



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®**

Instituto Tecnológico de Torreón

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TORREÓN
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**RENDIMIENTO Y CALIDAD DE NARANJO EN VERACRUZ BAJO DOS
PRÁCTICAS CULTURALES PARA LA RETENCIÓN DE HUMEDAD**

Tesis que presenta:

BRÍGIDA EDITH HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

Como requisito para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN IRRIGACIÓN

Director de tesis:

Ph.D. JOSE ERNESTO FRÍAS RAMÍREZ



Torreón, Coahuila, México

MAYO 2020

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de tesis la cual ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de.

MAESTRO EN CIENCIAS EN IRRIGACIÓN
COMITÉ PARTICULAR.

DIRECTOR DE TESIS: _____
Ph D. JOSÉ ERNESTO FRÍAS RAMÍREZ

ASESOR: _____
Ph D. VICENTE DE PAUL ALVAREZ REYNA

ASESOR: _____
M.C. ANTONIO GERARDO YESCAS CORONADO

Torreón, Coahuila, México

MAYO 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme las fuerzas necesarias y la fortaleza de conseguir una meta más en mi vida como profesionista.

Al Instituto Tecnológico de Torreón donde me da la oportunidad de egresar como maestro en ciencias.

Al Dr. José Ernesto Frías Ramírez por su confianza, para realizar este trabajo, por su tiempo brindado, su amistad y todos los conocimientos brindados durante el transcurso de la maestría, estaré siempre agradecido con usted.

Al Dr. Vicente de Paul Álvarez Reyna por su confianza, por su tiempo y dedicación en la revisión de esta investigación, por tantos años de amistad, por todo el apoyo que me ha brindado a lo largo de mi vida profesional, por sus consejos y mucho más le estaré agradecida siempre.

Al M.C. Antonio Gerardo Yescas Coronado por su confianza, por su tiempo y dedicación en la revisión de esta investigación, por los conocimientos brindados durante el transcurso de la maestría, gracias.

Al consejo de ciencia y tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado, durante los dos años de maestría.

DEDICATORIAS

A mis padres Minerva Hernández Gabina y Aquilino Hernández Mota por dar me la vida, por todos los esfuerzos que hicieron para que llegara a convertirme en lo que ahora soy y por darme el Poyo para lograr una meta más.

A mi esposo Carlos Miguel Ruiz Gonzales y a mi hijo Carlos Daniel Ruiz Hernández que desde su llegada me ha hecho la mujer más feliz, gracias por estar en los buenos y malos momentos, los amo.

A mis hermanos Perla Lizet Hernández Hernández y Angel al Jair Hernández Hernández por estar siempre a mi lado ya sea en las buenas o en las malas y por todos los consejos brindados los amo mis niños.

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE DE FIGURA.....	vii
ÍNDICE DE CUADRO.....	vii
RESUMEN.....	viii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS.....	4
1.1.1General.....	4
1.1.2. Específicos	4
1.2. Hipótesis.....	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Producción mundial y en México	5
2.1.1. Producción en Veracruz.....	5
2.2. Generalidades del cultivo	6
2.2.1 Origen del cultivo.....	6
2.2.2 Clasificación taxonómica.....	7
2.2.3. Demanda de agua	7
2.2.4. Lámina de riego.....	8
2.3. Calidad	8
2.4. Prácticas de retención de humedad	9
2.4.1. Escarda manual	9
2.4.2. Incorporación de materia orgánica	9
2.4.3. Métodos para medir la humedad.....	10
2.4.4. Métodos para estimar la evapotranspiración	11
3. MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1. Localización del área de estudio	13
3.2. Características del sitio experimental	13
3.2.1 Características del suelo.....	14
3.3. Preparación del terreno	15
3.4. Diseño experimental	15

3.5. Cosecha	15
3.6. Variables a evaluar	16
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1. La humedad del suelo	19
4.1.1. Escarda.....	19
4.1.2. Materia orgánica.....	20
4.1.3 Testigo	21
4.2 Rendimiento y calidad	22
4.2.1. Peso de fruto por árbol y rendimiento por hectárea.	22
4.2.2. Tamaño y firmeza del fruto.....	23
4.3. Evapotranspiración	24
4.4.Precipitacion	15
5. CONCLUSIONES	28
6. LITERATURA CITADA	29
APÉNDICE.....	35

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 4.1 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento de la escarda en el ciclo de cultivo 2018.....	19
Figura 4.2 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento de materia orgánica en el ciclo de cultivo 2018.	20
Figura 4.3 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento sin escarda y sin materia orgánica en el ciclo de cultivo 2018.	21
Figura 4.4 Evapotranspiración media mensual (mm/día) para los años promedio de 2015, 2016 y 2018.	25
Figura 4.5 Precipitación para los años promedio de 2015,2016, 2018	26
Figura 4.6 ET vs PP para los años 2015, 2016, 2018.....	27

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 4.1 ANOVA para peso fruto por árbol para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.....	35
Cuadro 4.2 ANOVA para diámetro ecuatorial para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.....	35
Cuadro 4.3 ANOVA diámetro polar para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.....	35
Cuadro 4.4 ANOVA para firmeza para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.....	36
Cuadro 4.5 ANOVA para promedio de humedad en el suelo.....	36

RESUMEN

La retención de humedad en el suelo en la producción de cítricos es importante sobre todo en condiciones de temporal; sin embargo, hay poca información de prácticas de cultivo para conservar la humedad del suelo en este cultivo. La presente investigación se realizó durante 2018, en la comunidad de Tumbadero del Águila, Alamo, Veracruz, con el objetivo de evaluar la producción y calidad del fruto del cultivo de naranja, como respuesta a retención de humedad en función de dos prácticas culturales: escarda e incorporación de materia orgánica.

Mediciones de humedad del suelo se evaluaron en tres profundidades para los tratamientos estudiados, así como la producción y calidad de frutos. El consumo de agua del cultivo se estimó utilizando datos promedio de clima de la región y se comparó con la precipitación pluvial para determinar si la lluvia satisface las demandas hídricas del naranjo.

De acuerdo a los resultados el tratamiento de escarda fue el que obtuvo el mayor rendimiento y calidad con una producción media de 26.3 t ha^{-1} . La humedad del suelo no vario significativamente con los tratamientos y la precipitación pluvial promedio supero al consumo de consumo de agua estimado; lo que significa que la lluvia aporta suficiente humedad para el cultivo de cítricos.

Palabras clave: Retención de humedad, rendimiento, evapotranspiración, producción de temporal, cítricos.

SUMMARY

Soil water retention in citrus crops it is important, mainly in dry land farming; however, there is a lack of information of agricultural practices to improve soil water retention in this crop. The present research was carried out during 2018, at the Tumbadero del Aguila community of Alamo Veracruz, Mexico, with the objective to evaluate the yield and fruit quality of orange crop, as response of water retention as a function of two farming practices: soil tillage and organic matter addition.

Measurements of soil moisture were evaluated at three depths for the studied treatments, as well as yield and fruit quality. Crop water consumption was also estimated from average climate data of then region and compared to the rain data to know if does it match the water demand of the orange crop.

According to the results the tillage treatment was the one to achieved the higher yield and fruit quality, with a mean production of 26.3 t ha^{-1} . Soil moisture did not varied significantly with the tretaments and the mean rainfall overpass the estimated crop water consumption, which means that rainfall allow enough moisture for citrus crop production.

Keywords: Soil water retention, yield, evapotranspiration, dry land farming and citrus crops.

1. INTRODUCCIÓN

El primer factor que limita la producción agrícola en la mayor parte del mundo es el recurso del agua, ya que no es suficiente para solventar el nivel de agua demandada por los cultivos (Toledo, 2002). El agua es un recurso del cual no se da la aplicación correcta, ocasionando una escases a nivel mundial debido a la sobrepoblación (FAO, 2013)

El uso racional y eficiente del agua en el riego de los cultivos es un factor que cada día toma mayor importancia. En este sentido emplear prácticas que permitan incrementar la capacidad de retención de agua del suelo, aprovechar mejor el agua de lluvia, así mismo disminuir la pérdida por filtración y mejorar la eficiencia en el manejo del agua, minimizar los costos y proteger los ecosistemas (Rojas *et al.*, 2004).

Existen etapas muy sensibles del ciclo del cultivo de naranja en los cuales un déficit de agua puede provocar una disminución significativa en el rendimiento pudiéndose determinar mediante experimentos que el período crítico es el de floración y formación de fruto (Sandoval, 2007). Existen tres variables de predicción para estimar la humedad, tales como: las fracciones texturales, densidad aparente y ocasionalmente la materia orgánica (Martínez y Ceballos, 2001).

Una forma práctica de expresar y visualizar la cantidad de agua existente o almacenada en el suelo es en términos de lámina de agua (Taboada y Micucci, 2002).

La producción y consumo mundial de cítricos ha pasado por un período de enorme crecimiento, a partir de la segunda mitad de los ochenta. La producción de naranja, tangerina y limón y lima se ha expandido rápidamente. Niveles más altos de producción han permitido a su vez mayores niveles de consumo total y per cápita de cítricos. Incluso ha sido posible un crecimiento más rápido en el área

de productos cítricos procesados, gracias a las mejoras en el transporte y empaque, donde se han reducido los costos y mejorado la calidad (Spreen, T. H. 2001).

Veracruz es el principal estado productor de cítricos en México, dentro de la región norte del estado, los municipios de Álamo, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Papantla son los principales productores (SENASICA 2012).

El problema de las huertas en el estado de Veracruz es complejo debido a que hay poca investigación en relación a la retención de humedad en las huertas. Con el propósito de abundar más sobre el tema fue necesario realizar la siguiente investigación en la cual se evaluaron diferentes prácticas de cultivo en la ciudad de Álamo Temapache Veracruz para lograr mayor retención de humedad y así lograr una mayor producción y calidad del fruto. La mayor parte de esta región es de pocos recursos por lo tanto las practicas a realizar se llevan a acabo manualmente ya que no se cuenta con el capital ni la tecnología necesaria para realizarse, cabe mencionar que la mayoría de las huertas son de temporal.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el rendimiento y calidad del cultivo de naranja en el estado de Veracruz en condiciones de temporal, bajo dos prácticas culturales.

1.1.2. Específicos

- Medir la disponibilidad del agua de precipitación pluvial en el ciclo del cultivo.
- Estimar la evapotranspiración.
- Cuantificar la humedad del suelo en función de dos prácticas de conservación.
- Identificar la mejor practica cultural en función de producción y calidad de fruta.

1.2. Hipótesis

Las prácticas de conservación de humedad incrementan la retención de humedad, productividad y calidad de la fruta en las huertas de naranjo en el estado de Veracruz.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Producción mundial y en México

El principal productor de naranja a nivel mundial es Brasil que aporta el 27.2% del total; le siguen los Estados Unidos, con el 17.0%; China, con 9.2% y; en el cuarto lugar, México, con una producción del 5.2% respecto al total mundial. En seguida se ubican España, que aporta el 4.9%, Italia, con el 3.8% y un grupo de países con menor importancia como Egipto, Marruecos, Grecia, África del Sur y Argentina, que en conjunto representan el 8.8% de la producción mundial (Dussel Peters, E. 2002).

México ocupa el sexto lugar como productor de cítricos en el ámbito mundial con una superficie cultivada de aproximadamente 508,000 ha y un volumen de producción de 6,29 millones de toneladas de fruta. La naranja es la especie citrícola más importante con un 66,8 % de la superficie cultivada a escala nacional y en segundo término los limones (limón mexicano y persa) con 29,8 % (SIAP, 2011).

En México el cultivar 'Valencia Tardía' cubre 95 % de la superficie plantada en el Golfo de México (Medina Urrutia *et al.*, 2007).

2.1.1. Producción en Veracruz

Veracruz es el principal estado productor de cítricos en México con 227,352 has, de las cuales 160,888 se destinan a la producción de naranja, 37,864 a limón persa, 11,617 a tangerina, 8,944 a mandarina y 7,100 a pomelo. Dentro de la región norte del estado, los municipios de Álamo, Tuxpan, Tihuatlán, Castillo de Teayo y Papantla son los principales productores (SENASICA 2012, SIAP 2012).

En el estado de Veracruz hay 42 784 unidades de producción, en la región de Álamo-Tempache se encuentran 8 860 productores de naranja, la mayoría categorizados como pequeños productores, el tamaño medio del predio es de 4.39 ha. La característica de estos productores es que no atienden los árboles, son contados los productores que al terminar el período de cosecha realizan actividades culturales a la planta (INEGI, 2007).

En el municipio la superficie de naranja es de 41 292 ha; cuyo rendimiento en promedio según estudios de la SAGARPA son de 18.43 t ha⁻¹ y en huertas con sistema de riego los rendimientos llegan hasta las 30 t ha⁻¹, cifra por arriba de la media estatal y nacional que para 2010 era de 12.3 t ha⁻¹ (Barrón Pérez *et al.*, 2014).

2.2. Generalidades del cultivo

2.2.1 Origen del cultivo

El origen del género Citrus se sitúa en el sureste de Asia y centro de China, Filipinas y archipiélago Indomalayo hasta Nueva Guinea. Las primeras variedades e híbridas de cítricos fueron el resultado de un largo proceso de identificación, colecta y reproducción de plantas silvestres. Los árabes introdujeron la naranja y limón en la región africana del Mediterráneo hacia el siglo X, pero no fue hasta los albores del año 1400, después de los viajes de Marco Polo a China (1287), cuando los portugueses introdujeron el naranjo en el hoy mediterráneo europeo. La variedad dulce la difundieron los comerciantes genoveses en el siglo XV. De los quince principales productores mundiales México muestra la mayor dinámica de crecimiento de la producción en el periodo, 1990-2003 (Roldan *et al.*, 2002).

2.2.2 Clasificación taxonómica

La clasificación sistemática de los agrios y los géneros vecinos, es un problema que los especialistas clasifican de complejo, ya que manifiestan divergencias entre las opiniones de Swingle, Tanaka, Hume, Hodgson y Chapot sobre este punto de vista (Swingle 1977).

REINO	Vegetal
SUBREINO	Geraniales
FAMILIA	Rutacea
SUBFAMILIA	Aurancioidea
TRIBU	Citreae
SUBTRIBU	Citrinae
GENEROS	Citrus
ESPECIE	Sinensis

2.2.3. Demanda de agua

La demanda de agua de los cítricos es de 1,000 a 1,200 mm por año. Este consumo lo satisface la lluvia durante el año. Sin embargo la distribución de la precipitación es variable e inestable aparte de no ser uniforme. Por ello es posible observar periodos de déficit hídrico en los meses de diciembre, enero o febrero, debido a la alta evaporación del suelo y elevada transpiración de las plantas (Gutiérrez, 2015).

El consumo de agua por los árboles cítricos depende de factores ambientales como temperatura, textura y estructura del suelo, topografía y factores relacionados con el árbol, como son: tamaño, profundidad de la raíz, patrón y distancia de plantación, así mismo desde el punto de vista fisiológico, el periodo en que los árboles cítricos requieren mayor humedad es durante la época de brotación hasta que el fruto alcanza 2.5 centímetros de diámetro (Curti-Díaz *et al.*, 1998).

2.2.4. Lámina de riego

Es el requerimiento del cultivo que a lo largo de su desarrollo va requiriendo diferente demanda de agua de acuerdo a su desarrollo (Medina Urrutia *et al.*, 2007).

La lámina de riego que necesitan los cítricos en la etapa de producción es de 889 mm a 1219 mm de agua durante el ciclo. El agua es indispensable para el buen crecimiento y desarrollo de los árboles, ya que interviene en los procesos fisiológicos. La falta del agua afecta significativamente las funciones fisiológicas como fotosíntesis, reacciones metabólicas, absorción de nutrientes, transporte de asimilados entre otras (Legaz *et al.*, 2008).

2.3. Calidad

Los principales aspectos de calidad en naranja 'Valencia' son tamaño, porcentaje de superficie con el color verde oscuro, rugosidad de la epidermis y madurez e integridad del fruto además de la acidez titulable, sólidos solubles totales y la relación de estos parámetros (Ariza Flores *et al.*, 2010).

2.4. Prácticas de retención de humedad

En la protección y conservación del suelo, el manejo de la cubierta vegetal mediante el uso de cultivos de cobertura de materia orgánica y prácticas de labranza, que minimizan la erosión, es una medida eficaz para la conservación de suelo y agua. La cobertura permanente o cubierta con residuos de cultivo, es crucial para mantener el potencial productivo (Altieri *et al.*, 2002).

La productividad de los cultivos puede mejorarse y la erosión reducirse mediante métodos de conservación. Al hacer estas prácticas se logra una mayor conservación del agua en el suelo y mejora la productividad de los cultivos (Olivares *et al.*, 2014).

2.4.1. Escarda manual

La escarda, mejora el manejo del agua y drenaje. En la práctica se ha observado que en suelos arcillosos con alta capacidad de retención de humedad la escarda profunda reduce los problemas de pérdida de agua en el suelo (Lee Rodríguez *et al.*, 1998).

Si se realiza la escarda antes de inicio de la lluvia, la superficie queda expuesta a la energía cinética de las gotas de agua. Lo que pasa al momento de implementar la escarda es que las partículas del suelo no están desmenuzadas y la superficie está protegida evitando la pérdida del agua en el cultivo (Catalina, 2005).

2.4.2. Incorporación de materia orgánica

Se conoce como materia orgánica del suelo (MOS) a un conjunto de residuos orgánicos de origen animal y / o vegetal, que están en diferentes etapas de descomposición, y que se acumulan tanto en la superficie como dentro del perfil del suelo (Rosell, 1999). Además, incluye una fracción viva, o biota, que participa

en la descomposición y transformación de los residuos orgánicos (Aguilera, 2000).

La aplicación de materia orgánica húmificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuestos que mantienen la actividad microbiana, como: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fúlvicos, y húminas). Que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como mejorar la retención de humedad del suelo y capacidad de retención de agua así mismo estimular el desarrollo de plantas, mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Herrán *et al.*, 2008).

2.4.3. Métodos para medir la humedad

En la actualidad existen varios métodos que permiten estimar la humedad del suelo (Gutiérrez., 2001) los clasifica en:

Métodos Directos

- Al Tacto
- Gravimétrico.
- Lisimétrico.

Métodos Indirectos

- Tensiómetros.
- Resistencia Eléctrica.
- Aspersor de Neutrones.
- Medidor Rápido de Humedad Speedy.
- Time Domain Reflectometry (TDR).

En este experimento se utilizara el aparato AQUA-PRO para determinar el contenido de humedad en el suelo del cultivo de naranjo un método indirecto.

2.4.3.1. Sensores de capacitancia

Los sensores de capacitancia son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser: temperatura intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerzas, torsión, humedad, etc.

Estos sensores están formados por dos electrodos concéntricos de metal de un capacitor. Cuando un objeto se aproxima a la superficie de censado y este entra al campo electrostático de los electrodos, cambia la capacitancia en un circuito oscilador, haciendo que el oscilador empiece a oscilar, de esta manera el circuito disparador lee la amplitud del oscilador y cuando alcanza un nivel específico la etapa de salida del sensor cambia, conforme el objeto se aleja el sensor la amplitud del oscilador decrece, llevando al sensor a su estado original (Mejia., *et al* 2011).

2.4.4. Métodos para estimar la evapotranspiración

Existen dos tipos de métodos para medir la evapotranspiración que son los directos e indirectos. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida. Los segundos en forma indirecta o utilizando fórmulas empíricas, proporcionando el consumo de agua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta.

Métodos directos

- Lisímetro
- Balance hídrico

Métodos indirectos

- Thornthwaite
- Turc
- Grassi y Christensen
- Tanque evaporímetro tipo A
- Penman–Monteith
- Hargreaves-Samani

En este experimento se utilizará el método de Hargreaves-Samani para determinar la evapotranspiración del cultivo de naranjo (Alexandris *et al.*, 2008).

$$ET0 = 0,0023 (t_{med} + 17,78) R0 * (t_{max} - t_{min})^{0,5}$$

Donde:

ET0 = evapotranspiración potencial diaria, mm/día

T med = temperatura media diaria, °C

R0 = Radiación solar extraterrestre, en mm/día (tabulada)

T max = temperatura diaria máxima

T min = temperatura diaria mínima

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del área de estudio

El proyecto de investigación se realizó en la comunidad de Tumbadero del Aguila perteneciente a la ciudad de Alamo Temapache Veracruz., siendo una de las comunidades más demandadas por sus naranjas de mayor calidad y alta producción, localizado en la parte norte del estado de Veracruz, en las coordenadas a 20° 54' latitud Norte, 97° 40' longitud Oeste, a una altitud de 21 msnm, la temperatura media anual es de 24.6°C. Limita al norte con la ciudad de Tampico Tamaulipas.; al sur con Poza Rica Veracruz.

3.2. Características del sitio experimental

El tamaño de la parcela experimental fue una hectárea dentro un predio ejidal de productores del municipio de Alamo Veracruz. Los cultivos de esta región son de temporal por lo cual el cultivo depende de las condiciones climáticas (lluvia). La producción está destinada a las jugueras y mercado, ubicadas en el mismo municipio, también los habitantes de esta región lo utilizan para consumo en fresco.

El diseño de siembra de este cultivo es tresbolillo con una distancia de 8x8 m. La huerta cuenta con 220 árboles, con una altura promedio de 2 metros, las cuales tienen las mismas características como edad, altura, área foliar y distancia de plantación. Una característica particular de esta variedad es su sistema de producción, ya que tiene la capacidad de dar 4 producciones por ciclo, las cuales se dividen en naranja temprana, agostera, ramillete y tardía.

3.2.1 Características del suelo

La determinación de las características del suelo del sitio en estudio, se realizó mediante muestreo de suelo en la parcela experimental para determinar; propiedades físicas químicas. Las muestras se analizaron en el laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Campus Saltillo, Coah. Se tomaron 9 muestras de suelo, los puntos se distribuyeron en esquinas, en cruz y en zig-zag. Las muestras se tomaron en 3 estratos las cuales se combinaron para formar una sola muestra compuesta del predio para llevarla al laboratorio para su análisis. Lo anterior considerando que no se observó variación en las características del suelo (Martinez *et al.*, 2001).

La muestra se analizó de acuerdo a la NOM-021 (SEMARNAT, 2000) obteniéndose los siguientes resultados:

Cuadro 3.2 Propiedades físicas y químicas del suelo del sitio experimental.

PARAMETROS	UNIDADES	VALOR
Densidad Aparente	g/cm ³	1.2
Textura	%	Arcilloso
Arena	%	36
Limo	%	18
Arcilla	%	46
pH	%	6.3
Con. Electrica	mmhos/cm	0.6
Materia organica	%	1.4
Nitrogeno Total	%	0.7
Fosforo	Ppm	11

3.3. Preparación del terreno

La preparación se realizó el 20 de junio del 2018, con ayuda de machetes y azadones para poder preparar el sitio a evaluar. El suelo se preparó de forma manual solo se desmonto para poder eliminar la maleza que se encontraba en el cultivo para establecer los tratamientos a evaluar.

3.4. Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar para eliminar la pendiente que presenta la parcela que se dirige a un río. Se evaluaron tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones, tomando un árbol como unidad experimental, considerando 9 árboles de la misma edad y mismas características fenológicas.

Los Tratamientos fueron:

- Tratamiento 1 = escarda después de cada lluvia
- Tratamiento 2 = incorporación materia orgánica al tallo del árbol en el área de goteo.
- Testigo = manejo normal de los productores.

3.5. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente el 20 de enero del 2020, utilizando ayates y canastos para la recolección de la fruta, cosechando arboles de acuerdo a tratamiento, escarda, incorporación de materia orgánica, y testigo. La fruta cosechada se pesó en fresco determinando el rendimiento por árbol, dato con el que posteriormente se estimó el rendimiento por hectárea. La calidad se evaluó

en base al diámetro ecuatorial, diámetro polar y firmeza. El análisis de los datos obtenidos se realizó utilizando el programa estadístico de la FAUANL.

3.6. Variables a evaluar

La humedad del suelo

La humedad del suelo se determinó en cada tratamiento utilizando un sensor de humedad del suelo, (Aqua-pro sensors). En virtud de lo cual se colocaron tubos de acceso de PVC de 25 mm de diámetro en las unidades experimentales.

Se instaló un tubo de acceso para el sensor para medir la humedad del suelo, el cual consistió en realizar una perforación con una barrena para instalar el tubo hasta un metro de profundidad para el acceso del sensor, los cuales se colocó el suelo extraído alrededor de los mismos para un buen contacto entre tubos y suelo. Los tubos de PVC fueron cortados a 1m de largo a los cuales se les pegó una tapa para evitar que se introdujera el agua o tierra al interior del tubo y así evitar errores en los datos tomados (Ponce *et al.*, 2000).

Los datos se tomaron cada 8 días a una profundidad de 100 cm, a partir del 26 de junio de 2018 al 19 de septiembre del 2018, al observar que las lecturas del sensor no mostraban variación, se tomó la decisión de tomar las lecturas a tres profundidades diferentes (30, 50 y 100 cm). A partir del día 26 de septiembre 2018 hasta el día 30 de enero del 2019 con un total de 19 observaciones.

En las conversiones de lecturas del sensor a contenido de humedad expresado como porcentaje de la humedad aprovechable, se utilizó la curva de calibración proporcionada por el fabricante para un suelo de textura arcillosa.

Los datos obtenidos de humedad aprovechable por tratamiento se graficaron en función para cada profundidad (Escarda, incorporación de materia orgánica y testigo).

Para observar si la humedad del suelo varió en función de los tratamientos se realizó un promedio general de la humedad del perfil, estos datos fueron analizados utilizando el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León.

Rendimiento y Calidad

Las muestras de cada tratamiento fueron colocadas en bolsas previamente etiquetadas, se tomaron varios pesos ya que la báscula solo pesaba 5 kilos los cuales se sumaban para determinar el peso total por árbol por tratamiento y repetición. El rendimiento por hectárea se obtuvo multiplicando el rendimiento por árbol por el número de árboles por hectárea.

La calidad se determinó en base al diámetro polar y diámetro ecuatorial y firmeza. En diámetro del fruto se tomaron 10 frutos por tratamiento utilizando un vernier digital eléctrico marca Grainger.

En firmeza se tomaron 10 frutos por tratamiento utilizando un penetrometro de la marca Wagner.

Los datos de peso de fruto por árbol, diámetro polar, diámetro ecuatorial y firmeza fueron analizados utilizando el programa estadístico de la FAUANL.

Evapotranspiración

Los datos climáticos utilizados para conocer la precipitación y calcular la evapotranspiración fueron obtenidos de CONAGUA de los años 2015, 2016, 2017 y 2019 para conocer la precipitación de la zona de Alamo Temapache Veracruz. Los datos fueron tomados diariamente de la estación meteorológica ubicada en las instalaciones del CBTa N° 57 carretera Canoas-Martinez de la Torre 21, Chapopote Núñez, Ver.

La evapotranspiración fue estimada utilizando el método de Hargreaves-Samani. Además se estimó el coeficiente del cultivo (Kc) de acuerdo a la fase de desarrollo y se utilizaron los promedios de ETo (Iñiguez-covarrubias *et al.*, 2011).

En el cálculo de la ETc se utilizó la fórmula:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Dónde: ET_c = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

ET_o = Evapotranspiración potencial (mm/día)

K_c = Coeficiente del cultivo (adimensional)

Para utilizar la formula se simuló el K_c dando el valor (0.55) para multiplicarlo por la evapotranspiración y determinar la ET_c .

Posteriormente se graficó la ET para observar el comportamiento de la a través del ciclo del cultivo.

Precipitación

Los datos de precipitación se obtuvieron de CONAGUA de los años 2015, 2016, 2017y 2019 para la zona de Alamo Temapache Veracruz. Datos tomados diariamente de la estación meteorológica ubicada en las instalaciones del CBTa N° 57 carretera Canoas-Martínez de la Torre 21, Chapopote Núñez, Ver.

Para la precipitación se obtuvo un promedio mensual para después tener el promedio de la precipitación anual. Datos que posteriormente se graficaron para observar el comportamiento de la precipitación a lo largo del ciclo del cultivo.

También se graficó la precipitación y evapotranspiración y observar el comportamiento de esta.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

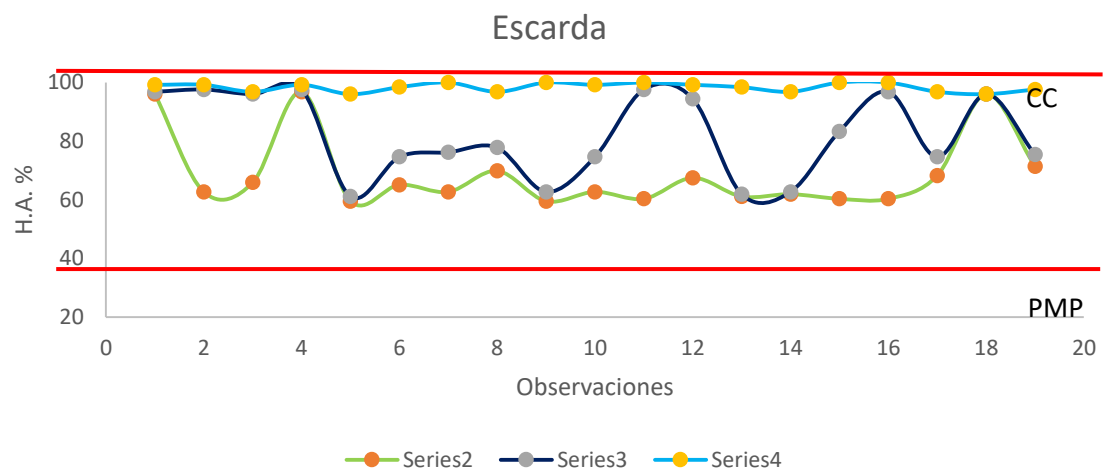
4.1. La humedad del suelo

4.1.1. Escarda

En la Figura 4.1 se presenta la humedad aprovechable del suelo durante el ciclo del cultivo. En este periodo se presentó un porcentaje promedio de 72.58% para el estrato de 30 cm, 86.27% para el estrato de 50cm y 97.9% para estrato de 100 cm de profundidad.

La humedad del suelo tiene una variación de un valor mínimo de 30% hasta un máximo de 100% en la profundidad de 30 cm y 100 cm respectivamente. Además se puede observar que el mayor abatimiento se presentó en el estrato superficial (30 cm) seguido por el estrato de 30-50 cm. y la profundidad 100 cm en donde la humedad se mantuvo constante (Capacidad de campo). Esta tendencia corresponde al abatimiento comúnmente observado en el suelo, ya que la capa superficial está más expuesta a los efectos del clima perdiendo más humedad que las capas más profundas.

Figura 4.1 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento de la escarda en el ciclo de cultivo 2018.



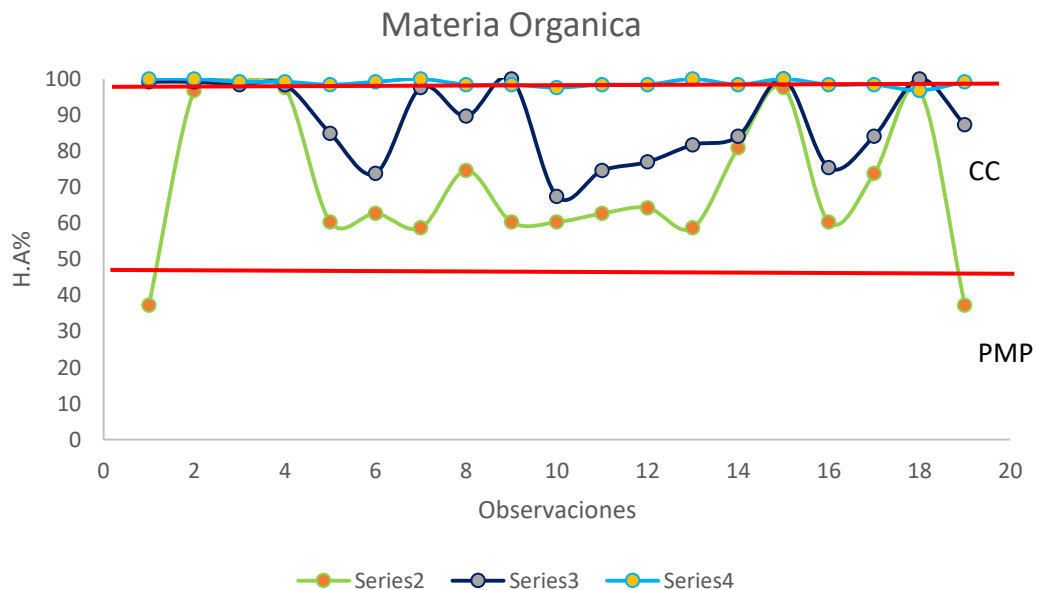
La escarda en diversos cultivos ayuda a mantener la humedad del suelo ya que al realizar esta práctica ocasiona que la superficie del suelo reduzca la pérdida del agua acumulada en el suelo (Alcántara *et al.*, 2007).

4.1.2. Materia orgánica

En la Figura 4.2 se presenta el comportamiento de humedad del suelo en las diferentes profundidades evaluadas. Durante el ciclo del cultivo el estrato superficial (0-30 cm) presentó un promedio de 72.58 % de humedad aprovechable, seguido de la profundidad (30-50 cm) con un promedio de 86.27% y al igual que el tratamiento anterior la profundidad de 100 un promedio de 97.9% prácticamente a capacidad de campo.

La humedad del suelo varió de un valor mínimo de 30% hasta un máximo de 100% en la profundidad de 30 y 100 cm.

Figura 4.2 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento de materia orgánica en el ciclo de cultivo 2018.



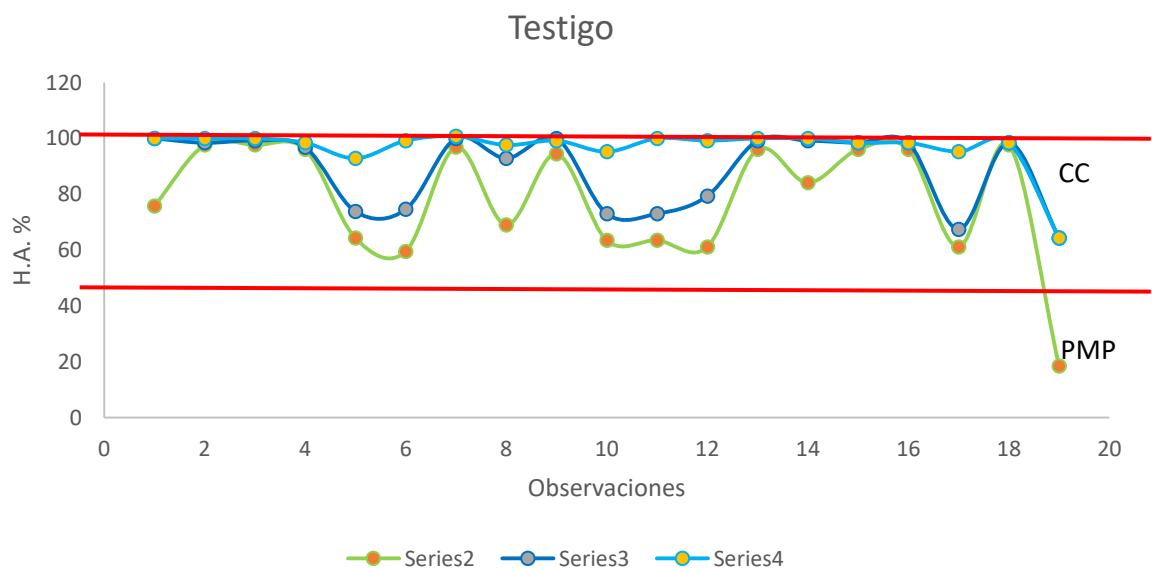
Al igual que el tratamiento anterior la humedad siempre se mantuvo constante en el estrato inferior, debido a que es un suelo arcilloso con alta retención de humedad. Esto también puede ser favorecido considerando que la materia orgánica ayuda a la mantener más tiempo la humedad del suelo (Celaya-Michel, 2011).

Un estudio realizado en la universidad de Sonora muestra que en períodos de sequía, la incorporación de materia orgánica en los cultivos ayuda a la mantener la humedad del suelo por más tiempo (Schimel *et al.*, 2007).

4.1.3 Testigo

En la Figura 4.3 se presenta la humedad del suelo a lo largo del ciclo de cultivo para el tratamiento testigo (Sin materia orgánica y sin escarda) presentando un promedio de 72.50% para el primer estrato, 86.27% para el estrato 30-50, y la profundidad de 100 cm., similar a la de los tratamientos anteriormente descritos (Cerca de capacidad de campo).

Figura 4.3 Comportamiento de humedad en tres profundidades del suelo para el tratamiento sin escarda y sin materia orgánica en el ciclo de cultivo 2018.



De igual manera se observa que el suelo tuvo suficiente humedad para satisfacer la demanda de agua del cultivo durante el año evaluado debido a que el abatimiento promedio fue menor al 27%, en el estrato superficial, 13% en el estrato de 30 y 2% en el trato inferior.

Los valores de humedad observados en el suelo para los tres tratamientos, sugieren que el suelo mantuvo suficiente humedad durante el año evaluado. El abatimiento promedio fue menor a 28%; lo anterior considerando que los árboles que tienen una altura de 2 metros, con una profundidad radicular mayor de 100 cm por lo que su abastecimiento hídrico está garantizado por la humedad almacenada en el suelo.

Se dice que un suelo arcilloso retiene más tiempo la humedad, debido a que una propiedad de este suelo es su alto contenido de retención, situación es favorable para el desarrollo de cultivos (Villalaz, 2005).

En los suelos arcillosos la humedad se retiene mayor tiempo debido a su capacidad de retención manteniéndose constante a lo largo de cultivo (Zaballos, 2006).

El análisis de varianza (Cuadro 4.5 del Apéndice) para el promedio del perfil de humedad en el suelo para el ciclo del cultivo no encontró diferencia entre las profundidades y tratamientos, con respecto al contenido de humedad como efecto de las prácticas de escarda y aplicación de materia orgánica.

4.2 Rendimiento y calidad

4.2.1. Peso de fruto por árbol y rendimiento por hectárea.

En peso del fruto por árbol se encontraron valores máximos de 123 kg y mínimos de 98 kg con una media de 107.09 kg para los tratamientos de escarda, materia orgánica y testigo.

El análisis de varianza (Cuadro 4.1 del Apéndice) mostro diferencia significativa entre tratamientos siendo el mejor tratamiento, la escarda con 119.5 kg por árbol, seguido de la materia orgánica con 104.25kg por árbol y el menor peso de fruto por árbol fue obtenido en el testigo con 100.75 kg por árbol.

El rendimiento por ha, se estimó multiplicando el rendimiento medio por árbol por el número de árboles por hectárea (220), resultando en 26,290 kg/ha para escarda, seguido de 27,935 kg/ha y 22.165 kg/ha, para materia orgánica y testigo respectivamente.

Rendimientos superiores al promedio nacional de 21,775 Ton /ha, los cuales están dentro de régimen marcado para los avances de siembra y cosecha de acuerdo al resumen nacional por estados, para los cítricos en el estado de Veracruz de acuerdo al (SIAP, 2020). Rendimientos similares a los mencionados por Galván Luna *et al.*, 2009.

4.2.2. Tamaño y firmeza del fruto

La calidad de fruto se evaluó considerando el tamaño de fruto, en base al diámetro polar y ecuatorial así como firmeza del fruto (Villalba-Campos *et al.*, 2014).

En tamaño de fruto el máximo diámetro polar fue de 8 cm. y el mínimo de 4 cm., teniendo una media de 5.8 cm. en los tres tratamientos. Escarda presentó 6.2 cm seguido de materia orgánica con 5.8 cm y por último el testigo con 5.3 cm de acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 4.2 del Apéndice).

En cuanto al diámetro ecuatorial se encontró un máximo valor 7.5 cm. y un mínimo de 4 cm. con una media de 5 cm. para los tratamientos evaluados.

El análisis de varianza (Cuadro 4.3 del Apéndice) indica que el mejor diámetro ecuatorial se obtuvo con escarda con 5.9 seguido por materia orgánica con 5.4 mientras que el menor fue el del testigo con 5.4 cm.

Los valores obtenidos en esta investigación son menores a los reportados por Alia *et al.*, 2009, en el estado de Morelos con naranja valencia, que reportan diámetros polares y ecuatoriales de 7.4 a 8.4 cm. y los reportados por Russián, 2006, que

obtuvo un diámetro polar y ecuatorial de 9.5 cm y 4 cm, considerándose tamaños óptimos para el mercado.

Sin embargo, los valores de tamaño de fruto obtenidos en este estudio, se encuentran dentro de los parámetros de calidad para la venta en fresco, que consideran que el tamaño mínimo para los grados de calidad de esta variedad es de 5 cm de acuerdo a la NMX-FF-027-1995 (Montero, 2017).

En firmeza de fruto, se observaron valores de 14.5 kgf/cm² como máximo de firmeza y un mínimo de 8.3 kgf/cm² con una media de 8.6 kgf/cm². El análisis de varianza, encontró diferencia significativa ($p=0.05$) entre tratamientos (Cuadro 4.4 del Apéndice). El mejor el tratamiento fue escarda con 9.6 kgf/cm², seguida de materia orgánica y el testigo con valor de 8.4 kgf/cm².

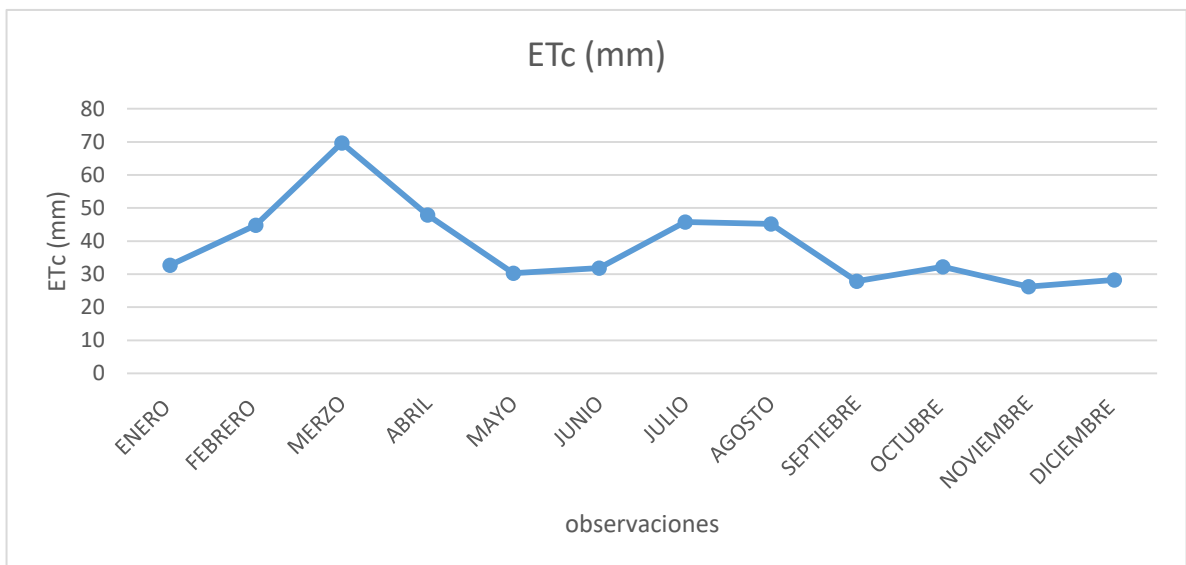
Los resultados observados de firmeza de fruto están dentro del rango de valores de firmeza de 15kgf/cm² a 7kgf/cm² mencionados en la una investigación realizada en naranja valencia, media que se utiliza para saber el nivel de madurez de la naranja (Wagner et al., 2002).

4.3. Evapotranspiración

La evapotranspiración es un parámetro necesario para el manejo de agua en el cultivo. Su cuantificación con suficiente de precisión, es fundamental para el balance hídrico (Rivas, 2005). La evapotranspiración se determina para saber el los requerimiento de agua que necesitan las plantas para su óptimo desarrollo (Belmonte, 2005).

La evapotranspiración del cultivo, se estimó mediante el método de Hargreaves Samani usando datos de temperatura de la estación meteorológica que se encuentra en el CBTa nº 57 de Chapopote Núñez perteneciente al estado de Veracruz. Así como un coeficiente de consumo de agua por el cultivo (k_c) de 0.55, considerando una cubierta vegetal del 70% de cultivo y solo un 30 % del suelo desnudo (Beltri, 2008).

Figura 4.4 Evapotranspiración media mensual (mm/día) para los años promedio de 2015, 2016 y 2018.



Como podemos observar el mayor valor de evapotranspiración acumulada mensual fue de 69.71 mm, para los meses de Marzo seguido por Febrero y Abril debido a que esos meses son los de mayor calor en esta región. Mientras que para los valores de menor evapotranspiración acumulada mensual de 26.24 mm para los meses de Diciembre seguido por los meses de Noviembre y Septiembre ya que es el tiempo de menos calor en la región.

Estos datos son semejantes a los mencionados en una investigación realizada en la Universidad de Colombia que van desde 70mm a 20 mm acumulada (Cely Reyes, 2010).

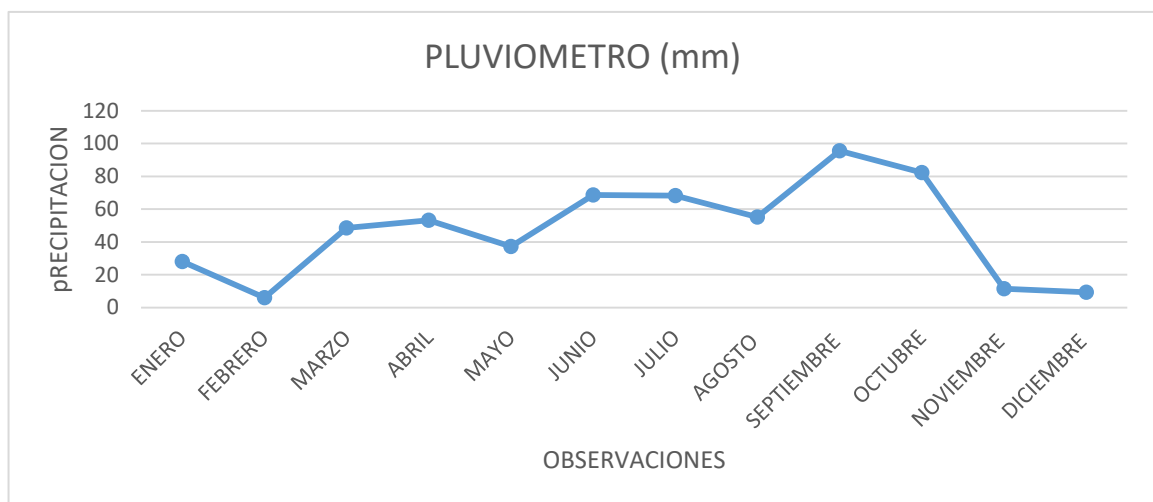
4.4. Precipitación

Es importante medir la precipitación ya que es la cantidad de lluvia acumulada durante 24 horas, durante el ciclo de cultivo, es de suma importancia ya que

por medio de esta medida podemos saber si la lluvia es suficiente para el desarrollo de un cultivo (Gaspari *et al.*, 2013).

Para calcular la precipitación se toma en cuenta la lluvia durante 24 horas sumando así lo acumulado en el mes y después obtener la precipitación pluvial total en el año.

Figura 4.5 Precipitación para los años promedio de 2015,2016, 2018.



La precipitación se evaluó en la estación meteorológica que se encuentra dentro de las instalaciones del Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario nº57 ubicada en la ciudad de Chapopote Núñez perteneciente al estado de Veracruz. El valor de mayor precipitación fue de 95.5 mm siendo los meses de septiembre el de más lluvia seguida de noviembre y junio, de esta manera podemos ver que valores de menor precipitación de 6 mm son para los meses de febrero, noviembre y diciembre.

La evapotranspiración del cultivo fue de 462.7 mm por año mientras que la suma de la precipitación fue de 563.7mm por año existiendo una diferencia de 100.9 mm por año. La precipitación acumulada se encuentra en el rango de 500-600 mm por año, lo que satisface la demanda del cultivo y favorece su crecimiento. La

región evaluada tiene una precipitación de 563 mm por año por lo tanto se encuentra dentro del rango mencionado, proporcionando las condiciones de humedad en el suelo para el crecimiento y desarrollo del fruto (Cagua, 2016).

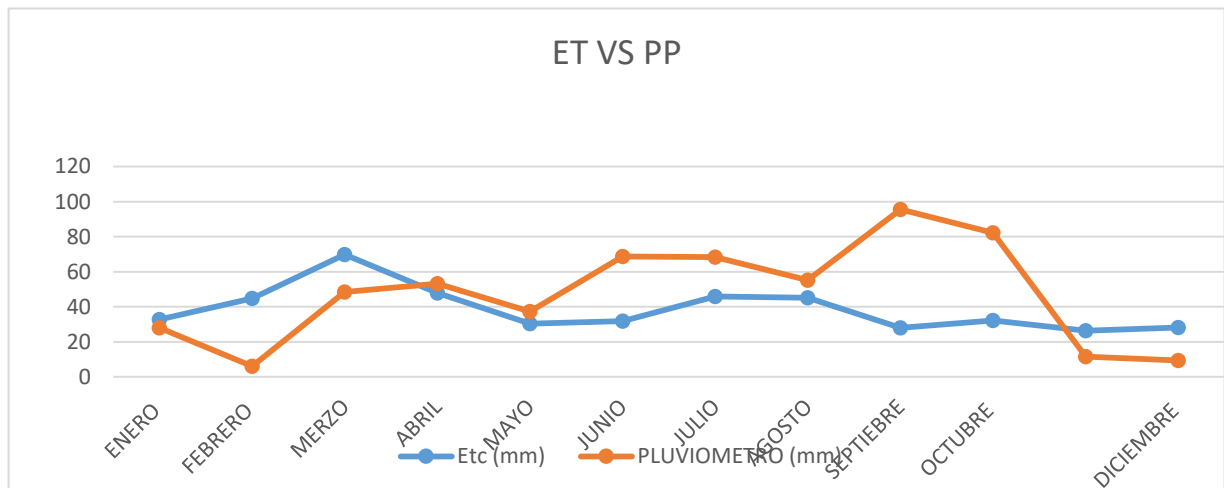


Figura 4.6 ET vs PP para los años 2015,2016, 2018.

En la figura 4.6 se presenta la comparación entre la evapotranspiración y precipitación.

En ella se observa que la precipitación es superior a la evapotranspiración satisfaciendo los requerimientos hídricos anuales del cultivo. Sin embargo en algunos meses como enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre es mayor la evapotranspiración la cual es recompensada por la humedad retenida en el perfil de suelo.

4. CONCLUSIONES

La precipitación fue mayor a la evapotranspiración satisfaciendo los requerimientos hídricos del cultivo.

Las prácticas culturales evaluadas no afectaron el contenido de humedad en el suelo.

La mejor producción y calidad de fruto se obtuvo bajo la práctica de escarda.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilera, S.M., (2000). Importancia de la protección de la materia orgánica en suelos. Simposio Proyecto Ley Protección de Suelo. Boletín N° 14. Valdivia, Chile, p. 77-85.
- Alcántara, C., Jiménez, A., & Balsera, A. (2007). Manejo ecológico de hierbas. Influencia sobre la producción de tomate y pimiento. *Phytoma España*, 194, 44-48.
- Alexandris, S., Stricevic, R., & Petkovic, S. (2008). Comparative analysis of reference evapotranspiration from the surface of rainfed grass in central Serbia, calculated by six empirical methods against the Penman-Monteith formula. *European Water*, 21(22), 17-28.
- Alia, T., Beltrán, I. M. N., Lugo A, A., & Ariza F, R. (2009). Calidad del limón persa y naranja Valencia en el estado de Morelos. *INIFAP. Foll. Téc.* 41.
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2002). Un método agroecológico rápido para la evaluación de la sostenibilidad de cafetales. *Manejo integrado de plagas y Agroecología*, 64, 17-24.
- Ariza Flores, R., Tejacal, I. A., Beltrán, M. N., Ambriz Cervantes, R., Lugo Alonso, A., Barrios Ayala, A., & Barbosa Moreno, F. (2010). Calidad de los frutos de naranja'Valencia'en Morelos, México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 11(2).
- Barrón Pérez, M. A., & Hernández Trujillo, J. M. (2014). Productores y cortadores de naranja, una relación fallida. El municipio de Álamo Temapache, Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(6), 1097-1109.
- Belmonte, A. C. (2005). La evapotranspiración: concepto y metodología de cálculo. *Agua y agronomía*, 163.

- Beltri, E. (2008). Medida del balance hídrico y estimación del coeficiente Kc en fincas de la Vega Baja de Segura para la mejora de la programación de riegos utilizando.
- Cagua, D. M., & Rodríguez, J. O. O. (2016). Efecto de distancias de plantación sobre el rendimiento y crecimiento vegetativo de la naranja 'Valencia' (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) en el trópico bajo húmedo de Colombia. *Orinoquia*, 20(1), 19-27.
- Catarina, L. O. (2005). Prácticas para la conservación del suelo y agua en zonas áridas y semiáridas.
- Celaya-Michel, H., & Castellanos-Villegas, A. E. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *Terra Latinoamericana*, 29(3), 343-356.
- Cely Reyes, g. e. (2010). Determinación de parámetros de riego para el cultivo cebolla de bulbo en el distrito de riego del alto chicomocha. Escuela de posgraduados.
- Curti-Díaz, S. A., & Pérez Luna, E. (1998). *Manual de producción de naranja para Veracruz y Tabasco* (No. Sirsi) i9789688004579).
- Dussel Peters, E. (2002). Territorio y competitividad en la agroindustria en México: condiciones y propuestas de política para los clusters del limón mexicano en Colima y la piña en Veracruz.
- FAO. (2013). "Afrontar la escasez de agua (Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria)." Roma 1-97.
- Galván-Luna, J. J., Briones-Encinia, F., Rivera-Ortiz, P., Valdes-Aguilar, L. A., Soto-Hernández, M., Rodríguez-Alcázar, J., & Salazar-Salazar, O. (2009). Amarre, rendimiento y calidad del fruto en naranja con aplicación de un complejo hormonal. *Agricultura técnica en México*, 35(3), 339-345.

- Gaspari, F., Rodríguez Vagaría, A., Senisterra, G., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas.
- Gutiérrez, M. J. (2001). Comparación de Cinco Métodos para la Determinación del Contenido de Humedad del Suelo. Tesis, 109.
- Gutierrez, V. L. (2015). *Huella hídrica de cítricos* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias).
- Herrán, J. A. F., Torres, R. R. S., Martínez, G. E. R., Ruiz, R. M., & Portugal, V. O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68.
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/012406/Cap15.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2007). Censo agropecuario.
- Lee Rodríguez, V., Beltrán Fonseca, M. D. J., Lerma Molina, J. N., & Licón Trillo, L. P. (1998). Aplicación de ácido sulfúrico en el riego corrige la clorosis férrica de los cultivos en suelos calcáreos. *Terra Latinoamericana*, 16(2).
- Legaz, F., Quiñones, A., Martínez-Alcántara, B., & Primo-Millo, E. (2008). Fertilización de los cítricos en riego a goteo II: Mg y microelementos. *Levante Agrícola*, 400, 8-12.
- Martínez, J.; A. Ceballos (2001). *Estimación de Propiedades Hídricas de los Suelos Mediante el uso de Funciones de Edafo-Transferencia*. Universidad de Navarra, España.
- Medina Urrutia, V. M., Zapiaín Esparza, G., Robles González, M. M., Pérez Zamora, O., Orozco Santos, M., Williams, T., & Becerra Rodríguez, S.

- (2007). Fenología, eficiencia productiva y calidad de fruta de cultivares de naranjo en el trópico seco de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(2).
- Mejía Piña, G. E., & Salamea Cobos, P. A. (2011). *Diseño de un sistema para reciclado, control y utilización de agua lluvia en la ciudad de Cuenca* (Bachelor's thesis).
- Montero, C. V. (2017). Evaluación del efecto de recubrimientos poliméricos en la conservación de calidad y vida postcosecha de naranja.
- Olivares, B., Lobo, D., & Verbist, K. (2014). Aplicación del modelo USLE en parcelas de erosión bajo prácticas de conservación de suelos y aguas en San Pedro de Melipilla, Chile. *Ciencia e Ingeniería*, 36(1), 3-9.
- Ponce, V. M., Díaz, M. I., & Magallón, L. A. El oasis linear: Ecohidrología del chamizo colorado, Tierra del Sol, Condado de San Diego, California.
- Rivas, R. E. (2005). *Propuesta de un modelo operativo para la estimación de la evapotranspiración* (Doctoral dissertation, Universitat de València).
- Rojas, B., Aguilera, R., Prin, J., Cequea, H., Cumana, J., Rosales, E. y Ramírez, M. (2004). Estudio de la germinación de semillas de tomate en suelos áridos extraídos de la península de Araya (Venezuela) al utilizar polímeros de tipo Hidrogeles. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 5 (1).
- Roldán, D., & Salazar, M. (2002). *La cadena de cítricos en Colombia*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá (Colombia) Observatorio, Bogotá (Colombia) IICA, Bogotá (Colombia).
- Russián, T. (2006). Calidad del fruto en accesiones de naranja Criolla y Valencia en el sector Macanillas-Curimagua, Estado Falcón. *Agronomía Tropical*, 56(3), 415-432.
- Sandoval, J. (2007). *Principios de Riego y Drenaje*. Editorial Universitaria, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

- Schimel, J. P., T. C. Balser, and M. Wallenstein. (2007). Microbial stress-response physiology and its implications for ecosystem function. *Ecology* 86: 1386-1394.
- SENASICA. (2012). Situación actual y perspectivas del huanglongbing y el psílido asiático de los cítricos en México.
- SIAP. (2012). Producción agrícola por cultivo y por estado. México (Disponible en línea con actualizaciones en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
- SIAP. 2020. Producción agrícola por cultivo y por estado. México (Disponible en línea con actualizaciones en http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do(Consulta: 16-Marzo-2020).
- SIAP. 2020. Producción agrícola por cultivo y por estado. México (Disponible en línea con actualizaciones en http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do(Consulta: 16-Marzo-2020).
- Spreen, T. H. (2001). Proyecciones de la producción y consumo mundial de los cítricos para el 2010. In *FAO Simposio sobre cítricos. FAO, China*.
- Taboada, M.; F. MICUCCI. (2002). *Fertilidad física de los suelos*, Editorial Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina.
- Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. *Gaceta Ecológica* 64: 9-18.
- Tromp-van Meerveld, H. J., James, A. L., McDonnell, J. J., & Peters, N. E. (2008). A reference data set of hillslope rainfall-runoff response, Panola Mountain Research Watershed, United States. *Water Resources Research*, 44(6).

- Vanegas, M. D. J. (2012). *Estudio de incidencias climaticas sobre la calidad, sanidad y disponibilidad de la produccion fruticola* (No. Bajados de Internet/2012). PROMEFRUT.
- Villalaz, C. C. (2005). *Mecanica de suelos y cimentaciones/Mechanics of Grounds and Laying of Foundations*. Editorial Limusa.
- Villalba-Campos, L., Herrera-Arévalo, A. O., & Orduz-Rodríguez, J. O. (2014). Parámetros de calidad en la etapa de desarrollo y maduración en frutos de dos variedades y un cultivar de mandarina (*Citrus reticulata* Blanco). *Orinoquia*, 18(1), 21-34.
- Wagner, M., Laborem, G., Marín, C., Medina, G., & Rangel, L. (2002). Efecto de diferentes patrones de cítricas e intervalos de riego sobre la calidad y producción de la naranja Valencia. *Bioagro*, 14(2), 71-76.
- ZABALLOS, J. (2006). Niveles de humedad del suelo y agua disponible; el agua en el suelo.

APÉNDICE

Cuadro 4.1. ANOVA para peso fruto por árbol para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG	
Tratamientos		2	795.167	397.583	23.198	0.02
Bloques		9	33.667	11.222	0.655	0.609
Error		18	102.833	17.139		
Toltal		29	931.667			

Cuadro 4.2. ANOVA para diámetro ecuatorial para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG	
Tratamientos		2	18.271	9.136	17.799	0
Bloques		39	22.243	0.57	1.111	0.34
Error		78	40.035	0.513		
Toltal		119	80.549			

Cuadro 4.3. ANOVA diámetro polar para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG	
Tratamientos		2	7.637	3.819	7.535	0.001
Bloques		39	18.013	0.462	0.911	0.618
Error		78	39.529	0.507		
Toltal		119	65.18			

Cuadro 4.4. ANOVA para firmeza para tres tratamientos en el cultivo de naranjo 2019.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG	
Tratamientos		2	15.403	7.701	22.648	0
Bloques		39	12.992	0.333	0.98	0.517
Error		78	26.524	0.34		
Toltal		119	54.919			

Cuadro 4.5. ANOVA para promedio de humedad en el suelo.

FV	GL	SC	CM	FC	SIG	
Tratamientos		2	225.23	112.6	1.7	0.196
Bloques		18	3257.56	180.97	2.7	0.005
Error		36	2376.3	66		
Toltal		56	5859.134			