



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFFECTO DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN LA
PRODUCCIÓN DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia*) EN
EL SECTOR DE LA PONGA, PARROQUIA COLONCHE,
PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO.

Autor: Richard Alexis Santana Ponce.

La Libertad, 2020



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Agropecuaria

**EFECTO DE CUATRO LÁMINAS DE RIEGO EN LA
PRODUCCIÓN DE LIMÓN SUTIL (*Citrus aurantifolia*) EN
EL SECTOR DE LA PONGA, PARROQUIA COLONCHE.
PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO.

Autor: Richard Alexis Santana Ponce.

Tutor: Ing. Santistevan Mendez Mercedes Solanda, PhD.

La Libertad, 2020

TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Néstor Acosta Lozano, PhD.

**DECANO (E) DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS AGRARIAS
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Ángel León Mejía, MSc.

**DIRECTOR (E) DE LA CARRERA
DE AGROPECUARIA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD.

**PROFESOR DE ÁREA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Santistevan Méndez Mercedes, PhD.

**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ab. Víctor Coronel Ortiz, MSc.

**SECRETARIO GENERAL (E)
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su comprensión, consejos y confianza y sobre todo por su apoyo; en especial a Mi Madre, que siempre fue mi motivación para seguir adelante y nunca desmayar ante las situaciones, aunque ahora se encuentre en el cielo, siempre será Mi Ángel de Luz.

A mis hermanos en especial a Christian que siempre estuvo ahí para corregirme y darme ánimos ante todo las circunstancias.

A mi compañera de vida que ha estado en las situaciones buenas y en las malas apoyándome para poder sobresalir día a día, ante las adversidades que se nos presentaran.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y todos los docentes de esta, en especial al Ing. Jorge Ladines por las aportaciones con sus conocimientos profesionales en esta investigación.

A la Ing. Mercedes Santistevan mi tutora, siendo más una amiga con todo respeto, que supo enseñarme con paciencia y tiempo las diversas labores durante la ejecución de la tesis.

Al señor Luis Magallan quien siempre estuvo dispuesto a colaborar en la investigación siendo el dueño del predio donde se ejecutó.

DEDICATORIA

A Dios, por su bondad de concederme salud, sabiduría e iluminarme para poder continuar con mis estudios demostrando que cuando hay fuerza y voluntad propia todo se puede para un mejor bienestar personal y familiar.

A mis padres queridos Antonio y Claudina, por su amor incondicional y por todo su apoyo durante todo el lazo de mi vida, en especial a Mi Madre que ahora se ha convertido en Mi Ángel de Luz.

A mi compañera de vida Katherine Panchana, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

A mis hermanos Freddy y Christian, en especial el segundo por el apoyo mutuo en el diario convivir como familia.

RESUMEN

La investigación se realizó en el recinto La Ponga, parroquia Manglaralto de la provincia de Santa Elena, con la finalidad de probar cuatro láminas de riego en la finca productora de limón. El trabajo se desarrolló con la ayuda del dueño del predio Luis Magallan, la finca está ubicada en una altitud de 45 m.s.n.m. tiene un tamaño de 2 ha. El objetivo fue evaluar el efecto de cuatro láminas de riego en la producción de limón sutil, y determinar la lámina más eficiente expresada en su rendimiento y calidad del fruto. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: el tratamiento que tuvo menor rendimiento fue el T₁ con un riego por goteo del 60% con un rendimiento de 1,4 t/ha; el tratamiento que obtuvo el mayor rendimiento fue el T₄ con un riego por goteo del 120% con un resultado de 2,9 tn/ha. Con respecto a la calidad del fruto se encontró que de los tratamientos de láminas de riego el T₄ fue el mejor superando a todos alcanzando un diámetro de 8.52 cm, seguido del testigo T₃ con riego por goteo del 100% con un rendimiento de 2,3 t/ha, la calidad del fruto tuvo un diámetro ecuatorial con 4,72 cm. El tratamiento que resultó con mayor valor económico fue el T₄.

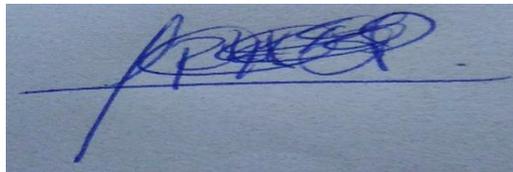
Palabras clave: Lámina de riego, limón Sutil, rendimiento.

ABSTRACT

The research was carried out in the town called La Ponga, Manglaralto in Santa Elena province, with the aim of testing four irrigation sheets in the lemon-producing farm. The work was carried out with the help of the owner of the property Luis Magallan, the farm is located at an altitude of 45 m.o.l.s. has a size of 2 ha. The objective was to evaluate the effect of four irrigation sheets on subtle lemon production, and to determine the most efficient sheet expressed in its fruit yield and quality. A completely random block design was implemented, with four treatments and three repetitions. The results were as follows: the lowest performing treatment was T1 with a drip irrigation of 60% with a yield of 1.4 t/ha; the treatment that obtained the highest yield was T4 with a drip irrigation of 120% with a result of 2.9 t/ha. With regard to fruit quality it was found that of the irrigation sheet treatments the T4 was the best reaching a diameter of 8.52 cm, followed by the T3 with drip irrigation of 100% with a yield of 2.3 t/ha, the quality of the fruit had an equatorial diameter with 4.72 cm. The treatment that resulted in the greatest economic value was T4.

Keywords: Irrigation sheet, Subtle lemon, yield.

“El contenido del presente trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península De Santa Elena”.

A photograph of a handwritten signature in blue ink on a light-colored surface. The signature is stylized and appears to be 'R. A. Santana Ponce'.

Richard Alexis Santana Ponce.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
Problema Científico:	2
Objetivo General:.....	2
Objetivos Específicos:	2
Hipótesis:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1 Generalidades del Limón	3
1.2 Características del limón.....	3
1.3 Taxonomía del limón Sutil	4
1.4 Morfología de los cítricos	4
1.4.1 Raíces	4
1.4.2 Hojas	5
1.4.3 Flores.....	5
1.4.4 Fruto	5
1.5 Variedades del limón en Ecuador	5
1.6 Uso que se les atribuye al cultivo del limón	6
1.7 Variables que se utilizaron para medir la calidad del fruto	6
1.7.1 Calibre	6
1.8 Características para el desarrollo del cultivo	7
1.8.1 Tipo de suelo	7
1.8.2 Clima.....	7
1.8.3 Agua	7
1.9 Lamina de riego	8
1.10 Humedad relativa	8
1.10.1 Necesidades hídricas del limón.....	8
1.10.2 Sistema de riego	9
1.11 Necesidades hídricas de los cultivos.....	11
1.12 Cálculo de las láminas de riego	12
1.12.1 Evapotranspiración ET.....	12
1.12.2 Evapotranspiración de referencia ETo	13

1.12.3	Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar ETc.....	13
1.12.4	Coefficiente del tanque evaporimétrico Kp.....	14
1.12.5	Tina de evaporación tipo A.....	14
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS		15
2.1	Ubicación.....	15
2.1.1	Características climáticas.....	15
2.1.2	Suelo y sus características de la zona.....	16
2.1.3	Relieve del suelo de la zona.....	16
2.2	Material biológico.....	17
2.3	Otros materiales biológicos.....	17
2.4	Tratamiento del experimento.....	17
2.4.1	Diseño experimental.....	17
2.4.2	Análisis de datos.....	18
2.5	Manejo del experimento.....	19
2.5.1	Programación de riego.....	19
2.5.2	Reposición de la lámina.....	19
2.5.3	Riego.....	19
2.5.4	Manejo del riego o diseño agronómico del riego.....	20
2.5.5	Sistema de riego o diseño hidráulico.....	20
2.6	Variables del experimento.....	21
2.6.1	Descripción de las variables.....	22
CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		23
3.1	Rendimientos del limón sutil.....	23
3.1.1	Primera Cosecha (kg).....	23
3.1.2	Segunda Cosecha (kg).....	24
3.1.3	Tercera Cosecha (kg).....	24
3.1.4	Cuarta cosecha (kg).....	25
3.1.5	Quinta cosecha (kg).....	26
3.2	Resumen del Rendimiento total en kg/ha por tratamiento.....	26
3.3	Diámetro del fruto por época de cosecha.....	28
3.3.1	Diámetro de fruto N° 1.....	28

3.3.2	Diámetro del fruto N° 2.....	30
3.3.3	Diámetro del fruto N° 3.....	31
3.3.4	Diámetro del fruto N° 4.....	32
3.3.5	Diámetro del fruto N° 5.....	33
3.4	Eficiencia del uso del agua en kg/m ³	34
3.5	Evaluación económica	34
3.6	Programación del riego.....	35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		37
CONCLUSIONES		37
RECOMENDACIONES.....		38

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Fuente de variación del experimento.....	17
Tabla 2.- Rendimiento del limón sutil a la primera cosecha en kg.....	23
Tabla 3.- Rendimiento del limón sutil a la segunda cosecha en kg.....	24
Tabla 4.- Rendimiento del limón sutil en la tercera cosecha en kg.....	25
Tabla 5.- Rendimiento del limón sutil en la cuarta cosecha en kg.....	26
Tabla 6.- Rendimiento del limón sutil en la quinta cosecha en kg.....	26
Tabla 7.- Resumen del rendimiento total en Kilogramos por Hectárea (kg/ha) por tratamientos.....	27
Tabla 8.- Diámetro de fruto de limón sutil en la primera cosecha (cm).....	29
Tabla 9.- Diámetro de fruto de limón sutil en la segunda cosecha (cm).....	30
Tabla 10.- Diámetro de frutos de limón sutil en la tercera cosecha (cm).....	31
Tabla 11.-Diámetro de fruto de limón sutil en la cuarta cosecha (cm).....	32
Tabla 12.- Diámetro de fruto de limón sutil en la quinta cosecha (cm).....	33
Tabla 13.- Eficiencia del agua aplicada en el cultivo de limón Sutil.....	34
Tabla 14.- Análisis económico de los tratamientos.....	35
Tabla 15.- Presupuesto parcial del experimento.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Captura de la Ubicación donde se realizó la investigación.....	15
Figura 2.- Medias Climáticas mensuales del año 2017, Fuente: INAMHI.....	16
Figura 3.- Distribución del sistema de riego en el área de la investigación	18
Figura 4.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.	29
Figura 5.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.	30
Figura 6.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.	31
Figura 7.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.	32
Figura 8.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.	33

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1A.- Plantilla que se utilizó para la toma de datos y sus respectivos cálculos diaria en campo47.

Anexo 2A.- Fechas de toma de datos diarios52.

Anexo 3A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la primera cosecha Kg.55

Anexo 4A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la segunda cosecha Kg.55

Anexo 5A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la tercera cosecha Kg.

Anexo 6A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la cuarta cosecha Kg.

Anexo 7A.- Análisis de la varianza del rendimiento quinta cosecha Kg.

Anexo 8A.- Análisis de la varianza del diámetro de fruto de la primera cosecha en cm.

Anexo 9A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la segunda cosecha en cm.

Anexo 10A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto en la tercera cosecha en cm.

Anexo 11A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la cuarta cosecha en cm.

Anexo 12A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la quinta cosecha en cm.

INTRODUCCIÓN

Alemán *et al.* (2007) señalan que los cítricos representan el 22% de la producción a nivel mundial en cuanto a frutas, además que los países que los producen y consumen, están representados con un porcentaje de 70 al 80% del total, donde se destacan Nigeria, China, Guinea, Siria, Japón, Arabia Saudita, Kenya, India, Sierra Leona, Angola, Túnez, Irán, México, Cuba, Perú y Tanzania.

Orrala *et al.* (2010) manifiestan que las zonas del litoral de la costa ecuatoriana poseen gran potencial para la producción del cultivo de cítricos de forma sustentable, esto se debe a las condiciones favorables tanto del clima como del suelo que posee el mismo; sin embargo, si se menciona uno de los problemas que ha venido arrastrando la costa ecuatoriana, en especial la Península de Santa Elena es la falta de agua para la producción industrial y agrícola.

A nivel nacional, son de gran importancia para cuatro provincias, entre las cuales está Santa Elena, donde mayor importancia tiene el limón Sutil (*Citrus aurantifolia Swingle*) y el limón Tahití (*Citrus latifolia Tan*), con un total aproximado de 6.308 ha cultivadas, para el 2016 (Santistevan *et al.*, 2016).

En esta zona (Santa Elena) existen aproximadamente un total de 187 ha de limón sutil, distribuidas en UPAs (Unidad de Producción Agropecuarias) que van desde 0.3 a 10 ha, las mismas que están injertadas sobre el patrón de la variedad del limón rugoso (Panchana, 2015).

Un déficit hídrico (agua) afecta de manera negativa en cuanto a las funciones fisiológicas como: fotosíntesis, respiración, reacciones metabólicas y anatómicas, crecimiento, reproducción, desarrollo de semillas, absorción de nutrientes minerales, transporte de asimilados y en la producción. El poder mantener una humedad adecuada en el suelo durante el ciclo del cultivo garantiza una producción alta y una mejor calidad, incluso en los países subtropicales donde existen distribuciones uniformes de la precipitación, según (Vélez *et al.*, 2012).

Investigaciones realizadas por Panchana (2015), señala que, las zonas de mayor producción de cítricos, en la provincia de Santa Elena son las comunas Sinchal y Barcelona, en donde se encontró que el 52% y 50% de citricultores utilizan el riego

por gravedad, por otro lado, el 47% y 38% utilizan riego por aspersión, y un % mínimo utiliza el sistema por goteo.

Según el Censo Nacional Agropecuario del año 2000, el 57% de la producción nacional de limas y limones se concentró en la Costa, principalmente en las provincias de Guayas y Manabí, la Sierra abarcó el 39% de la producción y el Oriente solamente el 1%, según CICO-CORPEI (2009).

Debido a las necesidades de los productores citrícolas de la zona al no tener información que sustente el adecuado manejo de riego que se debería de dar a los cultivos, se propone realizar la presente investigación sobre efecto de láminas de riego en la producción de limón Sutil en La Ponga – Colonche, Santa Elena. En correspondencia con los antecedentes planteados se formula el siguiente

Problema Científico:

¿Qué incidencia tienen las diferentes láminas de riego en la producción del limón sutil en La Ponga – Colonche, Santa Elena?

Para dar respuesta a este problema se define la siguiente

Objetivo General:

Evaluar el efecto de cuatro láminas de riego en la producción de limón sutil en La Ponga – Colonche, Santa Elena.

Objetivos Específicos:

1. Determinar la lámina de riego más eficiente expresada en el rendimiento.
2. Categorizar la calidad del fruto, en dependencia de las láminas de riego.
3. Valorar económicamente los tratamientos en estudio.

Hipótesis:

Las variaciones en las dosis de riego aplicadas influyen en el rendimiento agrícola y en la calidad del fruto del limón sutil, en el Recinto La Ponga-Colonche

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Generalidades del Limón

Phillips *et al.* (1997) plantean que este árbol (limón) tuvo sus orígenes en el sur de Asia, el mismo que más tarde fue transportado por los árabes a través del norte de África y llevado a España y Portugal. Llegó a América gracias a los colonizadores españoles y portugueses en la primera parte de siglo XVI. Estos cultivos con el paso del tiempo se aclimataron en algunos países antillanos, caribeños y en el sur de Florida.

Los cítricos se pueden cultivar en las regiones tropicales, subtropicales y semi-tropicales del planeta. Los principales países productores son la India, México, Egipto y los países caribeños. Se ha adaptado muy bien y convertido en silvestre en el sur de Florida (en zonas costeras, áreas boscosas y en los cayos) y en la América tropical.

Era habitual que fuese de las primeras provisiones en incorporarse a las largas travesías debido a sus propiedades para prevenir y combatir el escorbuto: enfermedad que se origina por falta de vitamina C y afecta directamente a los navegantes (Frusemur, 2013).

1.2 Características del limón

Según EcuRed (2012), manifiesta que este arbolito posee espinas cortas y agudas en las ramas, además que la corteza de su tronco es grisácea y sus ramas pueden ser angulosas o redondeadas, las hojas son alternas, relativamente pequeñas en comparación con otros cítricos (5-7 cm de longitud), en las mismas que presentan en su superficie numerosas glandulitas transparentes las cuales encierran abundantes aceites esenciales; confiriéndole a esto el peculiar aroma a las hojas del limón. Siendo esta característica típica de todas las Rutáceas.

Con respecto a sus flores las encontramos en grupos de 2-7 ubicadas en las axilas de las hojas, estas suelen ser de color rojo antes de su apertura; ya que, al abrirse, muestran su interior, y mantienen el rojo tenue de sus pétalos por fuera.

La vitamina C o ácido ascórbico posee gran poder desinfectante y tiene además una acción antitóxica frente a los venenos microbianos y medicamentosos. Junto a la vitamina C se encuentra la vitamina P que ayuda a tonificar los capilares y vasos sanguíneos, (Frusemur, 2013). Esta también llamada vitamina de la permeabilidad capilar debido a que sin ella los capilares sanguíneos se tornan frágiles y tienden a romperse con facilidad, provocando pequeñas hemorragias.

1.3 Taxonomía del limón Sutil

Según Inforural (2012), el limón criollo o limón sutil, tiene la siguiente taxonomía:

Nombre común: Limón Sutil

Nombre científico: *Citrus aurantifolia* (Chistm) Swingle.

Familia: Rutaceae

Subfamilia: Aurantioideae

Tribu: Citreas

Subtribu: Citrinas

Género: Citrus

Subgénero: Eucitrus

Especie: Aurantifolia

1.4 Morfología de los cítricos

FTP y FAUTAPO (2014) señalan la morfología de los cítricos:

1.4.1 Raíces

Se trata de la parte subterránea de la planta, la cual está especializada como órgano de sostén y absorción de sustancias, es el órgano de la planta que típicamente está debajo del suelo y pueden ser raíces primarias y raíces secundarias. Las raíces principales, en número de tres, sujetan sólidamente el árbol al suelo desarrollándose hasta una profundidad 2 o 3 metros, sin embargo, mayor porcentaje del sistema radicular es superficial. Este papel de fijación de las raíces es importante, ya que los árboles adultos deben soportar la producción de sus frutos que pueden superar los 100 kg por árbol.

1.4.2 Hojas

Pueden tener diversas formas, pero son mayormente elípticas, con margen generalmente entero y en algunas especies como el limón más o menos dentado y sirven del pulmón a las plantas.

1.4.3 Flores

Esta parte es la estructura reproductiva característica de las plantas llamadas fanerógamas. Las flores de todas las especies cultivadas presentan un aroma agradable muy característico. Se presentan aisladas o agrupadas en racimos de 5 pétalos en forma de copa, que pueden ser terminales o desarrollarse en las axilas de las hojas. Cada flor tiene un pedúnculo corto, desnudo, articulado y carnoso con su parte superior ensanchada lo que constituye el receptáculo. Los brotes son hojas que mayor cuajado y frutos dan.

La floración se da dependiendo a la zona en que se encuentra el cultivo, en época lluviosa existe una floración de manera natural, en consecuencia, en época de sequía se le proporciona el riego mediante las diferentes técnicas para provocar brotes nuevos de yemas florales y poder obtener en productos final como tal.

1.4.4 Fruto

Es un hesperidio de tamaño y color variable con la especie y la variedad, al igual que su forma que puede ser oval, piriforme o esférica achatada o no. El fruto es el ovario fecundado de las plantas con flor, el interior del fruto está dividido por tabiques membranosos en gajos o segmentos con una pulpa formadas por vesículas de jugo de color también variable (verde, amarillo, anaranjado o rojo) en dependencia de la variedad al igual que el número de semillas que se presentan en dichos segmentos.

La planta necesita alrededor de 500 a 1000 mm de agua para una floración adecuada y por lo tanto una buen fructificación y cosecha final con un producto con características idóneas para el mercado local o mercados con estándares de calidad.

1.5 Variedades del limón en Ecuador

Según Benedicto (2014), hay varias variedades en el país:

- ❖ Limón Meyer, se encuentran muchos árboles en jardines y huertos de la serranía.
- ❖ Limón Tahití, es la única especie cultivada en huertos industriales de tamaño sobresaliente; se cultiva en la costa, pero se adapta muy bien al Oriente.

Según INIAP (2014), los limeros como el “limón criollo o Sutil” (*C. aurantifolia* Swing.) y la lima Tahití (*C. latifolia*), como se les conoce en el país, son árboles probablemente originados en áreas tropicales del archipiélago Malayo y, como resultado de ello, son los cítricos más sensibles al frío. Estos dos grupos importantes están incluidos como limas ácidas y también son conocidos como “West Indian” o “limón mexicano”, el primero, y como lima “Persian” o “Bears”, el segundo. Ambos tienen una gran importancia comercial.

Otras variedades

1. USDA1 y 2
2. Bearss
3. Idemor
4. Pod.

1.6 Uso que se les atribuye al cultivo del limón

La mayor parte de los frutos frescos se usan en limonadas y otras bebidas, pasteles, té y para sazonar mariscos y otros alimentos. Se usan también para embotellar el jugo y en la fabricación de bebidas carbonatadas. Un producto derivado de importancia es el aceite de limón que se usa en cosméticos y preparación de sazones (Phillips *et al.*, 1997).

1.7 Variables que se utilizaron para medir la calidad del fruto

1.7.1 Calibre

INEN (2016) señala que el calibre se determina por el diámetro en cm de la sección ecuatorial de la fruta con ayuda de un calibrador vernier o pie de rey. La clasificación por calibre y su correlación con el diámetro se detalla a continuación.

Limón Sutil con Diámetro Ecuatorial (DE), corresponde a Pequeño si es menor a 4,0 centímetros y Grande si es mayor a 4,0 centímetros.

1.8 Características para el desarrollo del cultivo

Según Rodrigues *et al.* (2011) las características son:

1.8.1 Tipo de suelo

El limonero por tener un sistema radicular poco profundo (Menos de 1 m.), se desarrolla en suelos de textura ligera (arenosos), media (francos) y fina (arcillosos); moderadamente profundos; buen drenaje y bajo contenido de sales.

INIAP (2014) manifiesta que en general todos los suelos son aptos para cultivar cítricos, pero es necesario no considerar los arcillosos, mal drenados y a aquellos que permanecen saturados de agua, aunque sea por corto tiempo. Los suelos deben tener una textura limo-arenosa, donde la permeabilidad y la profundidad efectiva sean parte importante de los mismos. Deben estar libres de obstáculos a fin de que las raíces puedan extenderse sin dificultad.

1.8.2 Clima

El limonero, rico en vitamina C y aceites esenciales, es cultivado en las regiones tropicales y subtropicales, donde la temperatura es el factor limitante del cultivo, las medias favorables oscilan entre una mínima de 10 °C y una máxima de 24 °C. Temperaturas superiores a 35 °C, pueden ocasionar trastornos vegetativos y aceleran la maduración de los frutos; temperaturas inferiores a 12 °C afectan el crecimiento vegetativo.

En Ecuador, los cítricos se cultivan desde el nivel del mar hasta los 1800 m de altura, aunque la mayor importancia económica se sitúa hasta los 1600 msnm (INIAP, 2014).

1.8.3 Agua

La planta absorbe sus nutrientes disueltos en el agua, por lo que necesita cantidades razonables de agua de riego, cuando termina el periodo lluvioso. Durante la época del déficit hídrico, la planta de limón sutil, requiere entre 900 a 1200 m³/Ha/año y debe aplicarse riegos frecuentes con volúmenes adecuados; el déficit hídrico afecta la floración, fructificación, maduración prematura del fruto y menor cantidad de jugo.

Según INIAP (2014), las necesidades hídricas de los cítricos no solo dependen de la cantidad total de lluvias, sino también de su adecuada y regular distribución, las precipitaciones anuales son tan irregulares que obliga a suplir con riego el agua que requieren las plantas para su crecimiento, por lo menos durante ocho o nueve meses del año. Estimando que la cantidad de agua necesaria para un normal desarrollo de las plantas cítricas oscila entre 900 a 1200 mm de lluvia anual (900 a 1200 m³/ha).

1.9 Lamina de riego

Consortio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (2017) manifiesta que puede definirse como la cantidad de agua que es necesario dar en un riego para elevar el contenido de humedad de la zona radicular desde un valor inferior correspondiente a la fracción de agotamiento, hasta un valor superior que coincida con la capacidad de campo. Se dice generalmente que la lámina de riego es la cantidad de agua que se aplica en cada riego por cada unidad de superficie.

1.10 Humedad relativa

INIAP (2014) corrobora que este factor ambiental representa una gran influencia sobre la calidad de los frutos, así mismo, en los lugares donde la humedad relativa es elevada, los frutos tienden a producir una cáscara delgada y suave con mayor porcentaje de jugo en su contenido.

1.10.1 Necesidades hídricas del limón

Yara (2015) manifiesta que un árbol de cítricos maduro necesita 300-1000 mm de agua por año para de esta manera reponer todo el volumen perdido en la evapotranspiración, además que la cantidad de agua varía de acuerdo con el clima de cada zona.

El uso de riego tiene como el objetivo de asegurar que las deficiencias hídricas del suelo locales no sean excedidas y puedan afectar a las plantaciones. No se debe permitir que los suelos permanezcan con menos de la mitad de su capacidad de almacenamiento hídrico. En suelos salinos, el riego es necesario para lixiviar sales acumuladas y minimizar el estrés salino por medio de frecuentes irrigaciones.

Infoagro (2014) señala que el proceso de inducción y desarrollo floral en el limonero está controlado por el estrés de temperatura e hídrico; aprovechando lo antes mencionado se realiza la siguiente práctica: se retira el riego durante 45 días y luego se riega en abundancia; de esta manera se produce una abundante floración de las plantaciones, lo mismo que trae buena cosecha.

1.10.2 Sistema de riego

Según FTP y FAUTAPO (2014), existen varios sistemas de riego a utilizar en el cultivo de limón los cuales se detallan a continuación:

Riego por goteo

Infoagro (2014) indica que, para que el árbol pueda tener un adecuado desarrollo y nivel productivo mediante el riego por goteo, es indispensable que posea un mínimo de volumen radicular o superficie mojada, aproximadamente un 33% del marco de plantación en cuanto al caso de cítricos.

El agua que se aplica mediante esta técnica de riego (por goteo) se infiltra hacia las raíces de las plantas irrigando directamente la zona de influencia de las raíces a través de un sistema de tuberías y emisores (goteros), (Robles, 2017).

Ventajas

- Elevada eficiencia de distribución de agua (90-95%)
- Se reduce el volumen de agua necesaria
- Adecuada distribución de humedad en el suelo
- Este sistema permite combinar el riego y la fertilización
- Menor cantidad de mano de obra
- No requiere nivelación del suelo

Desventajas

- Elevado costo de inversión por superficie
- Requiere de agua limpia y de calidad
- Necesita de operación calificada

Riego por aspersión

Robles (2017) señala que el riego por aspersión es el sistema que se asemeja a la lluvia, cubriendo la “lluvia artificial” la superficie de cultivo a regar, el agua para que se disperse en gotas de distinto tamaño debe salir a presión por orificios y boquillas (aspersores), por ello también el sistema genéricamente se denomina riego presurizado.

De esta manera se podrá distribuir el agua en forma de lluvia a través de tuberías y aspersores a presión, esta presión puede proporcionarse por diferencia de altura o mediante una bomba.

Ventajas

- Elevada eficiencia de distribución de agua (75-80%).
- Adecuada distribución de humedad en el suelo.
- Menor cantidad de mano de obra.
- No requiere nivelación del suelo.

Desventajas

- Elevado costo de inversión por superficie.
- Requiere de agua limpia y de calidad.
- Necesita de operación calificada.

Riego por mini aspersión

Medina *et al.* (2007) señalan que el micro aspersor consta de piezas que se mueven y pueden realizar un riego con rociadas de uno o dos chorros a medida que este dispositivo gira, en cuanto a sus deflectores se logran mover cuando el agua que está rociándose golpea el dispositivo

Según NAANDANJAIN (2014), este tipo de riego es un método de micro irrigación mediante presión y que es de gran importancia en la actualidad. Este modelo posee una tecnología avanzada la misma que requiere del empleo de materiales plásticos de calidad lo que facilita el desarrollo y la manufactura para la emisión de agua en una

variedad de caudales, en lo que respecta a distribución y el tamaño de las gotas más pequeñas.

Se puede dar un variado número de usos al riego por micro aspersión como, por ejemplo:

- Riego sub arbóreo de los árboles frutales.
- Riego en invernaderos y en viveros.
- Riego en parques públicos y en jardines domésticos.
- Protección a heladas en plantaciones de frutas y en viñedos.
- Control climático para el enfriamiento y la humidificación en los invernaderos, cuando se hacen crías de aves y en los establos para los ganados.
- Cuando se realiza la fumigación de plaguicidas en invernaderos

Aplicaciones

Este tipo de técnica de riego tiene usos muy variados entre los que se pueden citar el riego de plantaciones frutales, hortalizas y jardines caseros; otra aplicación es poder dar riego dentro de casas de cultivo y de sombra; y el enfriamiento de criaderos de aves y ganado.

1.11 Necesidades hídricas de los cultivos

Santistevan, N. (2015) plantea que las necesidades hídricas del cultivo se van a calcular a partir del valor E_{To} , conociendo el coeficiente de cultivo específico en la zona (K_c), mediante la siguiente expresión:

$$E_{Tc} = E_{To} \times K_c$$

E_{Tc} : necesidades hídricas del cultivo (cítrico) en mm/día.

E_{To} : evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

K_c : es el coeficiente de cultivo (a dimensional).

Para las necesidades hídricas el valor dependerá del cultivo (especie e incluso variedad), de su ciclo relativo, y de su fenología, así como de las condiciones

específicas del cultivo en la explotación (densidad de población, orientación de las hileras de siembra, etc.) y de las condiciones climáticas locales.

Según Sela (2014), la ET_o representa la tasa de evapotranspiración máxima, o potencial, que puede ocurrir en los sembríos. Sin embargo, el requerimiento de agua de la cosecha es generalmente menos de ET_o , ya que son factores relacionados con el cultivo mismo que se deben tener en cuenta. Estos incluyen la etapa de crecimiento de la planta, la cobertura de las hojas que sombrea el suelo y otros parámetros del cultivo mismo.

Teniendo en cuenta estos factores, se puede convertir la ET_o a ET_c , utilizando un coeficiente específico para el cultivo, K_c , al iniciar los cálculos de la ET_c , hay que identificar las etapas de crecimiento del cultivo, la etapa de duración, y seleccionar el coeficiente K_c adecuado, donde:

$$ET_c = K_c * ET_o$$

1.12 Cálculo de las láminas de riego

1.12.1 Evapotranspiración ET

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos separados por los cuales se tienen pérdidas de agua en los cultivos, estas pérdidas se dan a través de la superficie del suelo por medio de la evaporación y la transpiración del cultivo; los cuales ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguirlos.

El proceso de transpiración consiste en la vaporización del agua líquida que está contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción será hacia la atmosfera. Los cultivos pierden agua a través de las estomas que son pequeñas aberturas en la hoja de la planta a través de las cuales pasan los gases y el vapor de agua (Delgado, 2012).

Según FAO (2006), la evaporación y la transpiración ocurren simultáneamente y no hay una manera sencilla de distinguir entre estos dos procesos. Aparte de la disponibilidad de agua en los horizontes superficiales, 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.

1.12.2 Evapotranspiración de referencia ETo

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, la cual ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ETo. La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas (FAO, 2006).

Según UNCuyo (2015), el concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para poder estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo de los cultivos, y de las prácticas de manejo de las mismas.

1.12.3 Evapotranspiración del cultivo bajo condiciones estándar ETc

Según FAO (2006), la evapotranspiración en cualquier tipo de cultivo cuando se encuentra exento de enfermedades, con buena fertilización y que se desarrolla en parcelas amplias, bajo óptimas condiciones de suelo y agua, y que alcanza la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes de cada zona.

$$ETc = ETo \times Kc \times Kp$$

ETo: Evapotranspiración de referencia

ETc: Evapotranspiración de cultivo

Kc: Coeficiente de cultivo

Kp: Coeficiente de tina tipo A

La cantidad de agua que es requerida para compensar la pérdida por evapotranspiración del cultivo se define como necesidades de agua del cultivo. A pesar de que los valores de la evapotranspiración del cultivo y de las necesidades de agua del cultivo son idénticos, sus definiciones conceptuales son diferentes, según (UNCuyo, 2015).

1.12.4 Coeficiente del tanque evaporimétrico Kp

Existen diversos tipos de tanques evaporímetros, los mismos que varían en color y tamaño, además de lo antes mencionado la posición del tanque evaporímetro tiene una influencia significativa con referencia a los resultados medidos, los coeficientes del tanque evaporímetro son específicos para cada tipo de tanque. Caso A en que el tanque evaporímetro se localiza en una zona de pasto corto verde y está rodeado por un suelo en barbecho (FAO, 2006).

1.12.5 Tina de evaporación tipo A

El tanque Clase “A” es de forma circular, con 120,7 cm de diámetro y 25 cm de profundidad. El mismo que está construido de hierro galvanizado o de láminas de metal (0,8 mm). El tanque debe ser situado sobre una plataforma de madera en forma de reja que se encuentra a 15 cm por encima del nivel del suelo, y por lo consiguiente este debe estar a nivel. Una vez que este instalado, el tanque se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 7,5 cm por debajo del borde. El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbidez. Si el tanque es galvanizado, debe ser pintado anualmente con pintura de aluminio. Las mallas sobre la superficie los tanques deben evitarse. Por otro lado, los tanques deben ser protegidos con mallas de seguridad para evitar el acceso de los animales a los mismos.

Las lecturas del tanque se realizan diariamente temprano en la mañana a la misma hora en donde se procede a medir la precipitación. Las mediciones se realizan dentro de un área estable situada cerca del borde del tanque. El área estable la produce comúnmente un cilindro de metal de cerca de 10 cm de diámetro y 20 cm de profundidad con una pequeña abertura en la base para permitir el flujo de agua (FAO, 2006).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación

La investigación se realizó entre los años 2019 y el 2020, en la finca del señor Luis Magallan, ubicada en la zona La Ponga de la parroquia Colonche, provincia de Santa Elena con coordenadas geográficas 1°53'29.6" latitud sur y 80°39'23.8" de longitud oeste, a una altitud de 45 m.s.n.m

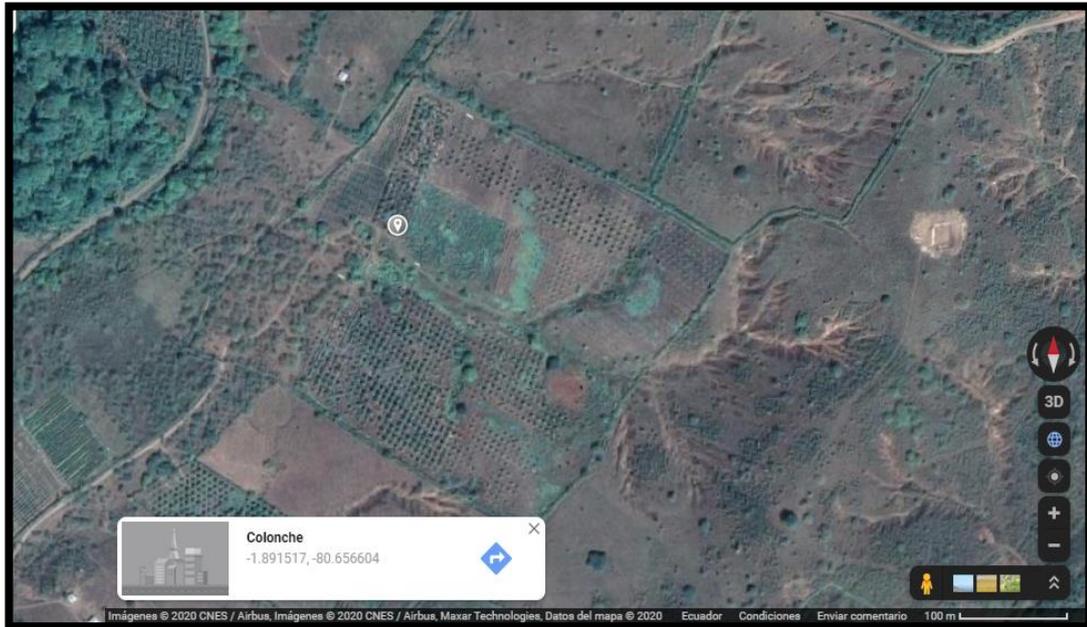


Figura 1.- Captura de la Ubicación donde se realizó la investigación.

Cabe mencionar que en el año existen dos épocas de cosecha para el cultivo del limón Sutil, la primera empieza en los meses de marzo a junio, en esta época la producción es mayor ocasionando sobre producción del fruto haciendo que los precios bajen. La segunda producción del cultivo del limón se da entre julio a febrero, en la segunda etapa la producción es baja. Los datos que se tomaron para la investigación se dió en la segunda cosecha.

2.1.1 Características climáticas

La zona se caracteriza por pertenecer al clima tropical, siendo influenciado por las corrientes marinas de El Niño y de Humboldt, una cálida y otra fría, de acuerdo al predominio de una de ellas se producirán años lluviosos o secos, el cual favorece a la agricultura de la zona.

En la mayor parte del territorio la temperatura media predominante varía entre 24 y 26 °C, en la cordillera Chongón Colonche llega a 21°C en las zonas más altas.

M1170													SANTA ELENA-UNIVERSIDAD													INAMHI												
MES	HELIOFANIA	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)					PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION (mm)			Número de días con precipitación																				
	(Horas)	ABSOLUTAS		M E D I A S		Mensual	Máxima día	Minima día	Media	Máxima día	Minima día	Media			Suma Mensual	Máxima en 24hrs día																						
ENERO	110.6			30.4	23.6	26.1			78	21.8	26.2	38.0	10.4	27	9																							
FEBRERO	146.5			31.3	23.3	26.2			79	22.2	26.8	72.7	30.2	1	10																							
MARZO	161.7			30.8	23.6	26.5			84	23.4	28.8	141.7	42.2	15	12																							
ABRIL	198.1		18.8	27	30.5	22.3	25.7		79	21.6	25.9	4.8	4.4	19	2																							
MAYO	120.3				27.7	20.6						1.8	1.8	20	1																							
JUNIO	46.6	28.5	1	18.2	24	26.1	20.4	22.2	95	24	61	29	85	19.5	22.7	0.0	0.0	1	0																			
JULIO	34.7			18.8	17	23.9	19.5	21.1	98	1	72	26	88	19.0	21.9	2.4	0.7	11	5																			
AGOSTO	82.0			17.4	29	24.8	19.0	21.1	98	13	68	19	84	18.3	21.0	0.2	0.2	13	1																			
SEPTIEMBRE	96.8			17.2	23	24.5	18.9	21.6	96	25	63	11	85	18.8	21.8	0.8	0.8	24	1																			
OCTUBRE	56.3	27.6	27	16.6	31	24.7	18.6	21.4	98	19	68	8	86	18.9	21.9	2.2	1.5	14	2																			
NOVIEMBRE	65.9	27.2	30	17.2	2	25.5	18.6	21.9	98	1	72	17	87	19.7	22.9	0.5	0.5	4	1																			
DICIEMBRE	236.3					27.3	19.7	23.1				0.0																										
VALOR ANUAL	1355.8					27.3	20.7					265.1																										

Figura 2.- Medias Climáticas mensuales del año 2017, Fuente: INAMHI.

2.1.2 Suelo y sus características de la zona

La mayoría de los suelos de la cordillera Chongón Colonche poseen rocas sedimentarias antiguas en la cual predominan los relieves abruptos y poco profundos. Además de lo antes mencionado los suelos en la parte alta son molisoles, en donde predominan los que poseen texturas finas (arcillosas y franco arcillosas), y que están asociados a las fuertes pendientes, haciéndolos susceptibles a la erosión. Mientras que en las áreas secas predominan suelos arcillosos (montmorillonita), susceptibles a la erosión eólica y escurrimiento superficial debido a la falta de cobertura vegetal (Santa Elena EP., 2015).

2.1.3 Relieve del suelo de la zona

El relieve que presenta la Cordillera Chongón Colonche está caracterizada por tener pendientes de 25, 40 a 70, 100, 150 % con cimas agudas, vertientes cóncavas y rectilíneas, además poseen un desnivel relativo de 25, 100 a 200 m y una longitud de la vertiente mayor a los 250, 500 m. Sus suelos son de tipo francos arcillosos, con un color café oscuro de textura suave, lo cual hace que estos sean aptos para la agricultura (PDyOT, 2014).

El 50% de la superficie de la parroquia presenta terrenos planos con pendientes menores al 5%. Los valores más bajos de pendientes pertenecen a los valles con relieve planos o ligeramente ondulados de los ríos Javita y Nuevo. Por otro lado, las áreas con pendientes moderadas en ángulos superiores al 12% se encuentran en el piedemonte de la cordillera (Santa Elena EP., 2015).

2.2 Material biológico

La parcela en que se realizó el experimento tiene un área de 3 840 m² de cultivo de limón Sutil (*Citrus aurantifolia* Swing) con una edad de 5 años, el cual se encuentra en toda su etapa productiva. Para lo cual se tomaron 2.304 m² para aplicar el experimento con las diferentes láminas de riego por goteo que van de 60, 80, 100 y 120% de evapotranspiración conteniendo cada parcela un total de 576 m².

Cabe mencionar que en la parcela existieron 95 plantas, de las cuales se tomaron 60 plantas para el experimento de las láminas de riego por goteo.

2.3 Otros materiales biológicos

En la finca también se tienen sembrados otros materiales biológicos, como es el limón Tahití (*Citrus latifolia*), que tiene cuatro años aproximadamente establecido y también se encuentra produciendo en pocas cantidades, cuenta con plantas de plátano (*Musa paradisiaca*) los cuales sirven como sombra temporal del cultivo, del mismo que se aprovechan el producto para el consumo del propietario o en ocasiones para la venta.

2.4 Tratamiento del experimento

2.4.1 Diseño experimental

Se estudió una técnica de riego, siendo el riego por goteo, al igual que contó con un Diseño de bloques completamente al Azar (DBCA) con cuatro tratamientos y con tres repeticiones. El esquema del análisis de varianza se presenta en la tabla 1.

Tabla 1.- Fuente de variación del experimento.

Fuente de variación	Grados de libertad	
Tratamientos	$t - 1$	2
Bloques	$r - 1$	4
Error	$(n - 1)(r - 1)$	8
TOTAL		14

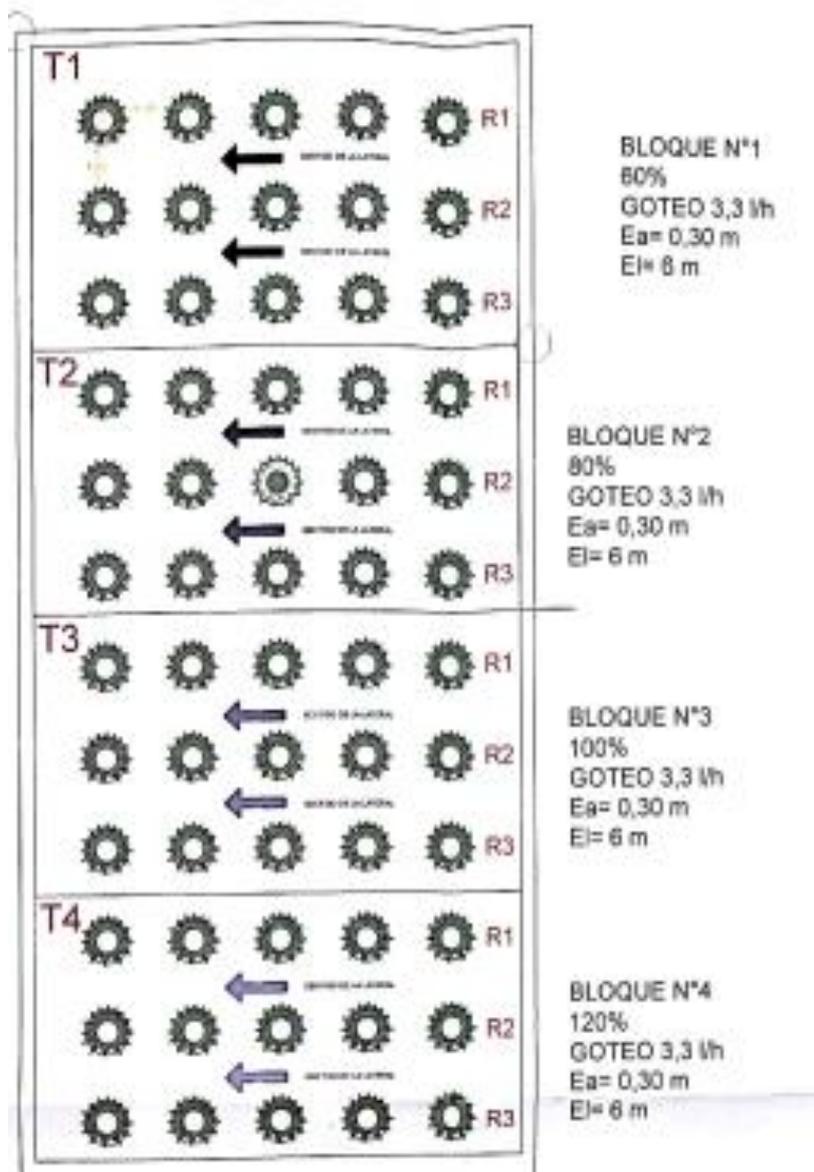


Figura 3.- Distribución del sistema de riego en el área de la investigación

2.4.2 Análisis de datos

Para determinar diferencias entre medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

2.5 Manejo del experimento

2.5.1 Programación de riego

La programación de riego se realizó en función de la reposición de la lámina perdida por medio de la tina tipo A que es circular con 120,7 cm de diámetro y 25 cm de profundidad, que se encuentra a un costado del área del proyecto, despejado de toda clase de maleza, árboles y arbustos para que no afecte la medición del día.

El riego se procedía a suspender cuando se notaba la presencia de encharcamiento en el área que se estaba utilizando para la toma de datos.

2.5.2 Reposición de la lamina

Se procedió a medir de la siguiente manera, se tomaba una regla metálica de 30 centímetros, se llenaba la tina hasta los 25 centímetros y se medía diariamente la pérdida teniendo en cuenta la misma hora para que haya más confiabilidad, se anotaba en la plantilla el dato para posteriormente realizar los cálculos del tiempo de riego correspondiente que requerían cada tratamiento sea este en los goteros y así lograr suplementar la cantidad de agua que se evaporaba durante las 24 horas anteriores, dejando al cultivo en un estado de confort durante ese día.

2.5.3 Riego

El sistema de riego por goteo que se empleó constaba de goteros de 1,03 L/h, con un espaciado de 0,20 metros entre uno y otro; de acuerdo a las láminas que fueron aplicadas en cada uno de los tratamientos se logró determinar la cantidad de agua que fue usada durante el experimento, dichas láminas fueron fijadas de la siguiente manera:

T1 = 60% en su tasa de evapotranspiración

T2 = 80% en su tasa de evapotranspiración

T3 = 100% en su tasa de evapotranspiración

T4 = 120% en su tasa de evapotranspiración

La lamina de riego se calculó mediante la expresión.

$$ET_c = ET_o \times K_c \times K_p$$

ET_o: Evapotranspiración de referencia

ET_c: Evapotranspiración de cultivo

K_c: Coeficiente de cultivo

K_p: Coeficiente de tina tipo A

2.5.4 Manejo del riego o diseño agronómico del riego

Para el diseño agronómico en el cultivo se necesitaba parámetros, como el K_c “coeficiente único del cultivo” que se obtuvo del manual 56 de la FAO, el K_p de la tina de evaporación tipo A que se utilizó para obtener la cantidad de agua que se evaporaba durante 24 horas en la parcela siendo la ET_o “evapotranspiración de referencia”, y para las diferentes láminas de riego por goteo, se tomaron también en cuenta las siguientes variables

- **Rendimiento.** - Se evaluaron a las plantas previamente marcadas por tratamiento tomando en cuenta la producción que estas presentan acorde a las láminas de riego que se aplicaron.
- **Calidad del limón.** - Para ello, en cada una de las cosechas que se obtuvieron, del total de frutos, se tomó una muestra al azar de 10 frutos, de los cuales se tomaron el peso y el diámetro usando una balanza analítica y un vernier respectivamente. Los datos se procesaron cada mes.

2.5.5 Sistema de riego o diseño hidráulico

CARACTERÍSTICAS SISTEMA DE RIEGO.

La parcela demostrativa concerniente al cultivo de limón donde se realizó el experimento, tiene como marco de plantación 6m entre hileras y 6 m entre plantas, con una totalidad de plantas que es de 95 dando una superficie de 0,384 Ha, se dividió la parcela en la cual se aplicaron las diferentes láminas de riego mediante la técnica de goteo.

SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.

Son cuatro las parcelas demostrativas divididas para diferentes tratamientos, cada una de ellas está constituida por tres hileras de árboles por lo que cada hilera tendrá dos líneas de manguera con goteros incorporados de la siguiente característica.

<i>Manguera con gotero incorporado cada 0,20 m</i>	<i>CAUDAL emisor</i>	<i>PRESION DE OPERACION</i>	<i>Longitud de lateral</i>	<i>Número de emisores /lateral</i>	<i>Caudal lateral</i>
Netafim	1,03 L/h	0,99 bar	32 m	160	164,8 L/h

El caudal total de la parcela (incluido las parcelas con los cuatro tratamientos) es 3955,2 L/h cada lateral está conectada a una tubería de 50 mm la que garantiza el caudal para todas las parcelas que riega la plantación de limón Sutil (*Citrus aurantifolia Swing*).

Cada lateral de riego contiene una válvula de paso con la finalidad de cortar el flujo ya que los tratamientos se basan en la reposición de una lámina de riego, en función de la determinación del tiempo de riego.

La parcela que contiene el sistema por goteo está conectado a la tubería secundaria independizado cada uno de ellos mediante una válvula de paso de 50 mm

El sistema de riego funciona con una tubería principal de 110 mm de diámetro de PVC a la que está conectada la tubería de 50 mm que hace o realiza el papel de tubería secundaria y que alimenta o proporciona el caudal a la parcela demostrativa, que contiene los goteros.

2.6 Variables del experimento

1. Determinar la mejor lámina de riego expresada en el rendimiento.
2. Establecer la calidad del fruto, en dependencia de las láminas de riego.
3. Realizar un análisis económico de los tratamientos en estudio.

2.6.1 Descripción de las variables

1. Se evaluó a las plantas previamente marcadas por los respectivos tratamientos que se tenían en el proyecto, para lo cual se tomó en cuenta la producción que se obtuvo en las diferentes fechas de cada cosecha, dependiendo de cada lámina de riego que se aplicaba al cultivo.
2. En base a la calidad del fruto, en cada cosecha que se obtuvo, se tomaron al azar 10 muestras de fruto de los diferentes tratamientos de los cuales se obtuvieron el diámetro de la línea ecuatorial de cada una con la ayuda de un calibrador vernier o también llamado pie de rey, expresada en centímetros.
3. Se realizó un análisis económico de todos los tratamientos que se llevaron a cabo en el proyecto, para lo cual se logró identificar cuánto sería la ganancia por cada una de ellas al momento de obtener la cosecha.

CAPITULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Rendimientos del limón sutil

3.1.1 Primera Cosecha (kg).

El resultado de la primera cosecha se presenta en la tabla 2, en ella se puede observar los rendimientos de todos los tratamientos, cabe indicar que los tratamientos con las láminas de riego cada uno tenía 15 plantas.

Al realizar las comparaciones de los rendimientos de las láminas de riego utilizadas en esta investigación, se puede indicar que el T₄ alcanzó un rendimiento de 14,33 kg para una superficie de 576 m², al compararlo con el tratamiento T₂ que alcanzó un rendimiento de 7,15 kg. se observa que mientras mayor es la lámina de riego mejores son los rendimientos, se puede indicar que entre los dos tratamientos comparados existe una diferencia del 100% en favor del tratamiento cuatro.

Tabla 2.- Rendimiento del limón sutil a la primera cosecha en kg.

Tratamientos	Medias/ kg/tratamiento ¹	Rendimiento/kg/tratamiento ¹	kg/ha
T ₂ (80%)	7,15 a	21,50	398,50
T ₁ (60%)	7,17 a	21,45	397,50
T ₃ (100%)	10,75 b	32,25	597,70
T ₄ (120%)	14,33 c	43,00	796,90

Los resultados que muestra la tabla antes mencionada permiten observar los rendimientos de cada una de las láminas utilizadas, resultando el T₃ como testigo y T₄ con mejores resultados en el cultivo de limón sutil. El análisis de la varianza de la primera cosecha de rendimiento estimó diferencia significativa entre los tratamientos tal como lo muestra el ($p < 0,0019$), se aplicó la prueba de Tukey al 0,05. El coeficiente de variación osciló en rangos considerados normales siendo (C.V. 11,5), tal como se muestra en el anexo 2.

3.1.2 Segunda Cosecha (kg).

Los resultados de la segunda cosecha según la tabla 3 muestra lo siguiente, analizando las cuatro láminas de riego resultó que el tratamiento T₄ fue la que mejor resultado presentó con 43 kg., este tratamiento tuvo una lámina de riego de 120%, al comparar el T₄ con el T₂ que obtuvo 14,3kg., con una lámina de riego de 80%, se puede observar que existe una gran diferencia entre los dos tratamientos de un 200% a favor del T₄.

Al comparar el T₄ con el T₁ se aprecia que el primero tuvo un rendimiento de 43 kg y el segundo un total de 21,5 kg. Con una lámina de riego de un 60%, al realizar el análisis de los dos tratamientos existe una diferencia de un 100%, demostrando que el T₄ dio mejor resultado en rendimiento; así mismo al comparar el T₄ con el T₃ que es el testigo que tuvo un rendimiento de 32,3 kg/ha, encontrando una diferencia entre ambos de un 33.1%.

El análisis de la varianza del rendimiento en la segunda cosecha estimó diferencia significativa entre los tratamientos tal como lo indica el $p < 0,0005$, a este análisis se lo realizó con la prueba de Tukey al 0,05; El coeficiente de variación osciló en rangos considerados normales siendo (C.V. 12,03) tal como lo muestra en el anexo 3.

Tabla 3.- Rendimiento del limón sutil a la segunda cosecha en kg.

Tratamientos	Medias/ kg/tratamiento ¹	Rendimiento/kg/tratamiento ¹	Kg/ha
T ₂ (80%)	4,77 a	14,30	265,00
T ₁ (60%)	7,17 a	21,50	398,50
T ₃ (100%)	10,75 b	32,25	597,70
T ₄ (120%)	14.33 c	43,00	796,90

3.1.3 Tercera Cosecha (kg).

La tabla 4 muestra los resultados encontrados en la tercera cosecha, en esta tercera recolección de información se encontró que el testigo T₃ alcanzó un promedio de 14,33 kg, comparándolo con el T₄ que obtuvo un rendimiento de 10,8 kg, existiendo diferencia significativa entre ambos tratamientos, por otro lado, al comparar al T₃ con el T₂ que alcanzó un total de 4,7 kg,

encontrando mayores diferencias entre los tratamientos acorde al uso de la lámina de riego utilizado.

Al sacar los porcentajes de diferencias entre los resultados obtenidos, se encontró que el testigo, T₃ obtuvo una diferencia de un 33% sobre el T₄, por otro lado, también fue superior al tratamiento T₂ con un 14%.

Estas diferencias pueden ser corroboradas con el análisis de la varianza del rendimiento que estimó diferencia significativa entre los tratamientos, así lo muestra el $p < 0,0010$, se aplicó la prueba de Tukey al 0,05; el coeficiente de variación osciló en el rango de 13,33, considerándose normal, tal como lo muestra el anexo 4.

Tabla 4.- Rendimiento del limón sutil en la tercera cosecha en kg.

Tratamientos	Medias/ kg/tratamiento ¹	Rendimiento/kg/tratamiento ¹	kg/ha
T ₂ (80%)	4,77 a	14,30	264,07
T ₁ (60%)	7,17 a	21,50	397,03
T ₄ (120%)	10,75 b	32,25	595,55
T ₃ (100%)	14.33 c	43,00	794,07

3.1.4 Cuarta cosecha (kg).

La tabla 5, muestra los promedios de los rendimientos de los cuatros tratamientos, señalando que no existe diferencias significativas, siendo corroborado por el análisis de la varianza donde se obtuvo un $p < 0,047$. Por otro lado, se aplicó la prueba de Tukey al 0,05; el coeficiente de variación osciló en el rango de 15.4, considerándose normal, tal como lo muestra el anexo 5.

Sin embargo, al analizar el rendimiento obtenido por cada tratamiento se encontró que el T₄ alcanzó un rendimiento de 21,5 kg y el T₁ obtuvo 14,3 kg, existiendo una diferencia de un 50% a favor del T₄, la misma diferencia se encontró con el T₂, por otro lado, entre el T₄ y T₃ testigo solo existe una diferencia de 0,3% entre estos dos tratamientos.

Tabla 5.- Rendimiento del limón sutil en la cuarta cosecha en kg.

Tratamientos	Medias/ kg/tratamiento ¹	Rendimiento/kg/tratamiento ¹	kg/ha
T1 (60%)	4,77 a	14,30	265,00
T ₂ (80%)	4,77 a	14,30	265,00
T3 (100%)	7,15 a	21,45	397,50
T ₄ (120%)	7,17 a	21,50	398,50

3.1.5 Quinta cosecha (kg).

La quinta cosecha se realizó en el mes de diciembre donde la mayoría de las plantas ya no estaban en la época de producción, sin embargo, el T₄ obtuvo producción de 21,45 kg, la misma que permite indicar que el tratamiento con mayor cantidad de agua dió rendimiento tal como lo muestra la tabla antes mencionada.

El coeficiente de variación oscilo en rangos de 28,90, puesto que los tratamientos 1,2, y 3 no produjeron nada, por tal razón hizo que se elevara el coeficiente de variación, tal como se lo menciona en el anexo 6.

Tabla 6.- Rendimiento del limón sutil en la quinta cosecha en kg.

Tratamientos	Medias/ kg/tratamiento ¹	Rendimiento/kg/tratamiento ¹	kg/ha
T3 (100%)	0,00 a	0,0	0,0
T ₂ (80%)	0,00 a	0,0	0,0
T1 (60%)	0,00 a	0,0	0,0
T ₄ (120%)	7,15 b	21,45	397,50

3.2 Resumen del Rendimiento total en kg/ha por tratamiento.

La Tabla 7, presenta los resultados obtenidos durante los meses que duró la investigación, en ella se pueden visualizar los rendimientos obtenidos en cada uno de los tratamientos con sus respectivas láminas de riego, la investigación se llevó a cabo en la zona La Ponga.

Tabla 7.- Resumen del rendimiento total en Kilogramos por Hectárea (kg/ha) por tratamientos

Tratamientos	Rendimientos kg/ tratamientos	Rendimientos kg/ ha	Rendimientos/t/ha
T1 (60%)	78,8	1460,4	1,4
T2 (80%)	71,5	1325,1	1,3
T3 (100%)	129	2390,8	2,3
T4 (120%)	161,2	2987,5	2,9

Datos obtenidos por Macías y Moreira (2019), en cuanto a los parámetros hídricos y fluctuación en la producción de limón sutil bajo distintas láminas de riego en la provincia de Manabí, manifiestan que su rendimiento en kg/ha en base a su Kc 0,7 utilizado para el riego fue de 8429,92. Comprobando que los resultados que se obtuvieron en la zona de La Ponga donde se realizó el proyecto en su tratamiento testigo T₃ al 100% con un Kc 0,7 del riego por goteo se obtuvieron resultados de 2390,80 siendo estos muy inferior a lo que se encontró con la investigación en Manabí, por lo contrario datos obtenidos por Solís y Tomalá (2010), manifiestan que su rendimiento en su T₁ fue de 9681,75 kg/ha, utilizando riego por gravedad en una zona cercana a la del proyecto.

Según Lorzundi (2012), un estudio realizado en Cuzco-Perú obtuvo en su T₆ un rendimiento de 4,85 t/ha, realizando podas en el cultivo dichos datos fueron superiores a los obtenidos en La Ponga que en su T₄ logró obtener bajo riego por goteo a 120% un rendimiento de 2,90 t/ha bajo las condiciones del lugar y en la segunda época de cosecha del año. Por lo consiguiente en una encuesta realizada por Panchana (2015), quien señala que en la comuna Barcelona los productores del lugar obtienen bajo riego por inundación en época de baja producción un rendimiento que va de 1 a 2 t/ha proporcionando similitud a los datos obtenidos en el proyecto ya que cuenta con similares características climáticas. Así mismo los resultados obtenidos siguen siendo menores por otros autores como es el caso de México, donde se obtuvieron rendimientos promedios de 12,64 t/ha (Caamal *et al*, 2014).

En la investigación realizada por Caballero (2018), en la provincia de Manabí, en un área de 3.456 m², encontró un rendimiento de 122,7 kg/ha estos resultados se comparan con los obtenidos en la investigación realizada en La Ponga encontrando lo siguiente, considerando el

área de producción utilizado en Manabí y comparándola con la que se usó en la Ponga la misma que tuvo un área de 2.304 m², se puede manifestar existe mucha diferencia en las producciones, puesto que en la Ponga se obtuvo un rendimiento de 1460,40 kg/ha, en su T₁ siendo esta la menor.

Según Chumacero (2018), en la investigación realizada en Piura-Perú obtuvo en su T₄ un rendimiento de 7,13 t/ha realizando una fertilización foliar a base de Nitrato de potasio cristalizado al 0,5%, siendo esta mayor a los datos obtenidos en la investigación realizada en La Ponga donde el testigo T₃ se logró obtener un rendimiento de 2,3 t/ha en riego por goteo a 100% bajo las condiciones del lugar y en la segunda época de cosecha anual, por otro lado, Verna et al., (2015) en el estudio realizado en el municipio de Martines de la Torre, Veracruz-México manifiesta que obtuvo un rendimiento superior de 12,46 t/ha a diferencia de las obtenidas en el proyecto.

Datos obtenidos en la Ponga arrojaron en el T₄ un rendimiento de 2,9 t/ha bajo estas condiciones de la zona aplicando riego a 120%, por otro lado, Amórtegui (2001) en el departamento de Tola en Colombia obtuvo 15 t/ha siendo superior al antes mencionados.

3.3 Diámetro del fruto por época de cosecha

3.3.1 Diámetro de fruto N° 1.

Los productores de limón asocian la calidad del fruto generalmente con el tamaño; sin embargo, para la calidad de fruto se toma en cuenta varias variables: diámetro ecuatorial y polar del fruto, (Dorado *et al.*, 2015). Para medir el diámetro de los frutos se tomaron 10 frutos al azar de cada uno de los tratamientos. La tabla 8 y figura 4 presentan los resultados obtenidos en diámetro del fruto, estas muestran los resultados siguientes, si se compara el tratamiento testigo T₃ con el tratamiento T₄, se puede indicar que existen diferencias significativas, es decir que la cantidad de agua sí influye en el diámetro, cabe indicar que el T₄ tenía un total de agua de 120%.

La diferencia entre los diámetros de estos dos tratamientos es de 40 mm es decir que los frutos obtenidos con el riego con los minis aspersores son mucho más grandes comparados con los frutos obtenidos en el tratamiento T₃. El análisis realizado presenta diferencias significativas

tal como lo presenta el p 0,0022, por otro lado, se analizó con la prueba de Tukey al 0.05 % de significancia estadística, llegando a obtener un coeficiente de variación que osciló en el rango de 2,4. considerados normales.

Tabla 8.- Diámetro de fruto de limón sutil en la primera cosecha (cm).

Tratamientos	Medias.
T ₁ (60%)	5,54 a
T ₄ (120%)	5,73 a b
T ₃ (100%)	5,80 a b
T ₂ (80%)	5,97 b c

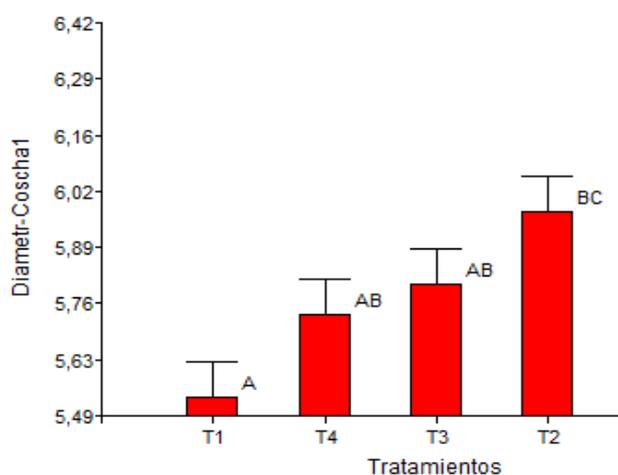


Figura 4.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.

En la investigación realizada por Solís y Tomalá (2010) encontraron un diámetro de fruto que osciló entre 3,44 y 3,73 cm, el sistema de riego utilizado en el cultivo fue riego por gravedad, sin embargo al comparar los resultados obtenidos en la investigación se encontró que el diámetro de los frutos del limón en el sistema de riego por goteo estuvo entre 5,54 y 5,97 cm siendo estos datos superiores a lo encontrados en la investigación antes mencionada, por ende se puede decir que acorde a la lámina de riego utilizada en el cultivo de limón el diámetro fue variando, es decir a más agua mejor diámetro se obtiene. Por otro lado, Caballero (2018), señala haber encontrado un diámetro de fruto de 4,2 y 4,4 cm en Manabí, los resultados obtenidos en esta provincia también son menores al obtenido en la investigación realizada en La Ponga.

3.3.2 Diámetro del fruto N° 2.

En la investigación el diámetro varió en el tiempo y de un tratamiento a otro, así mismo de cosecha a otra, en el tratamiento T₄ el fruto tuvo un mayor diámetro usando riego con goteo con un 120%, el menor diámetro lo obtuvo el tratamiento testigo T₃, diferencias que fueron estadísticamente significativas. Si se comparan los cuatro tratamientos, que se le aplicaron diferentes láminas de riego, usando el sistema por goteo se encontraron los siguientes resultados que el T₃ obtuvo un diámetro de 5,72 cm y el tratamiento T₄ alcanzó un diámetro de 6,40 cm, encontrando una diferencia de 68 mm entre estos dos tratamientos (tabla 9 y figura 5). El coeficiente de variación oscilo en el rango de 2, considerados normales.

Tabla 9.- Diámetro de fruto de limón sutil en la segunda cosecha (cm).

Tratamientos	Medias.
T ₃ (100%)	5,72 a
T ₂ (80%)	6,10 b
T ₁ (60%)	6,14 b
T ₄ (120%)	6,40 b

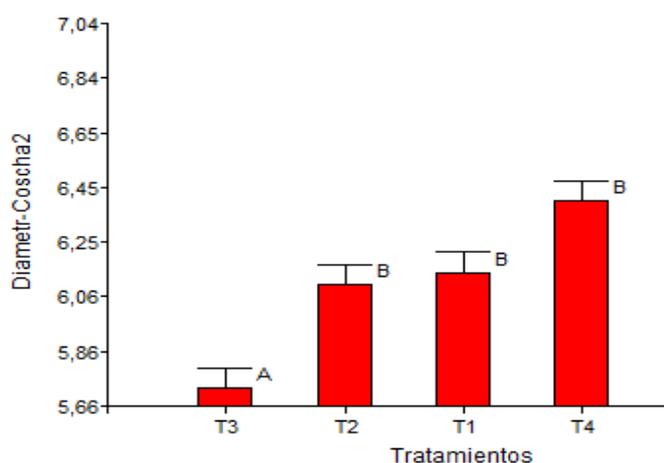


Figura 5.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.

El rango de valores encontrados en este estudio fue de (5,72- 6,40 cm) son cercanos a los reportados en otras investigaciones realizada en la provincia de Manabí hecha por Macias y Moreira (2019), que encontraron un diámetro de 5,16 cm, el estudio fue realizado utilizando un Kc 0,7, tal como se lo utilizo en la investigación realizada en La Ponga para el riego por

goteo. También a los reportados en El Salvador, que para limón p^{er}sico se encontr^o di^{am}etros entre 50 -70 mm, que quiere decir entre 5 - 7 cm (Vanegas, 2002).

3.3.3 Di^{am}etro del fruto N^o 3.

En la investigaci^on realizada se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en la tercera toma de datos, se encontr^o que el di^{am}etro mayor fue para el tratamiento T₄ con di^{am}etro de 6,53 cm, y el tratamiento testigo T₃ alcanzo un di^{am}etro de 5,70 cm, tal como lo muestra la (tabla 10 y figura 6), sin embargo.

Al comparar los tratamientos con el uso de l^{am}inas de riego se encontr^o que, entre los tratamientos T₄ y T₃ existen diferencias significativas de 80 mm entre los dos tratamientos, sin embargo, estos resultados son acorde a la l^{am}ina utilizada, para el T₃ se us^o un 100% y para el T₄ se utiliz^o una l^{am}ina de 120% he ah^ı la diferencia, la cual lo demuestra la tabla antes mencionada.

Por otro lado, el an^lisis de la varianza realizada demuestra que entre el tratamiento T₁ T₂ y T₄ no existen diferencias significativas, el an^lisis se lo realiz^o utilizando Tukey al 0,05%, el coeficiente de variaci^on oscilo en el rango de 2,8 considerados normal.

Tabla 10.- Di^{am}etro de frutos de lim^on sutil en la tercera cosecha (cm).

Tratamientos	Medias.
T ₃ (100%)	5,70 a
T ₂ (80%)	6,16 a b
T ₁ (60%)	6,52 b
T ₄ (120%)	6,53 b

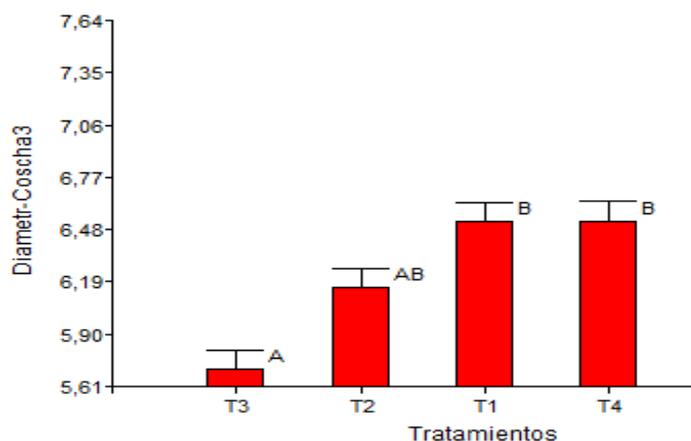


Figura 6.- Comparaci^on de medias por su di^{am}etro ecuatorial.

Los datos encontrados en la tercera cosecha, el diámetro del fruto encontrado fue de (5,70 – 6,53 cm), son parecidos a los diámetros reportados por Malo, *et al.*, (2018), en un informe de la producción de limones en la florida donde menciona que el diámetro oscila entre (5.5–7 cm).

3.3.4 Diámetro del fruto N° 4.

En la investigación en cuanto al análisis de la varianza del diámetro del fruto según la época de la cosecha, se obtuvo una diferencia significativa entre uno y otro tratamiento, refiriéndonos a las medidas del limón sutil en base a su diámetro, en el tratamiento T₄ se obtuvo un diámetro mayor en su fruto con riego por goteo a 120%, mientras que el tratamiento T₁ evidencio diámetros menores. Comparando los cuatro tratamientos a los cuales se les aplico las diferentes láminas de riego, los que utilizaron riego por goteo en este caso T₁ se encontraron los siguientes resultados 5,99 cm de diámetro y en cuanto al T₄ el diámetro fue de 6,43 cm, encontrando una diferencia de 44 mm entre estos dos tratamientos (tabla 11 y figura 7). El coeficiente de variación oscila en el rango de 3, considerados normales.

Tabla 11.-Diámetro de fruto de limón sutil en la cuarta cosecha (cm).

Tratamientos	Medias.
T ₁ (60%)	5,99 a
T ₃ (100%)	6,39 a
T ₂ (80%)	6,40 a
T ₄ (120%)	6,43 a

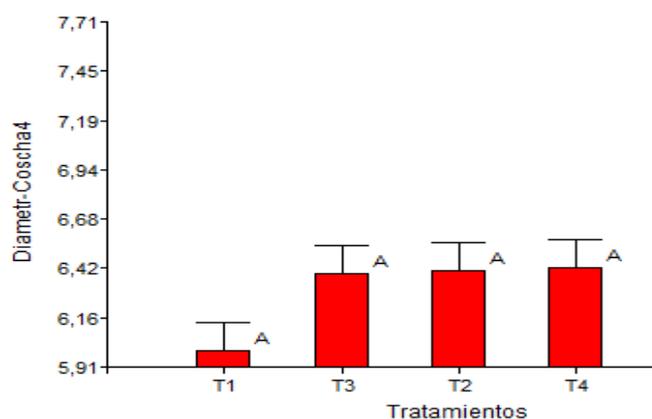


Figura 7.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.

Según (CODEX, 1999) en su artículo dispuesto para la lima-limón, describe varios diámetros de frutos de la zona ecuatorial independientemente de la época de cosecha, siendo la primera clasificación con código 1 con rangos de (5,8 a 6,7) cm, encontrándose dentro del rango dispuesto por el autor antes mencionado al T₁ con 5,99 cm y al testigo T₃ con 6,39 cm en la cuarta cosecha en la zona de estudio La Ponga.

3.3.5 Diámetro del fruto N° 5.

En la investigación realizada se puede observar que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en la quinta cosecha se encontró que el diámetro mayor fue para el tratamiento T₄ con un diámetro de 5,84 cm, tal como lo muestra la (tabla 12 y figura 8), sin embargo, cabe recalcar que en los demás tratamientos T₁, T₂, T₃ no se obtuvieron producción puesto que en el mes de diciembre no existe producción en la zona.

Por otro lado, el análisis se lo realizó utilizando Tukey al 0,05%, el coeficiente de variación oscilo en el rango de 3,3 considerados normal

Tabla 12.- Diámetro de fruto de limón sutil en la quinta cosecha (cm).

Tratamientos	Medias.
T ₃ (100%)	0,00 a
T ₂ (800%)	0,00 a
T ₁ (60%)	0,00 a
T ₄ (120%)	5,84 b

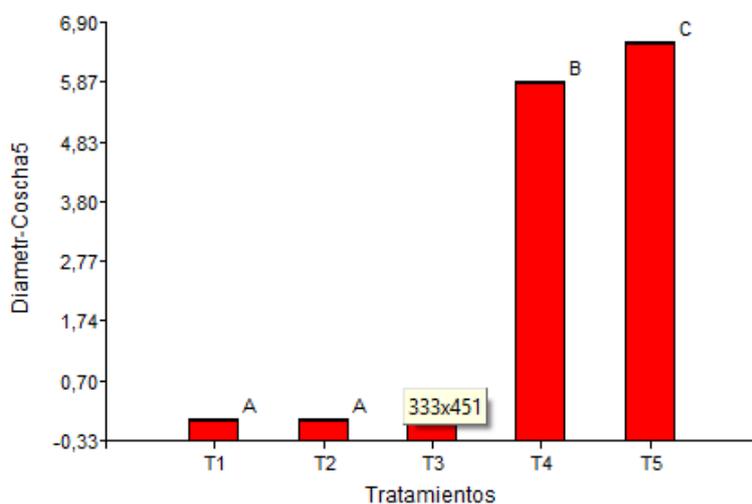


Figura 8.- Comparación de medias por su diámetro ecuatorial.

Los datos encontrados por Piña, *et al.*, (2006), en un estudio realizado en Venezuela en la producción de limones donde menciona que el diámetro ecuatorial osciló entre (5,9 - 6,3), siendo cercanos a los resultados obtenidos en la investigación realizada en la Ponga de 5,8 en las diferentes láminas de riego. También a los reportados en México, que para el limón pérsico se encontró diámetros entre 5,2 – 5,5 cm, (Berdeja, *et al.*, 2016)

3.4 Eficiencia del uso del agua en kg/m³

Los volúmenes de agua aplicada para el T₄ 120 % de la evapotranspiración en riego por goteo consumió 2060,10 m³ y produjo 2987,5 kg/ha y eficiencia de 1,45 kg/m³, en la misma tabla se puede apreciar que la eficiencia para testigo T₃ 100 % el volumen de agua fue de 1716,75 m³ con producción de 2390,8 kg/ha y eficiencia de 1,39 kg/m³, en el T₂ 80 % es de 1373,40 m³ para una producción de 1325,1 kg/ha con una eficiencia de 0,96 kg/m³ y para el T₁ 60 % es de 1030,05 m³ para una producción de 1460,4 kg/ha con una eficiencia de 1,42 kg/m³.

Tabla 13.- Eficiencia del agua aplicada en el cultivo de limón Sutil.

Tratamientos	Volumen de agua aplicada en m ³	Producción kg/ha	Eficiencia kg/m ³
T1 60 %	1030,05	1460,4	1,42
T2 80 %	1373,40	1325,1	0,96
T3 100%	1716,75	2390,8	1,39
T4 120%	2060,10	2987,5	1,45

3.5 Evaluación económica

El análisis económico del cultivo de limón sutil en base a la relación Beneficio/Costo establece que el T₄ alcanza la mayor rentabilidad de \$ 3,53, seguido del testigo T₃ con una rentabilidad de \$ 2,95, (tabla 14).

Tabla 14.- Análisis económico de los tratamientos.

Tratamientos	Ingresos	Costo total	Beneficio Neto	Relación Beneficio/Costo
T1	14604	5700	8904	1,56
T2	13251	5850	7401	1,27
T3	23908	6050	17858	2,95
T4	29875	6600	23275	3,53

La tabla 15 muestra el ingreso bruto de cada tratamiento, así como los costos totales de los cuales se puede obtener beneficios económicos siempre buscando la rentabilidad y ganancia para el productor, al momento de la venta del fruto.

Tabla 15.- Presupuesto parcial del experimento.

Tratamientos	Ingreso Bruto			Costos totales de los tratamientos				
	Rend. Kg	Precio/saco	Utilidad bruta	Costo variable	Costo fijo	Costo total	Beneficio Neto	Relación Beneficio/Costo
	(A)	(B)	(A*B)=C	(D)	(E)	(D+E)=F	G=(C-F)	(G/F)
T1	1460,4	10	14604	600	5100	5700	8904	1,56
T2	1325,1	10	13251	750	5100	5850	7401	1,27
T3	2390,8	10	23908	950	5100	6050	17858	2,95
T4	2987,5	10	29875	1500	5100	6600	23275	3,53

3.6 Programación del riego.

Para la programación del riego (Anexo 1) se consideró la evaporación diaria medida en la tina evaporímetro clase A para la determinación de la ETo se escogió el coeficiente de tina Kp 0,75 de acuerdo con los datos climáticos de la zona, el coeficiente del cultivo Kc se tomó de un manual #56 dispuesto de la FAO para cítricos en general siendo 0,7. También se consideró las características del sistema de riego con la distribución de uniformidad de caudales que se daba en el proyecto.

La lámina evaporada utilizada durante toda la investigación en el cultivo fue de 327 mm, por ende, para el riego por goteo en su T₄ a 120% la ET_c consumió 2060,10 metros cúbicos de agua y con un tiempo total de riego de 86,56 horas, por otra parte, el mayor consumo diario se registró para la evaporación de 7 mm/día y con un consumo de agua en el mismo T₄ de 44,10 m³ /ha y con un tiempo de riego de 2,26 horas.

Para el menor tratamiento T₁ 60% la lámina calculada correspondió a 103,01 mm durante toda la investigación y con un consumo de agua de 1030,05 m³ /ha y con un tiempo total de 43,28 horas.

Mientras que para el tratamiento testigo siendo el riego por goteo al 100% y con una lámina calculada de 171,68 y con un consumo de agua total de 1716,75 m³/ha y con tiempo de riego total de 72,13 horas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1.- Al evaluar las láminas de riego utilizadas en la finca productora de limón sutil en La Ponga, Colonche, se encontró que la lámina más eficiente de riego fue la del T₄, al 120% de evapotranspiración, quien obtuvo un rendimiento de 2987,50 kg/ha, con un volumen de agua aplicada de 2060,10m³ durante el tiempo que duró la investigación, por otro lado está el T₃ que fue el testigo con riego por goteo al 100% de evapotranspiración, el cual tuvo un rendimiento de 2390,80 kg/ha con un volumen de agua de 1716,75 m³/ha en las mismas condiciones agroclimáticas de la zona.

2.- La calidad del fruto en base a las diferentes láminas de riego a las que estuvieron sometidas las plantaciones, se tomó como referencia la medida obtenida por su diámetro ecuatorial, con estos datos se pudo demostrar que el T₄ al 120% riego por goteo, tuvo un mejor desempeño en la mayoría de las ocasiones evaluadas, con un diámetro superior respecto a las otras láminas evaluadas.

3.- La valoración económica de los tratamientos establecidos para el estudio, en respuesta a los rendimientos obtenidos, se determinó que el tratamiento T₄ genera mejores beneficios económicos para el productor. Haciendo la relación beneficio costo de \$ 3,53 y llevando una ventaja adicional en el diámetro de fruto.

RECOMENDACIONES

- Evaluar el comportamiento de las láminas de riego que se aplicaron en los meses de mayor producción.
- Implementar otras técnicas de riego como la mini-aspersión en los cultivos de limón en otros sectores productivos de la provincia para evaluar sus rendimientos.
- Realizar investigaciones aplicando fertilización programada en conjunto al sistema de riego por mini-aspersión para evaluar rendimiento.
- Definir la norma INEN 1757 para regular el calibre de la producción en las cosechas del cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amórtegui, F. 2001. El cultivo de los cítricos. Modulo Educativo para el desarrollo tecnológico de la comunidad rural. Ibague, Colombia. Consultado en 21 de julio 2020. Disponible en: <https://www.yumpu.com/es/document/read/15673055/el-cultivo-de-los-citricos-limon-agronet>

Benedicto G. (2014). Estudio de mercado y prefactibilidad del cultivo de limón tahiti (*Citrus aurantifolia*) en la provincia de Santa Elena. Consultado el 10 de febrero 2020. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec: http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2710/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-13.pdf>

Berdeja, R. et al., 2016. Calidad de fruta de lima 'Persa' en diferentes portainjertos en Veracruz, México. Consultado el 10 febrero 2020. Disponible en: <file:///C:/Users/Laptop%20HP/Downloads/Dialnet-CalidadDeFrutaDeLimaPersaEnDiferentesPortainjertos-6201368.pdf>

Caamal, I. et al., 2014. Análisis de los costos de producción del limón persa en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz. *Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2(3): 192-200, 9. doi: 2007-6940. Consultado el 10 de febrero 2020.

Caballero, V. 2018. Determinación de la fenología del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swing L.) bajo distintos niveles de humedad. Ecuador. Consultado el 10 de febrero 2020. Disponible en: <http://186.46.160.200/bitstream/123456789/1288/1/TESIS%20FINAL%20CORREGIDA%20CABALLERO%20MARIO%202018.pdf>

Cedillo, M. 2002. Cultivo del Limón Pérsico. El Salvador. Consultado el 8 de febrero 2020. Disponible en: <http://centa.gob.sv/docs/guias/frutales/Limon.pdf>

Chumacero, B. 2018. Tratamientos foliares sobre la calidad de fruto de limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle), en el valle de Cieneguillo Sur, Piura. Perú. Consultado el 8 de febrero

2020. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1422/AGR-CHUBER-18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CODEX. (1999). Norma del codex para la lima-limón. Manual sobre disposiciones relativas a la clasificación por calibres. FAO. Consultado en 8 de febrero 2020. Disponible en: file:///C:/Users/Laptop%20HP/Downloads/CXS_213s.pdf

Delgado, G. 2012. Determinación de la lámina de riego para el cultivo de la albahaca genovesa (*Ocimum basilicum* “Genovese”). A partir de la variación del coeficiente multiplicador de la evaporación. Colombia. Consultado el 9 agosto 2019. Disponible en: <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/9017/1/CB-0478859.pdf>

Dorado, D. et al., 2015. Efecto del riego y la fertilización sobre el rendimiento y la calidad de la fruta de lima ácida Tahití *Citrus latifolia* Tanaka (Rutaceae). *Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 16 (1): 87-93. Colombia. Consultado el 5 de agosto 2019. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=3327202&pid=S0718-3429201700010000800003&lng=es

EcuRed, 2012. Limón. Consultado el 20 septiembre 2019. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Lim%C3%B3n>

EcuRed, 2016. Necesidades hídricas de los cultivos. Evapotranspiración, Coeficiente de cultivo. Consultado el 16 septiembre 2019. Disponible en: https://www.ecured.cu/Necesidades_h%C3%ADdricas_de_los_cultivos

[último acceso: 16 septiembre 2019]

FAO 2006. Evapotranspiración del cultivo. Riego y drenaje. *FAO.ORG*, 322. doi:ISSN 0254-5293. Consultado el 20 septiembre 2019.

Frusemur, 2013. Consejos saludables del cultivo del limón. Consultado el 20 septiembre 2019. Disponible en: <http://frusemur.com/consejos-saludables/el-limon-y-su-historia/>

FTP y FAUTAPO, 2014. Producción de cítricos. Bolivia. Consultado el 16 noviembre 2019.

Disponible en:

<http://www.formaciontecnicabolivia.org/webdocs/publicaciones/2015/citricosweb.pdf>

GESTIONADMINISTRATIVA, 2014. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural manglaralto 2014-2019. Ecuador. Consultado el 16 noviembre 2019. Disponible en:

http://app.sni.gob.ec/sin.link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/09

[68538230001_Actualizaci%C3%B3n%20PDYOT%202014-](http://app.sni.gob.ec/sin.link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538230001_Actualizaci%C3%B3n%20PDYOT%202014-)

[2019%20Parroquia%20Manglaralto_26-10-2015_06-41-43.pdf](http://app.sni.gob.ec/sin.link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538230001_Actualizaci%C3%B3n%20PDYOT%202014-2019%20Parroquia%20Manglaralto_26-10-2015_06-41-43.pdf)

Hidroponia.mx, 2015. Riego por aspersión. La opción ideal para tus cultivos. México.

Consultado el 16 noviembre 2019. Disponible en: [http://hidroponia.mx/riego-por-aspersion-la-](http://hidroponia.mx/riego-por-aspersion-la-opcion-ideal-para-tus-cultivos/)

[opcion-ideal-para-tus-cultivos/](http://hidroponia.mx/riego-por-aspersion-la-opcion-ideal-para-tus-cultivos/)

INFO RURAL, 2012. Limón. Características generales del cultivo. Mexico. Consultado el 16

noviembre 2019. Disponible en: [https://www.inforural.com.mx/limon-caracteristicas-](https://www.inforural.com.mx/limon-caracteristicas-generales/)

[generales/](https://www.inforural.com.mx/limon-caracteristicas-generales/)

Infoagro, 2014. Cítricos. El cultivo de los limones. Consultado el 16 noviembre 2019.

Disponible en: <https://www.infoagro.com/citricos/limon2.htm>

Inforural, 2012. El Limón y sus características generales. México. Consultado el 28 noviembre

2019. Disponible en: <https://www.inforural.com.mx/limon-caracteristicas-generales/>

INIAP, 2014. Guía Técnica Sobre El Manejo De Los Cítricos En El Litoral Ecuatoriano.

Portoviejo: Manual Técnico N° 101. Ecuador. Consultado el 28 noviembre 2019.

Lerzundi, A. 2012. Efecto de nitrato de potasio, podas y anillados en la inducción floral del limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swing) en Sahuayaco- La Convención. UNSAAC. Perú.

Consultado el 17 noviembre 2019. Disponible en:

[http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1124/253T20120025.pdf?sequen-](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1124/253T20120025.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[ce=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1124/253T20120025.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Macías, R. y Moreira, A. 2019. Parámetros hídricos y fluctuación de la producción del limón *Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle bajo distintas láminas de riego. UTM. Consultado el 15 noviembre 2019. Disponible en:

<http://186.46.160.200/bitstream/123456789/1313/1/TESIS%20LIMON.pdf>

Malo, S. et al., 2018. El limón persa en Florida. Horticultura. Florida. Consultado en 14 marzo 2020. Disponible en: <https://edis.ifas.ufl.edu/hs273>

Medina, J. et al., 2007. Los impactos del riego de cítricos en el Valle del Río Grande. Texas. Consultado el 14 marzo 2020. Disponible en: <https://aglifesciences.tamu.edu/baen/wp-content/uploads/sites/24/2017/01/B-6205S-Impacts-of-Irrigation-on-Citrus-Spanish-version.pdf>

Mendez, S. 2016. La sustentabilidad del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en la provincia Santa Elena. Ecuador. Consultado el 14 marzo 2020. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2740/F01-S3558-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NAANDANJAIN, 2014. Mini aspersores. Consultado el 14 marzo 2020. Disponible en: http://es.naandanjain.com/uploads/catalogerfiles/000-Spanish/Micro%20Sprinklers/Microsprinklers%20Booklet/NDJ_Micro_span_180214F.pdf

Novedades Agrícolas, 2016. Riego por microaspersión. Sistema de Riego. España. Consultado el 27 marzo 2020. Disponible en: <http://www.novedades-agricolas.com/es/riego/sistemas-de-riego/riego-por-microaspersión>

Panchana, W. 2015. Estudio de factibilidad para la implementación de un centro de acopio de limón en la Comuna Sinchal, cantón Santa Elena. Ecuador. Consultado el 27 marzo 2020. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2259/1/UPSE-TAA-2015-010.pdf>

PDyOT, 2014. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Manglaralto 2014 - 2019. Santa Elena, Parroquia Manglaralto. Consultado el 27 marzo 2020. disponible en:

<http://app.sni.gob.ec/sni->

link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538230001_Actualizaci%C3%B3n%20PDYOT%202014-2019%20Parroquia%20Manglaralto_26-10-2015_06-41-43.pdf

Piña, G. et al., 2006. CRECIMIENTO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTOS EN LIMEROS PERSA SOBRE 11 PORTAINJERTOS. INIAP. Venezuela. Consultado el 27 marzo 2020. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000300007

Robles, J. 2017. Propuesta de diseño de un sistema de riego por aspersión y goteo en cultivos perennes en la granja el palto del colegio de bachillerato Macará, del cantón Macará. Ecuador. Consultado el 10 abril 2020. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18658/1/Wilson%20Freddy%20Robles%20Solano.pdf>

Rodriguez, U. et al., 2011. Manejo Integrado Del Cultivo De Limón. Informe, Cieneguillo - Sullana-Piura. Perú. Consultado el 10 abril 2020. Disponible en: <http://www.organicinternationalperu.com/documentos/organic-manual-integrado-cultivo-limon.pdf>

Santa Elena EP, 2015. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del gobierno autónomo descentralizado de Colonche. Santa Elena. Ecuador. Consultado el 10 abril 2020. Disponible

Santistevan, N. 2015. Efecto de láminas de riego en la producción de maíz (*Zea mays l*), en río - nuevo, Santa Elena. Consultado el 25 abril 2020. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2231/1/UPSE-TIA-2015-014.pdf>

Santistevan, Mendez Mercedes, Salomón Helfgott Lerner, Oscar Loli Figueroa, y Alberto Julca Otiniano. 2016, La sustentabilidad del cultivo del limón (*Citrus aurantifolia* (Christm) S.) en la

provincia Santa Elena. Ecuador. Revista Científica y Tecnológica UPSE 3(2), 15-20. Consultado el 16 de marzo. Disponible en: <https://doi.org/10.26423/rctu.v3i2.146>

Sela, G. 2014. Necesidades hídricas de los cultivos. Smart fertilizer management. Consultado el 25 abril 2020. Disponible en: <https://www.smart-fertilizer.com/es/articles/water-requirements-of-crops>

SENNINGER, 2006. Mini-wobblers. Irrigation INC. Consultado el 25 abril 2020. Disponible en: <https://www.senninger.com/es/product/mini-wobblers>

Solís, L. y Tomalá, M. 2010. Efecto de NPK en la producción de (*Citrus aurantifolia swingle*) V. sutil en la zona de Sinchal - Barcelona, cantón Santa Elena. Ecuador. Consultado el 25 abril 2020. Disponible en:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/922/1/SOL%c3%8dS%20LUCAS%20LIGIA%20Y%20TOMAL%c3%81%20CARVAJAL%20MARIA.pdf>

UNCuyo, 2015. Evapotranspiración en cultivos de referencia (ET_o). Meteorología agrícola. Consultado el 12 febrero 2020. Disponible en: <https://sites.google.com/site/meteorologiaagricolafcauncuyo/home/evapotranspiracion-del-cultivo-de-referencia-eto>

Vanegas, M. 2002. IICA. Guía técnica del cultivo del limón pèrsico. El Salvador. Consultado el 12 febrero 2020. Disponible en: <http://repiica.iica.int/docs/B0217E/B0217E.PDF>

Vasquez, L. et al., 2014. Producción de limón tahití (*Citrus latifolia tan.*) con aplicación de humus de lombriz, Casarabe, Beni. BOLIVIA. Consultado el 27 febrero 2020. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rcaa/n3/n3_a01.pdf

Verna, P. et al., 2015. Costos y competitividad de la producción del limón persa en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Texcoco de Mora. México. Consultado el 27 febrero 2020. Disponible en: https://www.ecorfan.org/handbooks/Ciencias-ECOHT_I/Handbook_Ciencias_Sociales_Economia_y_Humanidades_T1_V1_305_318.pdf

Yara, 2015. Cítricos, principios agronómicos. Nutrición Vegetal. Consultado el: 27 febrero 2020. Disponible en: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/citricos/principios-agronomicos/>

ANEXOS

Anexo 1A.- Plantilla que se utilizó para la toma de datos y sus respectivos cálculos diaria en campo.

T4 120 %			T3 100 %			T2 80 %			T1 60 %		
Lámina calculada mm	TIEMPO DE RIEGO (horas)	Volumen aplicado (m3)	Lámina calculada mm	TIEMPO DE RIEGO (horas)	Volumen aplicado (m3)	Lámina calculada mm	TIEMPO DE RIEGO (horas)	Volumen aplicado (m3)	Lámina calculada mm	TIEMPO DE RIEGO (horas)	Volumen aplicado (m3)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,15	1,32	31,50	2,63	1,10	26,25	2,10	0,88	21,00	1,58	0,66	15,75
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
4,41	1,85	44,10	3,68	1,54	36,75	2,94	1,24	29,40	2,21	0,93	22,05
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
3,15	1,32	31,50	2,63	1,10	26,25	2,10	0,88	21,00	1,58	0,66	15,75
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,15	1,32	31,50	2,63	1,10	26,25	2,10	0,88	21,00	1,58	0,66	15,75
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
3,15	1,32	31,50	2,63	1,10	26,25	2,10	0,88	21,00	1,58	0,66	15,75

3,15	1,32	31,50	2,63	1,10	26,25	2,10	0,88	21,00	1,58	0,66	15,75
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
3,78	1,59	37,80	3,15	1,32	31,50	2,52	1,06	25,20	1,89	0,79	18,90
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30

0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45

1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30

1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
0,63	0,26	6,30	0,53	0,22	5,25	0,42	0,18	4,20	0,32	0,13	3,15
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
2,52	1,06	25,20	2,10	0,88	21,00	1,68	0,71	16,80	1,26	0,53	12,60
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,26	0,53	12,60	1,05	0,44	10,50	0,84	0,35	8,40	0,63	0,26	6,30
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
1,89	0,79	18,90	1,58	0,66	15,75	1,26	0,53	12,60	0,95	0,40	9,45
206,01	86,56	2060,10	171,68	72,13	1716,75	137,34	57,71	1373,40	103,01	43,28	1030,05

Anexo 2A.- Fechas de toma de datos diarios.

DÍA	FECHA	HORA	LECTURA (cm)	Et	Kp	Kc	Etc
1	29-ago-19	8h00	25,00		0,75	0,7	0,00
2	30-ago-19	8h00	24,5	5	0,75	0,7	2,63
3	31-ago-19	8h00	24,2	3	0,75	0,7	1,58
4	1-sep-19	8h00	24	2	0,75	0,7	1,05
5	2-sep-19	8h00	23,8	4	0,75	0,7	2,10
6	3-sep-19	8h00	23,2	6	0,75	0,7	3,15
7	4-sep-19	8h00	22,8	4	0,75	0,7	2,10
8	5-sep-19	8h00	22,4	4	0,75	0,7	2,10
9	6-sep-19	8h00	22,1	3	0,75	0,7	1,58
10	7-sep-19	8h00	21,5	6	0,75	0,7	3,15
11	8-sep-19	8h00	21,3	2	0,75	0,7	1,05
12	9-sep-19	8h00	21	3	0,75	0,7	1,58
13	10-sep-19	8h00	19,7	3	0,75	0,7	1,58
14	11-sep-19	8h00	19,1	6	0,75	0,7	3,15
15	12-sep-19	8h00	18,4	7	0,75	0,7	3,68
16	13-sep-19	8h00	17,8	6	0,75	0,7	3,15
17	14-sep-19	8h00	17,3	5	0,75	0,7	2,63
18	15-sep-19	8h00	25		0,75	0,7	0,00
19	16-sep-19	8h00	24,5	5	0,75	0,7	2,63
20	17-sep-19	8h00	23,9	6	0,75	0,7	3,15
21	18-sep-19	8h00	23,4	5	0,75	0,7	2,63
22	19-sep-19	8h00	22,9	5	0,75	0,7	2,63
23	20-sep-19	8h00	22,7	2	0,75	0,7	1,05
24	21-sep-19	8h00	22,5	2	0,75	0,7	1,05
25	23-sep-19	8h00	22,1	4	0,75	0,7	2,10
26	24-sep-19	8h00	21,8	3	0,75	0,7	1,58
27	25-sep-19	8h00	21,6	2	0,75	0,7	1,05
28	26-sep-19	8h00	21,2	4	0,75	0,7	2,10
29	27-sep-19	8h00	20,9	3	0,75	0,7	1,58
30	28-sep-19	8h00	20,6	3	0,75	0,7	1,58
31	30-sep-19	8h00	20	6	0,75	0,7	3,15
32	1-oct-19	8h00	19,7	3	0,75	0,7	1,58
33	2-oct-19	8h00	19,3	4	0,75	0,7	2,10
34	3-oct-19	8h00	19	3	0,75	0,7	1,58
35	4-oct-19	8h00	18,9	2	0,75	0,7	1,05
36	5-oct-19	8h00	18,5	4	0,75	0,7	2,10
37	6-oct-19	8h00	18,3	2	0,75	0,7	1,05
38	7-oct-19	8h00	18	3	0,75	0,7	1,58
39	8-oct-19	8h00	17,7	3	0,75	0,7	1,58
40	9-oct-19	8h00	17,3	4	0,75	0,7	2,10
41	10-oct-19	8h00	17,1	2	0,75	0,7	1,05
42	11-oct-19	8h00	16,9	3	0,75	0,7	1,58
43	12-oct-19	8h00	16,5	3	0,75	0,7	1,58
44	13-oct-19	8h00	25		0,75	0,7	0,00
45	14-oct-19	8h00	24,8	2	0,75	0,7	1,05

46	15-oct-19	8h00	24,6	2	0,75	0,7	1,05
47	16-oct-19	8h00	24,5	1	0,75	0,7	0,53
48	17-oct-19	8h00	24,3	2	0,75	0,7	1,05
49	18-oct-19	8h00	24,1	2	0,75	0,7	1,05
50	19-oct-19	8h00	24	1	0,75	0,7	0,53
51	20-oct-19	8h00	23,9	1	0,75	0,7	0,53
52	21-oct-19	8h00	23,7	3	0,75	0,7	1,58
53	22-oct-19	8h00	23,6	1	0,75	0,7	0,53
54	23-oct-19	8h00	23,5	1	0,75	0,7	0,53
55	24-oct-19	8h00	23,4	1	0,75	0,7	0,53
56	25-oct-19	8h00	23,3	1	0,75	0,7	0,53
57	26-oct-19	8h00	23,1	2	0,75	0,7	1,05
58	27-oct-19	8h00	23	1	0,75	0,7	0,53
59	28-oct-19	8h00	22,9	2	0,75	0,7	1,05
60	29-oct-19	8h00	22,7	2	0,75	0,7	1,05
61	30-oct-19	8h00	22,5	2	0,75	0,7	1,05
62	31-oct-19	8h00	22,4	1	0,75	0,7	0,53
63	1-nov-19	8h00	22,2	2	0,75	0,7	1,05
64	2-nov-19	8h00	22	2	0,75	0,7	1,05
65	3-nov-19	8h00	21,9	1	0,75	0,7	0,53
66	4-nov-19	8h00	21,7	2	0,75	0,7	1,05
67	5-nov-19	8h00	21,5	2	0,75	0,7	1,05
68	6-nov-19	8h00	21,3	2	0,75	0,7	1,05
69	7-nov-19	8h00	21,2	1	0,75	0,7	0,53
70	8-nov-19	8h00	21	2	0,75	0,7	1,05
71	9-nov-19	8h00	25		0,75	0,7	0,00
72	10-nov-19	8h00	24,9	1	0,75	0,7	0,53
73	11-nov-19	8h00	24,7	2	0,75	0,7	1,05
74	12-nov-19	8h00	24,8	1	0,75	0,7	0,53
75	13-nov-19	8h00	24,5	3	0,75	0,7	1,58
76	14-nov-19	8h00	24,3	2	0,75	0,7	1,05
77	15-nov-19	8h00	24	3	0,75	0,7	1,58
78	16-nov-19	8h00	23,8	2	0,75	0,7	1,05
79	17-nov-19	8h00	23,5	3	0,75	0,7	1,58
80	18-nov-19	8h00	23,4	1	0,75	0,7	0,53
81	19-nov-19	8h00	22,2	2	0,75	0,7	1,05
82	20-nov-19	8h00	22,5	3	0,75	0,7	1,58
83	21-nov-19	8h00	22,7	2	0,75	0,7	1,05
84	22-nov-19	8h00	22,9	2	0,75	0,7	1,05
85	23-nov-19	8h00	23,3	3	0,75	0,7	1,58
86	24-nov-19	8h00	23,5	2	0,75	0,7	1,05
87	25-nov-19	8h00	23,8	3	0,75	0,7	1,58
88	26-nov-19	8h00	24	2	0,75	0,7	1,05
89	27-nov-19	8h00	23,8	2	0,75	0,7	1,05
90	28-nov-19	8h00	23,6	2	0,75	0,7	1,05

91	29-nov-19	8h00	23,3	3	0,75	0,7	1,58
92	30-nov-19	8h00	22,9	4	0,75	0,7	2,10
93	1-dic-19	8h00	22,6	3	0,75	0,7	1,58
94	2-dic-19	8h00	22,2	4	0,75	0,7	2,10
95	3-dic-19	8h00	21,9	2	0,75	0,7	1,05
96	4-dic-19	8h00	21,6	3	0,75	0,7	1,58
97	5-dic-19	8h00	21,5	1	0,75	0,7	0,53
98	6-dic-19	8h00	21,3	2	0,75	0,7	1,05
99	7-dic-19	8h00	21,2	1	0,75	0,7	0,53
100	8-dic-19	8h00	25		0,75	0,7	0,00
101	9-dic-19	8h00	24,7	3	0,75	0,7	1,58
102	10-dic-19	8h00	24,5	2	0,75	0,7	1,05
103	11-dic-19	8h00	24,3	2	0,75	0,7	1,05
104	12-dic-19	8h00	24,2	1	0,75	0,7	0,53
105	13-dic-19	8h00	24	2	0,75	0,7	1,05
106	14-dic-19	8h00	23,8	2	0,75	0,7	1,05
107	15-dic-19	8h00	23,5	3	0,75	0,7	1,58
108	16-dic-19	8h00	23,4	1	0,75	0,7	0,53
109	17-dic-19	8h01	23,2	2	0,75	0,7	1,05
110	18-dic-19	8h02	23	2	0,75	0,7	1,05
111	19-dic-19	8h03	22,9	1	0,75	0,7	0,53
112	20-dic-19	8h04	22,7	2	0,75	0,7	1,05
113	21-dic-19	8h05	22,4	3	0,75	0,7	1,58
114	22-dic-19	8h06	22,3	1	0,75	0,7	0,53
115	23-dic-19	8h07	22,1	2	0,75	0,7	1,05
116	24-dic-19	8h08	22	1	0,75	0,7	0,53
117	25-dic-19	8h09	21,8	2	0,75	0,7	1,05
118	26-dic-19	8h10	21,5	3	0,75	0,7	1,58
119	27-dic-19	8h11	21,1	4	0,75	0,7	2,10
120	28-dic-19	8h12	20,8	3	0,75	0,7	1,58
121	29-dic-19	8h13	20,5	3	0,75	0,7	1,58
122	30-dic-19	8h14	20,1	4	0,75	0,7	2,10
123	31-dic-19	8h15	19,8	3	0,75	0,7	1,58
124	1-ene-20	8h16	19,5	3	0,75	0,7	1,58
125	2-ene-20	8h17	19,3	2	0,75	0,7	1,05
126	3-ene-20	8h18	19	3	0,75	0,7	1,58
127	4-ene-20	8h19	18,7	3	0,75	0,7	1,58
128	5-ene-20	8h20	18,4	3	0,75	0,7	1,58
	total			327,00	96,00	89,60	171,68

Anexo 3A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la primera cosecha Kg.

Variable	N	R°	R AJ	CV
COSECHA 1	12	0,93	0,88	11,50

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	106,44	5	21,29	16,58	0,0019
Tratamiento	106,20	3	35,40	27,57	0,0007
Bloques	0,24	2	0,12	0,09	0,9121
Error	7,70	6	1,28		
Total	114,15	11			

Anexo 4A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la segunda cosecha Kg.

Variable	N	R°	R AJ	CV
COSECHA 2	12	0,96	0,92	12,03

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	160,69	5	32,14	25,94	0,0005
Tratamiento	157,59	3	52,53	42,39	0,0002
Bloques	3,10	2	1,55	1,25	0,3515
Error	7,43	6	1,24		
Total	168,13	11			

Anexo 5A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la tercera cosecha Kg

Variable	N	R°	R AJ	CV
COSECHA 3	12	0,95	0,90	13,33

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	160,99	5	32,30	21,15	0,0010
Tratamiento	157,59	3	52,53	34,50	0,0004
Bloques	3,40	2	1,70	1,12	0,3870
Error	9,13	6	1,52		
Total	170,13	11			

Anexo 6A.- Análisis de la varianza del rendimiento de la cuarta cosecha Kg.

Variable	N	R°	R AJ	CV
COSECHA 4	12	0,79	0,61	15,43

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	18,94	5	3,79	4,48	0,0479
Tratamiento	17,16	3	5,72	6,76	0,0237
Bloques	1,78	2	0,89	1,05	0,4061
Error	5,08	6	0,85		
Total	24,02	11			

Anexo 7A.- Análisis de la varianza del rendimiento quinta cosecha Kg

Variable	N	R°	R AJ	CV
COSECHA 5	12	0,99	0,97	28,90

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	115,56	5	23,11	86,60	<0,0001
Tratamiento	115,03	3	38,34	143,67	<0,0001
Bloques	0,53	2	0,27	1,00	0,4219
Error	1,60	6	0,27		
Total	117,16	11			

Anexo 8A.- Análisis de la varianza del diámetro de fruto de la primera cosecha en cm.

Variable	N	R°	R AJ	CV
Diámetro-Cosecha 1	15	0,87	0,76	2,49

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,10	6	0,18	8,58	0,0039
Tratamiento	0,97	4	0,24	11,40	0,0022
Bloques	0,13	2	0,06	2,94	0,1101
Error	0,17	8	0,02		
Total	1,27	14			

Anexo 9A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la segunda cosecha en cm

Variable	N	R°	R AJ	CV
Diámetro-Cosecha 2	15	0,95	0,91	2,00

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,33	6	0,39	24,70	0,0001
Tratamiento	2,30	4	0,57	36,58	<0,0001
Bloques	0,03	2	0,01	0,95	0,4262
Error	0,03	8	0,02		
Total	2,45	14			

Anexo 10A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto en la tercera cosecha en cm

Variable	N	R°	R AJ	CV
Diámetro-Cosecha 3	15	0,95	0,91	2,88

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,93	6	0,82	23,62	0,0001
Tratamiento	4,91	4	1,23	35,29	<0,0001
Bloques	0,02	2	0,01	0,27	0,7679
Error	0,28	8	0,03		
Total	5,21	14			

Anexo 11A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la cuarta cosecha en cm

Variable	N	R°	R AJ	CV
Diámetro-Cosecha 4	15	0,88	0,79	3,90

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,91	6	0,65	10,02	0,0023
Tratamiento	3,70	4	0,92	14,21	0,0010
Bloques	0,21	2	0,11	1,62	0,2569
Error	0,52	8	0,07		
Total	4,43	14			

Anexo 12A.- Análisis de la varianza del diámetro del fruto de la quinta cosecha en cm

Variable	N	R°	R AJ	CV
Diámetro-Cosecha 5	15	1,00	1,00	3,36

Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	138,29	6	23,05	3346,80	<0,0001
Tratamiento	138,27	4	34,57	5019,38	<0,0001
Bloques	0,02	2	0,01	1,64	0,2532
Error	0,06	8	0,01		
Total	138,34	14			



Figura A 1. Cultivo de limón sutil con líneas de riego por goteo implementado.



Figura A 2. Sistema de riego de mini aspersión implementado y trabajando



Figura A 3. Tuberías secundarias de 50 mm que reparte líquido a los sistemas de riego.



Figura A 4. Toma de datos en lugar de investigación.



Figura A 5. Lectura en su diámetro de frutos de la zona ecuatorial.