



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Simulación prospectiva de la huella hídrica mediante el software Cropwat 8.0 para el cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*), Huaral, Lima, 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Jesus Isai Mendoza Galindo (ORCID: 0000-0002-3839-8785)

**ASESOR:**

Mg. Alcides Garzon Flores (ORCID: 0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LIMA - PERÚ  
2019**

## **Dedicatoria**

A dios y a mis señores padres por su apoyo moral e incondicional los cuales sirvieron de motivación para lograr las metas propuestas en esta vida.

## **Agradecimiento**

A Dios por darme la fortaleza y ayudarme a ponerme de pie en todo momento, a toda mi familia y asesores que estuvieron presentes para brindarme sus conocimientos y a través de ellos obtener los logros trazados.

## Página del Jurado

### **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, Jesus Isai Mendoza Galindo con DNI N° 46181229, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre 2019



-----  
JESUS ISAI MENDOZA GALINDO

DNI: 46181229

## ÍNDICE

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	18
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	18
2.2 Operacionalización de variables.....	18
2.3 Población, muestra y muestreo.....	18
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	20
2.5 Descripción operacional.....	22
2.6 Aspectos éticos.....	23
III. RESULTADOS.....	24
3.1 Cálculo de la evapotranspiración del Cultivo mediante el software Cropwat 8.0.....	24
3.2 Cálculo de la precipitación efectiva.....	24
3.3 Ingresando los datos del Cultivo al software Cropwat 8.0.....	25
3.4 Evapotranspiración de cultivo y Requerimiento de riego.....	29
3.5 Procesamiento de datos con los resultados obtenidos de laboratorio y campo.....	29
3.6 Muestra 1.....	30
3.7 Muestra 2.....	32
3.8 Muestra 3.....	33
3.9 Determinación del coeficiente de correlación.....	35
IV. DISCUSIÓN.....	37
CONCLUSIONES.....	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. REFERENCIAS.....	40
VIII. ANEXOS.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Vista satelital del área de estudio.....	19
Figura 2 Temperatura mínima y máxima mensual.....	26
Figura.3: Humedad mensual y ET0.....	27
Figura.4: Horas de sol mensuales y ET0.....	27
Figura.5: Evapotranspiración y velocidad del viento.....	28
Figura.6: Radiaciones mensuales y ET0.....	28
Figura.7: Precipitaciones mensuales y precipitaciones efectivas.....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tabla de coordenadas de límites de área de estudio.....	19
Tabla 2. Tabla de coordenadas de puntos de muestra.....	20
Tabla 3. Tabla de clima / Eto.....	24
Tabla 4. Cálculo de la precipitación efectiva.....	25
Tabla 5. Resultados en campo y laboratorio.....	30
Tabla 6. Cálculo de requerimiento de riego para la primera muestra.....	31
Tabla 7. Cálculo de requerimiento de riego para la segunda muestra.....	32
Tabla 8. Cálculo de requerimiento de riego para la tercera muestra.....	34
Tabla 9. Resultados del requerimiento de riego para las 3 tomas de muestras de suelo.....	35
Tabla 10. Valores del coeficiente de Pearson.....	36



## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la determinación de la huella hídrica para el cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*), con información procesada en el Software Cropwat 8.0, el cual se apoya en otro Software como herramienta como el Climwat 2.0 para obtener los datos meteorológicos y a partir de ahí obtener la evapotranspiración del cultivo y sumado a las características de suelo y cultivo determinan la cantidad de riego en promedio para el desarrollo óptimo del cultivo en estudio.

Procesando los datos tanto de clima, cultivo, y suelo se obtuvieron los datos de un total de 504.2 mm, lo que equivale a 5041 m<sup>3</sup>/ha, teniendo en cuenta la producción en promedio de naranja que es de 29.03 de toneladas por hectárea nuestro valor de huella hídrica total es de 173.65 m<sup>3</sup>/ton; a partir de estos resultados se pueden realizar técnicas para el aprovechamiento al máximo del recurso hídrico en tiempos donde disminuyan las precipitaciones.

**Palabras clave:** simulación prospectiva, huella hídrica, evapotranspiración

## Abstract

This research work has as main objective the determination of the water footprint for the cultivation of orange (*Citrus Sinensis Valencia*), with information processed in the Cropwat 8.0 Software, which relies on other Software as a tool such as Climwat 2.0 to obtain the meteorological data and from there to obtain the evapotranspiration of the crop and added to the characteristics of soil and crop determine the amount of irrigation on average for the optimal development of the crop under study.

Processing the data of both climate, crop, and soil, the data of a total of 504.2 mm were obtained, which is equivalent to 5041 m<sup>3</sup> / ha, taking into account the average production of orange that is 29.03 tons per hectare our value Total water footprint is 173.65 m<sup>3</sup> / ha; Based on these results, techniques can be carried out to maximize the use of water resources in times where rainfall decreases.

**Keywords:** prospective simulation, water footprint, evapotranspiration

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los 33 países que presentara un estrés hídrico alto en el año 2040 según investigación del WRI 2017, para obtener dicho resultado se utilizaron diversos factores, entre ellos la temperatura, precipitación, inundaciones, y políticas públicas referente al tema de la huella hídrica(PONCE, 2018). Actualmente, se está tomando un mayor énfasis en el uso, consumo y preservación del agua, así también en mantener la producción y provisión continua de los alimentos a fin que sean sustentables y respetuosa con el medio ambiente (HASSANIEN, 2016). Es por tal motivo que el agua influye de manera indispensable en la toma de decisiones concerniente a la producción agrícola (FAO, 2003). Mencionado lo anterior la agricultura tienen un alto porcentaje en cuanto al consumo del recurso hídrico, tanto a nivel regional como nacional más aun en la costa donde las precipitaciones son menores a diferencia de otros puntos ubicados en la sierra y selva(SILVA, 2019). Huaral no es ajeno a esta problemática ya que se encuentra en zona árida donde se necesitan técnicas de cultivo y un buen manejo del recurso hídrico para mitigar los impactos negativos y tener así un aprovechamiento máximo del agua. (MINAGRI, 2016). El cálculo de la huella hídrica como indicador permitirá calcular impactos en las actividades socioeconómicas referente a la reserva del agua, una de ellas la agricultura para poder tomar medidas que puedan contribuir a un buen manejo del recurso hídrico para su aprovechamiento en tiempos en que escasea el mismo debido a la falta de precipitaciones. (FAO, 2003); estudios referentes a la huella hídrica que resaltan por su importancia, ALANNA, M. (2015); en su tesis tuvo como objetivo determinar la huella hídrica azul y verde del cultivo de naranja en Sudáfrica encontrando para esto valores de 7651-9149 m<sup>3</sup> / ha / año en un año promedio, 8709-10317 m<sup>3</sup> / ha / año en el año seco y 7217-8430 m<sup>3</sup> / ha / año en el año húmedo esto se traduce que hay una leve disminución entre un año húmedo y seco para esa zona de estudio ya que los factores meteorológicos son favorables para el desarrollo del cultivo por lo que al examinar las cifras de precipitación estacional durante el mismo año, demuestra que los agricultores generalmente usan una mayor cantidad de agua en los años de menor precipitación, pero los datos obtenidos para la naranja son muy elevados en comparación a lo que demostró KONGBOON, R. (2015); para la caña de azúcar el cual obtuvo un valor de 202 m<sup>3</sup> / ton, lo que significa una gran diferencia en comparación a la naranja esto puede reflejarse en

cuanto a las características físicas de las plantas ya que la naranja tiene raíces profundas y un volumen mayor en el que puede almacenar mayor humedad(SURENDRAN, 2015), pasa lo mismo en comparación a la yuca donde determinó 509 m<sup>3</sup> / ton, además este estudio mostró la importancia de la gestión del agua para el recurso hídrico ya que al conocer la cantidad de volumen de agua se necesita para cierta área de estudio se puede tomar medidas que ayuden en tiempos de escases hídrica(MORILLAS, 2018), por otro lado no solo los factores físicos del cultivo influyen en los cálculos sino también los de la humedad, temperatura y precipitación como se demuestra en la investigación de CABELLO, (2016); quien determino la huella verde y demostró que es mucho mayor a la azul ya que esta última es la que provienen de manera requerida por los agricultores al igual que LOZANO, C. (2017); en su tesis tuvo como objetivo principal determinar la huella hídrica total de la producción del arroz empleando como simulador el software Cropwat. Los resultados obtenidos mediante cálculos de los datos climatológicos del lugar del cultivo de las Huellas Hídricas verde y azul: 549,26 m<sup>3</sup> /Ton, y 184,85 m<sup>3</sup> /Ton, respectivamente. Concluyó que los resultados obtenidos en esta investigación son buenos, puesto que gran parte del consumo del agua en los cultivos fue por precipitación, siendo una ventaja como aprovechamiento del recurso y más aún si se genera alternativas de reestructuración para el reaprovechamiento hídrico mayor. Torres, C. (2015); calculó la huella hídrica de la palma de aceite determinando la cantidad de agua verde, azul y gris durante el periodo de producción. Dado que desde un principio en la mayoría de cultivos no se tuvo ningún tipo de planeación en referencia a las exigencias hídricas, e infraestructura de riego y drenaje, se necesita extender los estudios para poder validar el eficiente uso del agua solicitada. TERÁN, C. (2015); presentó una alternativa científica capaz de hallar el volumen de agua requerido para producir biomasa en las pasturas y cuál es el potencial para la producción de biomasa en las sabana de Bogotá (Colombia), analizando factores que influyen como las condiciones biofísicas y sus restricciones agroclimáticas. El objetivo principal se enfocó en la determinación de producción de biomasa a partir de las cantidades de gasto de agua de las especies y los factores climáticos que influyen en la alineación de biomasa y el suelo presentes centrándose en dos cultivos forrajeros los cuales fueron raigrás y avena forrajera. SABOGAL, J. (2015); concluyó que de las 4 temporadas que se necesitan para lograr la producción de naranja durante una cosecha normal es la primera la que necesita una menor cantidad de riego ya que evidencia un menor promedio de evapotranspiración(CANTOS, 2013) muy por el contrario de la tercera etapa determinando que el valor numérico de la huella hídrica

durante una temporada anual de cosecha de naranjas fué de 45448.6 l/tallo este dato demuestra que no demanda una gran cantidad de agua a diferencia de otros cultivos como el café y arroz; además concluyo que para poder tomar medidas de mitigación de impactos en cuanto al mal uso del recurso hídrico, primero se debe de realizar una concientización con la población para promover una política ambiental(NAVALPOTRO, 2011) que ayude a tener una mayor eficiencia y aprovechamiento del agua con normativas de mitigación y prevención. MALLMA, C. (2015); En su tesis determino los resultados del cálculo de la huella hídrica para ciertos productos agrícolas del departamento de Junín como la papa, trigo, choclo, maíz grano, haba verde, haba grano, arveja verde, alcachofa, zanahoria, cebolla, ajo, cebada, quinua y olluco, fluctúan entre 0,008 a 75,52 Hm<sup>3</sup>, siendo la huella hídrica total de 161,28 Hm<sup>3</sup>/año para los 14 cultivos estudiados, esto evidencia que la demanda de la costa peruana depende de la producción agrícola de lima, esto se ve condicionado debido a los factores como el clima, la demanda del consumidor y la tecnología empleada en los sistemas de producción. Adicionalmente, los resultados indican que los volúmenes de agua virtual entre productos varían por las cantidades comercializadas (ANSCHAU, 2015). Así por ejemplo, el consumo de un kilo de papa en la ciudad de Lima implica la transferencia de 290,92 litros de “agua virtual” desde la región de Junín, donde se produce este producto.

BROWN (2016), define la simulación prospectiva como la agrupación de relaciones de cálculos matemáticos y probabilísticas que conforman la conducta de un sistema bajo estudio cuando se muestra un suceso definitivo, buscando entender el funcionamiento del modelo así como los patrones o bases teóricas en la que se basa el comportamiento del sistema pronosticando posibles comportamientos futuros del sistema(MURCIA, 2018) y así poder planificar la mejor manera de alcanzar objetivos inmediatos y a más largo plazo, el software Cropwat 8.0 es una herramienta proporcionada por la FAO utilizada para desarrollar cálculos de requerimiento de riego y precipitación efectiva, el cual su uso tiene como finalidad el cálculo de la huella hídrica de los cultivos(NOVOA, 2016), consiste en realizar cálculos matemáticos, los cuales sirven como indicadores para determinar la huella hídrica de un cultivo en particular por otro lado también se necesitan datos como caudales y tiempos de riego basándose en las necesidades de agua para el cultivo que se determinará por el clima, tipo de suelo y cultivo. (FAO, 2016), el requerimientos de datos del programa Cropwat 8.0 para realizar la modelación son necesarios y fundamentalmente los datos meteorológicos que conllevan a poder evaluar la evapotranspiración del cultivo esto según las características del mismo.

(SURENDRAN, 2015), cabe resaltar que la huella hídrica es un indicador que nos permite tener un diagnóstico del agua considerándose como referente para las diferentes actividades económicas y sociales, para poder obtener una eficiente gestión y un uso óptimo del recurso hídrico como tal (SUIZAGUA, 2012), así mismo el agua virtual es define como la cantidad de agua dulce que se necesita para obtener un producto (bien o servicio), el enfoque es importante ya que debido a que el agua dulce es escasa se tiene un mayor énfasis como tal y no como agua en general, se refiere con el adjetivo “virtual” a la cantidad que se usó en su producción, aunque en el producto final ya no encuentre. (CHUKALLA, 2015); el recurso hídrico puede ser, en términos físicos, proyectos de transferencia de agua y virtualmente agua incorporada para la producción de productos comercializados, es decir la redistribución de agua puede ayudar a mitigar el estrés hídrico en zonas de escasas del recurso producto de las bajas precipitaciones y condiciones climáticas poco favorables (ZHAO, 2015), existe alta demanda de precipitación efectiva a nivel mundial en la actividad agrícola; es el conjunto de técnicas para trabajar la tierra y realizar diferentes tratamientos al suelo para que este sea productivo normalmente para fines alimenticios, teniendo impactos negativos en el medio ambiente (CAMACHO, 2018) debido a que se utiliza fertilizantes químicos que hace que el suelo se vuelva infértil por el uso excesivo de estos transformándolo en una cubierta vegetal nula, evaluar su sostenibilidad es importante para determinar cómo el uso actual de los recursos hídricos puede afectar su disponibilidad en el futuro y salvaguardar su cantidad y calidad. (AMBROSIO, 2018), la huella hídrica en la agricultura de todo el planeta representa el mayor sector económico que más consumo de agua depende es el sector agrícola con un 70%, pero debido al crecimiento poblacional y la escasas del mismo en algunos sectores, indica que este dato aumentara en un 55%; por lo que es necesario tomar medidas políticas y acciones correctivas para un uso eficiente no solo en el sector agrícola sino también en otros como el sector industrial, logrando el ahorro y buen manejo del agua. en referencia para la obtención de la huella hídrica de un producto (bien o servicio) se puede calcular mediante la suma de estos 3 tipos de huella hídrica(JIMENEZ, 2017), las cuales son las siguientes; La huella hídrica azul, el cual se refiere al volumen de agua dulce consumida que se encuentra en las aguas superficiales y subterráneas; por otro lado se encuentra la huella hídrica verde, referida al volumen de agua consumida que se encuentra almacenada en el suelo como humedad; y por último se tiene la huella hídrica gris, es considerado como el volumen de agua que se necesita en un proceso productivo para diluir un contaminante con la finalidad de que la calidad del

recurso hídrico se mantenga por encima de los estándares de la calidad de agua. (VEETTIL, 2016), cabe mencionar que para el cálculo de la huella hídrica la evapotranspiración juega un rol importante ya que se deriva de los factores como temperatura máxima, mínima y velocidad del viento (REDONDO, 2017), es la suma de la transpiración de las plantas y la evaporación del agua en el suelo por otro lado también se dice que es un proceso por el cual el agua proveniente de las precipitaciones pasa de su fase líquida a vapor encontrándose en la superficie del suelo hacia la atmósfera, la transpiración de las plantas es un proceso en el que la humedad pasa a través de las hojas hacia la atmósfera a través de las estomas mientras que la evaporación es un proceso físico que se da cuando la humedad en el suelo es expuesta a la atmósfera insaturada, la determinación de la evapotranspiración (ET<sub>0</sub>) es importante en aplicaciones como el diseño de riego, la programación del riego, la gestión de los recursos hídricos, la hidrología y el modelado de sistemas de cultivo. La formulación de Penman-Montieth se considera un buen estimador para una amplia variedad de condiciones climáticas. La organización de las Naciones Unidas para la agricultura alimentaria (FAO) adoptó el método Penman-Montieth como estándar global para estimar el cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>) a partir de datos meteorológicos. (PATEL, 2017), La Precipitación efectiva la cantidad de agua dulce que proviene de las precipitaciones aprovechadas por los cultivos para su desarrollo mediante la evapotranspiración, está siempre por debajo de los valores de la precipitación total ya que parte de la misma se perderá producto de la escorrentía, filtración al subsuelo y percolación. (LU YANG, 2016), Es importante mencionar algunos conceptos referente al cultivo ya que estos datos los necesita el software para su procesamiento como el coeficiente de cultivo, profundidad radicular y el tiempo de desarrollo de siembra para el mismo; el coeficiente de cultivo es un número adimensional, que resulta de la relación existente entre la evapotranspiración real de cada cultivo específico y la evapotranspiración de referencia en un mismo microclima, esta relación va a tener variaciones a lo largo del crecimiento del cultivo en referencia a sus características según como este se vaya desarrollando a lo largo de su crecimiento (PONCE, 2018); la profundidad radicular del cultivo es la extensión de las raíces de un cultivo por debajo del suelo donde pueden penetrar sin mayores obstáculos con el fin de aprovechar la humedad y los nutrientes del suelo indispensables para el crecimiento del cultivo durante la etapa de siembra hasta su desarrollo. (COMINO, 2018).

Como formulación del problema general y específicos se tiene los siguientes: ¿Cómo la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 determina la huella hídrica del

cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019?; ¿Qué características de la planta y suelo influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019?; ¿Qué factores climatológicos influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019?. Debido a la actual problemática mencionada anteriormente como por justificación de la investigación entendemos que en la mayor parte de la costa peruana las precipitaciones son escasas a diferencia de otras regiones en la sierra y selva, debido a esto la población y la agricultura se ven altamente perjudicados ya que el agua es un elemento imprescindible en nuestras vidas; al tratarse de un recurso natural. Por si fuera poco, el cambio climático y nuestros malos hábitos de vida están haciendo que las reservas de agua disminuyan a un ritmo alarmante. (ANA, 2012)

En nuestra sociedad no cuenta con mucha información que pueda ayudar a tener un buen manejo del recurso hídrico, durante el proceso productivo de las naranjas (*Citrus Sinensis Valencia*) en la agricultura y en diferentes actividades económicas se presentan impactos en el medio ambiente debido al mal manejo del recurso hídrico, por tal motivo resulta hacer estudios para poder tener conocimiento de la cantidad de agua que se necesita para trabajar algún tipo de cultivo, este estudio al determinar la huella hídrica de la naranja mediante el software Cropwat 8.0 servirá como referente para tomar medidas que ayuden a dar un buen uso del agua durante todo el proceso de siembra crecimiento y cosecha del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) hasta la recolección del fruto como tal. (Morillas, 2018), para esta investigación en base a los factores e indicadores que influyen en la determinación de la huella hídrica se plantearon las siguientes hipótesis tanto general como específicas: La simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 determina la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019; Las características de la planta y suelo influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019; Los factores climatológicos influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019, asimismo se ha planteado los objetivos generales y específicos planteados son los siguientes: Evaluar la simulación prospectiva



mediante el software Cropwat 8.0 que determina la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019; Comprobar las características del cultivo y suelo que influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019, Demostrar los factores climatológicos que influyen en la simulación prospectiva mediante el software Cropwat 8.0 para determinar la huella hídrica del cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*) en el distrito de Huaral, Lima, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

La investigación es de tipo aplicado ya que consiste en aplicar conocimientos adquiridos después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. Considerando solo estudios previamente validadas solucionando problemas prácticos (VARGAS, 2009, p.5).

Según Hernández (2014) “El diseño no experimental longitudinal expresa la recolección de datos en diferentes periodos de tiempo para hacer referencias respecto a la evolución del problema de investigación o fenómeno”.

De nivel descriptivo correlacional que consiste en relacionan diversos fenómenos entre sí y busca determinar si hay una relación entre las variables. (CAZAU, 2006, p.27).

### 2.2. Operacionalización de variables

- Variable Independiente (X): Simulación prospectiva de la huella hídrica
- Variable Dependiente (Y): Cultivo de la naranja (*Citrus Sinensis Valencia*)

### 2.3. Población, muestra y muestreo

#### 2.3.1. Población

La precipitación del distrito de Huaral, la frecuencia de días de lluvia es de 1 milímetro; esto no varía considerablemente según la estación, y va de un 0% a 2% y el valor promedio es de 1%; la temporada más húmeda del año se encuentra entre los meses de diciembre y abril.

#### 2.3.2. Muestra

En un área de estudio de una hectárea para el cultivo de naranja se tomaron muestras representativas de suelo para conocer el tipo según su textura además de tener datos de cuanto de porcentaje en peso es capaz de almacenar una cierta cantidad de tierra

### 2.3.3. Muestreo:

El método de muestreo es no probabilístico ya que las muestras son escogidas según el criterio del investigador.

**Figura 1.** Vista satelital del área de estudio

*Fuente: Elaboración propia. Google Earth Pro*



**Tabla 1.** Tabla de coordenadas de límites de área de estudio

CUADRO DE COORDENADAS		
PUNTO	NORTE	ESTE
P1	8728696.18	262241.52
P2	8728527.55	262297.36
P3	8728452.35	262109.97

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

**Tabla 2.** Tabla de coordenadas de puntos de muestra

MUESTRA	COORDENADAS	
1	NORTE :	8728564
	ESTE :	262249
2	NORTE :	8728541
	ESTE :	262182
3	NORTE :	8728630
	ESTE :	262223

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

El área de estudio comprende el distrito de Huaral, que comprende con 640.8 kilómetros cuadrados de área geográfica. La topografía del área de estudio es plana cuya estabilidad de los suelos son fácilmente erosionables. Sus coordenadas UTM este y norte son las siguientes 254004.99 m y 872719436 m respectivamente, y tiene una elevación promedio de 188 metros msnm.

#### **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

##### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

La técnica que se empleó en este trabajo de investigación fue la observación, lo cual es definida como una técnica que permite seleccionar datos que involucran relaciones, la observación tiende a obtener mayor sentido al nivel técnico del procesamiento de datos, en el que las tareas se cuantifican más fácilmente. En esta técnica encontraremos la recopilación, acumulación y transformación de datos, así mismo tiene la ventaja de facilitar la obtención de datos lo más próximos a como estos ocurren en la realidad (CHÁVEZ DE PAZ, 2014).

##### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

###### **- Salida de campo**

La salida a campo se realizó con la finalidad de recoger las muestras de suelo del área de estudio, para luego ser estudiados en el laboratorio con el fin de calcular su textura y

humedad relativa, ya que son datos que el software Cropwat necesita para su procesamiento en cuanto a las características del suelo, esto siguiendo los conceptos y directrices de la normativa de investigación la ISO 14046:2014.

#### - **Cropwat 8.0**

CROPWAT es un modelo de gestión y planificación del riego que simula las complejas relaciones de los parámetros del clima, los cultivos y el suelo. El CROPWAT facilita la estimación de la evapotranspiración de referencia, la evapotranspiración de los cultivos, el cronograma de riego y los requisitos de agua agrícola con diferentes patrones de cultivo para la planificación del riego.

#### - **GPS:**

El sistema de posicionamiento global o sistema geodésico en el que se puede tomar puntos en coordenadas UTM WGS 84 Y PSAD 56, tanto para Norte y Este para cualquier punto del espacio terrestre mundial, un equipo convencional está compuesto por cuatro elementos: una antena, receptor, computador, añadiduras de la entrada y salida de información lo cual permite determinar la posición de cualquier objeto y/o lugar (latitud y longitud) representando las coordenadas que corresponde al sistema local de dicho país, ya que consta de 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra para que el margen de error sea mínimo. (HUERTA, 15.p).

En este caso el GPS que se utilizó para las mediciones de los puntos UTM en campo es el GPS WGS 84.

#### - **Google Earth Pro:**

Es un programa informático que muestra de un globo virtual, en donde nos permite localizarnos a través manera virtual los lugares al que se tenga acceso a través de su base grafica con la finalidad de poder tomar datos georreferenciados esto gracias a sus múltiples cartografías, basada en las fotografías satelitales; el mapa de Google Earth está conformada por una superposición de imágenes obtenidas por imágenes satelitales, fotografías aéreas, informaciones geográficas originarios de modelos de datos SIG de todo el mundo y también modelos creados por computadora (COLLABORATIVE SAFETY RESEARCH CENTER, 2016).

### **2.4.3. Validez y con fiabilidad**

La validez de la investigación se determinará con la aprobación mediante la evaluación de resultados encontrados en laboratorio y la confiabilidad se da a través del certificado firmado por el encargado supervisor que corresponda, para poder tener autenticidad, veracidad y objetividad.

## **2.5. Descripción operacional**

### **-Observación y exploración**

Se identificó el área de estudio para el cultivo de naranja (*Citrus Sinensis Valencia*), el cual se determinó con la ayuda y uso de GPS, trabajando con coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) WGS 84.

### **-Investigación referencial**

Los datos meteorológicos fueron usados de la base de datos proporcionados por el software Climwat 2.0 herramienta de trabajo proporcionada por la FAO, datos que fueron captados obteniendo los siguientes parámetros: temperatura mínima y máxima, humedad, viento velocidad, horas de sol y lluvia, el cálculo se realizó utilizando el valor medio de cada parámetro para que al procesar los datos en el software Cropwat 8.0 se puede calcular la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>), la humedad, horas de insolación y velocidad del viento (BANIK et al 2014).

### **-Ingreso de datos y uso del software Cropwat,**

En el Software Cropwat 8.0 se ingresan los datos obtenidos de campo como los datos referenciales referentes al clima, precipitación, características del cultivo y del suelo para que pueda procesar dicha información y generar los valores de la evapotranspiración (E<sub>to</sub>) del cultivo que multiplicado por el coeficiente de cultivo (K<sub>c</sub>) determinan el valor de evapotranspiración para el cultivo de naranja, también el software arrojará como resultado la precipitación efectiva la cual se refiere a la cantidad de agua dulce utilizada por el cultivo proveniente de las precipitaciones, y como último resultado determinará el

requerimiento de riego para el cultivo(RAC) el cual se refiere a cuanto de agua se debe suministrar para llevar un cultivo en desarrollo equilibrado.

## **2.6. Aspectos éticos**

En este trabajo de investigación no se comenten plagios ni copias de otros autores ya que los datos obtenidos son confiables debido a que se tomaron en campo en la zona de estudio determinado.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Cálculo de la evapotranspiración del Cultivo mediante el software Cropwat 8.0

Los datos diarios del tiempo y la evapotranspiración de referencia se muestran en la Tabla 3, Evapotranspiración del cultivo de referencia (ET<sub>0</sub>) y precipitación efectiva mensual calculada utilizando el modelo CROPWAT 8.0., se muestra que el ET<sub>0</sub> fue bajo en los meses de enero, junio, julio agosto y septiembre, aumentó durante los meses de, enero, febrero, marzo y abril alcanzando un valor máximo de 3.91 mm / día en febrero y disminuyó durante los meses de junio y julio. La diferencia en ET<sub>0</sub> se atribuye a los efectos combinados de temperatura, horas de sol, radiación, velocidad del viento y humedad. El aumento en ET<sub>0</sub> durante enero-abril puede explicarse por el cambio de temperatura porque en este período obtuvimos la temperatura más alta. El ET<sub>0</sub> disminuye en los últimos meses porque la temperatura era baja.

**Tabla 3:** Datos de clima / ET<sub>0</sub>

Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ET <sub>0</sub>
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m <sup>2</sup> /día	mm/día
Enero	18.9	27.8	90	2.7	5.1	18.1	3.43
Febrero	19.4	28.3	86	2.3	6.0	19.5	3.91
Marzo	18.9	28.3	85	2.3	6.2	19.1	3.86
Abril	17.2	26.7	88	2.3	5.8	16.9	3.24
Mayo	15.6	23.3	97	2.0	3.9	12.7	2.10
Junio	13.3	20.0	99	1.6	1.4	8.8	1.42
Julio	12.2	19.4	97	2.0	1.0	8.5	1.37
Agosto	11.1	18.9	100	2.3	0.9	9.3	1.34
Septiembre	12.2	20.0	97	2.3	1.4	11.1	1.70
Octubre	12.2	21.7	97	2.3	2.5	13.6	2.13
Noviembre	13.3	23.3	97	2.7	3.7	15.8	2.48
Diciembre	13.3	25.5	100	2.7	4.8	17.6	2.72
Promedio	14.8	23.6	94	2.3	3.6	14.3	2.47

*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

#### 3.2 Cálculo de la precipitación efectiva.

El procesamiento de datos de La lluvia contribuye en mayor o menor medida a la satisfacción de CWR, dependiendo de la ubicación y la hora. Durante la temporada de



lluvias en las regiones áridas y semiáridas, una gran parte de las necesidades de agua del cultivo están cubiertas por la lluvia, mientras que durante la estación seca, el suministro principal de agua debe provenir del riego. Desafortunadamente, es difícil predecir cuánta agua proviene de la lluvia y cuánta agua debe cubrir el riego, ya que la lluvia varía mucho de una estación a otra. Valores promedio determinados matemáticamente para una serie de registros de lluvia, más comúnmente disponibles. (Smith 1993).

En la tabla 4 se muestra que la precipitación efectiva siempre es menor que los valores de la precipitación total; esto debido a que parte de la precipitación puede perderse por la escorrentía superficial, la filtración profunda o la evaporación. Es solo una parte de la lluvia que puede ser utilizada efectivamente por el cultivo, dependiendo de la profundidad de la zona de la raíz y la capacidad de almacenamiento del suelo. La lluvia efectiva es la lluvia que finalmente se usa para determinar los requisitos netos de riego. (Pakhale et al. 2010).

**Tabla 4:** *Calculo de la precipitación efectiva*

	<b>Precipit.</b>	<b>Prec. efec</b>
	mm	mm
<b>Enero</b>	0.0	0.0
<b>Febrero</b>	0.0	0.0
<b>Marzo</b>	0.0	0.0
<b>Abril</b>	1.0	1.0
<b>Mayo</b>	2.0	2.0
<b>Junio</b>	4.0	4.0
<b>Julio</b>	5.0	5.0
<b>Agosto</b>	6.0	5.9
<b>Septiembre</b>	6.0	5.9
<b>Octubre</b>	2.0	2.0
<b>Noviembre</b>	1.0	1.0
<b>Diciembre</b>	0.0	0.0
<b>Total</b>	<b>27.0</b>	<b>26.8</b>

*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

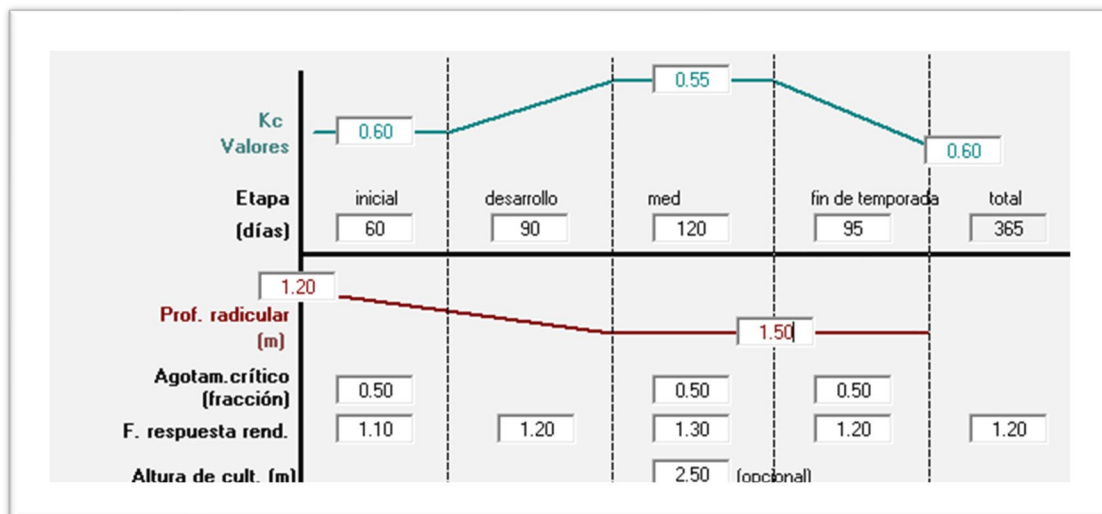
### 3.3 Ingresando los datos del Cultivo al software Cropwat 8.0

Se ingresan los valores del coeficiente del cultivo para sus, 3 etapas desde su siembra hasta su desarrollo teniendo como valores para la etapa inicial, desarrollo y fin de

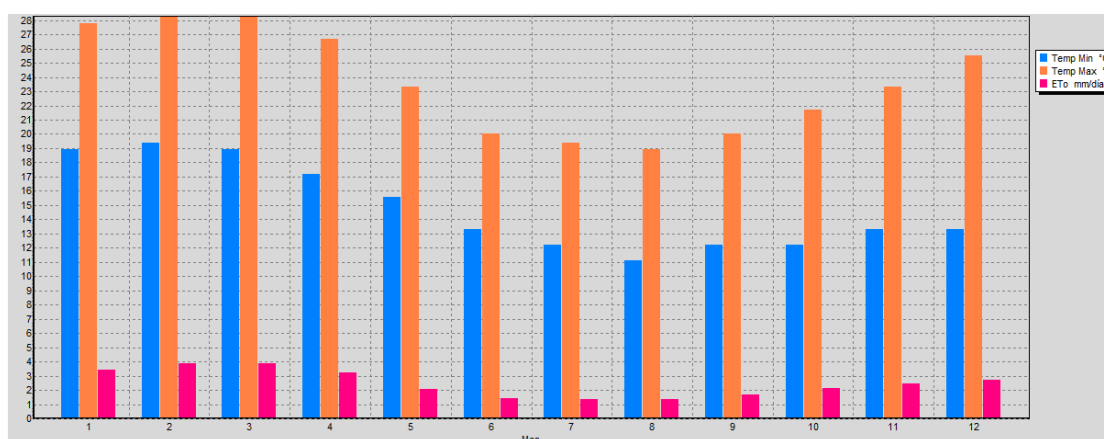
temporada, por otro lado la variación de la profundidad radicular varia a lo largo del crecimiento del cultivo entre 1.20 a 1.50 metros, lo cual determina que a mayor profundidad radicular mayor será la evapotranspiración por parte del cultivo ya que sus raíces tendrán la propiedad de extraer más humedad del suelo profundo.

### Características del cultivo

Fuente: *Elaboración propia. Cropwat 8.0.*



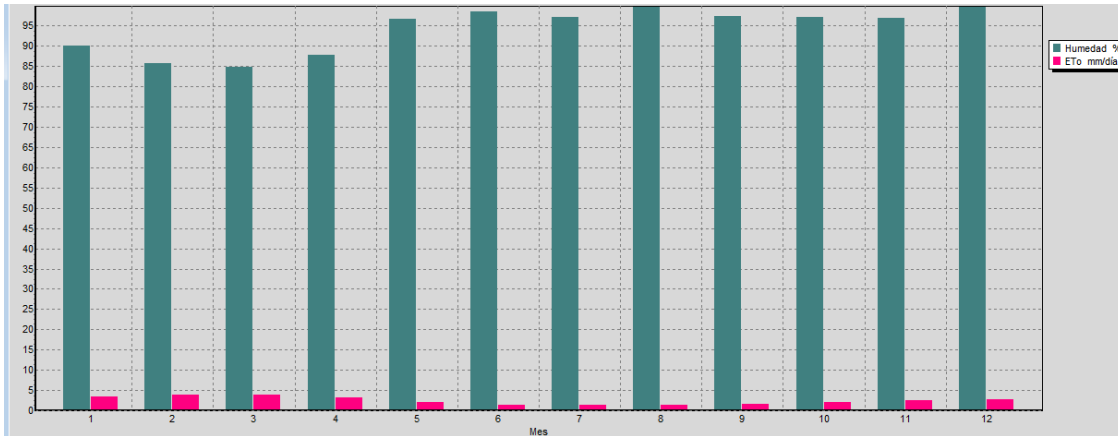
**Fig. 2 Temperatura mínima y máxima mensual**



Fuente: *Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Figura 2: muestra la evapotranspiración debido a la temperatura mínima y máxima, el valor de ET<sub>0</sub> fue tan alto, especialmente entre enero y abril.

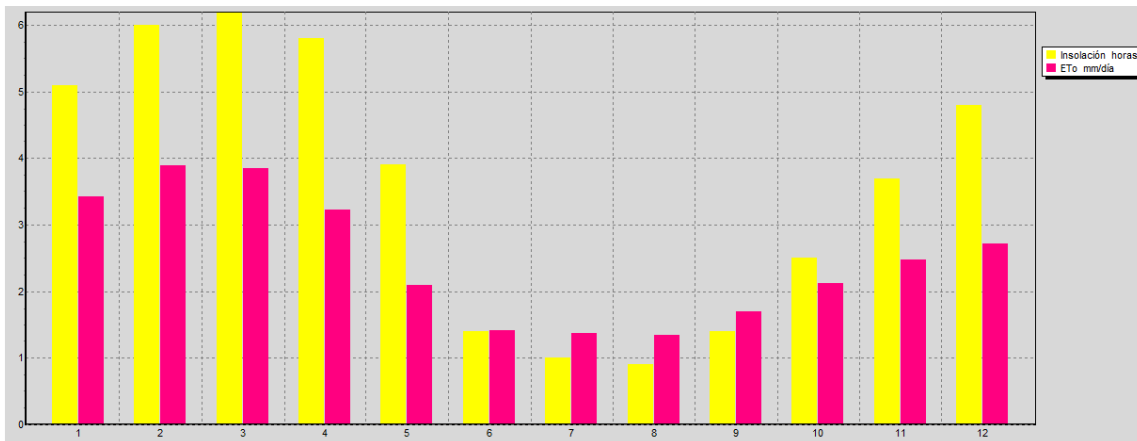
**Fig. 3: Humedad mensual y ET0**



*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Muestra que la evapotranspiración es menor debido a que la humedad promedio es alta, especialmente entre mayo y septiembre. Entonces inversamente relación entre humedad y ET0.

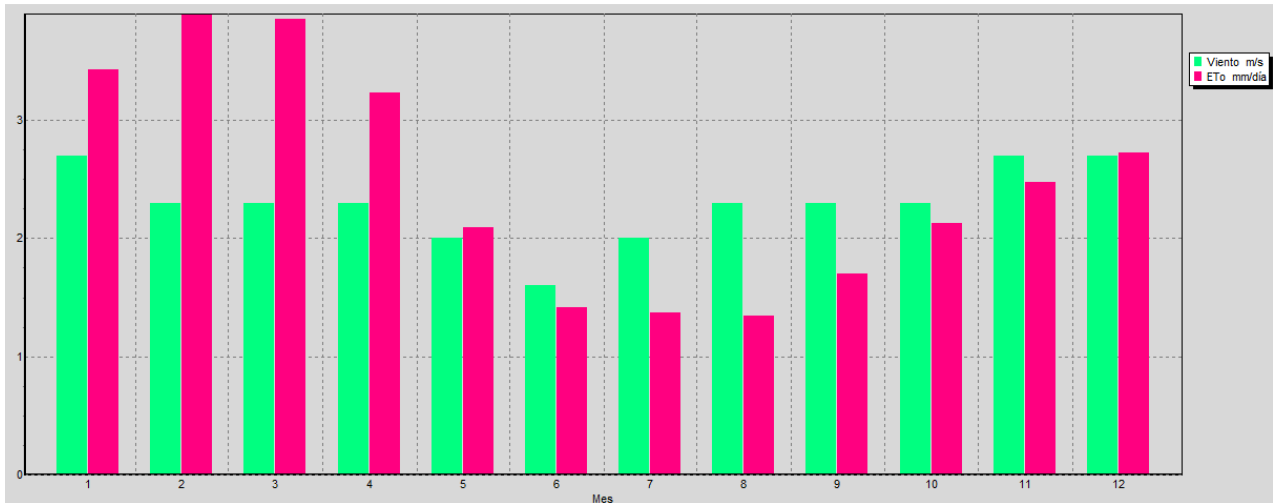
**Fig. 4: Horas de sol mensuales y ET0**



*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Figura 4: muestra la relación entre la luz solar y ET0. Del gráfico, notamos las fuertes relaciones entre la luz solar y la evapotranspiración. Esto es evidente que cuando aumentan las horas de sol, ET0 también aumenta. Existe una relación directa entre estos dos parámetros.

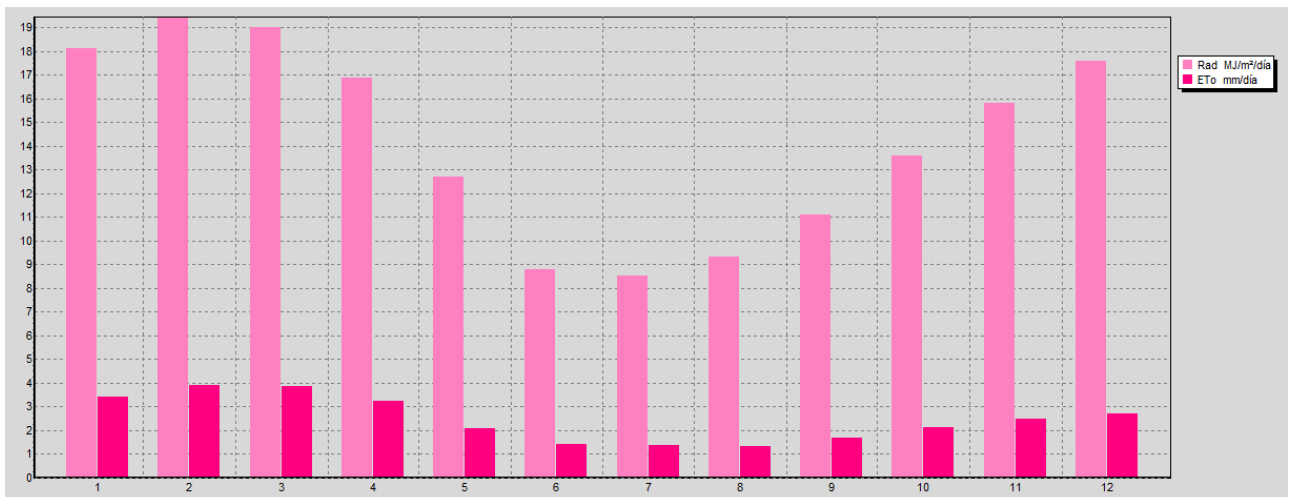
**Fig. 5: Evapotranspiración y velocidad del viento**



*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Figura 5: muestra la relación de evapotranspiración con la velocidad del viento. El gráfico indica que la velocidad del viento tiene un efecto muy menor en ET0. A pesar de los cambios en la velocidad del viento, ET0 permanece constante en los resultados del estudio

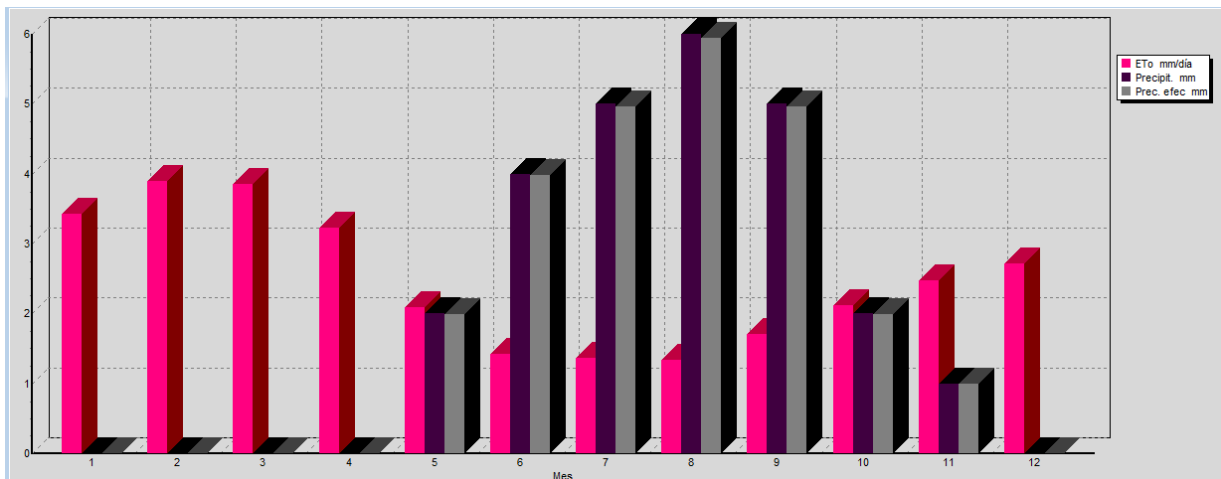
**Fig. 6: Radiaciones mensuales y ET0**



*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Figura 6: muestra la relación entre la radiación mensual y ET0. Se puede observar que hay fluctuaciones entre la radiación y ET0. Mientras aumenta la radiación, ET0 también hace un ligero aumento.

**Fig. 7: Precipitaciones mensuales y precipitaciones efectivas**



*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Figura 7: Precipitación mensual y precipitación efectiva y ET<sub>0</sub>, no toda la lluvia que cae es utilizada por el cultivo. La intensidad de la lluvia puede ser tal que parte de la lluvia se pierda debido a la intercepción, la escorrentía superficial y la percolación profunda debajo de la zona de la raíz.

### 3.4 Evapotranspiración de cultivo y Requerimiento de riego

Del cuadro se muestra que la evapotranspiración del cultivo siempre es mayor o igual que el requerimiento de riego, ya que esta suple las veces en que las precipitaciones son escasas, así pues se aprecia que en los meses de julio, agosto y septiembre las precipitaciones son mayores por lo que el requerimiento de riego disminuye en comparación a otros meses del años.

### 3.5 Procesamiento de datos con los resultados obtenidos de laboratorio y campo

Se tomaron 3 muestras de suelo en campo para su análisis respectivo, hallándose la cantidad de humedad que es capaz de retener el suelo luego de ser saturado, además también se determinó la tasa de infiltración del agua en el suelo, es decir la velocidad con la que el agua penetra en el suelo, la cual se mide en mm/d, los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro.

**Tabla 5:** Resultados en campo y laboratorio

MUESTRA	HUMEDAD (%)	TASA DE INFILTRACIÓN EN CAMPO (mm/día)	HUMEDAD DE SUELO DISPONIBLE TOTAL mm
1	14	20	150
2	12	22	120
3	13	23	140

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

Referente a los datos obtenidos en cuanto a la humedad en el suelo, estamos ante un tipo de suelo arenoso, el cual nos indica que debido a su textura no retiene mucha humedad en comparación a otros tipos de suelo como el arcilloso, además para este tipo de suelo muy arenoso la tasa de infiltración va desde 20 mm/h a 25 mm/h.

Los datos obtenidos son ingresados al software para su procesamiento teniendo como resultado para cada una de las muestras

### 3.6 Muestra 1

Cuadro de datos como resultado de la primera muestra

Datos generales de suelo		
<b>Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)</b>	150.0	mm/metro
<b>Tasa máxima de infiltración de la precipitación</b>	20	mm/día
<b>Profundidad radicular máxima</b>	150	centímetros
<b>Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)</b>	0	%
<b>Humedad de suelo inicialmente disponible</b>	150.0	mm/metro

*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Se ingresan los datos obtenidos en campo y laboratorio tanto la humedad de suelo disponible total y la tasa de infiltración para los cuales se tienen los valores de 150 mm/metro y 20 mm/día

**Tabla 6:** cálculo de requerimiento de riego para la primera muestra

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0.6	1.92	19.2	0	19.2
Ene	2	Inic	0.6	2.06	20.6	0	20.6
Ene	3	Inic	0.6	2.15	23.7	0	23.7
Feb	1	Inic	0.6	2.25	22.5	0	22.5
Feb	2	Inic	0.6	2.34	23.4	0	23.4
Feb	3	Inic	0.6	2.33	18.6	0	18.6
Mar	1	Des	0.59	2.3	23	0	23
Mar	2	Des	0.58	2.24	22.4	0	22.4
Mar	3	Des	0.57	2.07	22.8	0.1	22.7
Abr	1	Des	0.55	1.91	19.1	0.2	18.9
Abr	2	Des	0.54	1.75	17.5	0.3	17.2
Abr	3	Des	0.53	1.51	15.1	0.4	14.7
May	1	Des	0.52	1.28	12.8	0.6	12.2
May	2	Des	0.5	1.05	10.5	0.7	9.9
May	3	Med	0.49	0.92	10.1	0.9	9.2
Jun	1	Med	0.49	0.8	8	1.1	6.9
Jun	2	Med	0.49	0.69	6.9	1.3	5.6
Jun	3	Med	0.49	0.68	6.8	1.4	5.4
Jul	1	Med	0.49	0.67	6.7	1.5	5.2
Jul	2	Med	0.49	0.67	6.7	1.7	5
Jul	3	Med	0.49	0.66	7.3	1.8	5.5
Ago	1	Med	0.49	0.66	6.6	1.9	4.7
Ago	2	Med	0.49	0.65	6.5	2	4.5
Ago	3	Med	0.49	0.71	7.8	2	5.8
Sep	1	Med	0.49	0.77	7.7	2.1	5.6
Sep	2	Med	0.49	0.83	8.3	2.1	6.1
Sep	3	Fin	0.52	0.96	9.6	1.6	7.9
Oct	1	Fin	0.59	1.18	11.8	1	10.8
Oct	2	Fin	0.59	1.26	12.6	0.6	12.1
Oct	3	Fin	0.59	1.33	14.7	0.5	14.2
Nov	1	Fin	0.59	1.4	14	0.4	13.6
Nov	2	Fin	0.59	1.47	14.7	0.3	14.4
Nov	3	Fin	0.59	1.52	15.2	0.2	15
Dic	1	Fin	0.59	1.57	15.7	0.1	15.6
Dic	2	Fin	0.59	1.62	16.2	0	16.2
Dic	3	Fin	0.59	1.76	19.4	0	19.4
					<b>504.2</b>	<b>26.9</b>	<b>477.2</b>

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

Los valores obtenidos para el primer análisis arrojan que la precipitación efectiva tiene un valor 26.9 mm y el requerimiento de riego 477.2 mm, estos dos valores para pasarlos a

m<sup>3</sup>/hectárea se multiplican por 10; para lo cual se obtiene en cuanto a la huella verde 269 m<sup>3</sup>/ hectárea y para la huella azul 4772 m<sup>3</sup>/ hectárea.

### 3.7 Muestra 2

Cuadro de datos como resultado de la segunda muestra

Datos generales de suelo

**Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)**  mm/metro

**Tasa maxima de infiltración de la precipitación**  mm/día

**Profundidad radicular máxima**  centímetros

**Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)**  %

**Humedad de suelo inicialmente disponible**  mm/metro

*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Se ingresan los datos obtenidos en campo y laboratorio tanto la humedad de suelo disponible total y la tasa de infiltración para los cuales se tienen los valores de 120 mm/metro y 22 mm/día

**Tabla 7:** cálculo de requerimiento de riego para la segunda muestra

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0.6	1.92	19.2	0	19.2
Ene	2	Inic	0.6	2.06	20.6	0	20.6
Ene	3	Inic	0.6	2.15	23.7	0	23.7
Feb	1	Inic	0.6	2.25	22.5	0	22.5
Feb	2	Inic	0.6	2.34	23.4	0	23.4
Feb	3	Inic	0.6	2.33	18.6	0	18.6
Mar	1	Des	0.59	2.3	23	0	23
Mar	2	Des	0.58	2.24	22.4	0	22.4
Mar	3	Des	0.57	2.07	22.8	0.1	22.7
Abr	1	Des	0.55	1.91	19.1	0.2	18.9
Abr	2	Des	0.54	1.75	17.5	0.3	17.2
Abr	3	Des	0.53	1.51	15.1	0.4	14.7
May	1	Des	0.52	1.28	12.8	0.6	12.2
May	2	Des	0.5	1.05	10.5	0.7	9.9
May	3	Med	0.49	0.92	10.1	0.9	9.2
Jun	1	Med	0.49	0.8	8	1.1	6.9
Jun	2	Med	0.49	0.69	6.9	1.3	5.6
Jun	3	Med	0.49	0.68	6.8	1.4	5.4
Jul	1	Med	0.49	0.67	6.7	1.5	5.2
Jul	2	Med	0.49	0.67	6.7	1.7	5



Jul	3	Med	0.49	0.66	7.3	1.8	5.5
Ago	1	Med	0.49	0.66	6.6	1.9	4.7
Ago	2	Med	0.49	0.65	6.5	2	4.5
Ago	3	Med	0.49	0.71	7.8	1.9	5.9
Sep	1	Med	0.49	0.77	7.7	1.8	5.9
Sep	2	Med	0.49	0.83	8.3	1.7	6.6
Sep	3	Fin	0.52	0.96	9.6	1.4	8.2
Oct	1	Fin	0.59	1.18	11.8	1	10.8
Oct	2	Fin	0.59	1.26	12.6	0.6	12
Oct	3	Fin	0.59	1.33	14.7	0.5	14.1
Nov	1	Fin	0.59	1.4	14	0.4	13.6
Nov	2	Fin	0.59	1.47	14.7	0.3	14.4
Nov	3	Fin	0.59	1.52	15.2	0.2	15
Dic	1	Fin	0.59	1.57	15.7	0.1	15.6
Dic	2	Fin	0.59	1.62	16.2	0	16.2
Dic	3	Fin	0.59	1.76	19.4	0	19.4
					<b>504.2</b>	<b>25.9</b>	<b>478.2</b>

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

Los valores obtenidos para el primer análisis arrojan que la precipitación efectiva tiene un valor 25.9 mm y el requerimiento de riego 478.2 mm, estos dos valores para pasarlos a m<sup>3</sup>/hectárea se multiplican por 10; para lo cual se obtiene en cuanto a la huella verde 259 m<sup>3</sup>/ hectárea y para la huella azul 4782 m<sup>3</sup>/ hectárea.

### 3.8 Muestra 3

Cuadro de datos como resultado de la tercera muestra

Datos generales de suelo		
<b>Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)</b>	<input type="text" value="140.0"/>	<b>mm/metro</b>
<b>Tasa máxima de infiltración de la precipitación</b>	<input type="text" value="23"/>	<b>mm/día</b>
<b>Profundidad radicular máxima</b>	<input type="text" value="150"/>	<b>centímetros</b>
<b>Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)</b>	<input type="text" value="0"/>	<b>%</b>
<b>Humedad de suelo inicialmente disponible</b>	<input type="text" value="140.0"/>	<b>mm/metro</b>

*Fuente: Elaboración propia. Cropwat 8.0.*

Se ingresan los datos obtenidos en campo y laboratorio tanto la humedad de suelo disponible total y la tasa de infiltración para los cuales se tienen los valores de 140 mm/metro y 23 mm/día

**Tabla 8:** cálculo de requerimiento de riego para la tercera muestra

Mes	Decada	Etapa	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Ene	1	Inic	0.6	1.92	19.2	0	19.2
Ene	2	Inic	0.6	2.06	20.6	0	20.6
Ene	3	Inic	0.6	2.15	23.7	0	23.7
Feb	1	Inic	0.6	2.25	22.5	0	22.5
Feb	2	Inic	0.6	2.34	23.4	0	23.4
Feb	3	Inic	0.6	2.33	18.6	0	18.6
Mar	1	Des	0.59	2.3	23	0	23
Mar	2	Des	0.58	2.24	22.4	0	22.4
Mar	3	Des	0.57	2.07	22.8	0	22.8
Abr	1	Des	0.55	1.91	19.1	0	19.1
Abr	2	Des	0.54	1.75	17.5	0	17.5
Abr	3	Des	0.53	1.51	15.1	0.1	15
May	1	Des	0.52	1.28	12.8	0.4	12.3
May	2	Des	0.5	1.05	10.5	0.7	9.9
May	3	Med	0.49	0.92	10.1	0.9	9.2
Jun	1	Med	0.49	0.8	8	1.1	6.9
Jun	2	Med	0.49	0.69	6.9	1.3	5.6
Jun	3	Med	0.49	0.68	6.8	1.4	5.4
Jul	1	Med	0.49	0.67	6.7	1.5	5.2
Jul	2	Med	0.49	0.67	6.7	1.7	5
Jul	3	Med	0.49	0.66	7.3	1.7	5.6
Ago	1	Med	0.49	0.66	6.6	1.7	4.9
Ago	2	Med	0.49	0.65	6.5	1.7	4.9
Ago	3	Med	0.49	0.71	7.8	1.7	6.2
Sep	1	Med	0.49	0.77	7.7	1.7	6
Sep	2	Med	0.49	0.83	8.3	1.8	6.5
Sep	3	Fin	0.52	0.96	9.6	1.4	8.2
Oct	1	Fin	0.59	1.18	11.8	1	10.8
Oct	2	Fin	0.59	1.26	12.6	0.6	12
Oct	3	Fin	0.59	1.33	14.7	0.5	14.1
Nov	1	Fin	0.59	1.4	14	0.4	13.6
Nov	2	Fin	0.59	1.47	14.7	0.3	14.4
Nov	3	Fin	0.59	1.52	15.2	0.2	15
Dic	1	Fin	0.59	1.57	15.7	0.1	15.6
Dic	2	Fin	0.59	1.62	16.2	0	16.2
Dic	3	Fin	0.59	1.76	19.4	0	19.4
					<b>504.2</b>	<b>23.9</b>	<b>480.3</b>

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

Los valores obtenidos para el primer análisis arrojan que la precipitación efectiva tiene un valor 23.9 mm y el requerimiento de riego 480.3 mm, estos dos valores para pasarlos a

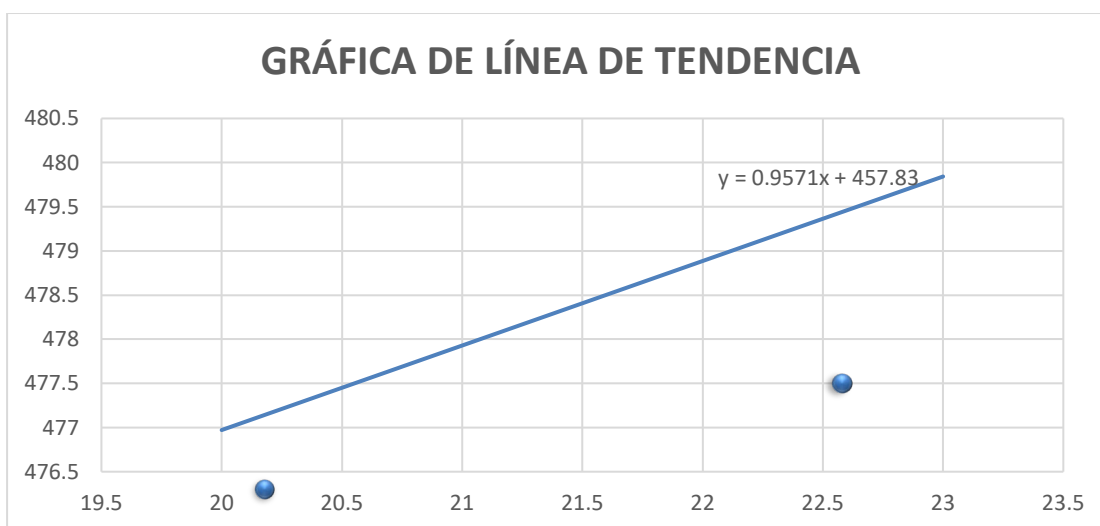
m<sup>3</sup>/hectárea se multiplican por 10; para lo cual se obtiene en cuanto a la huella verde 239 m<sup>3</sup>/ hectárea y para la huella azul 4803 m<sup>3</sup>/ hectárea.

### 3.9 Determinación del coeficiente de correlación del requerimiento de agua y la velocidad de infiltración.

**Tabla 9:** Resultados del requerimiento de riego para las 3 tomas de muestras de suelo

TASA DE INFILTRACIÓN (mm/d)	REQUERIMIENTO DE RIEGO(mm)
20	477.2
22	478.2
23	480.3

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*



*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

Fórmula para determinar el coeficiente de correlación de Pearson

$$\frac{n \cdot \sum X_i Y_i - \sum X_i \cdot \sum Y_i}{\sqrt{[n \cdot \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \cdot \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}}$$

**Tabla 10:** Rango de valores del coeficiente de Pearson

VALOR	SIGNIFICADO
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	correlación negativa muy baja
0	correlación nula
0.01 a 0.19	correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	correlación positiva baja
0.4 a 0.69	correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	correlación positiva alta
0.9 a 0.99	correlación positiva muy alta
1	correlación positiva y perfecta

*Fuente: Elaboración propia. Excel.*

De la fórmula se obtiene el resultado de  $r = 0.9241$ , el cual indica que la correlación es positiva muy alta según el cuadro de rangos, ya que se acerca al valor de 1.

#### IV. DISCUSIÓN

- ALANNA, M, 2015 señala que la huella azul y verde del cultivo de naranja es de 7651m<sup>3</sup> /ha y 9149m<sup>3</sup>/ha respectivamente para Sudáfrica, en comparación a la presente investigación donde se obtuvo valores de 269m/ha y 4772m/ha tanto para la huella verde y azul respectivamente, lo que equivale a un 30% de los valores obtenidos por Alanna M., la notable diferencia entre estos valores encontrados se relaciona con las temperaturas ya que en Sudáfrica son mayores llegando a 24° C de promedio anual mientras que en Huaral es de 19° C, la diferencia de temperaturas refleja el comportamiento más elevado de evapotranspiración el cual a su vez genera un mayor consumo del recurso hídrico.
- KONGBOON, R. 2015, menciona en su investigación valores de la huella hídrica para la caña de azúcar 202m<sup>3</sup>/ton, el cual se encuentra por encima del valor encontrado en esta presente investigación que es de 173.65 m<sup>3</sup>/ton, considerando una producción de naranja de 29.03 ton/ha, relacionando los datos conllevan a que las diferencias y estructuras morfológicas entre estos dos cultivos, como el tallo, el fruto, raíz etc. Influyen de manera directa en el aprovechamiento del recurso, pero el más relevante es la profundidad de la raíces, en cuanto a la caña de azúcar llega a alcanzar un promedio de 30cm de profundidad y el cultivo de naranja entre 1.20m y 1.50m, además de considerarse que la naranja es un cultivo perenne y tiene raíces más profundas lo cual tarda un mayor tiempo en realizar la evapotranspiración.
- SABOGAL, 2015 menciona en su investigación sobre el cultivo de naranja, que es en la primera etapa donde se necesita un menor requerimiento de riego, esto se relaciona a los resultados encontrados en esta investigación ya que la evapotranspiración es menor al inicio, debido a la alta humedad relativa en la atmosfera, encontrándose el más alto índice en el mes de junio alcanzando un 95% y la velocidad del viento es menor con un valor de 1.5 m/s, costándole trasladar las masas de aires saturadas de humedad , lo que impide que la evapotranspiración sea más continua, en comparación a los meses de enero donde la humedad desciende a 85% y la velocidad del viento aumenta a 2.8m/s provocando un mayor desarrollo y equilibrio del cultivo.

## V. CONCLUSIONES

- Con los datos obtenidos para la humedad relativa a nivel laboratorio, al igual que los valores registrados para la tasa de infiltración y humedad total disponible registrados en campo, se llega a la conclusión que con un 14% de humedad relativa, a una tasa de infiltración de 20mm/día y a 150mm de humedad disponible total, datos que procesados en el software Cropwat 8.0 registraron como resultado 26.9mm y 477.2mm tanto para la huella verde y azul respectivamente, lo cual indica que el software determina con eficiencia la huella hídrica verde y azul, debido a que siempre será mayor el requerimiento de agua puesto que las lluvias se filtran en el subsuelo y se pierden en la escorrentía, demostrando así que la precipitación efectiva siempre será menor a la cantidad total de precipitaciones.
- La evapotranspiración promedio es de 2.47mm al mes registrándose los valores mínimos en los meses de junio, julio y agosto con 1.42mm, 1.37mm y 1.34mm respectivamente y los valores máximos en los meses de enero, febrero y marzo con 3.43mm, 3.91mm y 3.86mm respectivamente; el comportamiento de las precipitaciones se desprende debido a las altas temperaturas en los primeros meses ya que al calentarse la superficie del suelo incrementa la velocidad de evaporación hacia la atmosfera que esta a su vez contiene menor humedad relativa lo que favorece a una mayor transpiración del cultivo en comparación de otras épocas del año como julio y agosto, donde las masas de aire están saturadas de humedad a un 97% y 100% respectivamente lo que impide que se produzca una mayor transpiración de los cultivos.
- La precipitación efectiva anual tiene un promedio de 26.8mm al año, de un total de 27mm de precipitación total, registrándose los valores máximos en los meses de julio, agosto y septiembre con valores promedio de 5.0mm, 5.9mm y 5.9mm en promedio mensual, por otro lado se registran los valores más bajos con un promedio de 2mm de precipitación efectiva para el mes de mayo, en base a los datos obtenidos se consideran que el tiempo de siembra para el cultivo de naranja debe de ser antes de la época más húmeda (mediados de invierno), ya que la evapotranspiración será menor permitiendo el desarrollo de las raíces, cediendo

así el resto de desarrollo del cultivo de naranja para las épocas más despejadas de humedad relativa en la atmosfera, como la primavera.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- En base a este estudio tomar medidas de riego considerando los escasos y el alto índice de estrés hídrico presente en la costa de lima, como una solución es el sistema de riego por aspersión, ya que teniendo la cantidad de volumen de agua por hectárea podemos suministrar de manera mecánica las necesidades hídricas que no abarca la precipitación efectiva, el sistema por aspersión es más óptimo en comparación de otros ya que regula la cantidad de agua dependiendo de las dimensiones y topografía donde se desarrolle el cultivo.
- Utilizar el software Cropwat 8.0 como herramienta para tener conocimiento de cuanta es la humedad proveniente de las lluvias, teniendo como punto de partida la información de las estaciones meteorológicas actualizadas y de buena fuente para tener una mayor exactitud en los valores, además de recoger el mayor número de muestras de suelo del área de estudio para un mejor procesamiento de los datos en el software, ya que así el margen de error será menor.
- Realizar estudios similares de evaluación de la huella hídrica tanto verde como azul, bajo condiciones óptimas y así determinar el máximo potencial productivo en otros lugares que no solo presenten estrés hídrico, sino también donde no, ya que debido al calentamiento global, en el futuro la costa va a depender mucho más aun de lugares donde haya mejores condiciones meteorológicas para el desarrollo del cultivo.

## VII. REFERENCIAS

1. MUNRO, Samantha Alanna. A Water Footprint Assessment of Primary Citrus Production in the Lower Sundays River Valley Citrus Farms, Eastern Cape, South Africa. 2015. Tesis Doctoral. Rhodes University. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/145055275.pdf>
2. KONGBOON, Rattikarn; SAMPATTAGUL, Sate. The water footprint of sugarcane and cassava in northern Thailand. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 40, p. 451-460. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812006829>
3. CABELLO, Juan José, et al. Water Footprint from Growing Potato Crops in Cuba. *Tecnología y ciencias del agua*, 2016, vol. 7, no 1, p. 107-116. Disponible en: <http://www.revistatyca.org.mx/ojs/index.php/tyca/article/view/1154>
4. LOZANO CHAMORRO, Daniela; CORTÉS GONZÁLEZ, Nicolás. Evaluación de la huella hídrica del proceso productivo del arroz (oryza sativa) en el municipio del Espinal–Tolima y su incidencia ambiental en el área de influencia. 2017. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1382&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1382&context=ing_ambiental_sanitaria)
5. TORRES CUÉLLAR, Alisson Joana; PEÑA CARRILLO, Paola Alexandra. Evaluación de la huella hídrica para el cultivo de palma de aceite en la finca Villa Beatriz del municipio de zona bananera, departamento del Magdalena. 2015. Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1552&context=ing\\_ambiental\\_sanitaria](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1552&context=ing_ambiental_sanitaria)
6. TERÁN CHAVES, César Augusto. *Determinación de la huella hídrica y modelación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros a partir del agua en la Sabana de Bogotá (Colombia)*. 2015. Tesis Doctoral. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/54133>



7. ÁNGEL, Sabogal; STICK, Julián. Evaluación de la huella hídrica para el cultivo de naranja (valencia) en un predio del municipio de puerto López–Meta. 2015.  
Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/290/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/290/)
8. RÍOS, J., & NAVARRETE, C. (2017). Huella hídrica y productividad económica del agua en nogal pecanero (*carya illinoensis*) al sur oeste de coahuila, méxico. *Estudios De Economía Aplicada*, 35(3), 697-716.  
Disponible en  
<https://search.proquest.com/docview/1961792016?accountid=37408>
9. MALLMA CAPCHA, Tito. Huella hídrica de los productos agrícolas de la Región Junín comercializadas en la ciudad de Lima. 2015.  
Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2166>
10. AGUILAR ALAYZA, Christy. Aplicabilidad de la huella hídrica con el indicador de sustentabilidad del uso de agua en hortalizas de los invernaderos de la microcuenca Jayllihuaya–Puno. 2018.  
Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11226>
11. BROWN, Thackery I., et al. Prospective representation of navigational goals in the human hippocampus. *Science*, 2016, vol. 352, no 6291, p. 1323-1326.  
Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/352/6291/1323>
12. AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA) (2016). *Uso consuntivo del agua*. Lima. [En línea]. Disponible en: [http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion\\_ambiental/educ/publicaciones/ciclo\\_del\\_agua/cicag/3/3\\_1\\_3/index.html](http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/educ/publicaciones/ciclo_del_agua/cicag/3/3_1_3/index.html)
13. SURENDRAN, U., et al. Modelling the crop water requirement using FAO-CROPWAT and assessment of water resources for sustainable water resource management: A case study in Palakkad district of humid tropical Kerala, India. *Aquatic Procedia*, 2015, vol. 4, p. 1211-1219. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X15001558>

14. SUIZAGUA ANDINA PERU (2012), Diagnóstico General para la Medición de la Huella Hídrica Sectorial – Perú Disponible en: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rd\\_007-2015-ana-dcprh\\_reportes\\_1\\_2\\_3.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/rd_007-2015-ana-dcprh_reportes_1_2_3.pdf)
15. CHUKALLA, Abebe Demissie; KROL, Martinus S.; HOEKSTRA, Arjen Ysbert. Green and blue water footprint reduction in irrigated agriculture: effect of irrigation techniques, irrigation strategies and mulching. *Hydrology and earth system sciences*, 2015, vol. 19, no 12, p. 4877-4891. Disponible en: <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/4877/2015/hess-19-4877-2015-discussion.html>
16. ZHAO, Xu, et al. Physical and virtual water transfers for regional water stress alleviation in China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2015, vol. 112, no 4, p. 1031-1035. Disponible en: <https://www.pnas.org/content/112/4/1031.short>
17. D'AMBROSIO, Ersilia; DE GIROLAMO, Anna Maria; RULLI, Maria Cristina. Assessing sustainability of agriculture through water footprint analysis and in-stream monitoring activities. *Journal of Cleaner Production*, 2018, vol. 200, p. 454-470.  
Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618322182>
18. CHUKALLA, Abebe Demissie; KROL, Martinus S.; HOEKSTRA, Arjen Ysbert. Green and blue water footprint reduction in irrigated agriculture: effect of irrigation techniques, irrigation strategies and mulching. *Hydrology and earth system sciences*, 2015, vol. 19, no 12, p. 4877-4891  
Disponible en: <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/19/4877/2015/hess-19-4877-2015-discussion.html>

19. VEETTIL, Anoop Valiya; MISHRA, Ashok K. Water security assessment using blue and green water footprint concepts. *Journal of hydrology*, 2016, vol. 542, p. 589-602.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169416305868>
20. PATEL, A., et al. Reference evapotranspiration estimation using cropwat model at ludhiana district (Punjab). *Int. J. Sci., Environ. Technol*, 2017, vol. 6, no 1, p. 620-629.  
Disponibile en: <http://www.ijset.net/journal/1584.pdf>
21. LU, Yang, et al. Changes in water use efficiency and water footprint in grain production over the past 35 years: A case study in the North China Plain. *Journal of cleaner production*, 2016, vol. 116, p. 71-79  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616000147>
22. PONCE, J. R., et al. Estimating Almond Crop Coefficients and Physiologic al Response to Water Stress in Semiarid Environments (SW Spain). 2018.  
Disponibile en: <http://mri.modares.ac.ir/article-23-5237-en.pdf>
23. RODRIGO-COMINO, Jesús, et al. Contrasted impact of land abandonment on soil erosion in Mediterranean agriculture fields. *Pedosphere*, 2018, vol. 28, no 4, p. 617-631.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1002016017604417>
24. HASSANIEN, Reda Hassanien Emam; LI, Ming; LIN, Wei Dong. Advanced applications of solar energy in agricultural greenhouses. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016, vol. 54, p. 989-1001.  
Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032115011740>

25. SILVA, Ricardo Barros, et al. Actual evapotranspiration and crop coefficient of sweet orange during the initial development phase in the Rio Largo region, Alagoas. *Ciência Rural*, 2019, vol. 49, no 6.
- Disponibile en:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782019000600202&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782019000600202&script=sci_arttext)
26. SURENDRAN, U., et al. Modelling the crop water requirement using FAO-CROPWAT and assessment of water resources for sustainable water resource management: A case study in Palakkad district of humid tropical Kerala, India. *Aquatic Procedia*, 2015, vol. 4, p. 1211-1219.
- Disponibile en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214241X15001558>
27. MORILLAS, Laura, et al. Crop water footprints and irrigation water volumes: a comparison of empirical measurements with CROPWAT model estimates for the seasonally dry tropics. En *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 2018. p. 2301.
- Disponibile en: <http://adsabs.harvard.edu/abs/2018EGUGA..20.2301M>
28. CANTOS, J. O., & PÉREZ, M. S. (2013). Las demandas de "huella hídrica" y su precio, en españa: Diferencias territoriales1/The demands of "water footprint" and its price, in spain: Territorial differences. *Anales De Geografía De La Universidad Complutense*, 33(2), 41-79.
- Disponibile en:  
<https://search.proquest.com/docview/1492880137?accountid=37408>
29. BECERRA, A. T., BRAVO, X. B. L., & MEMBRIVE, V. (2013). HUELLA HÍDRICA Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. *M+A: Revista Electrónica De Medioambiente*, 14(1), 56-86.
- Disponibile en:  
<https://search.proquest.com/docview/1448245542?accountid=37408>

30. NAVALPOTRO, J. A. S., PÉREZ, M. S., & QUIROGA, F. G. (2011). Análisis "coste-beneficio" y "coste-eficiencia" de la huella hídrica en España/Cost-benefit and cost-efficiency analysis of the water footprint in Spain. *Observatorio Medioambiental*, 14, 225-254. Disponible en: <https://search.proquest.com/docview/963362169?accountid=37408>
31. BOLAÑOS, B., et al. *Determinación de la huella hídrica y comercio de agua virtual de los principales productos agrícolas de Honduras*. 2011. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.  
. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/75>
32. PÉREZ, A., et al. *Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador*. 2012. Tesis de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.  
. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222016000200035&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200724222016000200035&script=sci_arttext&tlng=pt)
33. ANSCHAU, Renée Alicia, et al. Huella hídrica de la cadena de maní en Argentina. *Actas del IV Encuentro Argentino de Ciclo de Vida y III Encuentro de la Red Argentina de Huella Hídrica Enarciv*, 2015.  
Disponible en: <http://www.ciacabrera.com.ar/docs/JORNADA%2030/6%20HUELLA%20H%C3%8DDRICA%20DE%20LA%20CADENA%20DE%20MAN%20C3%8D%20EN%20ARGENTINA.pdf>
34. MURCIA ROJAS, Aura Valeria; CASADIEGO HERNÁNDEZ, Daniela. Cálculo comparativo de la huella hídrica del sistema productivo de arroz de riego en cuatro zonas arroceras de Colombia por medio del software cropwat 8.0. 2018.  
Disponible en: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_ambiental\\_sanitaria/813/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/813/)

35. NOVOA, V., ROJAS, O., ARUMÍ, J. L., ULLOA, C., URRUTIA, R., & RUDOLPH, A. (2016). Variabilidad de la huella hídrica del cultivo de cereales, río cachapoal, Chile/Variability in the water footprint of cereal crops, cachapoal river, Chile. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(2), 35-50.

Disponible en:

<https://search.proquest.com/docview/1786638278?accountid=37408>

36. CAMACHO, W. A., & Uribe, D. A. (2018). ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA AZUL Y VERDE DE LA PRODUCCIÓN CAFETERA EN OCHO CUENCAS EN EL SUR DEL DEPARTAMENTO DEL HUILA. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 337. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.22490/21456453.2284>

37. JIMÉNEZ, K. M., YAGUACHE, J. V. O., & ESCALANTE, M. G. T. (2017). Especialización productiva mediante un proceso de selección multicriterio, que considere la huella hídrica de los productos en la provincia de Loja, Ecuador: Journal of strategic studies journal of strategic studies. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), 181-210. Disponible en: <http://dx.doi.org/rces.v25n37.a10>

38. DANNY V., REDONDO M., & OLIVAR G. (2017). Tendencias del consumo de agua en la producción de bioetanol en Colombia. *Ambiente y Desarrollo*, 21(41), 93-106.

Disponible en:

<https://search.proquest.com/docview/2054063047?accountid=37408>

39. TERÁN CHAVES, César Augusto. *Determinación de la huella hídrica y modelación de la producción de biomasa de cultivos forrajeros a partir del agua en la Sabana de Bogotá (Colombia)*. 2015. Tesis Doctoral.

Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/54133>

40. BROWN, Thackery I., et al. Prospective representation of navigational goals in the human hippocampus. *Science*, 2016, vol. 352, no 6291, p. 1323-1326.

Disponible en: <https://science.sciencemag.org/content/352/6291/1323>

## VIII. ANEXOS

### ANEXO N° 01

## RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA HUMEDAD DE MUESTRA DE SUELO

DIRECCION HUARAL  
DEPARTAMENTO LIMA  
TIPO DE ENSAYO ANALISIS FISICOQUIMICO - MATERIA ORGANICA(%)  
MATERIA SUELO  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA MUESTRA DE SUELO PARA EL CULTIVO DE NARANJA CITRUS SINENSIS VALENCIA  
FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA JESÚS ISAI MENDOZA GALINDO  
LUGAR DONDE SE REALIZO EL ENSAYO 10/09/2019  
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV

ENSAYO DE VALIDACION DE HUMEDAD RELATIVA EN AGUA						
ESTACION	TIPO DE RESULTADO	COORDENADA		ALTITUD	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
SUELO DE CULTIVO	MUESTRA	NORTE:	8728564	228	%	14.00%
		ESTE:	262249			

**Metodologías de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Standard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)

**Equipo Utilizado:**  
**Código interno:**

Multiparametro Hanna edge  
6053633  
Estufa BINDER  
6007395

M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodriguez  
docente del curso contaminación y control de suelos  
UCV-Lima Norte

## ANEXO N° 02

### RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA HUMEDAD DE SEGUNDA MUESTRA DE SUELO

DIRECCION HUARAL  
DEPARTAMENTO LIMA  
TIPO DE ENSAYO ANALISIS FISICOQUIMICO - MATERIA ORGANICA(%)  
MATERIA SUELO  
DESCRIPCION DE LA MUESTRA MUESTRA DE SUELO PARA EL CULTIVO DE NARANJA CITRUS SINENSIS VALENCIA  
FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA JESÚS ISAI MENDOZA GALINDO  
LUGAR DONDE SE REALIZO EL ENSAYO 10/10/2019  
LABORATORIO DE QUIMICA - UCV

ENSAYO DE VALIDACION DE HUEMDAD RELATIVA EN AGUA						
ESTACION	TIPO DE RESULTADO		COORDENADA	ALTITUD	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
SUELO DE CULTIVO	MUESTRA	NORTE :	8728541	228	%	12.00%
		ESTE :	262182			

**Metodologías de Análisis:**

APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 HB.  
Stándard Methods for the examination of water and wastewater. AWWA-1992.  
SMEWW.APHA-AWWA 2510 B. (2017)

**Equipo Utilizado:**  
**Código interno:**

Multiparametro Hanna edge  
6053633  
Estufa BINDER  
6007395

M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodríguez  
docente del curso contaminación y control de suelos  
UCV-Lima Norte



## ANEXO N° 03

### RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA HUMEDAD DE TERCERA MUESTRA DE SUELO


DIRECCION	HEMAL
DEPARTAMENTO	LIMA
TIPO DE ENSAYO	ANALISIS FISICOQUIMICO - MATERIA ORGANICA(%)
MATERIA	SUELO
DESCRIPCION DE LA MUESTRA	MUESTRA DE SUELO PARA EL CULTIVO DE MARIANJA CITRUS SINENSIS VALENCIA
MUESTRA TOMADA POR	JESUS ISAI MENDOZA GALINDO
FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	10/11/2019
LUGAR DONDE SE REALIZO EL ENSAYO	LABORATORIO DE QUIMICA - UCV

ENSAYO DE VALIDACION DE HUMEDAD RELATIVA EN AGUA						
ESTACION	TIPO DE RESULTADO	COORDENADA		ALTITUD	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
SUELO DE CULTIVO	MUESTRA	NORTE :	8728630	228	%	13.00%
		ESTE :	262223			

Metodologías de Análisis: APHA-AWWA-WEF (2005) método 4500 Hg.  
Standard Methods for the examination of water and wastewater, AWWA-1992.  
SMEWW-APHA-AWWA 2510 B. (2017)

Equipo Utilizado: Multiparametro Hanna edge  
Código Interno: 6053633  
Estufa BINDER  
6007385  
6007385

  
M.Sc. Carlos Humberto Alfaro Rodriguez  
docente del curso contaminación y control de suelos  
UCV-Lima Norte

## ANEXO N° 04

### MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALAS
INDEPENDIENTE				CANTIDAD	UNIDAD
Simulación prospectiva de la huella hídrica	Su finalidad es cuantificar el consumo de agua para producir bienes y/o servicios, de tal manera se pueda reflejar el impacto del consumo humano en los recursos globales de agua dulce (Hoekstra y Hung, 2002; 2005).	Se tomará datos meteorológicos del SENAMHI para obtener la huella hídrica mediante el software Cropwat 8.0	Tipología de los métodos	Humedad Relativa	%
DEPENDIENTE			Escenarios propuestos	Tiempo	meses
Cultivo de Naranja ( <i>Citrus Simensis Valencia</i> )	Se define como la siembra y realización de labores para la obtención del fruto (MINAGRI, 2015).	Se obtendrá de los resultados del software cropwat 8.0	Consumo de agua por cultivo	Naranja	m <sup>3</sup> /Ton
			Consumo de agua por cultivo	Precipitación Efectiva	mm/día
			Características del cultivo	Requerimiento de agua del cultivo	mm/día
				Kc	adimensional
				Profundidad Radicular	Cm.
				Etapas	días

## ANEXO N° 05

### FOTOGRAFÍAS DE CAMPO RECOLECCIÓN DE MUESTRA DEL SUELO

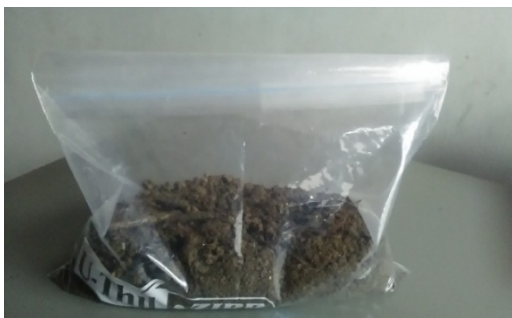
**TOMA DE PUNTOS CON GPS**



**TOMA DE MUESTRA**



**ALMACENADO DE MUESTRA  
EN BOLSA HERMÉTICA**



**ANÁLISIS EN LABORATORIO**

