614	45205	1.14	0.407
<b>Error</b>	6	238829	39805		
<b>Total</b>	15	1018086			

Análisis de varianza materia seca de tallos 21 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2.3021	0.76737	0.80	0.540
<b>Fila</b>	3	0.6227	0.20757	0.22	0.882
<b>Columna</b>	3	0.2981	0.09938	0.10	0.955
<b>Error</b>	6	5.7895	0.96491		
<b>Total</b>	15	9.0124			

Análisis de varianza materia seca de tallos 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2.234	0.7448	0.03	0.991
<b>Fila</b>	3	60.877	20.2923	0.91	0.489
<b>Columna</b>	3	71.031	23.6769	1.07	0.431
<b>Error</b>	6	133.341	22.2234		
<b>Total</b>	15	267.483			

Análisis de varianza materia seca de tallos 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1.679	0.5598	0.34	0.796
<b>Fila</b>	3	1.342	0.4472	0.27	0.842
<b>Columna</b>	3	4.463	1.4876	0.91	0.489
<b>Error</b>	6	9.786	1.6309		
<b>Total</b>	15	17.269			

Análisis de varianza materia seca de tallos 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3.050	1.0165	0.41	0.753
<b>Fila</b>	3	1.140	0.3801	0.15	0.924
<b>Columna</b>	3	2.438	0.8126	0.33	0.807
<b>Error</b>	6	14.928	2.4879		
<b>Total</b>	15	21.555			

Análisis de varianza materia seca de tallos 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	19.205	6.402	2.26	0.182
<b>Fila</b>	3	14.453	4.818	1.70	0.265
<b>Columna</b>	3	5.841	1.947	0.69	0.592
<b>Error</b>	6	17.001	2.834		
<b>Total</b>	15	56.500			

Análisis de varianza materia seca de tallos 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	15.9918	5.3306	15.44	0.003
<b>Fila</b>	3	0.7589	0.2530	0.73	0.569
<b>Columna</b>	3	1.3396	0.4465	1.29	0.360
<b>Error</b>	6	2.0719	0.3453		
<b>Total</b>	15	20.1623			

Análisis de varianza materia seca de tallos 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	46.5654	15.5218	9.80	0.010
<b>Fila</b>	3	0.5033	0.1678	0.11	0.954
<b>Columna</b>	3	7.4992	2.4997	1.58	0.290
<b>Error</b>	6	9.4988	1.5831		
<b>Total</b>	15	64.0666			

Análisis de varianza peso fresco de frutos 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	24784.2	8261.4	16.44	0.003
<b>Fila</b>	3	602.1	200.7	0.40	0.759
<b>Columna</b>	3	576.4	192.1	0.38	0.770
<b>Error</b>	6	3014.6	502.4		
<b>Total</b>	15	28977.3			

Análisis de varianza peso fresco de frutos 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	443414	147805	5.77	0.034
<b>Fila</b>	3	39023	13008	0.51	0.691
<b>Columna</b>	3	104794	34931	1.36	0.341
<b>Error</b>	6	153771	25628		
<b>Total</b>	15	741001			

Análisis de varianza peso fresco de frutos 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3588753	1196251	16.45	0.003
<b>Fila</b>	3	54552	18184	0.25	0.859
<b>Columna</b>	3	1135282	378427	5.20	0.042
<b>Error</b>	6	436258	72710		
<b>Total</b>	15	5214844			

Análisis de varianza peso fresco de frutos 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	15255840	5085280	21.67	0.001
<b>Fila</b>	3	334236	111412	0.47	0.711
<b>Columna</b>	3	1486635	495545	2.11	0.200
<b>Error</b>	6	1408216	234703		
<b>Total</b>	15	18484926			

Análisis de varianza peso fresco de frutos 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	46193268	15397756	59.82	0.000
<b>Fila</b>	3	885848	295283	1.15	0.403
<b>Columna</b>	3	516251	172084	0.67	0.602
<b>Error</b>	6	1544307	257384		
<b>Total</b>	15	49139674			

Análisis de varianza materia seca de frutos 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	5.070	1.6899	0.95	0.475
<b>Fila</b>	3	3.012	1.0038	0.56	0.659
<b>Columna</b>	3	2.356	0.7853	0.44	0.733
<b>Error</b>	6	10.703	1.7839		
<b>Total</b>	15	21.140			

Análisis de varianza materia seca de frutos 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1.6100	0.5367	3.78	0.078
<b>Fila</b>	3	3.6311	1.2104	8.52	0.014
<b>Columna</b>	3	4.3803	1.4601	10.27	0.009
<b>Error</b>	6	0.8527	0.1421		
<b>Total</b>	15	10.4741			

Análisis de varianza materia seca de frutos 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3.1288	1.0429	1.13	0.410
<b>Fila</b>	3	4.0817	1.3606	1.47	0.314
<b>Columna</b>	3	0.7382	0.2461	0.27	0.848
<b>Error</b>	6	5.5467	0.9244		
<b>Total</b>	15	13.4954			

Análisis de varianza materia seca de frutos 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	5.146	1.7154	2.48	0.158
<b>Fila</b>	3	3.280	1.0933	1.58	0.289
<b>Columna</b>	3	1.506	0.5019	0.73	0.573
<b>Error</b>	6	4.148	0.6913		
<b>Total</b>	15	14.080			

Análisis de varianza materia seca de frutos 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	8.667	2.8891	7.99	0.016
<b>Fila</b>	3	4.145	1.3817	3.82	0.076
<b>Columna</b>	3	3.972	1.3241	3.66	0.083
<b>Error</b>	6	2.169	0.3615		
<b>Total</b>	15	18.954			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	6.793	2.264	1.79	0.249
<b>Fila</b>	3	4.760	1.587	1.25	0.371
<b>Columna</b>	3	3.834	1.278	1.01	0.451
<b>Error</b>	6	7.599	1.266		
<b>Total</b>	15	22.986			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	185.29	61.764	4.89	0.047
<b>Fila</b>	3	86.99	28.996	2.30	0.178
<b>Columna</b>	3	21.43	7.143	0.57	0.657
<b>Error</b>	6	75.77	12.628		
<b>Total</b>	15	369.48			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	162.49	54.16	1.19	0.391
<b>Fila</b>	3	123.73	41.24	0.90	0.493
<b>Columna</b>	3	97.92	32.64	0.72	0.578
<b>Error</b>	6	273.80	45.63		
<b>Total</b>	15	657.93			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	335.08	111.69	3.53	0.088
<b>Fila</b>	3	49.15	16.38	0.52	0.686
<b>Columna</b>	3	57.40	19.13	0.60	0.636
<b>Error</b>	6	189.99	31.66		
<b>Total</b>	15	631.61			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	294.80	98.27	1.58	0.289
<b>Fila</b>	3	40.73	13.58	0.22	0.880
<b>Columna</b>	3	99.70	33.23	0.53	0.675
<b>Error</b>	6	373.02	62.17		
<b>Total</b>	15	808.25			

Análisis de varianza peso fresco de inflorescencias 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	68.08	22.693	9.19	0.012
<b>Fila</b>	3	20.99	6.996	2.83	0.128
<b>Columna</b>	3	11.68	3.895	1.58	0.290
<b>Error</b>	6	14.81	2.469		
<b>Total</b>	15	115.56			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 34 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	11.75	3.917	0.40	0.757
<b>Fila</b>	3	21.15	7.050	0.72	0.574
<b>Columna</b>	3	20.02	6.673	0.69	0.593
<b>Error</b>	6	58.41	9.736		
<b>Total</b>	15	111.33			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 48 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	19.328	6.443	3.04	0.115
<b>Fila</b>	3	6.499	2.166	1.02	0.447
<b>Columna</b>	3	3.092	1.031	0.49	0.705
<b>Error</b>	6	12.735	2.123		
<b>Total</b>	15	41.654			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 62 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	11.259	3.753	0.65	0.610
<b>Fila</b>	3	7.417	2.472	0.43	0.739
<b>Columna</b>	3	18.096	6.032	1.05	0.437
<b>Error</b>	6	34.540	5.757		
<b>Total</b>	15	71.311			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 76 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	25.48	8.493	1.97	0.220
<b>Fila</b>	3	99.99	33.329	7.72	0.018
<b>Columna</b>	3	29.64	9.879	2.29	0.179
<b>Error</b>	6	25.91	4.318		
<b>Total</b>	15	181.01			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 90 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	32.070	10.690	1.19	0.390
<b>Fila</b>	3	25.175	8.392	0.93	0.481
<b>Columna</b>	3	7.915	2.638	0.29	0.829
<b>Error</b>	6	53.968	8.995		
<b>Total</b>	15	119.129			

Análisis de varianza materia seca de inflorescencias 104 ddt

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	34.96	11.654	1.71	0.264
<b>Fila</b>	3	11.29	3.764	0.55	0.665
<b>Columna</b>	3	15.26	5.087	0.75	0.563
<b>Error</b>	6	40.90	6.816		
<b>Total</b>	15	102.41			

Análisis de varianza del rendimiento total

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3028.50	1009.50	59.82	0.000
<b>Fila</b>	3	58.08	19.36	1.15	0.403
<b>Columna</b>	3	33.85	11.28	0.67	0.602
<b>Error</b>	6	101.25	16.87		
<b>Total</b>	15	3221.67			

Análisis de varianza del rendimiento comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2775.88	925.29	62.06	0.000
<b>Fila</b>	3	58.99	19.66	1.32	0.353
<b>Columna</b>	3	41.69	13.90	0.93	0.481
<b>Error</b>	6	89.46	14.91		
<b>Total</b>	15	2966.02			

Análisis de varianza del porcentaje de rendimiento comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3.813	1.271	0.58	0.648
<b>Fila</b>	3	3.352	1.117	0.51	0.688
<b>Columna</b>	3	19.447	6.482	2.97	0.119
<b>Error</b>	6	13.081	2.180		
<b>Total</b>	15	39.693			

Análisis de varianza del rendimiento no comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	5.5483	1.84944	2.60	0.147
<b>Fila</b>	3	0.0791	0.02636	0.04	0.989
<b>Columna</b>	3	3.4753	1.15843	1.63	0.279
<b>Error</b>	6	4.2609	0.71016		
<b>Total</b>	15	13.3636			

Análisis de varianza del porcentaje de rendimiento no comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3.813	1.271	0.58	0.648
<b>Fila</b>	3	3.352	1.117	0.51	0.688
<b>Columna</b>	3	19.447	6.482	2.97	0.119
<b>Error</b>	6	13.081	2.180		
<b>Total</b>	15	39.693			

Análisis de varianza del porcentaje de la primera cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2.1299	0.70996	5.60	0.036
<b>Fila</b>	3	0.6165	0.20549	1.62	0.281
<b>Columna</b>	3	0.1584	0.05282	0.42	0.748
<b>Error</b>	6	0.7613	0.12689		
<b>Total</b>	15	3.6661			

Análisis de varianza del porcentaje de la segunda cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2.811	0.9369	2.67	0.142
<b>Fila</b>	3	1.165	0.3885	1.11	0.417
<b>Columna</b>	3	1.481	0.4935	1.40	0.330
<b>Error</b>	6	2.109	0.3515		
<b>Total</b>	15	7.566			

Análisis de varianza del porcentaje de la tercera cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3.394	1.1315	0.31	0.820
<b>Fila</b>	3	2.818	0.9392	0.25	0.855
<b>Columna</b>	3	23.440	7.8132	2.12	0.199
<b>Error</b>	6	22.116	3.6861		
<b>Total</b>	15	51.768			

Análisis de varianza del porcentaje de la cuarta cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	21.762	7.254	0.73	0.569
<b>Fila</b>	3	24.401	8.134	0.82	0.527
<b>Columna</b>	3	6.302	2.101	0.21	0.884
<b>Error</b>	6	59.320	9.887		
<b>Total</b>	15	111.785			

Análisis de varianza del porcentaje de la quinta cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	123.633	41.211	22.90	0.001
<b>Fila</b>	3	9.634	3.211	1.78	0.250
<b>Columna</b>	3	12.477	4.159	2.31	0.176
<b>Error</b>	6	10.798	1.800		
<b>Total</b>	15	156.542			

Análisis de varianza del porcentaje de la sexta cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2.148	0.7159	0.06	0.981
<b>Fila</b>	3	9.598	3.1995	0.25	0.859
<b>Columna</b>	3	31.456	10.4852	0.82	0.529
<b>Error</b>	6	76.887	12.8144		
<b>Total</b>	15	120.088			

Análisis de varianza del porcentaje de la séptima cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	218.64	72.881	11.71	0.006
<b>Fila</b>	3	34.02	11.339	1.82	0.243
<b>Columna</b>	3	13.88	4.625	0.74	0.564
<b>Error</b>	6	37.33	6.222		
<b>Total</b>	15	303.87			

Análisis de varianza del porcentaje de la octava cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	155.35	51.783	4.47	0.057
<b>Fila</b>	3	19.42	6.474	0.56	0.661
<b>Columna</b>	3	23.09	7.696	0.66	0.604
<b>Error</b>	6	69.46	11.577		
<b>Total</b>	15	267.32			

Análisis de varianza del porcentaje de la novena cosecha comercial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	27.859	9.286	1.78	0.250
<b>Fila</b>	3	6.157	2.052	0.39	0.762
<b>Columna</b>	3	15.831	5.277	1.01	0.450
<b>Error</b>	6	31.236	5.206		
<b>Total</b>	15	81.083			

Análisis de varianza del uso eficiente del agua

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	45.834	15.278	5.83	0.033
<b>Fila</b>	3	12.958	4.319	1.65	0.276
<b>Columna</b>	3	6.883	2.294	0.88	0.504
<b>Error</b>	6	15.724	2.621		
<b>Total</b>	15	81.399			

Análisis de varianza del número de frutos totales

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	199300	66433	15.06	0.003
<b>Fila</b>	3	11124	3708	0.84	0.519
<b>Columna</b>	3	11954	3985	0.90	0.493
<b>Error</b>	6	26472	4412		
<b>Total</b>	15	248849			

Análisis de varianza del número de frutos comerciales

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	190131	63377	14.47	0.004
<b>Fila</b>	3	11069	3690	0.84	0.518
<b>Columna</b>	3	16767	5589	1.28	0.364
<b>Error</b>	6	26270	4378		
<b>Total</b>	15	244237			

Análisis de varianza del porcentaje de número de frutos comerciales

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	40.89	13.630	3.24	0.103
<b>Fila</b>	3	11.91	3.969	0.94	0.476
<b>Columna</b>	3	69.59	23.198	5.51	0.037
<b>Error</b>	6	25.24	4.207		
<b>Total</b>	15	147.63			

Análisis de varianza del número de frutos no comerciales

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	240.0	79.99	0.53	0.677
<b>Fila</b>	3	170.9	56.97	0.38	0.772
<b>Columna</b>	3	1552.9	517.64	3.44	0.092
<b>Error</b>	6	902.6	150.43		
<b>Total</b>	15	2866.4			

Análisis de varianza del porcentaje de número de frutos no comerciales

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	40.89	13.630	3.24	0.103
<b>Fila</b>	3	11.91	3.969	0.94	0.476
<b>Columna</b>	3	69.59	23.198	5.51	0.037
<b>Error</b>	6	25.24	4.207		
<b>Total</b>	15	147.63			

Análisis de varianza del rendimiento de frutos de primera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2081.40	693.801	87.36	0.000
<b>Fila</b>	3	57.62	19.205	2.42	0.165
<b>Columna</b>	3	32.91	10.971	1.38	0.336
<b>Error</b>	6	47.65	7.942		
<b>Total</b>	15	2219.58			

Análisis de varianza del porcentaje del rendimiento de frutos de primera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	3035.58	1011.86	82.94	0.000
<b>Fila</b>	3	188.32	62.77	5.15	0.043
<b>Columna</b>	3	56.58	18.86	1.55	0.297
<b>Error</b>	6	73.20	12.20		
<b>Total</b>	15	3353.69			

Análisis de varianza del rendimiento de frutos de segunda

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	150.591	50.197	30.77	0.000
<b>Fila</b>	3	46.775	15.592	9.56	0.011
<b>Columna</b>	3	33.531	11.177	6.85	0.023
<b>Error</b>	6	9.787	1.631		
<b>Total</b>	15	240.684			

Análisis de varianza del porcentaje del rendimiento de frutos de segunda

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	602.94	200.979	20.86	0.001
<b>Fila</b>	3	102.61	34.203	3.55	0.087
<b>Columna</b>	3	87.87	29.290	3.04	0.114
<b>Error</b>	6	57.81	9.636		
<b>Total</b>	15	851.23			

Análisis de varianza del rendimiento de frutos de tercera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	69.486	23.162	16.06	0.003
<b>Fila</b>	3	4.933	1.644	1.14	0.406
<b>Columna</b>	3	13.556	4.519	3.13	0.109
<b>Error</b>	6	8.655	1.443		
<b>Total</b>	15	96.630			

Análisis de varianza del porcentaje del rendimiento de frutos de tercera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	1073.91	357.969	35.09	0.000
<b>Fila</b>	3	24.09	8.030	0.79	0.543
<b>Columna</b>	3	133.75	44.582	4.37	0.059
<b>Error</b>	6	61.21	10.201		
<b>Total</b>	15	1292.95			

Análisis de varianza del rendimiento afectado por plagas o enfermedades

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	9.0651	3.02171	5.24	0.041
<b>Fila</b>	3	0.1148	0.03827	0.07	0.976
<b>Columna</b>	3	3.2739	1.09130	1.89	0.232
<b>Error</b>	6	3.4602	0.57670		
<b>Total</b>	15	15.9140			

Análisis de varianza del porcentaje del rendimiento afectado por plagas o enfermedades

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2665.6	888.55	9.08	0.012
<b>Fila</b>	3	111.2	37.06	0.38	0.772
<b>Columna</b>	3	311.9	103.96	1.06	0.432
<b>Error</b>	6	587.2	97.87		
<b>Total</b>	15	3675.9			

Análisis de varianza del rendimiento afectado por pudrición apical

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.62465	0.208218	3.54	0.088
<b>Fila</b>	3	0.00802	0.002672	0.05	0.986
<b>Columna</b>	3	0.06290	0.020966	0.36	0.787
<b>Error</b>	6	0.35325	0.058875		
<b>Total</b>	15	1.04882			

Análisis de varianza del porcentaje de rendimiento afectado por pudrición apical

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	2665.6	888.55	9.08	0.012
<b>Fila</b>	3	111.2	37.06	0.38	0.772
<b>Columna</b>	3	311.9	103.96	1.06	0.432
<b>Error</b>	6	587.2	97.87		
<b>Total</b>	15	3675.9			

Análisis de varianza del peso promedio de frutos

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	80.66	26.887	3.35	0.097
<b>Fila</b>	3	128.59	42.863	5.34	0.040
<b>Columna</b>	3	81.15	27.050	3.37	0.096
<b>Error</b>	6	48.19	8.032		
<b>Total</b>	15	338.59			

Análisis de varianza del diámetro polar

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	47.391	15.7970	12.55	0.005
<b>Fila</b>	3	5.948	1.9827	1.58	0.290
<b>Columna</b>	3	2.324	0.7746	0.62	0.630
<b>Error</b>	6	7.550	1.2583		
<b>Total</b>	15	63.213			

Análisis de varianza del diámetro ecuatorial

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	6.8965	2.2988	0.47	0.713
<b>Fila</b>	3	0.4551	0.1517	0.03	0.992
<b>Columna</b>	3	2.1734	0.7245	0.15	0.927
<b>Error</b>	6	29.2675	4.8779		
<b>Total</b>	15	38.7925			

Análisis de varianza del porcentaje de solidos solubles de frutos de primera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	4.06620	1.35540	50.20	0.000
<b>Fila</b>	3	0.02700	0.00900	0.33	0.802
<b>Columna</b>	3	0.02040	0.00680	0.25	0.857
<b>Error</b>	6	0.16200	0.02700		
<b>Total</b>	15	4.27560			

Análisis de varianza del porcentaje de solidos solubles de frutos de segunda

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	4.40308	1.46769	103.18	0.000
<b>Fila</b>	3	0.02327	0.00776	0.55	0.669
<b>Columna</b>	3	0.06768	0.02256	1.59	0.288
<b>Error</b>	6	0.08535	0.01422		
<b>Total</b>	15	4.57937			

Análisis de varianza del porcentaje de ácido cítrico de frutos de primera

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.98756	0.32919	11.08	0.007
<b>Fila</b>	3	0.35048	0.11683	3.93	0.072
<b>Columna</b>	3	0.08834	0.02945	0.99	0.458
<b>Error</b>	6	0.17832	0.02972		
<b>Total</b>	15	1.60471			

Análisis de varianza del porcentaje de ácido cítrico de frutos de segunda

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>S.C.</b>	<b>M.C.</b>	<b>Valor F</b>	<b>Valor p</b>
<b>Tratamientos</b>	3	0.8826	0.29419	3.46	0.091
<b>Fila</b>	3	0.3730	0.12434	1.46	0.316
<b>Columna</b>	3	0.1027	0.03423	0.40	0.757
<b>Error</b>	6	0.5101	0.08502		
<b>Total</b>	15	1.8684			