

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**“EFECTO CLIMÁTICO EN LA HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN EN
LA PARTE ALTA DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL, 2015 - 2019.”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

HERRERA CCORAGUA, MARILYN YULEISY

ASESOR

VÉRTIZ OSORES, JACINTO JOAQUIN

Villa El Salvador

2020

DEDICATORIA

A mis padres, Luis y Luisa por su
cariño y apoyo

A Liam y a mis hermanos Jair y
Jared

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur por haberme formado en mi carrera profesional como Ingeniera Ambiental, a todas las personas que fueron parte de mi etapa universitaria, a mis familiares, en especial a mi tío Ángel Ccoragua y a mi tía Maria Herrera, a mis amigos y docentes, en especial a mi asesor Dr. Jacinto Vértiz por enseñarme el mundo de la investigación, la cual me gustaría seguir más adelante.

A la Agencia Agraria de Huaral, especialmente al Ing. José Chavarría por haberme brindado su ayuda para buscar la información relacionada al cultivo del melocotón. A MINAGRI por brindarme la información de la producción del melocotón, en especial al Ing. Omar Alvarado y SENAMHI por la información de los datos meteorológicos de las estaciones solicitadas.

A los agricultores de los distritos de Atavillos Bajo, Sumbilca, 27 de Noviembre y San Miguel de Acos que me brindaron sus conocimientos para enriquecer la información plasmada en este trabajo.

A mis padres, Luis Herrera y Luisa Ccoragua, por brindarme su apoyo y darme siempre el impulso para seguir avanzando.

A Kristofé, por brindarme sus ideas y su apoyo moral para no desfallecer durante este proceso, gracias porque me ayudas a ser una mejor persona.

A mi hermana Mara, por tenerme paciencia en este tiempo de cuarentena.

Y a los docentes del IES Huando, que con sus enseñanzas me hacen conocer la importancia que tiene el medio ambiente en el sector agropecuario.

ÍNDICE

RESUMEN	VIII
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	3
1.1. Antecedentes	3
1.1.1. Antecedentes Nacionales	3
1.1.2. Antecedentes Internacionales	7
1.2. Bases Teóricas	10
1.2.1. Efecto climático.....	10
1.2.2. Huella Hídrica	11
1.2.3. Huella hídrica en la producción agropecuaria.....	13
1.2.4. Melocotón	16
1.2.5. Software CROPWAT 8.0	19
1.2.6. Cuenca Chancay Huaral.....	20
1.2.7. Percepción, Adaptación	23
1.3. Definición de Bases Teóricas.....	23
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE TRABAJO PROFESIONAL.....	26
2.1. Delimitación de trabajo.....	26
2.2. Determinación y análisis del problema.....	26
2.3. Datos de la zona estudio.....	27
2.4. Recolección de datos	28
2.5. Modelo de solución propuesto:	29
2.5.1. Análisis de los datos meteorológicos.....	29
2.5.2. Estimación de los valores de la huella hídrica azul y verde para la producción del melocotón en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral..	30

2.5.3. Comparación de la huella hídrica del melocotón en cuatro distritos productores del cultivo en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral	33
2.5.4. Conocer las perspectivas y estrategias que tienen los agricultores de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático en la huella hídrica del melocotón.....	33
2.6. Resultados	34
2.6.1. Análisis de los datos meteorológicos.....	34
2.6.2. Estimación de los valores de la huella hídrica azul y verde para la producción del melocotón en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral..	48
2.6.3. Comparación de la huella hídrica del melocotón en cuatro distritos productores del cultivo en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral	71
2.6.4. Conocer las perspectivas y estrategias que tienen los agricultores de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático en la huella hídrica del melocotón.....	73
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	88
ANEXO 1. Calculo del requerimiento hídrico para el componente azul y verde del cultivo del melocotón para los cuatro distritos.....	88
ANEXO 2. Calculo de la textura por método de sedimentación.....	98
ANEXO 3. Guía de la entrevista realizada a los agricultores.....	99
ANEXO 4. Lista de agricultores que participaron en la entrevista	101
ANEXO 5. Registro fotográfico	102

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. COMPONENTES DE LA HUELLA HÍDRICA	12
FIGURA 2. ETAPAS FENOLÓGICAS DEL MELOCOTÓN	17
FIGURA 3. UBICACIÓN DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL.....	21
FIGURA 4. ESTACIÓN SANTA CRUZ, PRECIPITACIÓN ACUMULADA 2015-2019	42
FIGURA 5. ESTACIÓN SANTA CRUZ, TEMPERATURA PROMEDIO 2015-2019	43
FIGURA 6. ESTACIÓN PIRCA, PRECIPITACIÓN ACUMULADA 2015-2019	44
FIGURA 7. ESTACIÓN PIRCA, TEMPERATURA PROMEDIO 2015-2019	45
FIGURA 8. ESTACIÓN PALLAC, PRECIPITACIÓN ACUMULADA 2015-2019.....	46

<i>FIGURA 9. ESTACIÓN PALLAC, TEMPERATURA PROMEDIO 2015-2019</i>	47
<i>FIGURA 10. CAPTURA DE PANTALLA DEL MÓDULO CLIMA – ESTACIÓN PALLAC 2015</i>	48
<i>FIGURA 11. CAPTURA DE PANTALLA DEL MÓDULO PRECIPITACIÓN– ESTACIÓN PALLAC 2015</i>	49
<i>FIGURA 12. CAPTURA DE PANTALLA DEL MÓDULO CULTIVO– ATAVILLOS BAJO</i>	53
<i>FIGURA 13. CAPTURA DE PANTALLA DEL MÓDULO SUELO – ATAVILLOS BAJO</i>	57
<i>FIGURA 14. HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN 2015-2019 EN EL DISTRITO 27 DE NOVIEMBRE</i>	67
<i>FIGURA 15. HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN 2015-2019 EN EL DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS</i>	68
<i>FIGURA 16. HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN 2015-2019 EN EL DISTRITO SUMBILCA</i>	69
<i>FIGURA 17. HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN 2015-2019 EN EL DISTRITO ATAVILLOS BAJO</i>	70
<i>FIGURA 18. COMPARACIÓN DE HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN PERIODO 2015-2019 ENTRE DISTRITOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL</i>	71
<i>FIGURA 19. COMPARACIÓN DE PRECIPITACIÓN TOTAL Vs PRECIPITACIÓN EFECTIVA PERIODO 2015-2019 ENTRE DISTRITOS DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA CHANCAY – HUARAL</i>	72

LISTADO DE TABLAS

<i>TABLA 1 HABITANTES AL 2020 DE LA PROVINCIA DE HUARAL</i>	22
<i>TABLA 2 ESTACIONES METEOROLÓGICAS</i>	27
<i>TABLA 3 DISTRITOS ENTREVISTADOS</i>	28
<i>TABLA 4 OBTENCIÓN DE LOS DATOS INGRESADOS PARA EL MÓDULO CULTIVO</i>	31
<i>TABLA 5 OBTENCIÓN DE LOS DATOS INGRESADOS PARA EL MÓDULO SUELO</i>	31
<i>TABLA 6 ESTACIÓN SANTA CRUZ. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2015</i>	34
<i>TABLA 7 ESTACIÓN SANTA CRUZ. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2016</i>	35
<i>TABLA 8 ESTACIÓN SANTA CRUZ. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2017</i>	35
<i>TABLA 9 ESTACIÓN SANTA CRUZ. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2018</i>	36
<i>TABLA 10 ESTACIÓN SANTA CRUZ. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2019</i>	36
<i>TABLA 11 ESTACIÓN PIRCA. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2015</i>	37
<i>TABLA 12 ESTACIÓN PIRCA. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2016</i>	37
<i>TABLA 13 ESTACIÓN PIRCA. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2017</i>	38
<i>TABLA 14 ESTACIÓN PIRCA. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2018</i>	38
<i>TABLA 15 ESTACIÓN PIRCA. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2019</i>	39
<i>TABLA 16 ESTACIÓN PALLAC. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2015</i>	39
<i>TABLA 17 ESTACIÓN PALLAC. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2016</i>	40
<i>TABLA 18 ESTACIÓN PALLAC. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2017</i>	40
<i>TABLA 19 ESTACIÓN PALLAC. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2018</i>	41
<i>TABLA 20 ESTACIÓN PALLAC. DATA METEOROLÓGICA MENSUALES PROCESADOS – AÑO 2019</i>	41
<i>TABLA 21 ÉPOCA DE SIEMBRA POR PERIODO VEGETATIVO EN EL DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE</i>	50
<i>TABLA 22 ÉPOCA DE SIEMBRA POR PERIODO VEGETATIVO EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE ACOS</i>	50
<i>TABLA 23 PERIODO VEGETATIVO Y ÉPOCA DE SIEMBRA DEL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SUMBILCA</i>	50
<i>TABLA 24 ÉPOCA DE SIEMBRA POR PERIODO VEGETATIVO EN EL DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO</i>	51

TABLA 25 PROFUNDIDAD RADICULAR ESTÁNDAR DEL MELOCOTÓN	51
TABLA 26 ALTURA MÁXIMA DEL MELOCOTÓN EN CADA DISTRITO.....	52
TABLA 27 COEFICIENTE DE CULTIVO DEL MELOCOTÓN POR ETAPAS (K_c)	52
TABLA 28 PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS	53
TABLA 29 RESULTADO DE CLASE TEXTURAL POR MÉTODO DE SEDIMENTACIÓN	54
TABLA 30 CLASES TEXTURALES DEL SUELO (SOIL SURVEY STAFF USDA Y DENSIDAD APARENTE (GR/CM ³)	54
TABLA 31 HUMEDAD DE SUELO DISPONIBLE TOTAL POR CADA PUNTO DE MUESTREO	55
TABLA 32 TABLA MÁXIMA DE INFILTRACIÓN PARA DISTINTOS TIPOS DE SUELO	56
TABLA 33 CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN DE CADA DISTRITO	56
TABLA 34 RESULTADO POR AÑO – DISTRITO 27 DE NOVIEMBRE	58
TABLA 35 RESULTADO POR AÑO – DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS	58
TABLA 36 RESULTADO POR AÑO – DISTRITO SUMBILCA	59
TABLA 37 RESULTADO POR AÑO – DISTRITO ATAVILLOS BAJO.....	59
TABLA 38 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – PERIODO 2015-2019	60
TABLA 39 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE ACOS – PERIODO 2015-2019.....	60
TABLA 40 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SUMBILCA – PERIODO 2015-2019.....	61
TABLA 41 RENDIMIENTO DEL CULTIVO DEL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – PERIODO 2015-2019.....	61
TABLA 42 HUELLA HÍDRICA AZUL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO 27 DE NOVIEMBRE	62
TABLA 43 HUELLA HÍDRICA AZUL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE ACOS	62
TABLA 44 HUELLA HÍDRICA AZUL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SUMBILCA	62
TABLA 45 HUELLA HÍDRICA AZUL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO	63
TABLA 46 HUELLA HÍDRICA VERDE PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO 27 DE NOVIEMBRE	63
TABLA 47 HUELLA HÍDRICA VERDE PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE ACOS.....	64
TABLA 48 HUELLA HÍDRICA VERDE PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SUMBILCA.....	64
TABLA 49 HUELLA HÍDRICA VERDE PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO.....	64
TABLA 50 HUELLA HÍDRICA TOTAL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE	65
TABLA 51 HUELLA HÍDRICA TOTAL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL DE ACOS	65
TABLA 52 HUELLA HÍDRICA TOTAL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE SUMBILCA	66
TABLA 53 HUELLA HÍDRICA TOTAL PARA EL MELOCOTÓN EN EL DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO	66
TABLA 54 HUELLA HÍDRICA DEL MELOCOTÓN PERIODO 2015 – 2019 EN LOS DISTRITOS DE LA PARTE ALTA CUENCA CHANCAY - HUAL	66

RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito principal comparar el efecto climático en la huella hídrica del melocotón de los distritos productores del cultivo en la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral, para ello se estimó los valores de huella hídrica y verde para cada distrito; así mismo, se analizó la consistencia meteorológica, y se conoció la percepción, adaptación y sentir que tiene los agricultores como consecuencia del efecto climático en la cantidad de agua requerida para su cultivo.

Para poder cumplir con los objetivos de mi investigación se utilizó: datos meteorológicos (temperatura del aire diaria, temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa diaria, precipitación y velocidad del viento diario) del periodo 2015 - 2019 de las estaciones de Santa Cruz, Pirca, y Pallac, el uso del software Cropwat 8.0, la metodología del “*Manual de Evaluación de Huella Hídrica*” propuesto por Hoekstra *et al* (2011), así mismo se utilizó el software Excel para analizar los datos meteorológicos y entrevistas para conocer la percepción, adaptación y sentir de los agricultores de la zona.

Al analizar la consistencia de los datos meteorológicos de precipitación, temperatura máxima y mínima de las estaciones mencionadas, resultaron tener un comportamiento de acuerdo a la variación estacional, a excepción del año 2017. Del mismo modo se logró calcular los valores de la huella hídrica del melocotón de los últimos cinco años para cada distrito teniendo como promedio durante ese periodo 867.20 m³/ton, 853.80 m³/ton, 950.40 m³/ton y 1450.46 m³/ton para 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo respectivamente, siendo este último el de mayor eficiencia en el uso de agua verde. Finalmente se conoció la percepción y el sentir de los agricultores acerca de su producción durante estos últimos años, el uso de agua, la variabilidad climática y adaptación.

Palabra clave: Huella hídrica, efecto climático, melocotón.

INTRODUCCIÓN

El agua está catalogada como un recurso indispensable para la vida del ser vivo, manteniendo su bienestar y asegurando el buen desempeño de los ecosistemas, sin embargo, hoy en día, la disponibilidad de agua dulce va decreciendo quedando un poco menos del 2.5% a nivel mundial, siendo unos de los causantes los impactos negativos que genera el ser humano y el cambio climático, que presenta algunos de los riesgos más graves para la producción agrícola, la seguridad alimentaria y el estado de los recursos naturales del planeta. Estos impactos afectan primordialmente a quienes carecen de recursos y conocimientos (poblaciones y comunidades campesinas) para mitigar o adaptarse a estos cambios inesperados.

La huella hídrica del sector agrícola es una de las más importantes puesto que tiene en su cargo la elaboración de alimentos donde se utiliza la mayor cantidad de agua disponible y en varias oportunidades sin tomar el uso eficiente de esta. En el Perú alrededor del 90% de la huella hídrica relacionada a la producción es del sector agrícola, siendo este sector el único que utiliza el “agua verde”, que proviene de las precipitaciones y son aprovechadas por las plantas (ANA, 2015).

Por ello, este trabajo de investigación se enfocó principalmente en identificar y comparar la huella hídrica del cultivo del melocotón provenientes de la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral, en cuatro distritos productores específicamente: 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo, con el fin de conocer su huella hídrica durante el periodo del 2015 – 2019, así mismo conocer las perspectivas, estrategias y el sentir que tienen los propios agricultores, puesto que ellos son los responsables del uso eficiente del agua y mejora de su producción.

OBJETIVOS

a. Objetivos General

Comparar la huella hídrica del melocotón en cuatro distritos productores del cultivo en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral durante el periodo 2015 - 2019.

b. Objetivos Específicos

Analizar los datos meteorológicos de las estaciones Santa Cruz, Pirca y Pallac ubicados en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático.

Estimar los valores de la huella hídrica azul y verde para la producción del melocotón en los distritos 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo en los últimos cinco años usando el software Cropwat 8.0.

Conocer las perspectivas y estrategias que tienen los agricultores de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático en la huella hídrica del melocotón.

CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

1.1.1. Antecedentes Nacionales

Bernuy (2018) En su tesis uno de sus objetivos fue conocer la huella hídrica verde durante las cinco últimas campañas agrícolas del cultivo de la papa (2014-2018), para ello utilizó los datos meteorológicos proporcionados por SENAMHI y el software Cropwat 8.0, obteniendo como resultados que la campaña agrícola 2014/2015 obtuvo mayor cantidad (681.02 m³/ton) comparado con la campaña agrícola 2017/2018 que obtuvo la menor cantidad (540,81 m³/ton), concluyendo que el distrito de Huaros no contaría con agua verde suficiente para sustentar la campaña del cultivo durante los siete u ocho meses que dura la siembra hasta la cosecha, dado que existe mayor pérdida por evapotranspiración lo cual incrementa la necesidad de huella hídrica verde y reduciendo la disponibilidad de la misma.

Fuster (2018) En su tesis determino la huella hídrica para los cultivos de papa amarilla y del maíz choclo en el distrito de Chaglla en Huánuco, obteniendo valores de 566,60 metros cúbicos/ton (62% más de la huella hídrica total nacional) y 1088,26 metros cúbicos/ton (26% de la huella hídrica nacional) respectivamente. Así mismo concluyó que las características climatológicas influyen de manera directa a los cultivos antes mencionadas debido a las precipitaciones del lugar.

Cerpa (2018) En su tesis uno de sus objetivos fue hallar la huella hídrica de la cebolla durante su primera campaña agrícola de la comisión de usuarios Pucchun comprendida entre marzo a julio, para eso utilizó la data meteorológica de la estación Samuel Pastor durante el periodo 2010-2017 brindado por SENAMHI y el programa Cropwat 8.0 obteniendo el valor de $108.8\text{m}^3/\text{ton}$ como el total de las huellas hídricas verde, azul y gris.

Castillo (2019) En su tesis determinó el comportamiento de la huella hídrica verde para el cultivo de la papa dentro de la subcuenca del río Burin durante el periodo 2013 - 2017, para la cual utilizó la data meteorológica de la estación Shilla proporcionada por el Centro de Investigación Ambiental, el software Cropwat para obtener la evapotranspiración y la precipitación efectiva y empleo la metodología para determinar la huella hídrica del Dr. Hoekstra, concluyendo que durante el periodo evaluado se generó un incremento en la pérdida de agua como evapotranspiración, siendo que la precipitación efectiva sea mayor en los últimos años necesitando el agua de riego para satisfacer las necesidades del cultivo.

Vasquez – Garay (2018) En su tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, cuantificó la huella hídrica total de la subcuenca del río Shullcas ubicado en la provincia de Huancayo tomando en cuenta las actividades agrícolas, industriales, domésticas, estatal, social y comercial para el año 2015, 2016 y 2017 siendo 105.00 milímetros cúbicos, 111.31 milímetros cúbicos y 105.07 milímetros cúbicos respectivamente, para después hallar la sostenibilidad hídrica, concluyendo que la insostenibilidad es alta debido a que está por encima de dos puntos según el rango de evaluación sobre los requerimientos ambientales poniendo en riesgo la salud humana y la seguridad alimentaria de la zona; así mismo realizó una proyección para el año 2036 de la oferta de agua potable en la subcuenca del río Shullcas donde concluyó que pasaría por una crisis hídrica dentro del espacio territorial afectando la actividad económica y al ecosistema.

Villar (2019) En su tesis para obtener el grado de Magister Scientie en Nutrición Publica, utilizó los datos brindados por MINAGRI y SENAMHI de los años 2000 al 2017 determinó los efectos de variabilidad climática (precipitación y temperatura) actual y mediante regresiones lineales con información retrospectiva pudo hallar proyecciones de los efectos de variabilidad climática para los años 2018 - 2050 para los cultivos de papa, maíz, cebada y quinua; determinando qué para el año 2000 al 2017 el cultivo de papa tuvo un efecto positivo incrementando un 50% su producción. El maíz y la cebada sufrieron variaciones en su producción dependiendo principalmente del área sembrada y cosechada en la provincia evaluada, la quinua tuvo una variación del 2014 al 2015 siendo el primer año la producción a pequeña escala familiar y el segundo año exportación del producto, así mismo durante esas fechas las precipitaciones mensuales fueron escasas en los meses programados para la siembra (octubre y noviembre), pero en los meses no programados (abril, mayo y junio) se presentó mayor cantidad de precipitaciones mensuales. También la temperatura máxima fue 30°C encontrados entre los meses de noviembre - diciembre y la temperatura mínima de -5.4°C encontrados en los meses de abril, mayo y junio. Según sus proyecciones para el 2050 existirá un aumento de producción en el cultivo de papa debido a que aumentará el espacio geográfico de siembra y cosecha y una disminución en la precipitación, en lo que es la producción de maíz habrá la posibilidad de migración del cultivo en la parte alta, sin embargo habrá la necesidad de utilizar agua de riego debido a las sequias. Respecto a la quinua posiblemente se desarrollaría como monocultivo, sobre la cebada se concluye que la producción tendrá un incremento pero una disminución en espacio geográfico. Finalmente determinó la percepción y las medidas de mitigación que tienen los agricultores de la zona evaluada frente a estos efectos (precipitación y temperatura), siendo estas numerosas, pero requiriendo apoyo de los sectores competentes que les permita ayudar y afrontar esta situación.

Ccaira (2017) En su tesis para obtener el grado de Doctoris Scientiae en Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, evaluó el comportamiento de las

variables meteorológicas (temperatura y precipitación) sobre la actividad agrícola dentro de la cuenca Coata – Puno para el periodo 2015 – 2016, para cual necesitó datos meteorológicos de 48 años atrás de las temperaturas extremas y de las precipitaciones pluviales brindados por las estaciones meteorológicas de la zona. Estos datos le permitió concluir que los días de precipitación y temperaturas máximas vienen afectando significativamente en la producción de haba grano seco incrementando en 13.28 kg/ha. Las temperaturas máximas, medias y mínimas muestran un incremento significativo de producción en la papa de 23.45 kg/ha, y las temperaturas mínimas y máximas genera un impacto negativo en la quinua generando pérdidas de 39.11kg/ha en su producción, pero los días de precipitación generan un incremento de 29.12 kg/ha.

Torres (2016) En su tesis utilizando las datos meteorológicas de los periodos 1967 – 2016 y 1956 – 2009 para las cuencas Huancané y Coata respectivamente, analizó el impacto climático a futuro en los cultivos de papa y quinua comprendido entre los años 2071 – 2100, teniendo en cuenta las variables climáticas precipitación y temperaturas, así mismo estimó los requerimiento hídricos a futuro bajo escenarios climático A2 y B2 de los cultivos por localidad (Huancané y Juliaca) mediante el software Cropwat 8.0 siendo 535 litros/metros cuadrados para la papa y 486.1 litros/metros cuadrados para la quinua concluyendo que la papa se verá más afectado que la quinua por su susceptibilidad al cambio climático debido a que necesitará mayor demanda de agua y requerimiento de riego; así mismo se estima que habrá un aumento de temperatura de tres grados centígrados y una disminución de dos milímetros de precipitación para la cuenca Huancané pero un aumento de dos milímetros para Coata siendo la más afectada la primera zona mencionada.

Cueva (2018) En su tesis para obtener el grado profesional de Ingeniero Ambiental tuvo como objetivo conocer las percepciones de las pobladores que viven dentro de los caseríos ubicados en la provincia de Padre Abad, Ucayali acerca los efectos del cambio climático y cómo

influye en la actividad agropecuaria, para ello utilizó encuestas entrevistadas con preguntas relacionados al tema, donde los resultados obtenidos mostraron que el 100% de las personas encuestadas percibe que en los últimos cinco años el clima ha sufrido cambios de alza de temperatura siendo concordante con los datos de las estaciones meteorológicas donde se observó un incremento de medio grado centígrados, así mismo al ser una zona con gran actividad agropecuaria, los pobladores indican que han sido afectado negativamente principalmente el sector agrícola con los cultivos del cacao, palma aceitera y plátano.

1.1.2. Antecedentes Internacionales

Medina-García y otros (2016) En su investigación realizada en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias México, buscaron identificar la influencia del cambio climático en el rendimiento y producción a futuro del frijol para los años 2030, 2050 y 2070 utilizando escenarios climáticos futuros de RCP 4.5 y RCP 8.5, series históricos de datos meteorológicos de los años 1961 – 2010 y 11 modelos de circulación general para generar los mapas de precipitación y temperaturas futuras, donde los resultados mostraron que para el escenario RCP 4.5 el incremento de la temperatura afectó la reducción de las áreas con potencialmente alto para producción disminuyendo gradualmente la producción para los años 2030, 2050 y 2070 comparándolos con la actual, para las áreas con potencialmente medio para producción disminuye hacia el futuro proyectando a tener 4 907 647 ha en el año 2070 y para el escenario RCP 8.5. se presentó una mayor disminución a comparación del primer escenario tanto para las áreas de potencialmente alto y potencialmente medio.

Hernandez (2017) En su tesis para obtener el grado de Magister en Desarrollo Social, presentó las condiciones resilientes que manejan la asociación de agricultores ASOAPROCHAL como prevención al efecto del cambio climático ocasionado por el Fenómeno del niño, teniendo

como antecedentes las adversidades que provocaron en la agricultura en el 2015, queriendo identificar la capacidad de resiliencia ante estos eventos; para ello utilizó encuestas basadas en la Ley 1523/2012, entrevistas abiertas a grupos focales y la escala de factores personales de Resiliencia FPR -uno, asimismo su procedimiento de desarrollo en seis fases. Los resultados obtenidos indicaron que el 94% de los asistentes llevan a cabo la adaptación al cambio climático permitiendo la reducción a la vulnerabilidad y mejoramiento de la resiliencia, sin embargo, mediante la encuesta basada en la Ley 1523/2012 que plantea la identificación de riesgos, el 53% de los asistentes indicaron que no identifican esos tipos de escenarios, lo que conlleva a un potencial riesgo al no saber identificarlos.

Farfán (2017) Buscó identificar la percepción y adaptación de los caficultores ante los cambios climáticos provocados por los fenómenos El Niño y La Niña, para ello utilizó una encuesta semiestructurada y transversal con la participación de 438 caficultores. Los resultados obtenidos indicaron que el 65,8% de los asistentes consideran que son afectados por las condiciones climáticas del Fenómeno del Niño, el 27,3% perciben que son afectados por ambos fenómenos y solo el 3,3% consideran ser afectados por el evento de La Niña, también se identificó que el 95% de los asistentes piensan que es muy importante la implementación de estrategias de adaptación para evitar que estos eventos climáticos puedan afectar a la producción del cultivo, establecieron sistemas agroforestales, implementación de ciclos cortos de renovación, altas densidades de siembra de café, ingreso de variedades de *Castillo* y *Cenicafé* que son más resistentes a enfermedades como la roya, como estrategias de adaptación. Finalmente los asistentes indican que requieren de capacitaciones sobre variabilidad climática por parte de entidades técnicas - profesionales y sobretodo el apoyo institucional para seguir tomando mejores medidas de resiliencia.

Mekonnen & Hoekstra (2020) En su artículo tuvo como objetivo hallar la sostenibilidad de la producción de cada cultivo relacionando la escasez del agua con el uso de agua en la producción de los mismos, para ello estimaron la huella hídrica azul global sostenible e insostenible de la producción de cultivos mensualmente a una resolución de cinco minutos de arco superponiendo el mapa global de la huella hídrica azul mensual de producción de cada cultivo con el mapa global de agua azul disponible mensual, con los resultados obtenidos concluyeron que la producción actual de los cultivos es insostenible y el 70% de la producción insostenible de la huella hídrica azul se debe a cinco cultivos: trigo, arroz, algodón, caña de azúcar y forrajes, además los países con una proporción significativa de huella hídrica azul insostenible asociada con la producción de cultivos se encuentran principalmente en Oriente Medio y Asia Central.

Bazrafshan, Zamani, Dehganpir, & Ramezani (2019) En su artículo determinó los impactos de los efectos climáticos y no climáticos en la huella hídrica total de los cítricos durante el 2002-2016, obteniendo el valor total de 6.69 m²/kg con una participación en el resultado del dos por ciento, 16% y 82% de sus componentes (verde, azul, blanco + gris respectivamente), con estos valores llegaron a la conclusión que la tendencia de la huella hídrica en el cítrico están aumentando significativamente en el periodo 2002-2016 siendo el rendimiento de producción un factor importante en la variación temporal.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Efecto climático

1.2.1.1. Variabilidad climática y cambio climático

De acuerdo al IPCC (2014) citado en SENAMHI (2015) define al cambio climático como un cambio en el clima que perdura durante un periodo prolongado de tiempo, y a pesar de ser de estado natural, la suma de las actividades antropológicas contribuyo a una importante variación estadística que se mantiene en un largo periodo (p.2).

La variabilidad climatica se define como una alteración en el estado medio del clima en todas las escalas espaciales y temporales y que no solo abarca a fenómenos meterológicos o climáticos, así mismo esta variación puede deberse de manera interna proveniente del estado natural del ambiente y de manera externa provocado por la contaminación de las actividades antropogénicas. Estas variaciones climaticas se pueden mostrar como cambios de precipitación, aumento de temperaturas, heladas y sequías (SENAMHI , 2015).

1.2.1.2. Impactos del cambio climático en el agua

Se espera que el cambio climático incremente la tensión actual que se sufre por la disminución de agua, provocado por el crecimiento poblacional, el cambio económico y el uso de tierras de manera discriminada. A nivel regional las montañas y nevados participan con un papel importante porque en ellas se almacenan una gran parte de agua dulce; sin embargo, cada día van desapareciendo, y según estudios realizados se proyecta que durante el siglo XXI se reducirá drásticamente la disponibilidad de agua para consumo humano, la agricultura y potencial uso como energía renovable. Para América Latina se pronostica que aproximadamente a mitad del siglo el alza de temperatura, por ende, la disminución del recurso hídrico afectaría la producción de ciertos cultivos, así como la actividad pecuaria y la seguridad alimentaria (IPCC, 2007).

1.2.1.3. Impactos del cambio climático en la agricultura

La agricultura es extremadamente vulnerable al cambio climático, el alza de temperaturas en un tiempo no adecuado para la cosecha termina por disminuir la producción de los cultivos que se quiere obtener, también puede provocar el aumento de plagas, enfermedades y proliferación de malas hierbas. En cosechas de corto plazo los cambios en los regímenes de precipitación en forma de lluvia incrementan la posibilidad de fracaso en la producción y, aunque algunos cultivos pueden beneficiarse, en general se espera que los impactos del cambio climático sean negativos amenazando la seguridad alimentaria; siendo más afectados los países en vías de desarrollo debido a que la mayor parte de la población económicamente activa depende de la agricultura para poder subsistir (Nelson *et al.*, 2009).

1.2.2. Huella Hídrica

La huella hídrica es un medidor medioambiental que permite cuantificar la cantidad de agua dulce que es utilizada para formar un bien, un producto o un servicio a lo largo del proceso o cadena suministrada, diferenciándose de la medida clásica de “extracción de agua”. Incluye tres componentes: azul, verde y gris (no incluye el agua azul sino se llega a utilizar); en su medición incluye tanto el uso directo e indirecto del agua (ANA, 2015).

Se puede decir entonces que la huella hídrica ofrece una visión más compleja y completa de la manera en el que un consumidor o productor utilizan los recursos hídricos, permitiendo medir los efectos del impacto local ambiental de una cierta cantidad de consumo de agua, también permite medir la contaminación dependiendo de la vulnerabilidad del sistema y de la cantidad de consumidores de agua que hagan uso del mismo (Hoekstra *et al.*, 2011).

1.2.2.1. Componentes de la huella hídrica

La huella hídrica engloba a tres componentes, la cual nombraremos a continuación:

- Huella hídrica azul: Es un indicador de uso consuntivo, es decir, cuando el agua se evapora, se incorpora al producto, o cuando no vuelve ni a la misma zona de flujo ni al mismo periodo, la podemos encontrar en ríos, lagos, acuíferos siendo agua superficial o subterránea (Hoekstra *et al.*, 2011).
- Huella hídrica verde: Se refiere al agua verde extraída del suelo no saturado proveniente de las lluvias, que pueden ser aprovechadas por las plantas para realizar sus procesos fisiológicos por medio de las raíces, siempre y cuando no lleguen a convertirse en escorrentía (ANA, 2015) .
- Huella hídrica gris: Es un volumen de agua dulce teórico que permite identificar qué cantidad se necesitaría para diluir o asimilar la carga de contaminantes hasta que llegue a un punto de calidad óptima comparando con condiciones estándares de calidad de agua (ANA, 2015).



Figura 1. Componentes de la Huella Hídrica
Fuente: ANA (2015)

1.2.2.3. Agua virtual

El término agua virtual es una forma de relacionar el comercio, la escasez de agua y los alimentos, ya que identifica los flujos del agua del producto entre países a través de la importación y la exportación; y así podemos mejorar el entendimiento sobre las ventajas comparativas de la producción entre países (ANA, 2015).

1.2.3. Huella hídrica en la producción agropecuaria

A nivel nacional, se considera que el sector agropecuario es el único usuario en utilizar agua verde y azul permitiendo tener una buena información para gestionar los recursos hídricos. Las huellas hídricas de cada cultivo van a depender de la zona donde se cultiva siendo la parte costera y zona andina del Perú la de mayor producción de cultivos. La Autoridad Nacional del Agua nos brinda un ejemplo comparando el mismo cultivo pero desarrollado en diferentes puntos del Perú: la huella hídrica del maíz en Lima es mucho mayor que la cantidad de agua dulce utilizada para producir la misma cantidad del cultivo en Loreto, debido a que la primera es una zona con baja precipitación comparado con la segunda por lo que necesitará mayor cantidad de agua para poder crecer adecuadamente. Con estos datos brindados podemos decir que el requerimiento y tipo de agua que necesita el cultivo va a ser diferente en cada zona del País (ANA, 2015).

1.2.3.1. Evaluación de la huella hídrica para el cultivo

El sector agrícola es una de los principales sectores que consumen mayor cantidad de agua para la realización de sus actividades como es la producción de cultivos, para poder calcular el consumo de agua de este se tomará como índice el volumen total de agua que necesita para llegar a su etapa final (cosecha) (ANA, 2015).

Según la ANA (2015) el agua para un cultivo se compone de:

- Agua verde (m³/ha): Representa el efecto combinado de la evaporación del agua proveniente de la precipitación en forma de lluvia que cae al suelo y la pérdida de agua en el tejido de las plantas debido a la transpiración.
- Agua azul (m³/ha): Representa la evaporación del agua de riego que es aprovechada en el cultivo.
- Agua gris (m³/ha): Representa a la contaminación causada por el uso de fertilizantes en el suelo y pesticidas.

Hoekstra *et al.* (2011) en el *Manual de Evaluación de Huella Hídrica*, explica cómo realizar los cálculos y estimaciones:

La huella hídrica total del cultivo se determinará por medio de la suma de todos sus componentes, generalmente es expresado por m³/ton

$$HH_{total} = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris} \dots (1)$$

Para la huella hídrica azul y verde se necesita el agua aprovechable por el cultivo (CWU) en milímetros cúbicos por hectárea entre el rendimiento del cultivo en toneladas por hectáreas.

$$HH_{azul} = \frac{CWU_{azul} \left(\frac{m^3}{ha}\right)}{Y \left(\frac{ton}{ha}\right)} \dots (2)$$

$$HH_{verde} = \frac{CWU_{verde} \left(\frac{m^3}{ha}\right)}{Y \left(\frac{ton}{ha}\right)} \dots (3)$$

Donde:

HH = Huella hídrica (m³/ton)

CWU = agua aprovechable por el cultivo (m³/ha)

Y= rendimiento de cultivo (ton/ha)

El valor de CWU_{azul} y CWU_{verde} se calcula con las siguientes formulas:

$$CWU_{azul} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{azul} \dots (4)$$

$$CWU_{verde} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{verde} \dots (5)$$

Donde:

CWU = agua aprovechable por el cultivo

d = Día de inicio de producción

n = Duración del periodo de crecimiento (días)

10= Factor de conversión de mm a m^3/ha

ET_{azul} y ET_{verde} es la evapotranspiración del agua verde y azul respectivamente, y están definidas por la siguiente relación:

$$ET_{azul} = \max(0, Etc - Precipitación_{efectiva}) \dots (6)$$

$$ET_{verde} = \min(Etc, Precipitación_{efectiva}) \dots (7)$$

Para el cálculo del componente gris se utiliza la siguiente ecuación:

$$HH_{gris} = \frac{L \times AR}{C_{m\acute{a}x} - C_{m\acute{i}n}} \dots (8)$$

Los contaminantes en los cultivos mayormente provienen del fertilizante en exceso, pesticidas e insecticidas; así mismo solo se considerará el flujo de residuos que van a una fuente de agua dulce, y solo representará al contaminante más crítico que sería el que contamine en mayor grado al recurso.

1.2.4. Melocotón

1.2.4.1. Taxonomía

De acuerdo a Cambra (1985) citado en Atoccsa (2015) menciona que el melocotón pertenece a la familia de las Rosáceas, al género *Prunus* y a la especie *persica*. Teniendo como nombre común: melocotón o durazno y nombre científico *Prunus persica* (p.6).

1.2.4.2. Descripción Botánica

De acuerdo a Ruano (2002) citado en Lopez (2007) describe al árbol caducifolio como uno de tipo robusto, de copa ovalada y que duran aproximadamente 20 años y que puede llegar entre cuatro a seis metros si se deja desarrollarse libremente (p.5), menciona también acerca de sus hojas que tiene formas oblongeadas y lanceoladas con un largo entre 140 a 180 milímetros y un ancho que fluctúa entre 40 a 50 milímetros, el limbo es de característica lisa, aunque a veces ondulado a lo largo del nervio central, el tipo de borde que presenta son cerrados, crenados o doblemente dentados (p.5), asimismo indica que las flores del melocotonero pueden encontrarse agrupadas de tres o cuatro o también solitarias; son de dos tipos: rosáceas y campanuláceas (p.5).

De acuerdo a Gonzales (2004) citado en Lopez (2007) sobre el fruto del melocotón indica que es una drupa conformado de un pericarpio de característica carnosa, teniendo una forma más o menos globular (p.9).

De acuerdo a Rodríguez (1989) citado en Atoccsa (2015) indica que su raíz es de color anaranjado, muy ramificadas y con presencia de lenticelas muy sobresalientes (p.7).

De acuerdo a Fideghelli (1986) citado en Atoccsa (2015) indica que se trata de un árbol caducifolio de porte pequeño (p.7).

1.2.4.4. Estado fenológico

SENAMHI (2011) A continuación se describe las siguientes fases fenológicas del melocotón según el Manual de Observaciones Fenológicas publicado por SENAMHI junto la participación del MINAGRI y el MINAM.

- a) Hinchazón de yemas: En esta primera fase, las yemas florales comienzas a hincharse y también se observa separación de las brácteas que las protege.
- b) Apertura de yemas: Las brácteas ya se encuentran separados completamente.
- c) Botón floral: Se muestran los primeros botones florales.
- d) Floración: Se manifiestan las primeras flores y estas se abren completamente.
- e) Fructificación: En esta fase los frutos alcanzan un diámetro de dos a tres centímetros.
- f) Maduración: El melocotón va alcanzar el color y sabor usual de la variedad observada, siendo el cambio de color y firmeza del fruto un indicador de que ya está listo para cosecharse.

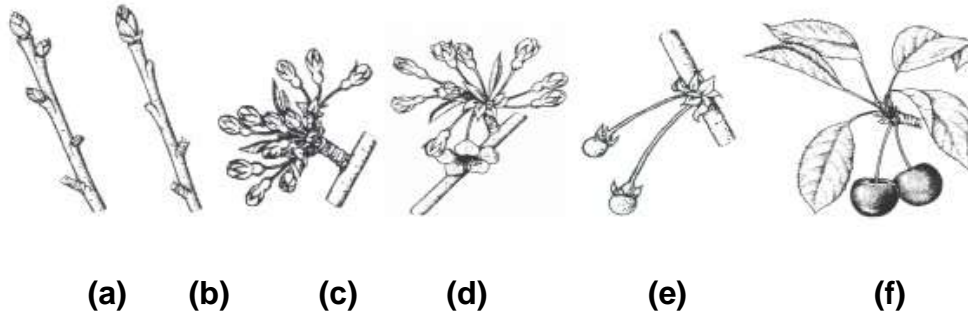


Figura 2. Etapas fenológicas del melocotón
Fuente: Manual de Observaciones Fenológicas. SENAMHI (2017)

1.2.4.5. Requerimientos del cultivo

Requerimiento Factores Climáticos

Según Gonzales (2004) y Ruano (2002) señalan acerca de las condiciones climáticas:

La temperatura cumple un rol importante en el desarrollo del melocotón, debido a que necesita de temperaturas bajas para llenar sus necesidades de hora frío, la cual le permite romper el reposo y entrar en actividad vegetativa (Lopez, 2007, p. 10), y también menciona que la altitud está relacionado con la temperatura ya que para conseguir sus horas frías deben estar en regiones altas mayores a 1500 msnm, dependiendo de la variedad pero sin tener riesgos a heladas (Lopez, 2007, p. 10).

Requerimiento Suelo

Es necesario conocer qué condiciones debe tener el suelo para una mejor productividad del cultivo, por ello Gonzales (2002) indica que deben ser perfectamente sueltos y profundos, de texturas medias con tendencia a franco o similares (franco arenoso, franco arcillosos o francos arcillo – arenosos) teniendo además un buen drenaje y una profundidad por encima a 1.5 metros (Lopez, 2007, p.10).

Requerimiento Agua

Según León, *et al.* 1989 citado en Atocsa (2015) estableció que

Para la densidad de plantación melocotonero de 5 x 3,5 m, en condiciones de riego localizado y tomando las condiciones edafológicas de la región de Murcia, tienen una necesidad de agua entre 5000 y 6800 metros cúbicos/ha para variedades tempraneras y entre 5300 y 7100 metros cúbicos /ha para variedades tardías (p.12).

Asimismo Atocsa (2015) cito a Escobedo (1995) en su investigación donde indica que los requerimientos de agua para plantas caducifolias en estado de producción son en promedio entre 4500 y 6500 m³/ha/año (p.13).

1.2.5. Software CROPWAT 8.0

En un programa informático que permite medir los requisitos de agua y de riego de los cultivos en función de datos meteorológicos, el suelo y del cultivo a evaluar; además permite el desarrollo de horarios de riegos para diferentes condiciones de manejo (FAO, en línea).

1.2.5.1. Datos de entrada

- Modulo Clima/ ET_o

Según el Manual Cropwat 8.0 (en línea), este módulo se encuentra en la parte izquierda de la ventana principal en la primera fila del programa.

El enfoque FAO Penman –Monteith, es un método desarrollado que supera las deficiencias del anterior método brindando valores más reales en el uso de agua por parte de los cultivos a nivel mundial. Este modelo permite estimar la evapotranspiración (ET_o) utilizando la radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad de viento, se expresa como:

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \dots \dots (9)$$

Donde:

ET_o = Evapotranspiración de referencia (mm día-1)

R_n = Radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m-2 día-1)

R_a = Radiación extraterrestre (mm día-1)

G = Flujo de calor de suelo (MJ M-2 día -1)

T = Temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)

U₂ = Velocidad del viento a 2 m de altura (ms-1)

E_s = Presión de vapor de saturación (kPa)

e_a = Presión real de vapor (kPa)

e_s – e_a = déficit de presión de vapor (kPa)

Δ = Pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C-1)

γ = Constante psicrométrica (kPa °C -1)

- Modulo Precipitación

Este módulo se encuentra en la parte izquierda de la ventana principal del programa y los tipos de datos disponibles para este módulo son mensuales, decenales y diarios; sirve para obtener los cálculos de precipitación efectiva, así mismo permite presentar datos en gráficos (FAO, Manual Cropwat 8.0).

- Modulo Cultivo

Se encuentra también en la parte izquierda de la ventana principal ubicada en la tercera fila, ahí se introduce los datos del cultivo que se está evaluando y se puede conocer la fecha de cosecha automáticamente en base a la fecha de siembra y la duración total de la etapa fenológica dividiéndolas en etapa inicial, desarrollo, mediado y final (FAO, Manual Cropwat 8.0).

Este módulo requiere de los siguientes datos: Fecha de siembra, Coeficiente e cultivo (K_c), etapas de crecimiento, profundidad radicular, fracción de agotamiento crítico (p) y factor de respuesta del rendimiento (K_y) (FAO, Manual Cropwat 8.0).

- Módulo Suelo

Este módulo requiere de los siguientes parámetros: agua disponible total (ADT), tasa máxima de infiltración, profundidad radicular máxima y agotamiento inicial de la humedad del suelo (FAO, Manual Cropwat 8.0).

1.2.6. Cuenca Chancay Huaral

1.2.6.1. Ubicación

Es una de las cuencas más importantes de la vertiente del Pacífico, se localiza en su mayor parte en la provincia de Huaral, Lima, perteneciente a la vertiente del Océano Pacífico dando origen al río con el mismo nombre. Cuenta con una superficie total de 3040.37 km², llegando a alcanzar los 5300 m.s.n.m. desembocando sus aguas en los mares ubicados en la ciudad de Chancay recorriendo una longitud de ríos de 243 km (ANA, 2015).



Figura 3. Ubicación de la cuenca Chancay – Huaral
 Fuente: Consejo de Recursos Hídricos de la cuenca Chancay – Huaral, ANA (en línea) <https://www.ana.gob.pe/consejo-de-cuenca/chancay-huaral/portada>

1.2.6.2. Caracterización climática

La cuenca Chancay – Huaral está influenciada por las variaciones climáticas de la vertiente del Pacífico que se expande por toda la cuenca baja y del Alto Andina Oriental de la cuenca Amazonas que se expande por la cuenca media y alta, se identificaron cinco tipos de climas predominantes desde un clima árido hasta uno pluvial y gélido, la temperatura de la cuenca Chancay – Huaral fluctúa entre 0 a 21°C y la humedad relativa llega hasta 65% en la sierra. Las lluvias se presentan con mayor intensidad en la cuenca alta desde los meses de enero a mayo con precipitaciones de 500 a 1000 mm por año, para luego seguir un periodo seco desde junio a noviembre (ANA, 2015).

1.2.6.3. Población

INEI (2020) Con los resultados del Censo Nacional 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática elaboró estimaciones y proyecciones de la población por distritos, provincias y departamento para el 2020 brindando la información al acceso público mediante un boletín titulado *Perú: Proyecciones de Población, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*, en este documento indica la cantidad proyectada para este año de la población por distritos.

Para la provincia de Huaral se estimó una población de 194 375 habitantes.

Tabla 1
Habitantes al 2020 de la Provincia de Huaral

Habitantes al 2020	
Provincia Huaral	194 375
Huaral	105 011
Atavillos Alto	657
Atavillos Bajo	835
Aucallama	21 121
Chancay	60 774
Ihuari	2 015
Lampian	313
Pacaraos	1 184
San Miguel de Acos	636
Santa Cruz de Andamarca	769
Sumbilca	671
Veintisiete de Noviembre	389

Nota: Basado en la información obtenida del boletín N°26 del INEI
Fuente: INEI (2020)

1.2.6.4. Disponibilidad de recursos en la cuenca

El río Chancay – Huaral es la principal fuente de agua para el consumo poblacional y agrícola de la provincia de Huaral.

La disponibilidad de agua para el sector agrario está constituida por una comisión de usuarios para la parte baja y por una comisión de regantes para la parte media y alta. El uso de agua se puede dar a través de una licencia que es la utilización de las aguas directamente del río mientras que el uso por áreas de permiso es el derecho que se ejerce solo sobre las aguas de recuperación (consideradas aguas de reparto), como filtraciones de uso permanente y temporal (ANA, 2015).

1.2.7. Percepción, Adaptación

Según Kuhnem e Higuchi (2011) citado en Soares *et al.* (2018) indica que La Percepción Ambiental se trata de como los individuos interactúan con el medio ambiente integrando aspectos psicosociales, históricos y socioculturales (p.3).

La adaptación es una serie de decisiones y medidas enfocadas a mejorar la resistencia de los sistemas naturales y humanos frente a los efectos posibles o reales del cambio climático (IPCC, 2018).

1.3. Definición de Bases Teóricas

- **Agoste:** Suspensión del riego por un periodo de tiempo determinado, en algunos casos antes de la cosecha (UNALM, 2000).
- **Adaptación:** Actividades realizadas por individuos con el fin de minimizar daños o darle una forma beneficiosa ajustándose a las condiciones del clima y sus efectos (IPCC, 2018).
- **Agua disponible en el suelo (ADT):** Es la capacidad de un suelo de retener el agua disponible para las plantas, siendo diferencia entre los contenidos de humedad a capacidad de campo y el punto de marchitez permanente (FAO, 2006).

- **Cambio climático abrupto:** Cambio del clima de forma irregular en el tiempo, (lapsos pequeños) provocando alteraciones en los sistemas ambientales y humanos (IPCC, 2018).
- **Capacidad de campo** Es la cantidad de agua total que el suelo puede contener sin que sea drenado.
- **Coefficiente del cultivo:** Es el valor en cada cultivo que varía según su estado fenológico (inicial, intermedio y final) (FAO, 2006).
- **Cosecha escalonada (Cosecha a escala):** Es un modelo de cosecha en el que se empieza la producción de manera continua todos los meses a fin de que la cosecha sea contante durante todo el año; a diferencia del modelo tradicional de cultivo y cosecha por temporada. (FAO, 2014).
- **Comunidad campesina:** Es una población en un territorio que fue construido por ellos y es reconocido por el Estado, estando principalmente en la parte costa y sierra y algunas veces en la ceja de selva (Diez, 2002).
- **Cuenca hidrográfica:** Es una unidad donde existe una relación de los sistemas naturales, sociedad y cultural, conformado por el espacio geográfico delimitado por los cerros y las aguas provenientes de lluvias que son almacenadas o pasan a un río, lago o mar (MINAM, 2012).
- **Densidad aparente:** Es la masa entre volumen de un suelo seco que permite reflejar la porosidad del suelo siendo una propiedad física importante para determinar la calidad del suelo (FAO, 2009).
- **Evapotranspiración:** Es el proceso que realiza las plantas, donde combina la evaporación y la transpiración (IPCC, 2018).
- **Fenología:** Relación que tiene las etapas de desarrollo de la planta con los cambios de estaciones (IPCC, 2018).
- **Factor de respuesta del rendimiento (K_y):** Es el factor que describe la relación inversamente proporcional que tiene productividad del cultivo con la evapotranspiración que se genera por falta de agua, variando a través de su etapa fenológica (FAO, 2006).
- **Fracción de agotamiento hídrico:** Es la fracción de agua disponible en el suelo conocido como el “fracción promedio del total de agua disponible en el suelo (ADT), que puede ser agotada de la zona radicular antes de presentarse estrés hídrico” (FAO, 2006).

- **Junta de usuario de agua:** Son organizaciones sin fines de lucro que se conforma por usuarios de agua donde participan personas naturales o jurídicas con el fin de organizar el uso sostenible de los recursos hídricos, (MINAGRI, 2015)
- **Humedad relativa:** “Es la relación entre la presión de vapor del agua real y la presión de vapor de saturación del agua líquida o el hielo a la misma temperatura” (IPCC, 2013).
- **Precipitación:** Es la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre proveniente de la humedad atmosférica estando en estado líquido o sólido (UDEP, s.f).

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE TRABAJO PROFESIONAL

2.1. Delimitación de trabajo

2.1.1. Delimitación temporal: El presente trabajo de investigación se realizó en un periodo de cuatro meses aproximadamente, entre agosto a diciembre del 2020, desde el procesamiento de los datos meteorológicos y revisión bibliográfica hasta la estimación de la huella hídrica mediante el software Cropwat 8.0

2.1.2. Delimitación espacial: El presente trabajo de investigación se realizó en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral, específicamente en los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo.

2.2. Determinación y análisis del problema

Los impactos de cambio climático en la agricultura se centran principalmente en el requerimiento de agua, es decir qué cantidad de agua es necesaria para que el cultivo pueda tener un buen rendimiento. Y a pesar de tener estos impactos significativos en nuestros recursos hídricos, la relación de cambio climático y agua no ha sido un tema suficientemente abordado para buscar políticas y soluciones (ANA, 2015).

El melocotón es una fruta que se proyecta a tener un gran desarrollo debido a su rápido crecimiento productivo, beneficiando sobre todo a la zona Lima – provincias, particularmente a la provincia de Huaral (MINCETUR, 2007).

Huaral, como indica líneas arriba, es uno de las provincias que cuenta con mayor porcentaje de personas que se dedican al cultivo del melocotón; sin

embargo, desconocen el consumo de agua que utilizan para la producción de estos frutos afectando posiblemente de manera negativa a la sostenibilidad agrícola de la cuenca, repercutiendo en la producción, su calidad de vida de la población y disponibilidad hídrica de la cuenca.

Asimismo, un representante del Gobierno Regional de la provincia de Huaral manifestó para un noticiero local que SENAMHI declaró en estado de emergencia climática a los distritos de Sumbilca, 27 de Noviembre, Atavillos Alto y Pacaraos, que pertenecen también a la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral, zona donde los agricultores se dedican al cultivo del melocotón, manzana y palto (Huaralonlinea, 2016).

2.3. Datos de la zona estudio

La parte alta de la cuenca Chancay – Huaral que comprende los siguientes distritos: Atavillos Alto, Atavillos Bajo, Pacaraos, San Miguel de Acos, Santa Cruz de Andamarca, Sumbilca y 27 de Noviembre

La presente investigación comprendió 4 distritos: Atavillos Bajo, Miguel de Acos, Sumbilca y 27 de Noviembre, se escoge los cuatro distritos por encontrarse cerca de las estaciones meteorológicas las cuales nos brindarán los datos meteorológicos para cada distrito.

En la tabla 2 se detalla las ubicaciones de las estaciones meteorológicas que se utilizaron en la presente investigación

Tabla 2
Estaciones meteorológicas

Estación Meteorológica	Tipo	Ubicación	Latitud	Longitud	Altitud
Santa Cruz	Automática Meteorológica	Santa Cruz de Andamarca	11°11'53.78"	76°38'5.51"	3583 msnm
Pirca	Automática Meteorológica	Atavillos Alto	11°13'58.22"	76°39'18.5"	3342 msnm.
Pallac	Automática Meteorológica	Atavillos Bajo	11°20'55.49"	76°48'28.78"	2367 msnm.

Fuente: SENAMHI (2020)

Para la cantidad de personas a encuestar se escogió al azar debido a que se desconoce cuántos agricultores se dedican a la producción del melocotón en cada distrito.

Tabla 3
Distritos entrevistados

DISTRITOS	COMUNIDADES
27 de Noviembre	Carac Coto Acos
San Miguel de Acos	San Juan Huascoy Huayopampa
Atavillos Bajo	Pallac La Perla La Florida
Sumbilca	Sumbilca Piscocoto Cucapunco

Fuente: Elaboración propia

2.4. Recolección de datos

a. Información meteorológica

El registro de datos meteorológicos: temperatura máxima, temperatura mínima, humedad relativa, precipitación y velocidad de viento.

La recolección de los datos fue brindada por SENAMHI y se realizó tomando como fuente las estaciones meteorológicas: Santa Cruz, Pirca y Pallac en el periodo 2015-2019.

b. Información agrícola

Los reportes de producción y área cosechada anual durante el periodo 2015 al 2019 de los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo.

La recolección de la información agrícola fue brindada por la Oficina de Información Agraria, como de las entrevistas realizadas a los agricultores de la zona.

c. Perspectivas

Se realizó una técnica indirecta para identificar las perspectivas y adaptaciones y el sentir de los agricultores frente al efecto climático en la cantidad de agua que requieren para la producción del cultivo.

La recolección de la información se realizó por medio de entrevistas a un grupo de agricultores que viven en los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo.

2.5. Modelo de solución propuesto:

A continuación, se divide el modelo de solución propuesto por objetivos:

2.5.1. Análisis de los datos meteorológicos

a. Recolección de datos

Se recabó la información climática de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral, que fue obtenida por el Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología del Perú - SENAMHI.

La data meteorológica que se utilizó fueron temperatura y precipitación total mensual del periodo 2015 - 2019 para las estaciones de Santa Cruz, Pirca y Pallac; sin embargo, la data brindada por SENAMHI fue de valores por hora en un día para cada parámetro, por lo cual se procesará en un Excel para obtener los valores mensuales.

b. Análisis de variabilidad climática para el periodo 2015 – 2019

Mediante gráficos estadísticos se analizó los datos proporcionados de la precipitación acumulada y temperatura promedio por cada estación durante el periodo 2015 – 2019.

2.5.2. Estimación de los valores de la huella hídrica azul y verde para la producción del melocotón en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral

a. Ingreso de datos a Cropwat 8.0

Para este punto se utilizó el software libre Cropwat 8.0 brindado por FAO para conocer las necesidades de agua del cultivo con ayuda de los datos brindados por SENAMHI y de los datos obtenidos en campo, calculando la precipitación efectiva (mm) y el requerimiento de riego (mm/día) para determinar la huella hídrica verde y azul respectivamente y se realizó en cada distrito de manera anual.

Para el funcionamiento del programa se necesita los siguientes datos:

Módulo Clima/ Eto

Para este módulo se utilizó la data meteorológica diarios: temperatura máxima y mínima (°C), humedad relativa diaria (%), velocidad del viento diario (m/s) e insolación solar, que es la acumulación de horas diaria para los periodos de 2015 a 2019 de las estaciones de Santa Cruz, Pirca y Pallac ubicados dentro de la cuenca Chancay – Huaral

Módulo Precipitación

Para este módulo se utilizó la data meteorológica de precipitación (mm) de las estaciones de Santa Cruz, Pirca y Pallac ubicada dentro de la cuenca Chancay – Huaral de los periodos 2015 al 2019

Módulo Cultivo

En este módulo se ingresó los datos del cultivo del melocotón obtenido de fuentes secundarias como literatura a fin, agricultores y especialistas de la zona de estudio.

Tabla 4
Obtención de los datos ingresados para el módulo cultivo

Datos del cultivo	Fuente
Coeficiente de Cultivo (Kc)	
Fracción de agotamiento crítico	FAO - Evapotranspiración del Cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos
Profundidad radicular	
Factor de respuesta de rendimiento	
Etapas de crecimiento	Agencia Agraria en San Miguel de Acos
Fecha de siembra	Agricultores de la zona, Agencia Agraria en San Miguel de Acos
Altura del cultivo	FAO y agricultores entrevistados

Fuente: Elaboración propia

Módulo Suelo

Para este módulo para fines de identificación del tipo de textura que tiene el suelo, se realizó la recolección de muestras en forma aleatoria en la zona de estudio, así mismo se tomó referencia del Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA de Experimental DONOSO y de la Agencia Agraria.

Tabla 5
Obtención de los datos ingresados para el módulo suelo

Datos de suelo	Fuente
Textura del suelo	Trabajo en campo e INIA
Profundidad radicular	FAO
Tasa máxima de infiltración	Musgrave y Holtan (1964)
Humedad de suelo disponible total (CC - PMP)	Romero Quintero y Monserrate (2016)

Fuente: Elaboración propia

b. Requerimiento de agua

Para obtener el requerimiento de riego de agua azul CWU_{azul} se obtuvo a través de la ecuación 4 y el requerimiento de agua verde CWU_{verde} se obtuvo de la ecuación 5, realizando antes la ecuación 6 y 7 para determinar la ET_{azul} y ET_{verde} respectivamente.

c. Rendimiento del cultivo

Para obtener el rendimiento del cultivo para cada distrito, se utilizó los datos brindados por la Oficina de Información Agraria. Los datos brindados son: producción del cultivo en toneladas y área cosechada en hectáreas.

Para el rendimiento expresado en ton/ha se dividirá la producción de cada distrito sobre el área cosechada del mismo.

$$\text{Rendimiento (Y)} = \frac{\text{Producción (ton)}}{\text{área cosechada (ha)}} \dots \dots (10)$$

d. Cálculo de la huella hídrica azul y verde

Para el cálculo de la Huella hídrica, solo se realiza la suma de las huellas hídricas azul y verde, según mostrado en la ecuación 1.

Cálculo de la huella hídrica azul

Se realizó usando la ecuación 2 que corresponde al cociente del agua aprovechable del riego CWU_{azul} entre el rendimiento del cultivo (Y).

Cálculo de la huella hídrica verde

Se realizó usando la ecuación 3 que corresponde al agua utilizada aprovechable proveniente de la precipitación CWU_{verde} entre el rendimiento del cultivo (Y).

2.5.3. Comparación de la huella hídrica del melocotón en cuatro distritos productores del cultivo en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral

Una vez hallada la huella hídrica para cada distrito se comparó para el periodo 2015 – 2019.

a. Aprovechamiento de agua verde

Con la ayuda de los gráficos de Excel se comparó la precipitación promedio durante el periodo 2015 – 2019 y la precipitación efectiva, con el fin de conocer qué distrito aprovecha mejor el agua proveniente de las lluvias.

2.5.4. Conocer las perspectivas y estrategias que tienen los agricultores de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático en la huella hídrica del melocotón.

Para recopilar esa información se realizó la visita a las zonas de estudio donde se realizó la entrevista a los agricultores productores de la zona.

La entrevista a los agricultores se realizó con la ayuda de un Guía de entrevista: Percepción del efecto climático en la cantidad de agua que requiere para la producción del melocotón.

Con el fin de obtener toda la información posible durante la entrevista, estas fueron grabadas con el consentimiento del agricultor. Las grabaciones fueron escuchadas en gabinete y procesada por distrito de la siguiente manera:

- Se organiza los audios por distrito en carpetas distintas
- Se escucha lo contestado y se anota los términos claves
- Se agrupa los términos claves por cada sección de la entrevista y se interpretan
- Se vuelve a reforzar la escucha activa con una segunda escucha.
- Se realizan las conclusiones.

2.6. Resultados

2.6.1. Análisis de los datos meteorológicos

2.6.1.1. Recolección de datos

Se muestra los datos meteorológicos brindados por SENAMHI (temperatura mínima, temperatura máxima, humedad, velocidad de viento y precipitación) procesados de manera mensual de las estaciones Santa Cruz, Pirca y Pallac para los periodos 2015 a 2019. La data brindada corresponderá de la siguiente manera: Estación Santa Cruz (de la tabla 6 al 10), de la estación Pirca (de la tabla 11 al 15) y de la estación Pallac (de la tabla 16 al 20).

Estación Santa Cruz

Tabla 6

Estación Santa Cruz. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2015

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	6.6	12.1	86	1.7	97.1
Feb	6.9	11.5	92	1.6	70.8
Mar	7.3	12.3	92	1.6	93.2
Abr	7.3	12.8	85	1.7	52.3
May	7.3	13.3	74	2.0	2.0
Jun	6.9	13.9	56	2.3	0.5
Jul	7.5	14.1	44	2.3	0.0
Ago	7.4	14.6	47	2.5	2.2
Set	7.5	14.2	57	2.3	6.9
Oct	7.3	13.3	72	2.1	25.3
Nov	7.0	13.1	75	1.8	51.2
Dic	8.2	13.9	79	1.9	77.7

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 7

Estación Santa Cruz. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2016

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	7.4	13.6	78	1.9	20.0
Feb	8.0	13.2	91	1.6	103.0
Mar	8.0	13.4	90	1.6	85.9
Abr	7.9	13.8	81	1.9	23.7
May	7.9	14.1	68	2.1	4.2
Jun	7.6	14.5	48	2.2	0.0
Jul	6.8	13.8	46	2.4	0.0
Ago	7.1	13.7	54	2.5	0.0
Set	7.0	13.7	60	2.3	12.6
Oct	7.0	12.1	66	2.1	10.2
Nov	6.7	12.8	51	2.4	2.5
Dic	6.3	11.4	89	1.7	64.0

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 8

Estación Santa Cruz. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2017

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	6.1	10.8	94	1.5	176.9
Feb	6.2	10.1	97	1.4	129.5
Mar	7.3	12.3	92	1.6	210.6
Abr	7.3	12.8	85	1.7	52.1
May	7.3	13.3	74	2.0	18.0
Jun	6.9	13.9	56	2.3	0.0
Jul	6.7	13.7	51	2.3	0.0
Ago	7.1	14.1	51	2.5	2.5
Set	7.2	13.6	59	2.4	10.7
Oct	7.2	13.0	80	2.1	41.6
Nov	6.4	12.4	70	1.9	11.6
Dic	6.4	12.3	81	1.8	35.6

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 9
Estación Santa Cruz. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2018

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	6.1	11.5	84	1.8	91.6
Feb	6.2	11.0	89	1.6	80.7
Mar	6.7	11.4	95	1.5	103.3
Abr	6.7	11.8	87	1.7	40.3
May	6.8	12.4	79	1.9	10.7
Jun	5.9	12.3	65	2.2	5.8
Jul	6.0	12.8	58	2.2	0.0
Ago	6.8	13.2	58	2.5	0.0
Set	7.2	12.8	51	2.8	1.6
Oct	6.9	12.9	72	2.1	12.5
Nov	6.8	12.7	77	1.8	31.2
Dic	6.9	13.2	73	2.0	44.0

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 10
Estación Santa Cruz. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2019

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	7.0	12.5	86	1.8	103.5
Feb	7.2	11.8	92	1.8	105.8
Mar	7.2	12.2	91	1.5	118.6
Abr	7.4	12.8	88	1.6	38.0
May	7.3	13.2	75	2.0	6.6
Jun	7.2	15.0	54	2.4	0.0
Jul	6.6	14.1	55	2.4	0.0
Ago	7.3	14.9	45	2.7	0.0
Set	7.0	13.9	67	2.3	18.4
Oct	5.9	13.0	71	2.1	21.7
Nov	6.2	12.1	79	1.7	49.9
Dic	6.7	12.1	85	1.5	97.9

Fuente: SENAMHI (2020)

Estación Pirca

Tabla 11

Estación Pirca. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2015

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	7.7	14.4	85	1.4	80.6
Feb	7.7	13.6	89	1.2	63.8
Mar	7.6	13.7	92	1.2	86.6
Abr	8.1	14.8	85	1.4	53.4
May	7.6	14.9	70	1.6	0.0
Jun	7.8	15.6	54	1.8	0.0
Jul	7.6	15.0	43	2.0	0.0
Ago	7.8	15.9	44	1.8	4.2
Set	8.5	16.1	52	1.6	11.7
Oct	8.4	15.5	67	1.5	30.3
Nov	7.1	15.0	48	1.3	38.7
Dic	9.7	16.1	79	1.3	60.8

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 12

Estación Pirca. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2016

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	8.9	16.0	72	1.4	18.1
Feb	9.3	15.3	89	1.3	105.8
Mar	9.1	15.0	89	1.2	74.7
Abr	8.7	15.7	81	1.4	15.7
May	8.6	15.8	64	1.4	4.7
Jun	8.0	15.0	48	1.7	0.0
Jul	7.4	14.3	47	1.8	0.0
Ago	8.0	15.4	50	1.8	0.0
Set	8.2	15.5	54	1.6	8.2
Oct	7.9	15.4	58	1.5	6.0
Nov	8.1	15.9	49	1.6	0.8
Dic	7.8	13.6	86	1.3	60.5

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 13

Estación Pirca. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2017

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	7.3	12.2	94	1.1	148.3
Feb	6.8	11.9	96	1.1	140.4
Mar	7.6	12.7	97	1.1	178.9
Abr	7.8	14.7	87	1.3	45.6
May	7.9	14.3	79	1.4	10.6
Jun	6.7	14.4	65	1.5	0.0
Jul	7.2	14.9	51	1.8	0.0
Ago	7.3	15.2	47	1.7	1.8
Set	8.0	15.6	57	1.5	7.1
Oct	8.0	15.0	74	1.4	37.0
Nov	7.6	15.3	63	1.3	11.8
Dic	7.4	14.6	77	1.3	27.4

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 14

Estación Pirca. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2018

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	7.3	13.5	84	1.3	101.5
Feb	7.4	13.6	88	1.1	81.9
Mar	7.9	13.5	95	1.1	115.2
Abr	7.6	13.5	88	1.2	53.3
May	7.7	14.2	80	1.3	9.4
Jun	6.8	13.8	64	1.4	2.6
Jul	7.0	14.1	56	1.5	0.0
Ago	7.9	15.1	53	1.4	0.0
Set	7.9	15.7	60	1.3	1.7
Oct	7.3	14.5	71	1.1	23.4
Nov	7.7	15.2	76	1.1	25.8
Dic	8.1	15.4	71	1.2	38.9

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 15

Estación Pirca. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2019

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	8.2	14.4	85	1.1	101.0
Feb	8.4	14.1	93	1.1	87.7
Mar	8.3	14.6	92	1.0	103.6
Abr	7.9	14.9	87	1.1	42.0
May	8.4	15.1	75	1.1	6.2
Jun	8.1	15.4	54	1.3	0.7
Jul	7.6	14.9	54	1.3	0.0
Ago	8.2	15.9	44	1.5	1.5
Set	8.0	15.6	64	1.3	7.2
Oct	7.2	15.4	66	1.3	24.2
Nov	7.7	14.9	82	1.2	19.3
Dic	8.2	14.7	90	1.1	46.9

Fuente: SENAMHI (2020)

Estación Pallac

Tabla 16

Estación Pallac. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2015

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	12.5	17.6	90	1.3	73.1
Feb	12.6	17.3	95	1.2	65.0
Mar	12.9	17.8	94	1.2	134.0
Abr	12.7	18.5	88	1.2	19.6
May	13.1	19.4	75	1.2	0.0
Jun	13.0	19.6	54	1.4	0.0
Jul	13.0	19.6	43	1.5	0.0
Ago	13.4	20.7	42	1.6	1.9
Set	13.7	21.0	48	1.6	1.7
Oct	13.4	20.4	65	1.5	6.1
Nov	13.6	20.5	64	1.5	9.9
Dic	14.5	21.1	73	1.4	17.1

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 17

Estación Pallac. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2016

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	13.7	20.0	78	1.4	65.1
Feb	13.8	18.6	92	1.2	57.5
Mar	13.5	18.9	92	1.2	52.1
Abr	13.3	19.2	87	1.2	0.3
May	14.1	20.3	67	1.2	0.0
Jun	13.1	19.8	49	1.3	0.0
Jul	12.9	19.6	45	1.5	0.0
Ago	13.2	20.2	47	1.6	0.0
Set	13.2	20.3	55	1.6	1.5
Oct	13.1	20.7	57	1.7	0.0
Nov	12.9	20.6	52	1.8	20.4
Dic	12.3	18.5	85	1.3	116.3

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 18

Estación Pallac. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2017

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Maxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	11.9	15.8	96	1.2	207.0
Feb	11.9	16.0	98	1.2	220.9
Mar	12.4	16.1	99	1.1	52.1
Abr	12.7	18.1	90	1.2	1.7
May	12.9	18.7	77	1.2	0.0
Jun	12.9	19.4	58	1.4	0.0
Jul	12.7	19.8	45	1.6	0.0
Ago	13.0	20.1	45	1.6	0.0
Set	13.3	20.5	52	1.5	1.9
Oct	12.8	19.7	68	1.4	2.0
Nov	12.4	19.9	58	1.6	2.8
Dic	12.3	19.0	80	1.3	69.8

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 19

Estación Pallac. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2018

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	11.8	17.6	90	1.3	79.0
Feb	11.8	17.1	92	1.2	67.0
Mar	12.7	17.4	95	1.1	15.0
Abr	12.0	17.6	89	1.2	0.0
May	12.5	18.8	80	1.3	0.0
Jun	12.9	19.1	56	1.5	0.0
Jul	12.9	19.1	50	1.5	0.0
Ago	13.2	20.4	44	1.7	0.0
Set	13.2	20.5	54	1.8	2.0
Oct	12.8	19.2	66	1.5	4.0
Nov	12.6	19.9	71	1.5	45.0
Dic	12.9	19.6	74	1.4	82.0

Fuente: SENAMHI (2020)

Tabla 20

Estación Pallac. Data meteorológica mensuales procesados – Año 2019

Mes	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Humedad (%)	Velocidad de viento (m/s)	Precipitación (mm)
Ene	12.8	17.0	96	1.2	74.7
Feb	13.0	17.5	97	1.2	0.0
Mar	13.1	18.7	92	1.2	63.4
Abr	12.9	19.0	87	1.2	5.4
May	13.0	19.7	76	1.2	0.0
Jun	13.1	20.1	54	1.4	0.0
Jul	13.1	19.9	51	1.4	0.0
Ago	13.1	20.6	42	1.7	0.5
Set	12.8	20.1	61	1.6	1.8
Oct	12.3	20.1	61	1.6	2.9
Nov	12.9	19.6	76	1.4	19.4
Dic	13.0	19.6	78	1.4	71.3

Fuente: SENAMHI (2020)

2.6.1.2. Análisis de Variabilidad climática para el periodo 2015 – 2019

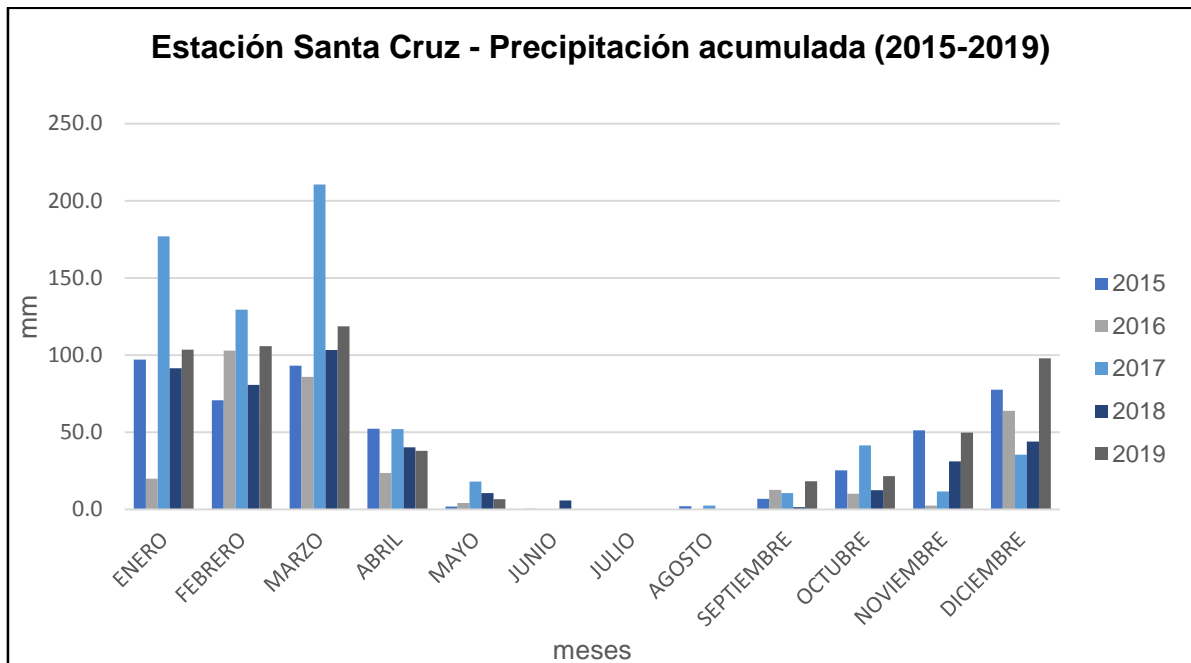


Figura 4. Estación Santa Cruz, precipitación acumulada 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se muestra las variaciones de precipitación durante el periodo 2015-2019 de la estación Santa Cruz, la cual evidencia que los meses con mayor precipitación son enero, febrero y marzo; sin embargo, en enero de 2016 se presentó una precipitación baja de 20.0 mm, también la figura demuestra que en 2017 hubo un aumento de precipitaciones comparado con los meses de los otros años evaluados teniendo un valor de 210.6 mm, así mismo se muestra que la época seca corresponde al mes de junio, julio y agosto para todos los años siendo julio el que no muestra ninguna precipitación en los periodos 2015-2019.

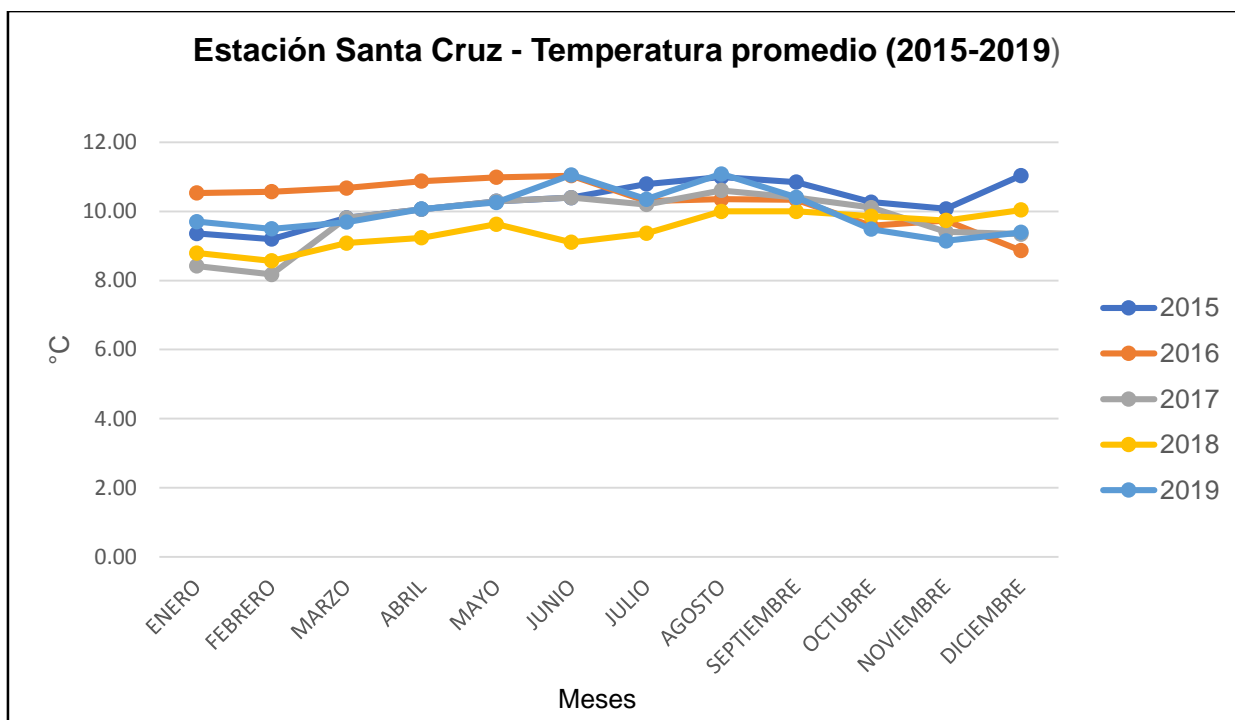


Figura 5. Estación Santa Cruz, temperatura promedio 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5 se aprecia las variaciones de temperaturas promedio durante el periodo 2015 – 2019 de la estación Santa Cruz, la cual evidencia que en febrero de 2017 se obtuvo el punto más bajo registrando 8.2°C y la temperatura más alta se registró en agosto de 2019 siendo 11.1°C. Para el 2015 se observa un aumento de temperatura en los meses de febrero a agosto desde 9.2°C a 11°C respectivamente; en cambio en el 2016 se observa el aumento de temperatura a partir de enero hasta junio y en el 2019 se registró un aumento de temperatura a partir de febrero hasta junio. En una vista general se aprecia que las temperaturas promedios durante el periodo 2015 – 2019 tiene un comportamiento correspondiente a la variabilidad estacional.

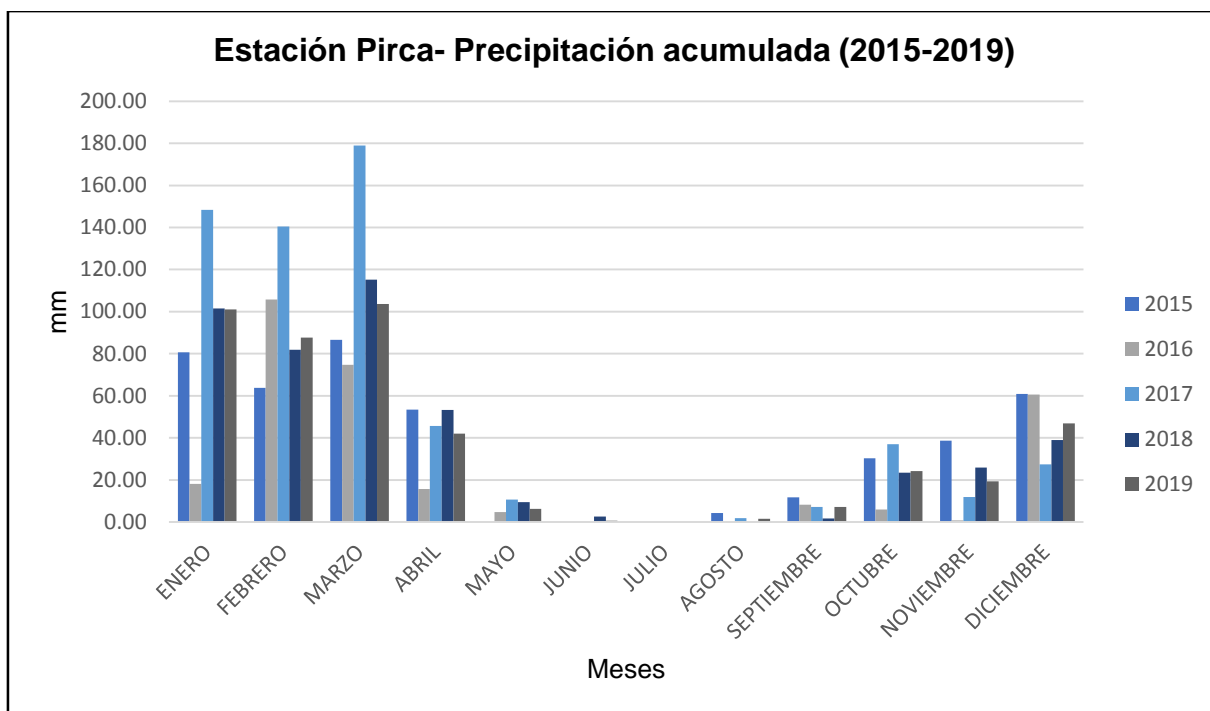


Figura 6. Estación Pirca, precipitación acumulada 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6 se muestra las variaciones de precipitación durante el periodo 2015-2019 de la estación Pirca, la cual evidencia que los meses con mayor precipitación son enero, febrero y marzo; sin embargo, en enero de 2016 se presentó una precipitación baja de 18.1 mm, también la figura demuestra que en 2017 hubo un aumento de precipitación para los meses enero, febrero y marzo en precipitaciones alcanzando un valor máximo de 178.9 mm, así mismo se muestra que la época seca corresponde al mes de junio, julio y agosto para todos los años siendo julio el que no muestra ninguna precipitación en los periodos 2015-2019.

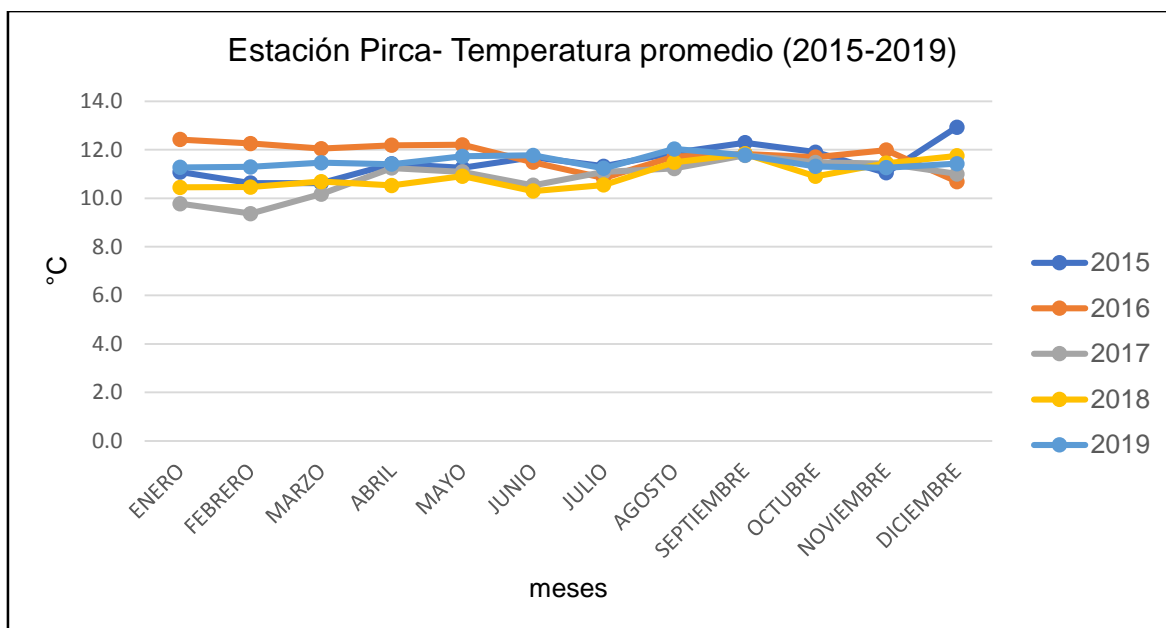


Figura 7. Estación Pirca, temperatura promedio 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se aprecia las variaciones de temperaturas promedio durante el periodo 2015 – 2019 de la estación Pirca, la cual evidencia que en febrero de 2017 se obtuvo el punto más bajo de temperatura registrando 9.4°C y la temperatura más alta se registró en enero de 2016 siendo esta de 12.4°C. El 2016 se observa que hubo mayores temperaturas entre enero a mayo comparado con los otros años durante esas fechas, y las temperaturas menores comparadas con los otros años se encontraron en 2017 durante enero y febrero. En una vista general se aprecia que las temperaturas promedio durante el periodo 2015 – 2019 tiene un comportamiento correspondiente a la variabilidad estacional.

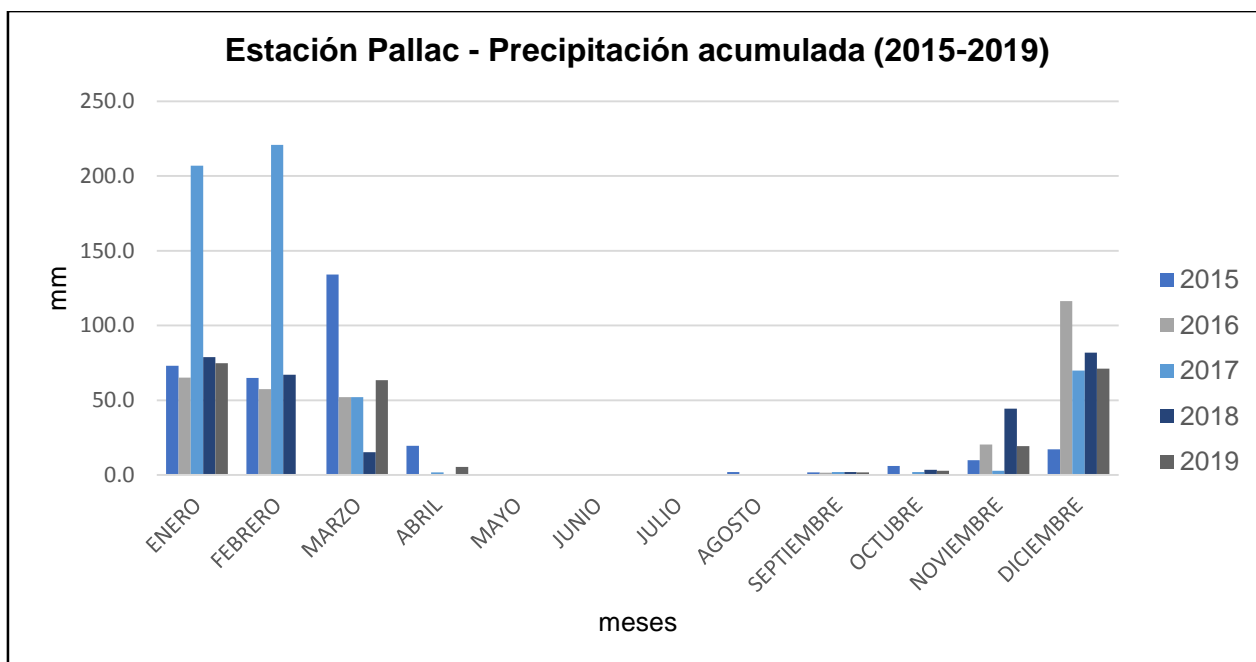


Figura 8. Estación Pallac, precipitación acumulada 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestra las variaciones de precipitación durante el periodo 2015-2019 de la estación Pallac, la cual evidencia que los meses con mayor precipitación son enero, febrero y marzo; sin embargo, en febrero de 2019 no presentó precipitación a pesar de ser época de lluvia, también la figura muestra que en el 2017 hubo un aumento de precipitaciones en los meses de enero, febrero y marzo comparado con los otros años evaluados alcanzando un valor máximo de 220.9 mm en febrero; así mismo se muestra que la época seca corresponde a los meses mayo, junio, julio, agosto y setiembre para todos los años siendo mayo, junio y julio los que no muestran precipitación en los periodos 2015-2019.

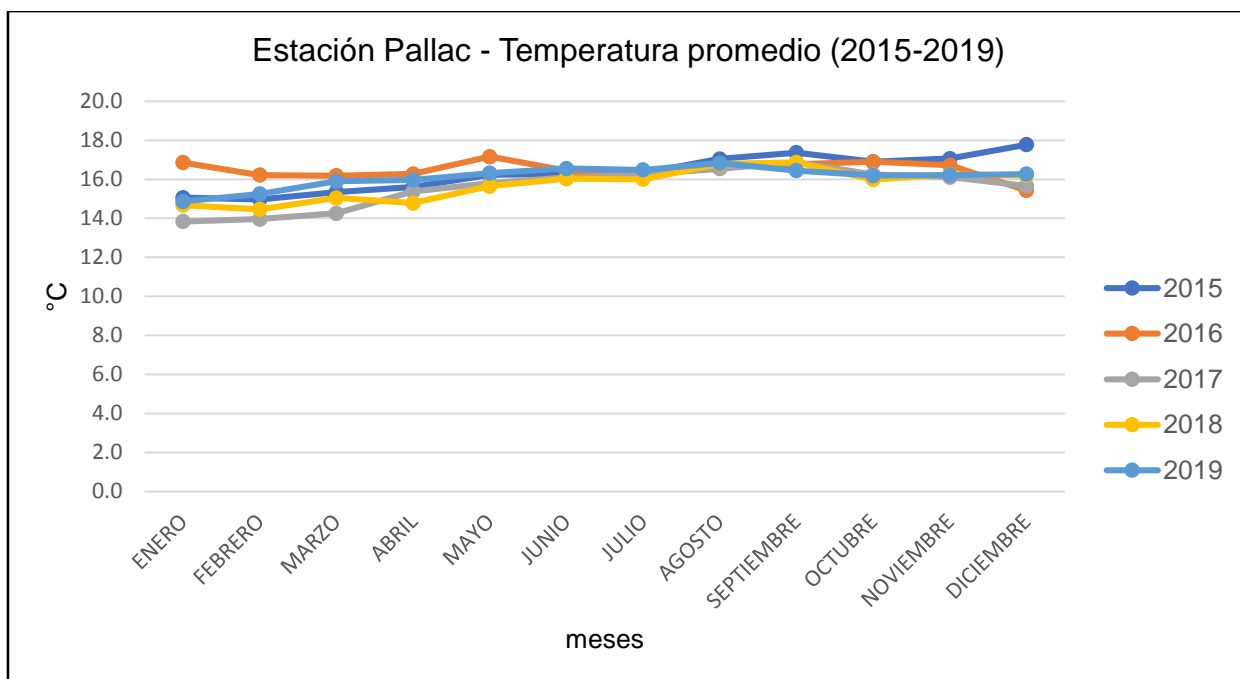


Figura 9. Estación Pallac, temperatura promedio 2015-2019

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se aprecia las variaciones de temperaturas promedio durante el periodo 2015 – 2019 de la estación Pallac, la cual evidencia que en enero de 2017 se obtuvo el punto más bajo registrando 13.8°C y la temperatura más alta se registró en diciembre del 2015 siendo 17.8°C. El 2016 se observa que tiene mayores temperaturas en enero a mayo comparado con los otros años durante esas fechas, y las temperaturas menores comparadas con los otros años se encontraron en el 2017 durante enero, febrero y marzo. En una vista general se aprecia que las temperaturas promedio durante el periodo 2015 – 2019 tiene un comportamiento correspondiente a la variabilidad estacional.

2.6.2. Estimación de los valores de la huella hídrica azul y verde para la producción del melocotón en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral

2.6.2.1. Ingreso de datos a Cropwat 8.0

Se ingresa los datos a Cropwat 8.0 para cada módulo:

Módulo Clima/ Eto

Se ingresó los datos meteorológicos de las estaciones Santa Cruz, Pirca y Pallac por cada año: 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019.

A continuación, en la figura 10 a modo de ejemplo se observa el ingreso de datos meteorológicos del periodo 2015 de la estación Pallac.

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	12.5	17.6	89	1.2	12.0	28.9	4.56
Febrero	12.6	17.3	94	1.1	12.0	29.0	4.46
Marzo	12.9	17.8	94	1.1	12.0	28.1	4.30
Abril	12.7	18.5	88	1.1	12.0	26.0	3.95
Mayo	13.1	19.4	75	1.2	12.0	23.6	3.65
Junio	13.0	19.6	54	1.4	12.0	22.3	3.65
Julio	13.1	19.6	43	1.4	12.0	22.9	3.86
Agosto	13.4	20.7	42	1.6	12.0	24.9	4.49
Septiembre	13.7	21.0	47	1.6	12.0	27.2	4.96
Octubre	13.4	20.4	65	1.5	12.0	28.5	4.94
Noviembre	13.6	20.5	63	1.4	12.0	28.8	5.03
Diciembre	14.5	21.1	72	1.4	12.0	28.8	5.06
Promedio	13.2	19.5	69	1.3	12.0	26.6	4.41

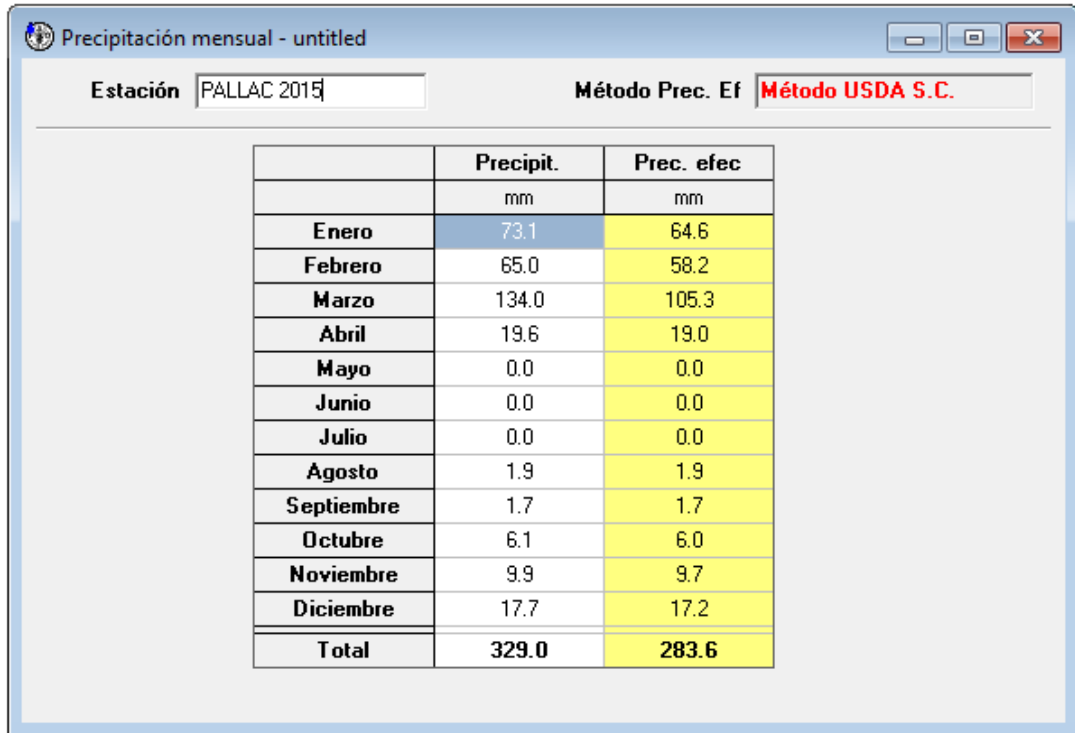
Figura 10. Captura de pantalla del módulo Clima – Estación Pallac 2015
Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración Propia

En la figura 10 se observa los datos de la estación meteorológica de la estación Pallac, la cual servirá para la estimación de la huella hídrica en los distritos de Sumbilca y Atavillos Bajo.

Modulo Precipitación

Se ingresó el dato meteorológico de precipitación total de todos los meses para las estaciones Santa Cruz, Pirca y Pallac para los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019 para obtener la precipitación efectiva en milímetros.

A continuación, en la figura 11 a modo de ejemplo se observa el ingreso de datos meteorológicos del periodo 2015 de la Estación Pallac.



	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	73.1	64.6
Febrero	65.0	58.2
Marzo	134.0	105.3
Abril	19.6	19.0
Mayo	0.0	0.0
Junio	0.0	0.0
Julio	0.0	0.0
Agosto	1.9	1.9
Septiembre	1.7	1.7
Octubre	6.1	6.0
Noviembre	9.9	9.7
Diciembre	17.7	17.2
Total	329.0	283.6

Figura 11. Captura de pantalla del módulo Precipitación– Estación Pallac 2015
Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración Propia

En la figura 11 se observa como el software Cropwat 8.0 determinó la precipitación efectiva usando la precipitación total para los distritos Atavillos Bajo y Sumbilca durante el 2015.

Modulo Cultivo

- Época de siembra y periodo vegetativo

Tabla 21

Época de siembra por periodo vegetativo en el distrito de 27 de Noviembre

Periodo Vegetativo	Cantidad de días	Inicio y final de cada periodo vegetativo
Inicial	30	marzo-abril
Desarrollo	55	abril-junio
Intermedio	40	junio - julio
Fin de temporada	85	julio- octubre

Fuente: José *et al*, comunicación personal, 09 de noviembre de 2020, 27 de Noviembre

Tabla 22

Época de siembra por periodo vegetativo en el distrito de San Miguel de Acos

Periodo Vegetativo	Cantidad de días	Inicio y final de cada periodo vegetativo
Inicial	20	junio-julio
Desarrollo	50	julio-agosto
Intermedio	30	agosto- setiembre
Fin de temporada	80	setiembre- diciembre

Fuente: Hermes *et al*, comunicación personal, 08 de noviembre de 2020, San Miguel de Acos

Tabla 23

Periodo vegetativo y época de siembra del melocotón en el distrito de Sumbilca

Periodo vegetativo	Cantidad de días	Inicio y final de cada periodo vegetativo
Inicial	30	marzo - abril
Desarrollo	60	abril- mayo
Intermedio	40	mayo-junio
Fin de temporada	90	junio-octubre

Fuente: Nilton *et al*, comunicación personal, 07 de noviembre de 2020, Sumbilca

Tabla 24
Época de siembra por periodo vegetativo en el distrito de Atavillos Bajo

Periodo vegetativo	Cantidad de días	Inicio y final de cada periodo vegetativo
Inicial	30	febrero- marzo
Desarrollo	55	marzo - mayo
Intermedio	40	mayo - junio
Fin de temporada	85	junio- setiembre

Fuente: Margarita *et al*, comunicación personal, 07 y 08 de noviembre de 2020, Sumbilca

La época de siembra para cada distrito evaluado se está considerando la fecha donde tienen mayor cosecha, ya que en algunos distritos como son Atavillos Bajo y Sumbilca realizan la llamada “cosecha por escala o escalonamiento”.

- Profundidad radicular y altura del cultivo

La profundidad radicular se tomó del manual FAO 56 –“*Evapotranspiración del Cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*”

Tabla 25
Profundidad radicular estándar del melocotón

Cultivo	Profundidad radicular
Albaricoque, Durazno, Drupa (fruta de hueso)	1,0 – 2.0

Fuente: Manual FAO N°56 (2006)

La altura del cultivo se tomó en base a las entrevistas realizadas a los agricultores y las mediciones tomadas en campo en cada distrito

Tabla 26
Altura máxima del melocotón en cada distrito

Distrito	Altura del cultivo
Sumbilca	2.50
Atavillos Bajo	2.20
27 de Noviembre	2.50
San Miguel de Acos	3.00

Fuente: Elaboración propia

- Fracción de agotamiento crítico

Para el dato de fracción de agotamiento crítico, se tomó el valor indicado en el manual FAO en su publicación N° 56 “*Evapotranspiración del Cultivo, Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*”, la cual es 0.50.

- Coeficiente de cultivo

Tabla 27
Coeficiente de cultivo del melocotón por etapas (K_c)

Cultivo	Etapa Inicial	Etapa de Desarrollo	Etapa de final de temporada
Melocotón	0.80	1.15	0.85

Nota: Fuente: FAO (2006)

- Factor de respuesta rendimiento (K_y)

Para el dato de factor de respuesta rendimiento (K_y), al carecer de información exacta se consideró el valor de “1”, debido a que en la publicación de la Serie de Riego y Drenaje de la FAO N° 33, que presenta valores de K_y de 23 cultivos, donde no se encuentra en la lista el melocotón, menciona que para una gran cantidad de cultivos, el valor K_y es alrededor de 1.

De acuerdo a los datos recopilados obtenidos por fuentes de literatura a fin y trabajo de campo se ingresa los datos para el modulo cultivo.

A continuación, en la figura 12 a modo de ejemplo se observa el ingreso de datos del cultivo para el distrito de Atavillos Bajo.

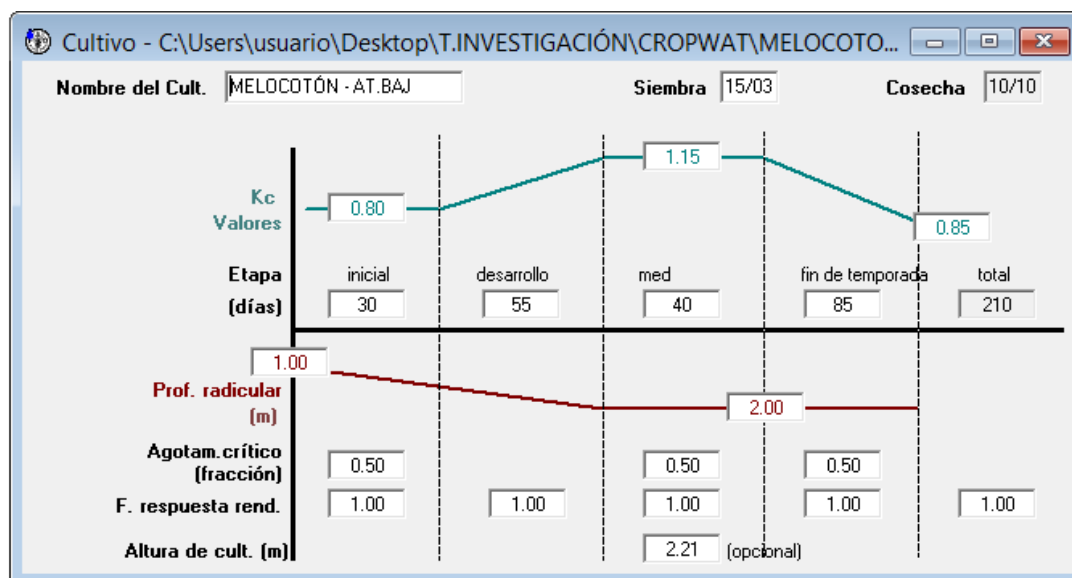


Figura 12. Captura de pantalla del módulo Cultivo– Atavillos Bajo

Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración Propia

Modulo suelo

Para ingresar los datos correspondientes al módulo suelo, se recolectó cuatro muestras para ser analizadas solo con el fin de identificar qué tipo de suelo corresponde, para ello se utilizó el método de sedimentación.

Tabla 28

Puntos de muestreo de suelos

Código	Distrito que corresponde
P-01	Atavillos Bajo
P-02	Sumbilca
P-03	San Miguel de Acos
P-04	27 de Noviembre

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el método de sedimentación se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29
Resultado de clase textural por método de sedimentación

Código	%arena	%limo	%arcilla	Clase textural
P-01	60	20	20	Franco arenoso
P-02	60	20	20	Franco arenoso
P-03	55	9	36	Arcilloso arenoso
P-04	38	25	37	Franco arcilloso

Fuente: Elaboración propia

- Humedad de suelo disponible Total (CC – PMP)

Para calcular esta variable se cita la siguiente expresión de Romero Quintero y Monserrate (2016) citado en Cerpa (2018):

$$HDT \left(\frac{mm}{m} \right) = \frac{CC - PMP}{100} \times da \left(\frac{g}{cc} \right) \times prof(mm) \dots \dots (11)$$

La densidad aparente se obtuvo a través del tipo textura por la referencia de la publicación *Soil Survey Staff USDA* en gr/cm³ citado en Cerpa (2018):

Tabla 30
Clases texturales del suelo (*Soil Survey Staff USDA* y densidad aparente (gr/cm³))

Código	Clase Textural	da (gr/cm³)
P-01	Franco arenoso	1.55 – 1.60
P-02	Franco arenoso	1.55 – 1.60
P-03	Arcilloso arenoso	1.35 – 1.45
P-04	Franco arcilloso	1.40 – 1.50

Fuente: www.mn.nrcs.usda.gov

Para el cálculo de Capacidad de Campo, se tomó en base al peso seco con los datos granulométricos obtenidos con el método de sedimentación, y luego llevadas a la ecuación planteada por Bodman y Mahmud (1996) citado en Cerpa (2018) teniendo en cuenta la clase textural de cada punto de muestreo

$$CC\% = 0.023 (\%arena) + 0.25 (\%limo) + 0.61 (\%arcilla) \dots \dots (12)$$

Para realizar el cálculo de PMP se utilizó la metodología de Máximov citado en Cerpa (2018)

$$PMP(\%) = 0.001(\%arena) + 0.12(\%limo) + 0.57(\%arcilla) \dots (13)$$

Reemplazando para cada distrito:

A modo de ejemplo, para P-01:

$$CC\% = 0.023 (\%arena) + 0.25 (\%limo) + 0.61 (\%arcilla)$$

$$CC\% = 0.023 (60) + 0.25 (20) + 0.61 (20)$$

$$CC\% = 18.58$$

$$PMP(\%) = 0.001(\%arena) + 0.12(\%limo) + 0.57(\%arcilla)$$

$$PMP(\%) = 0.001(60) + 0.12(20) + 0.57(20)$$

$$PMP(\%) = 13.86$$

Tabla 31

Humedad de suelo disponible total por cada punto de muestreo

Código	%CC	%PMP	da (g/cm³)	Prof. (mm)	HDT (mm/m)
P-01	18.58	13.86	1.58	1500	111.86
P-02	18.58	13.86	1.58	1500	111.86
P-03	25.47	21.65	1.40	1500	80.22
P-04	29.60	24.12	1.45	1500	119.19

Fuente: Elaboración propia

- Tasa máxima de infiltración

Se utilizó la variable del grupo de suelos según su capacidad de infiltración publicado por Musgrave y Holtan (1964) citado en Cerpa (2018)

Tabla 32

Tabla máxima de infiltración para distintos tipos de suelo

Grupo de suelo	Capacidad de infiltración (mm/h)	Características de suelo
A	8 a 12	Arenas profundas, loes profundos, suelos con buena estructura
B	4 a 8	Loes pocos profundos y suelos franco – arenosos
C	1 a 4	Suelos franco – arcillosos, limos arenosos poco profundos, suelos pobres en materia orgánica, suelos arcillosos
D	0 a 1	Suelos con elevado porcentaje de arcillas hinchables, suelos arcillosos pesados, ciertos suelos salinos

Fuente: Musgrave y Holtan (1964)

Aplicando a las muestras se tomará el promedio del valor teórico y se transformará en las unidades requeridas por el software Cropwat 8.0

Tabla 33

Capacidad de infiltración de cada distrito

Código	Capacidad de infiltración (mm/h)	Capacidad de infiltración (mm/día)
P-01	6	144
P-02	6	144
P-03	0.5	12
P-04	2.5	60

Fuente: Elaboración propia

- Agotamiento inicial de humedad de suelo (como % de ADT) y profundidad radicular.

Al carecer de información se tomó para los cuatros distritos el porcentaje “0%”, así mismo para el dato de profundidad máxima se tomó como referencia para todos los distritos el promedio radicular máxima en metros del cultivo siendo este valor 150 centímetros.

A modo de ejemplo, en la figura 13 se observa los valores tomados en el módulo suelo para el distrito de Atavillos Bajo.

Nombre del suelo		
FRANCO - ARENOSO		
Datos generales de suelo		
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	111.9	mm/metro
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	144	mm/día
Profundidad radicular máxima	150	centímetros
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	0	%
Humedad de suelo inicialmente disponible	111.9	mm/metro

Figura 13. Captura de pantalla del módulo suelo – Atavillos Bajo
Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración Propia

2.6.2.2. Requerimiento de agua

Se utilizó la ecuación 4 y 5 para obtener el agua aprovechable proveniente de las lluvias (CWU_{azul}) y del riego (CWU_{verde}) para cada distrito, a modo ejemplo se realiza el cálculo para el distrito 27 de Noviembre - 2017, teniendo los siguientes datos:

Aprovechamiento de agua de lluvia

$$CWU_{verde} = 10 \times \sum_{d=1}^{l_{gp}} ET_{verde}$$

$$CWU_{verde\ 27nov\ 2017} = 10 \times 141.20$$

$$CWU_{verde\ 27nov\ 2017} = 1412\ m^3/ha$$

Aprovechamiento de agua de riego

$$CWU_{azul} = 10 \times \sum_{d=1}^{lgp} ET_{azul}$$

$$CWU_{azul-27nov2017} = 10 \times 597.80$$

$$CWU_{azul-27nov2017} = 5978 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Tabla 34
Resultado por año – Distrito 27 de Noviembre

Año	ET _c (mm/dec)	Prec. Efec. mm	Req. Riego (mm/dec)	ET _{verde}	ET _{azul}	CWU _{verde}	CWU _{azul}
2015	751.40	107.30	646.90	107.30	644.10	1073	6441
2016	756.20	79.40	679.40	79.40	676.80	794	6768
2017	739.00	162.30	597.50	141.20	597.80	1412	5978
2018	705.40	103.00	605.80	101.70	603.70	1017	6037
2019	751.60	114.90	639.90	112.20	639.40	1122	6394
2015-2019	740.72	113.38	633.90	108.36	632.36	1083.60	6323.60

Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración propia

Tabla 35
Resultado por año – Distrito San Miguel de Acos

Año	ET _c (mm/dec)	Prec. Efec. mm	Req. Riego (mm/dec)	ET _{verde}	ET _{azul}	CWU _{verde}	CWU _{azul}
2015	713.30	99.20	615.80	99.20	614.10	992	6141
2016	696.70	32.30	666.80	32.30	664.40	323	6644
2017	686.20	61.60	625.50	61.60	624.60	616	6246
2018	667.00	60.90	607.10	60.90	606.10	609	6061
2019	614.80	63.40	552.20	63.40	551.40	634	5514
2015-2019	675.60	63.48	613.48	63.48	612.12	634.80	6121.20

Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración propia

Tabla 36
Resultado por año – Distrito Sumbilca

Año	ET_c (mm/dec)	Prec. Efec. mm	Req. Riego (mm/dec)	ET_{verde}	ET_{azul}	CWU_{verde}	CWU_{azul}
2015	834.70	129.00	713.20	121.80	712.90	1218	7129
2016	839.20	49.50	789.70	49.50	789.70	495	7897
2017	820.80	52.00	768.80	52.00	768.80	520	7688
2018	820.90	17.10	803.80	17.10	803.80	171	8038
2019	834.40	65.20	769.70	65.20	769.20	652	7692
2015-2019	830.00	62.56	769.04	61.12	768.88	611.20	7688.80

Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración propia

Tabla 37
Resultado por año – Distrito Atavillos Bajo

Año	ET_c (mm/dec)	Prec. Efec. mm	Req. Riego (mm/dec)	ET_{verde}	ET_{azul}	CWU_{verde}	CWU_{azul}
2015	781.30	160.00	630.10	153.00	628.30	1530	6283
2016	790.00	75.90	715.60	544.90	714.10	5449	7141
2017	765.90	122.00	668.30	97.70	668.20	977	6682
2018	769.90	44.60	727.50	44.60	725.30	446	7253
2019	785.30	63.90	721.60	63.90	721.40	639	7214
2015-2019	778.48	93.28	692.62	180.82	691.46	1808.20	6914.60

Fuente: Cropwat 8.0. Elaboración propia

2.6.2.3. Rendimiento de cultivo

Se utilizó la ecuación 10 para conocer el rendimiento del cultivo para cada distrito, por ejemplo se realizó el cálculo de rendimiento para el 2017 en el distrito de San Miguel de Acos, teniendo los siguientes datos:

$$\text{Rendimiento } (Y)_{\text{Acos-2017}} = \frac{\text{Producción (ton)}}{\text{área cosechada (ha)}}$$

$$\text{Rendimiento } (Y)_{\text{Acos-2017}} = \frac{99 \text{ toneladas}}{20 \text{ hectáreas}}$$

$$\text{Rendimiento } (Y)_{\text{Acos-2017}} = 4.95 \frac{\text{ton}}{\text{ha}}$$

Tabla 38

Rendimiento del cultivo del melocotón en el distrito de 27 de Noviembre – Periodo 2015-2019

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Producción (ton)	442	401	128	124.5	304	280
Cosechas (ha)	46	46	46	46	45	46
Rendimiento (ton/ha)	9.61	8.72	2.78	2.71	6.76	6.12

Fuente: Oficina de Información Agraria

Tabla 39

Rendimiento del cultivo del melocotón en el distrito de San Miguel de Acos – Periodo 2015-2019

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Producción (ton)	212	204	99	75.3	46.8	127.4
Cosechas (ha)	25	25	20	15	7	18
Rendimiento (ton/ha)	8.48	8.16	4.95	5.02	6.69	6.66

Fuente: Oficina de Información Agraria

Tabla 40
Rendimiento del cultivo del melocotón en el distrito de Sumbilca – Periodo 2015-2019

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Producción (ton)	919	936	1178	980	706	943.8
Cosechas (ha)	106	106	103	85	104	101
Rendimiento (ton/ha)	8.67	8.83	11.44	11.53	6.79	9.45

Fuente: Oficina de Información Agraria

Tabla 41
Rendimiento del cultivo del melocotón en el distrito de Atavillos Bajo – Periodo 2015-2019

Año	2015	2016	2017	2018	2019	2015-2019
Producción (ton)	3645	3316	1705	1680.5	2144	2498
Cosechas (ha)	382	382	382	382	315	369
Rendimiento (ton/ha)	9.54	8.68	4.46	4.40	6.81	6.80

Fuente: Oficina de Información Agraria

2.6.2.4. *Determinación de la Huella Hídrica Azul*

Se utilizó la ecuación 2 para cada distrito, como ejemplo se realizó el cálculo de la huella hídrica azul para el 2015 en el distrito Sumbilca teniendo los siguientes datos

$$HH_{\text{azul 2015-Sumbilca}} = \frac{CWU_{\text{azul}}}{Y}$$

$$HH_{\text{azul 2015-Sumbilca}} = \frac{7129 \left(\frac{m^3}{ha}\right)}{8.67 \left(\frac{ton}{ha}\right)}$$

$$HH_{\text{azul 2015-Sumbilca}} = 822.26 \text{ m}^3/\text{ton}$$

Tabla 42

Huella hídrica azul para el melocotón en el distrito 27 de Noviembre

Año	CWU azul	Y	HH azul
2015	6441	9.61	670.24
2016	6768	8.72	776.15
2017	5978	2.78	2150.36
2018	6037	2.71	2227.68
2019	6394	6.76	945.86
2015-2019	6323.60	6.12	1033.94

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43

Huella hídrica azul para el melocotón en el distrito de San Miguel de Acos

Año	CWU azul	Y	HH azul
2015	6141	8.48	724.17
2016	6644	8.16	814.22
2017	6246	4.95	1261.82
2018	6061	5.02	1207.37
2019	5514	6.69	824.22
2015-2019	6121.20	6.66	919.10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44

Huella hídrica azul para el melocotón en el distrito de Sumbilca

Año	CWU azul	Y	HH azul
2015	7129	8.67	822.26
2016	7897	8.83	894.34
2017	7688	11.44	672.03
2018	8038	11.53	697.14
2019	7692	6.79	1132.84
2015-2019	7688.80	9.45	813.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45
Huella hídrica azul para el melocotón en el distrito de Atavillos Bajo

Año	CWU azul	Y	HH azul
2015	6283	9.54	658.60
2016	7141	8.68	822.70
2017	6682	4.46	1498.21
2018	7253	4.40	1648.41
2019	7214	6.81	1059.32
2015-2019	6914.60	6.80	1016.85

2.6.2.5. Determinación de la Huella Hídrica Verde

Se utilizó la ecuación 3 para cada distrito, como ejemplo se realizó el cálculo de la huella hídrica verde para el 2017 en el distrito San Miguel de Acos, teniendo los siguientes datos

$$HH_{verde\ 2017-Acos} = \frac{CWU_{verde}}{Y}$$

$$HH_{verde\ 2017-Acos} = \frac{616 \left(\frac{m^3}{ha}\right)}{4.95 \left(\frac{ton}{ha}\right)}$$

$$HH_{verde\ 2017-Acos} = 124.44\ m^3/ton$$

Tabla 46
Huella hídrica verde para el melocotón en el distrito 27 de Noviembre

Año	CWU verde	Y	HH verde
2015	1073	9.61	111.65
2016	794	8.72	91.06
2017	1412	2.78	507.91
2018	1017	2.71	375.28
2019	1122	6.76	165.98
2015-2019	1083.60	6.12	177.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47
Huella hídrica verde para el melocotón en el distrito de San Miguel de Acos

Año	CWU verde	Y	HH verde
2015	992	8.48	116.98
2016	323	8.16	39.58
2017	616	4.95	124.44
2018	609	5.02	121.31
2019	634	6.69	94.77
2015-2019	634.80	6.66	95.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48
Huella hídrica verde para el melocotón en el distrito de Sumbilca

Año	CWU verde	Y	HH verde
2015	1218	8.67	140.48
2016	495	8.83	56.06
2017	520	11.44	45.45
2018	171	11.53	14.83
2019	652	6.79	96.02
2015-2019	611.20	9.45	64.66

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49
Huella hídrica verde para el melocotón en el distrito de Atavillos Bajo

Año	CWU verde	Y	HH verde
2015	1530	9.54	160.38
2016	5449	8.68	627.76
2017	977	4.46	219.06
2018	446	4.40	101.36
2019	639	6.81	93.83
2015-2019	1808.20	6.80	265.91

Fuente: Elaboración propia

2.6.2.6. Determinación de la huella hídrica total

Para ello se utilizó la ecuación 1, a modo de ejemplo se determinó la huella hídrica total del distrito 27 de Noviembre en el año 2017.

$$HH_{total\ 2017-27\ de\ Noviembre} = HH_{azul} + HH_{verde}$$

$$HH_{total\ 2017-27\ de\ Noviembre} = 2150.36 + 507.91$$

$$HH_{total\ 2017-27\ de\ Noviembre} = 2658.27\ m^3/ton$$

Tabla 50

Huella hídrica total para el melocotón en el distrito de 27 de Noviembre

Año	Rendimiento	HH azul	HH verde	HH total
2015	9.61	670.24	111.65	781.89
2016	8.72	776.15	91.06	867.20
2017	2.78	2150.36	507.91	2658.27
2018	2.71	2227.68	375.28	2602.95
2019	6.76	945.86	165.98	1111.83
2015-2019	6.12	1033.94	177.17	1211.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51

Huella hídrica total para el melocotón en el distrito de San Miguel de Acos

Año	Rendimiento	HH azul	HH verde	HH total
2015	8.48	724.17	116.98	841.16
2016	8.16	814.22	39.58	853.80
2017	4.95	1261.82	124.44	1386.26
2018	5.02	1207.37	121.31	1328.69
2019	6.69	824.22	94.77	918.98
2015-2019	6.66	919.10	95.32	1014.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52

Huella hídrica total para el melocotón en el distrito de Sumbilca

Año	Rendimiento	HH azul	HH verde	HH total
2015	8.67	822.26	140.48	962.75
2016	8.83	894.34	56.06	950.40
2017	11.44	672.03	45.45	717.48
2018	11.53	697.14	14.83	711.97
2019	6.79	1132.84	96.02	1228.87
2015-2019	9.45	813.46	64.66	878.12

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Huella hídrica total para el melocotón en el distrito de Atavillos Bajo

Año	Rendimiento	HH azul	HH verde	HH total
2015	9.54	658.60	160.38	818.97
2016	8.68	822.70	627.76	1450.46
2017	4.46	1498.21	219.06	1717.26
2018	4.40	1648.41	101.36	1749.77
2019	6.81	1059.32	93.83	1153.16
2015-2019	6.80	1016.85	265.91	1282.76

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Huella hídrica del melocotón periodo 2015 – 2019 en los distritos de la parte alta cuenca Chancay - Huaral

Distrito	Rendimiento	HH azul	HH verde	HH total
27 de Noviembre	6.12	1033.94	177.17	1211.12
San Miguel de Acos	6.66	919.10	95.32	1014.41
Sumbilca	9.45	813.46	64.66	878.12
Atavillos Bajo	6.80	1016.85	265.91	1282.76

Fuente: Elaboración propia

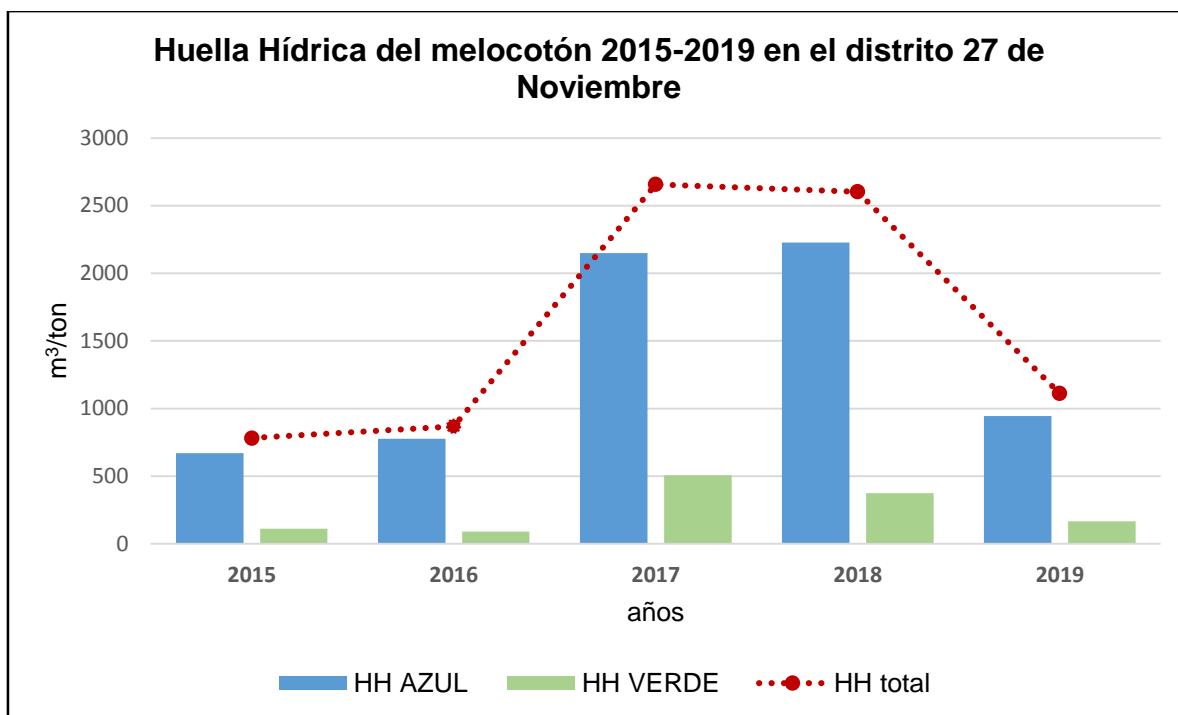


Figura 14. Huella Hídrica del melocotón 2015-2019 en el distrito 27 de Noviembre
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se muestra los resultados totales anuales de la huella hídrica azul y verde dentro del distrito de 27 de Noviembre

En el 2017 el volumen total de huella hídrica fue mayor comparado con los otros años llegando a un valor máximo de 2658.27 m³/ton de los cuales 2150.36 m³/ton provienen del agua de riego y 507.91 m³/ton de las precipitaciones para la producción del melocotón. En cambio, el año donde se obtuvo menor cantidad de huella hídrica fue en 2015 con un valor de 781.89 m³/ton conformado por 670.24 y 111.65 m³/ton provenientes del agua de riego y precipitaciones respectivamente. Se observa además que el año con mayor consumo de agua de riego fue el 2018 con un total de 2227.68 m³/ton y el año con mayor uso de agua proveniente de lluvias fue en 2017 con un total de 507.91 m³/ton.

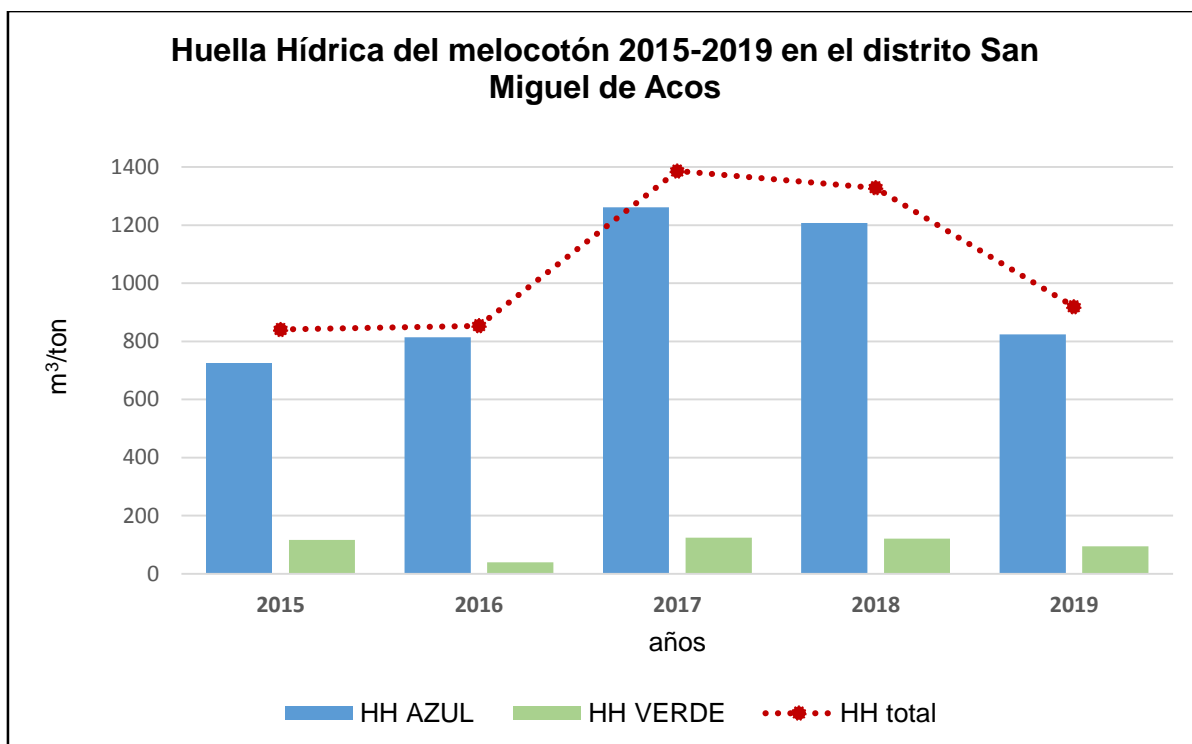


Figura 15. Huella Hídrica del melocotón 2015-2019 en el distrito San Miguel de Acos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se muestra los resultados totales anuales de la huella hídrica azul y verde dentro del distrito de San Miguel de Acos.

En el 2017 el volumen total de huella hídrica fue mayor comparado con los otros años llegando a un valor máximo de 1386.26 m³/ton proveniente del agua de riego 1261.82 m³/ton y 124.44 m³/ton de las precipitaciones para la producción del melocotón, en cambio, el año donde se obtuvo menor cantidad de huella hídrica fue en 2015 con un valor de 841.16 m³/ton conformado por 724.17 y 116.98 m³/ton provenientes del agua de riego y precipitaciones respectivamente.

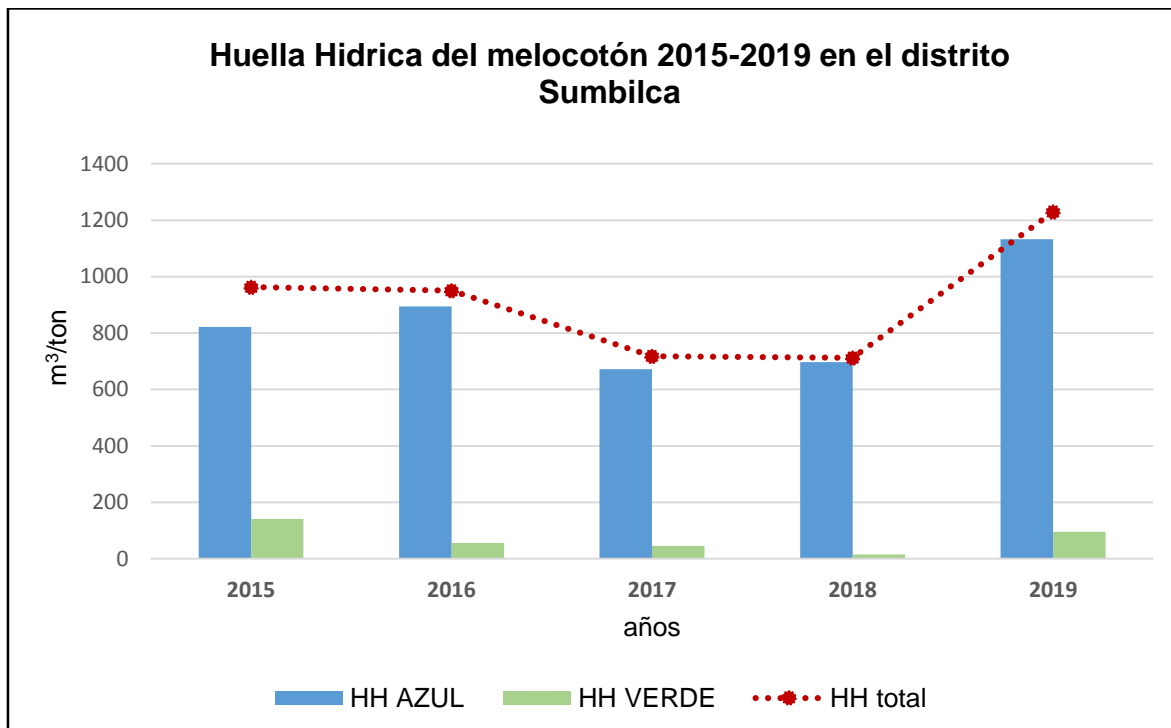


Figura 16. Huella Hídrica del melocotón 2015-2019 en el distrito Sumbilca

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se muestra los resultados totales anuales de la huella hídrica azul y verde dentro del distrito de Sumbilca

En el 2019 el volumen total de huella hídrica fue mayor comparado con los otros años llegando a un valor máximo de 1228.87 m³/ton proveniente del agua de riego 1132.84 m³/ton y 96.02 m³/ton de las precipitaciones para la producción del melocotón, en cambio, el año donde se obtuvo menor cantidad de huella hídrica fue en 2018 con un valor de 711.97 m³/ton conformado por 697.14 y 14.83 m³/ton provenientes del agua de riego y precipitaciones respectivamente.

Se observa además que el año con mayor consumo de agua de riego fue el 2019 con un total de 1132.84 m³/ton y el año con mayor uso de agua proveniente de lluvias fue en 2015 con un total de 140.48 m³/ton.

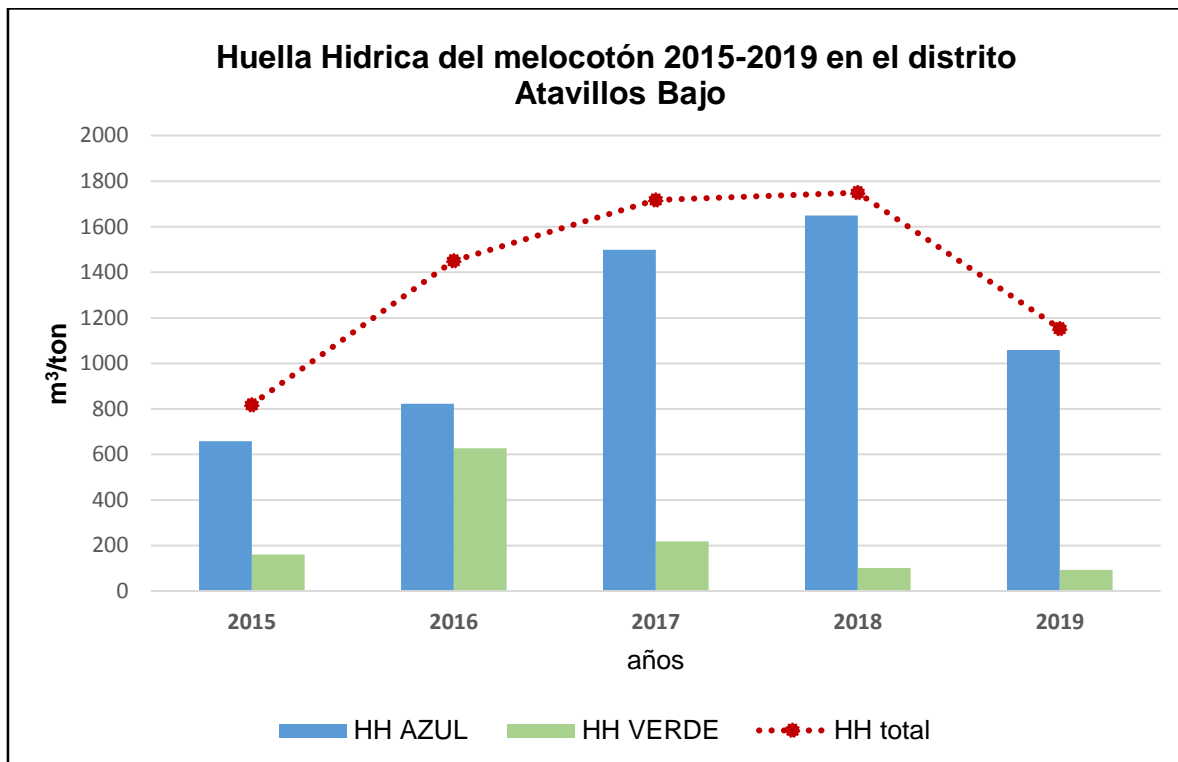


Figura 17. Huella Hídrica del melocotón 2015-2019 en el distrito Atavillos Bajo
Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se muestra los resultados totales anuales de la huella hídrica azul y verde dentro del distrito de Atavillos Bajo

En el 2018 el volumen total de huella hídrica fue mayor comparado con los otros años llegando a un valor máximo de 1749.77 m³/ton proveniente del agua de riego 1648.41 m³/ton y 101.36 m³/ton de las precipitaciones para la producción del melocotón, en cambio, el año donde se obtuvo menor cantidad de huella hídrica fue en 2015 con un valor de 818.97 m³/ton conformado por 658.60 y 160.38 m³/ton provenientes del agua de riego y precipitaciones respectivamente.

Se observa además que el año con mayor consumo de agua de riego fue el 2018 con un total de 1648.41 m³/ton y el año con mayor uso de agua proveniente de lluvias fue en 2016 con un total de 627.76 m³/ton.

2.6.3. Comparación de la huella hídrica del melocotón en cuatro distritos productores del cultivo en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral

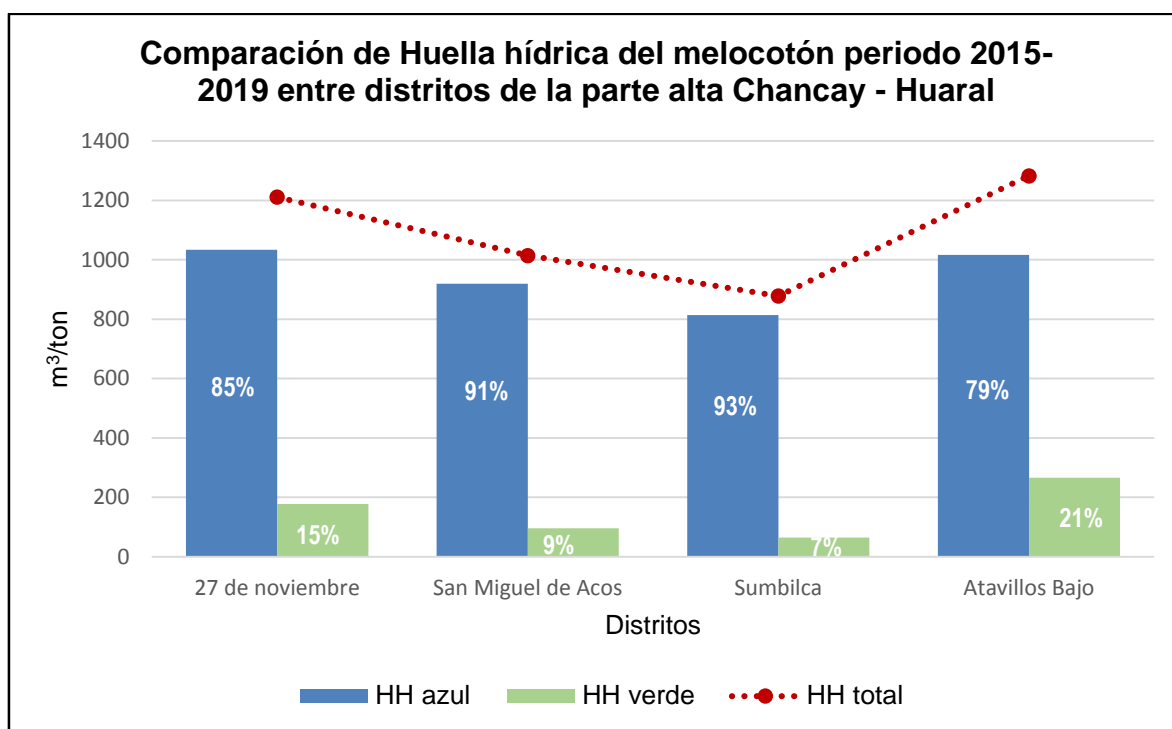


Figura 18. Comparación de Huella hídrica del melocotón periodo 2015-2019 entre distritos de la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral

Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se muestra una comparación de los resultados promedio del periodo 2015-2019 de la huella hídrica azul y verde dentro de los distritos ubicados en la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral

Para el distrito 27 de Noviembre la huella hídrica promedio es de 1211.12 m³/ton siendo 1033.94 m³/ton y 177.17 m³/ton la huella hídrica azul y verde respectivamente, para el distrito de San Miguel de Acos su huella hídrica promedio es de 1014.41 m³/ton compuesto por 813.46 m³/ton de agua verde y 64.66 m³/ton de agua azul, para el distrito de Sumbilca la huella hídrica promedio es de 878.12 m³/ton siendo 813.46 m³/ton proveniente de agua de riego y 64.66 m³/ton de las precipitaciones en la zona, y por último en el distrito de Atavillos Bajo obtuvo una huella hídrica promedio de 1282.76 m³/ton siendo 1016.85 m³/ton y 265.91 m³/ton la huella hídrica azul y verde respectivamente.

Para conocer el aprovechamiento de agua verde (precipitación) entre distritos se realizó una comparación entre la precipitación total y la precipitación efectiva (agua aprovechable por la planta) entre distritos.

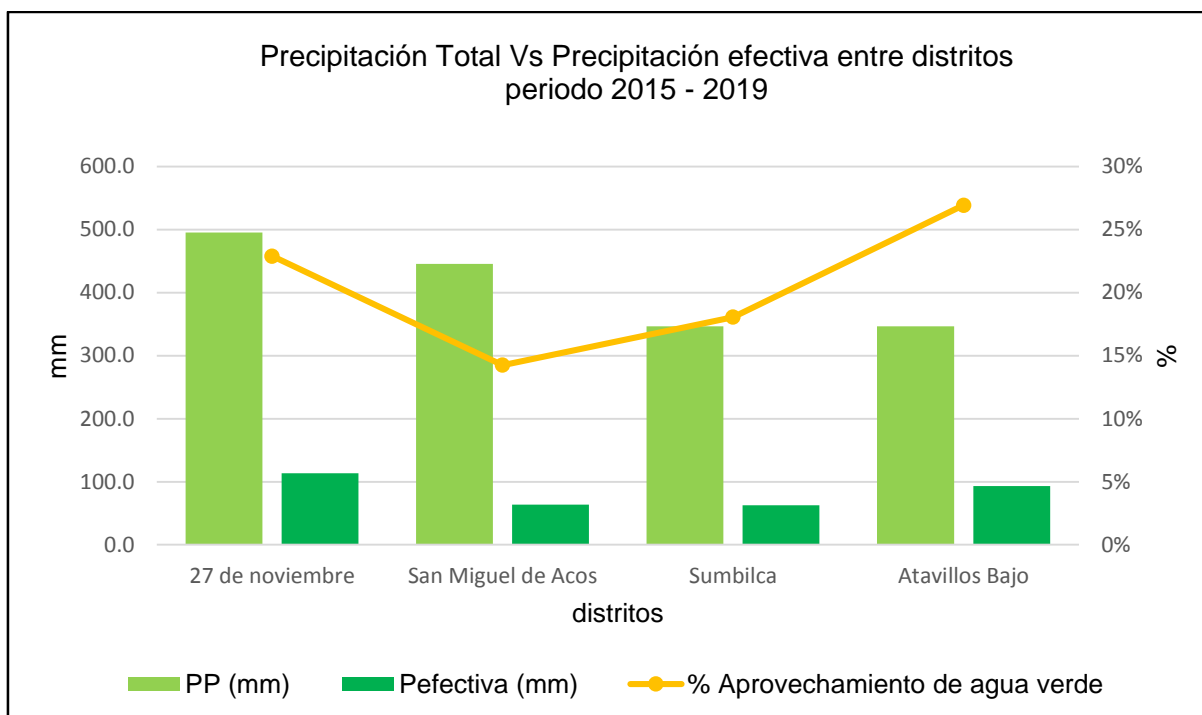


Figura 19. Comparación de Precipitación total Vs Precipitación efectiva periodo 2015-2019 entre distritos de la parte alta de la cuenca Chancay – Huaral.
Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se muestra la comparación entre la Precipitación total y la precipitación efectiva que tiene cada distrito ubicado en la parte alta Chancay – Huaral.

Para el distrito 27 de Noviembre se observa una precipitación efectiva de 113.4 mm con un aprovechamiento de 23% de la precipitación total, para San Miguel de Acos se observa un aprovechamiento del 14% de 445.5 mm siendo este el valor de la precipitación que ingresa al distrito. En Sumbilca, el aprovechamiento de precipitación efectiva fue de 18% de la precipitación total, pero para el distrito Atavillos Bajo, a pesar de contar con la misma precipitación total, su aprovechamiento fue mayor llegando a un 27%. En general, se observa que la relación que existe entre la precipitación total y la precipitación efectiva para cada distrito muestra una pérdida considerable durante el periodo 2015 – 2019 llegando a alcanzar la mayor eficiencia de uso en el distrito de Atavillos Bajo.

2.6.4. Conocer las perspectivas y estrategias que tienen los agricultores de la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral frente al efecto climático en la huella hídrica del melocotón.

Se tomó como referencia algunos testimonios sobre las percepciones y el sentir de los agricultores respecto al efecto climático en la cantidad de agua requerida para su cultivo.

El perfil de los agricultores de los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Atavillos Bajos y Sumbilca son en su mayoría adultos cerca de la tercera edad y de la tercera edad, oscilando su edad en promedio entre 50 a 70 años. Ellos en su mayoría cuentan con un nivel de educación hasta secundaria completa y se dedican a la agricultura desde la infancia, como oficio heredado de sus padres.

2.6.4.1. Percepciones y sentir de los agricultores de la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral, referente a la producción del cultivo

De manera unánime la percepción del nivel de producción por parte de los agricultores en los distritos de 27 de Noviembre, Acos, Atavillos Bajo y Sumbilca se ha reducido considerablemente en los últimos 10 años. El motivo de esta caída es atribuido principalmente a la variación climática presente en la zona, ya que llueve en menor cantidad y en un menor intervalo de tiempo, lo que hace que cuenten con menos agua para sus cultivos, a la falta de apoyo por parte de las autoridades locales para contrarrestar este inconveniente y al exceso de competencia por parte de otros agricultores de otras zonas que saturan el mercado y afectan su oferta de precios. Además, mencionan que la reducción del agua proporcionada por la Junta de Usuarios hace que se les abastezca en horarios nocturnos, mermando de esta manera su nivel de productividad.

Al respecto, un agricultor en Atavillos Bajo comenta:

“Ahora solo cosechamos una vez al año, ya no nos llega el agua como antes. También hemos cambiado de (variedad) melocotón porque el blanquillo era difícil de cultivar con poca agua, el huayco rojo es más resistente”. (Igor Lopez – La Perla, Atavillos Bajo)

Así mismo, un agricultor en Sumbilca manifiesta:

“En los 70’s y 80’s el melocotón fue un boom, pero la planta es como un ser humano, se va envejeciendo, los viejos ya no tienen fuerza para trabajar y la planta es lo mismo, está entrando en decadencia y ahora bota menos melocotón que antes”. (Mauricio de la Cruz, Sumbilca)

Es importante mencionar que de acuerdo al presente estudio las plantas de melocotón en esta zona de Huaral presentan una antigüedad media de entre 30 y 40 años.

La Pandemia del Covid-19 no ha sido ajena a estas comunidades. El distrito de Sumbilca y La Perla - Atavillos Bajo fueron los lugares donde los agricultores percibieron más perjuicio para sus cultivos, debido a que estos se quedaron varados y sin poder ser distribuidos, generándoles cuantiosas pérdidas económicas.

Al respecto un agricultor manifiesta:

“Todo se quedó parado, como ya no había transporte para poder llevar el melocotón, se pudrió y ya no se pudo hacer nada, lo que se vendió estaba a precio de liquidación, 3 soles.” (Andrés Ríos – La Perla, Atavillos Bajo)

Una excepción a la tendencia de la baja de productividad de melocotón es el suscitado en algunos agricultores de la Comunidad Campesina de Huayopampa perteneciente al distrito de Atavillos Bajo, quienes no consideran al cambio climático y la ausencia de lluvias como un factor en la caída de producción, ellos explican que es debido al reservorio de agua que cuenta este lugar.

“Nosotros en esta zona, gracias a Dios, contamos con agua todo el año. También nos ayuda bastante el reservorio de agua que construyeron nuestras autoridades hace unos años. La producción está normal.” (Miguel Pariona – Huayopampa, Atavillos Bajo)

En menor medida explican que la baja en la producción se debe a las plagas que se suscitan posteriores a la época de heladas, como las plagas de la mosca y al aumento de precios de insecticidas para hacerles frente.

En general, la caída de nivel de producción del melocotón, ha llevado a que muchos agricultores migren sus cosechas a otros frutos que crecen favorablemente por el clima de la zona, como son la manzana winter, chirimoya y palta hass, esta última reconocida por ser de exportación.

Al respecto manifiesta:

“Es muy costoso cultivar ya melocotón, los remedios son carísimos, le atacan constantemente las plagas y es más inversión. En cambio, con la palta y la manzana se gasta menos” (Aecio Tizango – Piscocoto, Sumbilca)

2.6.4.2. Percepciones y sentir de los agricultores de la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral, referente al uso de agua

El origen del agua para riego en los distritos de 27 de Noviembre, Acos, Atavillos Bajos y Sumbilca proviene de los ríos y lagos de las altas sierras de la zona. Todos los agricultores usan el sistema de riego por gravedad y el conocimiento del pronóstico de lluvia es empírica.

“A veces nos enteramos por la tele, pero casi siempre calculamos que en los primeros meses del año ya empieza a llover, lo vemos de manera empírica nomás”.
(Moisés Espinoza – Acos, San Miguel de Acos)

En general los agricultores perciben que el intervalo de época de lluvias se ha visto reducida en los últimos 10 años, pasando a ser los meses de lluvia: enero, febrero, marzo y abril de cada año, alcanzando su pico máximo en abril.

También afirman que el aumento de calor hace que la cantidad de agua requerida para cultivar el melocotón sea mayor.

“En ocho días por ejemplo el suelo ya está seco. Antes empezaba el invierno en diciembre nomas eran intensas las lluvias, antes cuando era niño no había tanto calor, parece que el calentamiento global y la capa de ozono está haciendo que el clima esté así”. (Hermes Herrera – Acos, San Miguel de Acos)

El distrito que presentó mayor percepción de deficiencia de agua es el distrito de Sumbilca, quienes perciben que ya casi “no hay invierno”, lo que conlleva a una reducción en el volumen de lluvias, llegando incluso a abastecerles de agua tan solo una vez al mes. Al respecto un agricultor manifiesta:

“Antes por esta zona llovía desde noviembre, pero ahora el clima está loco, ahora el verano es más largo y hay mucho más calor, tampoco se ven ni nubes, seguramente por eso llueve menos y desde enero recién, ya no sabemos cómo será y eso nos preocupa porque nuestros cultivos ya no están creciendo y se están secando. Antes regábamos cada siete u ocho días, pero ahora es quincenal e incluso algunos meses solo regamos una vez”. (Aecio Tizango Silvam- Piscocoto, Sumbilca)

Si bien para los agricultores no es muy claro el motivo por el cuál la época de lluvia e intensidad de calor ha variado, son los que llevan algún cargo en la comunidad quienes tienen más noción y conocimiento de las causas y las atribuyen al efecto invernadero y sus consecuencias.

Así mismo en el distrito de 27 de Noviembre las autoridades regionales se encuentran haciendo trabajos de mantenimiento a los ríos, por lo que, al momento de hacer estas entrevistas en este distrito, se notó una percepción de molestia mayor por los cortes de agua y desabastecimiento. Alguno de los agricultores de esta zona culpa inclusive a la Junta de Usuarios por su falta de propuestas de solución.

2.6.4.3. Percepciones y sentir de los agricultores de la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral, referente a la variabilidad climática

El sentir de los agricultores, en general, es que el cambio climático sí ha afectado la cantidad y calidad de producción de sus cultivos de melocotón. Teniendo como principal consecuencia a la mayor cantidad de agua que requieren para cultivar por el excesivo calor, aún a pesar que admiten que el melocotón es un fruto que no requiere de mucha agua para cultivarse.

Así mismo mencionan que el fenómeno del niño costero de 2017 afectó considerablemente sus cosechas, ya que por el aumento de temperatura sus frutos no crecieron lo suficiente y maduraron rápido, así como precipitaciones en tiempo que no esperaban hacían que el cultivo llegase a pudrirse. Sumado a esto, meses posteriores al fenómeno del niño costero se produjo una neblina por toda la zona que trajo consigo hongos que afectaron a las plantas.

Un agricultor de Atavillos Bajo comentó:

“El fenómeno del niño se llevó mucho de los cultivos de esta zona, hubo lluvias fuertes y malogró toda la producción ya que el melocotón no es de tanta lluvia”.
(Leon Siferio – La Perla, Atavillos Bajo)

Según la manifestación de los agricultores de los distritos de 27 de Noviembre, Acos, Atavillos Bajos y Sumbilca, ellos no almacenan el agua de lluvia.

2.6.4.4. Percepciones y sentir de los agricultores de la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral, referente a la adaptabilidad al cambio climático

Los agricultores solicitan mayor apoyo profesional para mejorar la calidad de sus cultivos, apoyo para el cambio de sistema de riego por uno tecnificado (riego por goteo), el apoyo para la construcción de más reservorios de agua y apoyo para del sector financiero para créditos agropecuarios.

Desde la experiencia de los agricultores, en Huaral hay autoridades, como la ANA o el MINAGRI, que fácilmente podrían capacitarlos técnicamente, pero que no sienten ese apoyo de su parte. Al respecto un agricultor manifiesta:

“Con un mejor sistema de riego mejoraría bastante nuestra producción, pero nuestros políticos se duermen. Los políticos vienen a hacer campaña y luego se van. Lo que pedimos es que nos apoyen con créditos. Nos sentimos abandonados”
(Fausto De La Cruz – Sumbilca)

Si bien los agricultores manifiestan no hacer actualmente algo para contrarrestar los efectos de la caída en la producción de sus cultivos, muchos manifiestan que conocen de métodos para hacer frente a este problema como es cambiar su sistema de riego a uno por goteo.

Es importante demostrar que en el distrito Sumbilca la Asociación de Agricultores se encuentra en proceso de migrar su sistema de riego por uno tecnificado (riego por goteo). Manifiestan que vienen trabajando con el PSI (Proyecto Subsectorial de Irrigación), un proyecto del Estado Peruano que tiene como objetivo mejorar las condiciones operativas de los sistemas de riego, mediante obras de mejoramiento y rehabilitación.

CONCLUSIONES

1. Durante el periodo 2015 – 2019, se concluye que el distrito que muestra mayor cantidad de huella hídrica para la producción del melocotón en comparación con los otros, es Atavillos Bajo con un valor promedio de 1282.76 m³/ton siendo 1016.85 m³/ton agua de riego y 265.91 m³/ton proveniente de las precipitaciones; así mismo se concluye que el distrito con menor huella hídrica promedio durante el periodo 2015-2019 es Sumbilca con un valor de 878.12 m³/ton de las cuales 813.46 m³/ton proveniente de agua de riego y 64.66 m³/ton de las precipitaciones. El distrito donde se aprovecha más el agua proveniente de las precipitaciones es Atavillos Bajo con un 27% a comparación del distrito de Sumbilca que a pesar de contar con la misma disponibilidad de agua de lluvia solo aprovecha un 18% de esta agua; una hipótesis a este fenómeno es que el primer distrito inicia su producción en febrero y el segundo en marzo. El distrito con menor aprovechamiento de agua de lluvia es San Miguel de Acos con un 14% siendo el distrito que en comparación con los otros que empieza su producción “tarde”, en junio, en época seca. El distrito 27 de Noviembre cuenta con un aprovechamiento del 23% siendo el distrito que cuenta con mayor cantidad de agua proveniente de lluvias disponible.

Finalmente la suma promedio de los distritos productores de melocotón en la parte alta de la cuenca Chancay - Huaral es de 4386.41 m³/ton durante el periodo 2015-2019.

2. Se llegó a analizar los datos meteorológicos de precipitación, temperatura máxima y mínima de las estaciones de Santa Cruz, Pirca y Pallac en el periodo 2015 – 2019, concluyendo que se tiene un comportamiento climático acorde a la variación estacional. El año con mayor precipitación durante el periodo 2015 – 2019 para las estaciones Santa Cruz, Pirca y Pallac teniendo un valor de 588.2 mm, 689.1 mm y 608.9 mm respectivamente fue el 2017, esto se debió al Fenómeno del Niño Costero que causaron el incremento de volumen de las precipitaciones principalmente durante los meses de enero y febrero.

3. Se logró calcular los valores de la huella hídrica en los últimos años (2015 al 2019) para los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo siendo para el 2015, 781.89 m³/ton (670.24 m³/ton + 111.65 m³/ton), 841.16 m³/ton (724.17 m³/ton + 116.98 m³/ton), 962.75 m³/ton (822.26 m³/ton + 140.48 m³/ton) y 818.97 m³/ton (658.60 + 160.38 m³/ton) respectivamente. En el 2016 la huella hídrica (azul + verde) para el distrito 27 de Noviembre fue 867.20 m³/ton (776.15 m³/ton + 91.06 m³/ton), para San Miguel de Acos fue 853.80 m³/ton (814.22 m³/ton + 39.58 m³/ton), para Sumbilca 950.40 m³/ton (894.34 m³/ton + 56.06 m³/ton) y para Atavillos Bajo 1450.46 m³/ton (822.70 m³/ton + 627.76 m³/ton). En el 2017, fue 2658.27 m³/ton (2150.36 m³/ton + 507.91 m³/ton), 1386.26 m³/ton (1261.82 m³/ton + 124.44 m³/ton), 717.48 m³/ton (672.03 m³/ton + 45.45 m³/ton) y 1717.26 m³/ton (1498.21 m³/ton + 219.06 m³/ton) para los distritos 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo, en el 2018 la huella hídrica (azul + verde) fue de 2602.95 m³/ton (2227.68 m³/ton + 375.28 m³/ton), 1328.69 m³/ton (1207.37 m³/ton + 121.31 m³/ton), 711.97 m³/ton (697.14 m³/ton + 14.83 m³/ton) y 1749.77 m³/ton (1648.41 m³/ton + 101.36 m³/ton) respectivamente y finalmente en el 2019, la huella hídrica fue de 1111.83 m³/ton (945.86 m³/ton + 165.98 m³/ton), 918.98 m³/ton (824.22 m³/ton + 94.77 m³/ton), 1228.87 m³/ton (1132.84 m³/ton + 96.02 m³/ton) y 1153.16 m³/ton (1059.32 m³/ton + 93.83 m³/ton) para los distritos 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo respectivamente.

4. En los últimos cinco años la gran mayoría de agricultores de los distritos de 27 de Noviembre, San Miguel de Acos, Sumbilca y Atavillos Bajo han hecho poco o nada para contrarrestar los efectos climáticos en sus cultivos de melocotón, a pesar de que son conscientes de que estos efectos naturales afectan directamente en la cantidad de agua que se requiere para tener una buena producción. Ellos en su mayoría trabajan con un riego por gravedad sin llevar el control del agua que verdaderamente requieren y un horario de reparto de agua que no es beneficioso (para los de turno noche). Ellos además atribuyen a la ineficiencia y falta de apoyo de sus autoridades locales la baja de productividad. La mayoría consideran que la variabilidad de temperatura y la falta de agua sí afecta a sus cultivos de melocotón haciéndolos caer antes de tiempo por efectos de calor o menguando su productividad por falta de agua. Finalmente la mayoría de agricultores percibe una disminución de meses de lluvia trasladándose estas épocas hacia los primeros meses del año considerando abril la de mayor presencia de precipitaciones.

RECOMENDACIONES

- Ampliar los estudios de investigación en la sierra de Huaral, para cada cultivo que realizan: Palto, manzano, chirimoya y melocotón, con el fin de sensibilizar y enseñar a la población sobre la cantidad necesaria de agua que deberían de utilizar para sus cultivos.
- Con el fin de contar con información más exacta se recomienda trabajar con datos obtenidos directamente en campo, como es la profundidad radicular del cultivo, el coeficiente de cultivo ajustado a la zona, el agotamiento crítico, el factor de respuesta al rendimiento, entre otros.
- Recomendar a las entidades locales y/o regionales implementar estrategias de mitigación como es un sistema de alerta temprana para la producción del melocotón para disminuir el impacto generado por la variabilidad climática, asimismo mejorar la relación entre agricultores a través de capacitaciones, asesoría técnica, mejoramiento de proyectos para reservorios o limpieza de canales de riego.
- Es recomendable incluir el análisis de la cantidad de agua que se requiere para diluir los contaminantes utilizados para la producción del melocotón.

BIBLIOGRAFÍA

- Agromática. (en línea). *Como medir la textura del suelo*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de <https://www.agromatica.es/textura-del-suelo/>
- ANA. (2015). *Huella hídrica del Perú: sector agropecuario*. Recuperado el 28 de agosto de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/197>
- ANA. (2015). *Plan de Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca Chancay - Huaral*. Recuperado el 11 de noviembre de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/90>
- Atoccsa, R. (25 de noviembre de 2015). *Aplicación de riego deficitario de secado parcial, de la zona de raíces en el cultivo de durazno, mediante el riego por goteo (tesis pregrado)*. Recuperado el 2020, de Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/924>
- Bates, B. (2008). *El Cambio Climático y el Agua. Documento técnico del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Recuperado el 10 de noviembre de 2020, de <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/ipcc-en-espanol-publications/>
- Bazrafshan, O., Zamani, H., Dehganpir, S., & Ramezani, H. (2019). *Assessment of citrus water footprint components and impact of climatic and non-climatic factors on them*. Recuperado el 17 de agosto de 2020, de Scientia Horticulturae: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.069>
- Bernuy, P. (2018). *Escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (Solanum Tuberosum) en Huaros - provincia de Canta. (Tesis para obtener el título profesional de Ingeniería Ambiental)*. Recuperado el 24 de agosto de 2020, de Universidad Cesar Vallejo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/42766?locale-attribute=en>
- Castillo, F. (2019). *Análisis de la huella hídrica verde en la producción de la papa ante los efectos del cambio climático en la subcuenca del río Buin, 2013 - 2017 (tesis pregrado)*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de Universidad Nacional "Santiago Nuñez de Mayolo" : <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4086>

- Ccaira, C. (2017). *Efecto de la temperatura y precipitación sobre la agricultura en la cuenca Coata - Puno. (Tesis doctoral)*. Recuperado el 19 de agosto de 2020, de Universidad Nacional del Altiplano:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9531>
- Cerpa, G. (2018). *Determinación de la huella hídrica del cultivo de la cebolla, de la comisión de usuarios Pucchun del distrito Mariscal Cáceres - 2019 (tesis pregrado)*. Recuperado el 29 de setiembre de 2020, de Universidad Nacional San Agustín de Arequipa:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7552>
- Cueva, E. (2018). *Percepción del cambio climático y su influencia en las actividades agropecuarias de los pobladores de los caseríos ubicados en carretera Federico Besadre Km 64 - 75 Tramo Neshuya - Von Humbolt, Provincia de Abad, 2016. (Tesis pregrado)*. Recuperado el 17 de agosto de 2020, de Universidad Nacional de Ucayali:
<http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3855>
- Diez, A. (2002). *Inversiones privadas y derechos comunales*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de Pontificia Universidad Católica del Perú:
[http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F254FD96D0B79E8505257DDC00767652/\\$FILE/InversionesPrivadasYDerechosComunales.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F254FD96D0B79E8505257DDC00767652/$FILE/InversionesPrivadasYDerechosComunales.pdf)
- FAO. (2006). *Evapotranspiración de cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Recuperado el 8 de octubre de 2020, de <http://www.fao.org/docrep/pdf/009/x0490s/x0490s.pdf>
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>
- FAO. (2014). *Una huerta para todos: Manual de auto-instrucción*. Recuperado el 8 de noviembre de 2020, de <http://www.fao.org/3/a-i3846s.pdf>
- FAO. (en línea). *Manual Cropwat*. Recuperado el 15 de setiembre de 2020, de Slideshare: <https://es.slideshare.net/BldSaDsky/134972577-manualcropwat80espanol-52407646>
- FAO. (en línea). *Tierras y Aguas*. Recuperado el 13 de agosto de 2020, de <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/cropwat/es/>
- Farfán, F. (2017). *Percepción de los caficultores de los municipios de Salamina (Caldas), Santuario y Balboa (Risaralda), frente a la variabilidad climática*. Recuperado el 17 de agosto de 2020, de CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE CAFÉ: <http://hdl.handle.net/10778/961>

- Felipe-Obando, O., & Sanchez Bernardo, T. (2015). *Actualización de los escenarios de Disponibilidad Hídrica en el Perú en el contexto de Cambio Climático*. (SENAMHI, Ed.) Recuperado el 09 de setiembre de 2020, de SENAMHI: <https://hdl.handle.net/20.500.12542/435>
- Fuster, V. (2018). *“La simulación prospectiva mediante el software Cropwat para la determinación de la Huella Hídrica influye en los cultivos de la papa amarilla “Solanum Phureja” y el maíz choclo “Zea Mays” del distrito de Chaglla, departamento de Huánuco, 2018”*. Recuperado el 18 de agosto de 2020, de Universidad Cesar Vallejo: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/21820>
- Hernandez, Y. (2017). *Resiliencia y adaptación al cambio climático en agricultores pertenecientes a una asociación de productores agroecológicos en el Departamento de Sucre. (Tesis Magistral)*. Recuperado el 17 de agosto de 2020, de Universidad del Norte: <http://hdl.handle.net/10584/8374>
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *Water Footprint Manual*. Recuperado el 23 de agosto de 2020, de https://www.researchgate.net/profile/Mesfin_Mekonnen4/publication/228356003_Water_footprint_manual/links/02bfe50ced11c8dbef000000.pdf
- Huaral en línea. (3 de agosto de 2016). 4 distritos de provincia de Huaral han sido declarados en emergencia por el cambio climático. Youtube. Recuperado el 16 de agosto de 2020, de https://www.youtube.com/watch?v=ZVGXp_JjAxs&t=44s
- INEI. (2020). *Perú: Proyecciones de Población, Según Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*. Recuperado el 08 de setiembre de 2020
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de*. Recuperado el 13 de setiembre de 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf
- IPCC. (2013). *Glosario*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- IPCC. (2018). *Glosario*. Recuperado el 14 de noviembre de 2020, de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_WGII_glossary_ES.pdf
- Lopez, O. (2007). *Recomendaciones para el cultivo del melocotón (Prunus persica Stokes) en el occidente de Guatemala*.

- Medina-García, G., Ruiz-Corral, J., Rodríguez-Moreno, V., Soria-Ruiz, J., Díaz-Padilla, G., & Zarazúa, P. (2016). *Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México*. Recuperado el 17 de agosto de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263144472002>
- Mekonnen, M., & Hoeskstra, A. (2020). *Sustainability of the blue water footprint of crops*. Recuperado el 16 de agosto de 2020, de *Advances in Water Resources*: <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2020.103679>
- MINAGRI. (2015). *Manual N° 1. Organización de usuarios con fines agrarios*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4287>
- MINAM. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de <http://siar.minam.gob.pe/puno/documentos/glosario-terminos-gestion-ambiental-peruana>
- MINCETUR. (2007). *Plan operativo del durazno Region Lima Provincias*. Recuperado el 30 de noviembre de 2020, de <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/27714.PDF>
- Nelson, G., & et al. (2009). *Cambio Climático: El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. (IFPRI, Ed.) Recuperado el 10 de setiembre de 2020, de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adapcion.pdf
- SENAMHI . (2015). *"Actualización de los escenarios de disponibilidad hídrica en el Perú en contexto de cambio climático"*. Recuperado el 15 de setiembre de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12542/435>
- SENAMHI. (2017). *Manual de observaciones fenológicas*. Recuperado el 16 de agosto de 2020, de <https://hdl.handle.net/20.500.12542/272>
- SENAMHI. (2020). *Descarga de datos meteorológicos*. Recuperado el 07 de octubre de 2020, de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Soares, D., & Garcia, A. (2018). *ambio climático. Percepciones sobre manifestaciones, causas e impactos en el Distrito de Temporal Tecnificado Margaritas-Comitán, Chiapas*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de CIENCIA ergo-sum: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/104/10453975001/10453975001.pdf>

- Soares, D., Garcia, A., & Manzano Solis, L. R. (2018). *Cambio climático. Percepciones sobre manifestaciones, causas e impactos en el Distrito de Temporal Tecnificado Margaritas-Comitán, Chiapas*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10453975001>
- Torres, S. (2016). *Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (Solanum tuberosum) y quinua (Chenopodium quinoa Will.) en el departamento de Puno (Tesis pregrado)*. Recuperado el 18 de agosto de 2020, de Universidad Nacional Agraria La Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2581>
- UDEP. (s.f.). *Capítulo 2: Precipitación*. Recuperado el 14 de noviembre de 2020, de http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_136_147_89_1257.pdf
- UNALM. (2000). *Glosario de terminos agricolas*. Recuperado el 13 de noviembre de 2020, de [http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/16-p195%20a%20p202%20\(Glosario%20y%20Bibliografia\).pdf](http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Publicaciones/Datos%20b%C3%A1sicos/16-p195%20a%20p202%20(Glosario%20y%20Bibliografia).pdf)
- Vasquez - Garay, P. (2018). *Huella hídrica y sostenibilidad en la subcuenca del río Shullcas, provincia de Huancayo, Región Junín. (Tesis doctoral)*. Recuperado el 13 de agosto de 2020, de Universidad Nacional del Centro del Perú: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4856>

ANEXOS

ANEXO 1. Calculo del requerimiento hídrico para el componente azul y verde del cultivo del melocotón para los cuatro distritos

DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – Año 2015									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	2	Inic	0.80	3.05	18.3	17.2	4.0	17.2	1.1
Mar	3	Inic	0.80	2.98	32.7	24.4	8.3	24.4	8.3
Abr	1	Inic	0.80	2.9	29	19.9	9.1	19.9	9.1
Abr	2	Des	0.81	2.88	28.8	16.6	12.2	16.6	12.2
Abr	3	Des	0.87	2.99	29.9	11.3	18.6	11.3	18.6
May	1	Des	0.92	3.1	31	2.1	28.9	2.1	28.9
May	2	Des	0.97	3.19	31.9	0.0	31.9	0.0	31.9
May	3	Des	1.03	3.42	37.6	0.0	37.6	0.0	37.6
Jun	1	Med	1.08	3.64	36.4	0.3	36.1	0.3	36.1
Jun	2	Med	1.09	3.73	37.3	0.2	37.1	0.2	37.1
Jun	3	Med	1.09	3.85	38.5	0.1	38.4	0.1	38.4
Jul	1	Med	1.09	3.97	39.7	0.0	39.7	0.0	39.7
Jul	2	Fin	1.09	4.09	40.9	0.0	40.9	0.0	40.9
Jul	3	Fin	1.09	4.12	45.4	0.1	45.2	0.1	45.3
Ago	1	Fin	1.06	4.12	41.2	0.4	40.8	0.4	40.8
Ago	2	Fin	1.02	4.11	41.1	0.6	40.5	0.6	40.5
Ago	3	Fin	0.99	4.01	44.1	1.2	42.9	1.2	42.9
Sep	1	Fin	0.91	3.9	39	1.4	37.6	1.4	37.6
Sep	2	Fin	0.88	3.8	38	1.7	36.3	1.7	36.3
Sep	3	Fin	0.84	3.62	36.2	3.8	32.4	3.8	32.4
Oct	1	Fin	0.81	3.44	34.4	6.0	28.4	6.0	28.4
								107.3	644.1

DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – Año 2016									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	2	Inic	0.80	3.17	19	15.9	5.7	15.9	3.1
Mar	3	Inic	0.80	3.09	34	20.2	13.8	20.2	13.8
Abr	1	Inic	0.80	3.01	30.1	12.3	17.8	12.3	17.8
Abr	2	Des	0.81	2.99	29.9	6.1	23.8	6.1	23.8
Abr	3	Des	0.87	3.12	31.2	4.5	26.7	4.5	26.7
May	1	Des	0.92	3.26	32.6	3.0	29.5	3.0	29.6
May	2	Des	0.97	3.38	33.8	0.7	33.1	0.7	33.1
May	3	Des	1.03	3.62	39.8	0.5	39.3	0.5	39.3
Jun	1	Med	1.08	3.85	38.5	0.1	38.4	0.1	38.4
Jun	2	Med	1.09	3.94	39.4	0.0	39.4	0.0	39.4
Jun	3	Med	1.09	3.97	39.7	0.0	39.7	0.0	39.7
Jul	1	Med	1.09	4	40	0.0	40.0	0.0	40
Jul	2	Fin	1.09	4.02	40.2	0.0	40.2	0.0	40.2
Jul	3	Fin	1.06	4	44	0.0	44.0	0.0	44
Ago	1	Fin	1.02	3.94	39.4	0.0	39.4	0.0	39.4
Ago	2	Fin	0.99	3.88	38.8	0.0	38.8	0.0	38.8
Ago	3	Fin	0.95	3.82	42	0.1	41.9	0.1	41.9
Sep	1	Fin	0.91	3.75	37.5	3.2	34.4	3.2	34.3
Sep	2	Fin	0.88	3.69	36.9	4.8	32.1	4.8	32.1
Sep	3	Fin	0.84	3.54	35.4	4.3	31.1	4.3	31.1
Oct	1	Fin	0.80	3.4	34	3.7	30.3	3.7	30.3
								79.4	676.8

DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – Año 2017									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	2	Inic	0.80	3.04	18.2	31.6	0.0	18.2	0.0
Mar	3	Inic	0.80	2.97	32.7	40.4	0.0	32.7	0.0
Abr	1	Inic	0.80	2.90	29.0	24.2	4.8	24.2	4.8
Abr	2	Des	0.81	2.88	28.8	13.0	15.8	13.0	15.8
Abr	3	Des	0.87	2.99	29.9	10.6	19.3	10.6	19.3
May	1	Des	0.92	3.10	31.0	8.8	22.2	8.8	22.2
May	2	Des	0.97	3.20	32.0	5.3	26.7	5.3	26.7
May	3	Des	1.03	3.43	37.7	3.5	34.2	3.5	34.2
Jun	1	Med	1.08	3.66	36.6	0.1	36.4	0.1	36.5
Jun	2	Med	1.09	3.75	37.5	0.0	37.5	0.0	37.5
Jun	3	Med	1.09	3.80	38.0	0.0	38.0	0.0	38.0
Jul	1	Med	1.09	3.86	38.6	0.0	38.6	0.0	38.6
Jul	2	Fin	1.09	3.91	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1
Jul	3	Fin	1.06	3.96	43.6	0.1	43.5	0.1	43.5
Ago	1	Fin	1.02	3.98	39.8	0.4	39.3	0.4	39.4
Ago	2	Fin	0.99	3.98	39.8	0.6	39.2	0.6	39.2
Ago	3	Fin	0.95	3.90	42.9	1.6	41.3	1.6	41.3
Sep	1	Fin	0.91	3.81	38.1	2.0	36.1	2.0	36.1
Sep	2	Fin	0.88	3.72	37.2	2.6	34.6	2.6	34.6
Sep	3	Fin	0.84	3.52	35.2	6.0	29.2	6.0	29.2
Oct	1	Fin	0.81	3.33	33.3	11.5	21.7	11.5	21.8
								141.2	597.8

DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – Año 2018									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	2	Inic	0.80	17.8	17.8	19.1	2.0	17.8	0.0
Mar	3	Inic	0.80	31.8	31.8	25.4	6.5	25.4	6.4
Abr	1	Inic	0.80	28.1	28.1	17.3	10.9	17.3	10.8
Abr	2	Des	0.81	27.8	27.8	11.6	16.3	11.6	16.2
Abr	3	Des	0.86	28.8	28.8	8.9	19.9	8.9	19.9
May	1	Des	0.92	29.6	29.6	5.8	23.8	5.8	23.8
May	2	Des	0.97	30.4	30.4	2.5	27.9	2.5	27.9
May	3	Des	1.02	35.2	35.2	2.3	32.9	2.3	32.9
Jun	1	Med	1.07	33.5	33.5	2.4	31.0	2.4	31.1
Jun	2	Med	1.08	33.7	33.7	1.9	31.8	1.9	31.8
Jun	3	Med	1.08	34.6	34.6	1.3	33.3	1.3	33.3
Jul	1	Med	1.08	35.4	35.4	0.1	35.3	0.1	35.3
Jul	2	Fin	1.08	36.2	36.2	0.0	36.2	0.0	36.2
Jul	3	Fin	1.05	40.5	40.5	0.0	40.5	0.0	40.5
Ago	1	Fin	1.02	37.1	37.1	0.0	37.1	0.0	37.1
Ago	2	Fin	0.98	37.3	37.3	0.0	37.3	0.0	37.3
Ago	3	Fin	0.95	41.5	41.5	0.1	41.3	0.1	41.4
Sep	1	Fin	0.91	37.9	37.9	0.1	37.9	0.1	37.8
Sep	2	Fin	0.87	38.1	38.1	0.1	38.0	0.1	38.0
Sep	3	Fin	0.84	36.1	36.1	1.4	34.6	1.4	34.7
Oct	1	Fin	0.80	34	34.0	2.7	31.3	2.7	31.3
								101.7	603.7

DISTRITO DE 27 DE NOVIEMBRE – Año 2019									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	2	Inic	0.80	3.08	18.5	21.2	0.8	18.5	0.0
Mar	3	Inic	0.80	2.99	32.9	27.5	5.4	27.5	5.4
Abr	1	Inic	0.80	2.9	29.0	17.6	11.4	17.6	11.4
Abr	2	Des	0.82	2.87	28.7	10.4	18.2	10.4	18.3
Abr	3	Des	0.87	2.98	29.8	7.7	22.1	7.7	22.1
May	1	Des	0.92	3.09	30.9	4.7	26.2	4.7	26.2
May	2	Des	0.98	3.19	31.9	1.1	30.8	1.1	30.8
May	3	Des	1.04	3.48	38.3	0.8	37.5	0.8	37.5
Jun	1	Med	1.09	3.76	37.6	0.1	37.5	0.1	37.5
Jun	2	Med	1.10	3.9	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jun	3	Med	1.10	3.9	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jul	1	Med	1.10	3.9	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jul	2	Fin	1.10	3.9	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jul	3	Fin	1.07	4.05	44.6	0.0	44.6	0.0	44.6
Ago	1	Fin	1.03	4.17	41.7	0.0	41.7	0.0	41.7
Ago	2	Fin	1.00	4.27	42.7	0.0	42.7	0.0	42.7
Ago	3	Fin	0.96	4.06	44.6	0.1	44.5	0.1	44.5
Sep	1	Fin	0.93	3.85	38.5	4.4	34.1	4.4	34.1
Sep	2	Fin	0.89	3.66	36.6	6.6	29.9	6.6	30.0
Sep	3	Fin	0.85	3.53	35.3	6.7	28.5	6.7	28.6
Oct	1	Fin	0.82	3.4	34.0	6.0	28.0	6.0	28.0
								112.2	639.4

DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS – Año 2015									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Jun	2	Inic	0.80	2.77	16.6	0.0	16.6	0.0	16.6
Jun	3	Inic	0.80	2.84	28.4	0.0	28.4	0.0	28.4
Jul	1	Des	0.81	2.95	29.5	0.0	29.5	0.0	29.5
Jul	2	Des	0.86	3.22	32.2	0.0	32.2	0.0	32.2
Jul	3	Des	0.92	3.55	39.0	0.1	38.9	0.1	38.9
Ago	1	Des	0.98	3.89	38.9	0.9	38.0	0.9	38.0
Ago	2	Des	1.03	4.23	42.3	1.3	41.0	1.3	41.0
Ago	3	Med	1.07	4.52	49.7	2.1	47.6	2.1	47.6
Sep	1	Med	1.08	4.65	46.5	2.7	43.8	2.7	43.8
Sep	2	Med	1.08	4.78	47.8	3.4	44.4	3.4	44.4
Sep	3	Fin	1.06	4.73	47.3	5.5	41.9	5.5	41.8
Oct	1	Fin	1.02	4.58	45.8	8.0	37.8	8.0	37.8
Oct	2	Fin	0.98	4.42	44.2	10.1	34.1	10.1	34.1
Oct	3	Fin	0.94	4.27	47.0	10.7	36.2	10.7	36.3
Nov	1	Fin	0.90	4.12	41.2	10.9	30.3	10.9	30.3
Nov	2	Fin	0.86	3.98	39.8	11.6	28.2	11.6	28.2
Nov	3	Fin	0.82	3.78	37.8	13.8	23.9	13.8	24.0
Dic	1	Fin	0.78	3.58	35.8	16.3	19.5	16.3	19.5
Dic	2	Fin	0.76	3.46	3.5	1.8	3.5	1.8	1.7
								99.2	614.1

DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS – Año 2016									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Jun	2	Inic	0.80	2.78	16.7	0.0	16.7	0.0	16.7
Jun	3	Inic	0.80	2.80	28.0	0.0	28.0	0.0	28.0
Jul	1	Des	0.81	2.86	28.6	0.0	28.6	0.0	28.6
Jul	2	Des	0.86	3.05	30.5	0.0	30.5	0.0	30.5
Jul	3	Des	0.91	3.38	37.2	0.0	37.2	0.0	37.2
Ago	1	Des	0.97	3.72	37.2	0.0	37.2	0.0	37.2
Ago	2	Des	1.02	4.07	40.7	0.0	40.7	0.0	40.7
Ago	3	Med	1.06	4.32	47.5	0.1	47.4	0.1	47.4
Sep	1	Med	1.06	4.43	44.3	2.1	42.2	2.1	42.2
Sep	2	Med	1.06	4.53	45.3	3.1	42.2	3.1	42.2
Sep	3	Fin	1.04	4.57	45.7	2.8	42.9	2.8	42.9
Oct	1	Fin	1.01	4.50	45.0	2.3	42.7	2.3	42.7
Oct	2	Fin	0.97	4.42	44.2	2.1	42.2	2.1	42.1
Oct	3	Fin	0.93	4.33	47.6	1.5	46.1	1.5	46.1
Nov	1	Fin	0.89	4.22	42.2	0.1	42.1	0.1	42.1
Nov	2	Fin	0.86	4.12	41.2	0.0	41.2	0.0	41.2
Nov	3	Fin	0.82	3.78	37.8	0.8	37.0	0.8	37.0
Dic	1	Fin	0.78	3.39	33.9	15.1	18.8	15.1	18.8
Dic	2	Fin	0.76	3.12	3.1	2.3	3.1	2.3	0.8
								32.3	664.4

DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS – Año 2017									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Jun	2	Inic	0.80	2.59	15.2	0.0	15.2	0.0	15.2
Jun	3	Inic	0.80	2.63	26.3	0.0	26.3	0.0	26.3
Jul	1	Des	0.81	2.76	27.6	0.0	27.6	0.0	27.6
Jul	2	Des	0.86	3.04	30.4	0.8	30.4	0.8	29.6
Jul	3	Des	0.92	3.38	37.1	0.1	37.0	0.1	37.0
Ago	1	Des	0.98	3.73	37.3	0.3	36.9	0.3	37.0
Ago	2	Des	1.03	4.08	40.8	0.5	40.3	0.5	40.3
Ago	3	Med	1.07	4.36	48.0	1.1	46.8	1.1	46.9
Sep	1	Med	1.07	4.49	44.9	1.1	43.8	1.1	43.8
Sep	2	Med	1.07	4.61	46.1	1.3	44.8	1.3	44.8
Sep	3	Fin	1.06	4.57	45.7	4.7	41.0	4.7	41.0
Oct	1	Fin	1.02	4.42	44.2	10.1	34.1	10.1	34.1
Oct	2	Fin	0.98	4.27	42.7	14.0	28.7	14.0	28.7
Oct	3	Fin	0.94	4.15	45.7	10.6	35.0	10.6	35.1
Nov	1	Fin	0.90	4.03	40.3	5.3	35.0	5.3	35.0
Nov	2	Fin	0.86	3.91	39.1	2.1	37.0	2.1	37.0
Nov	3	Fin	0.82	3.69	36.9	4.3	32.5	4.3	32.6
Dic	1	Fin	0.78	3.46	34.6	4.8	29.8	4.8	29.8
Dic	2	Fin	0.76	3.33	3.3	0.5	3.3	0.5	2.8
								61.6	624.6

DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS – Año 2018									
Mes	Década	Etapas	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Jun	2	Inic	0.80	2.50	15.0	0.4	14.7	0.4	14.6
Jun	3	Inic	0.80	2.56	25.6	0.5	25.1	0.5	25.1
Jul	1	Des	0.81	2.64	26.4	0.1	26.3	0.1	26.3
Jul	2	Des	0.86	2.86	28.6	0.0	28.6	0.0	28.6
Jul	3	Des	0.92	3.20	35.2	0.0	35.2	0.0	35.2
Ago	1	Des	0.97	3.55	35.5	0.0	35.5	0.0	35.5
Ago	2	Des	1.02	3.91	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1
Ago	3	Med	1.06	4.21	46.3	0.1	46.2	0.1	46.2
Sep	1	Med	1.06	4.37	43.7	0.0	43.7	0.0	43.7
Sep	2	Med	1.06	4.53	45.3	0.0	45.3	0.0	45.3
Sep	3	Fin	1.05	4.49	44.9	1.8	43.1	1.8	43.1
Oct	1	Fin	1.01	4.35	43.5	5.8	37.8	5.8	37.7
Oct	2	Fin	0.97	4.21	42.1	8.4	33.7	8.4	33.7
Oct	3	Fin	0.93	4.06	44.7	8.3	36.3	8.3	36.4
Nov	1	Fin	0.89	3.91	39.1	7.7	31.4	7.7	31.4
Nov	2	Fin	0.85	3.77	37.7	7.8	29.8	7.8	29.9
Nov	3	Fin	0.81	3.62	36.2	9.3	26.9	9.3	26.9
Dic	1	Fin	0.77	3.47	34.7	9.7	25.0	9.7	25.0
Dic	2	Fin	0.75	3.40	3.4	1.0	3.4	1.0	2.4
								60.9	606.1

DISTRITO SAN MIGUEL DE ACOS – Año 2019									
Mes	Década	Etapas	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Jun	2	Inic	0.80	2.67	16.0	0.0	16.0	0.0	16.0
Jun	3	Inic	0.80	2.68	26.8	0.0	26.8	0.0	26.8
Jul	1	Des	0.81	2.73	27.3	0.0	27.2	0.0	27.3
Jul	2	Des	0.86	2.91	29.1	0.0	29.1	0.0	29.1
Jul	3	Des	0.92	3.29	36.2	0.1	36.1	0.1	36.1
Ago	1	Des	0.97	3.83	38.3	0.2	38.0	0.2	38.1
Ago	2	Des	1.02	4.32	43.2	0.3	42.8	0.3	42.9
Ago	3	Med	1.06	3.83	42.1	1.0	41.1	1.0	41.1
Sep	1	Med	1.06	2.76	27.6	1.4	26.1	1.4	26.2
Sep	2	Med	1.06	2.00	20.0	1.9	18.0	1.9	18.1
Sep	3	Fin	1.05	2.87	28.7	3.9	24.8	3.9	24.8
Oct	1	Fin	1.01	3.93	39.3	6.6	32.7	6.6	32.7
Oct	2	Fin	0.97	4.51	45.1	8.7	36.4	8.7	36.4
Oct	3	Fin	0.93	4.23	46.6	7.9	38.7	7.9	38.7
Nov	1	Fin	0.89	3.90	39.0	5.8	33.2	5.8	33.2
Nov	2	Fin	0.85	3.71	37.1	4.9	32.2	4.9	32.2
Nov	3	Fin	0.82	3.54	35.4	8.1	27.3	8.1	27.3
Dic	1	Fin	0.78	3.37	33.7	11.2	22.4	11.2	22.5
Dic	2	Fin	0.76	3.27	3.3	1.4	3.3	1.4	1.9
								63.4	551.4

DISTRITO DE SUMBILCA – Año 2015									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	1	Inic	0.80	34.5	34.5	34.1	0.5	34.1	0.4
Mar	2	Inic	0.80	34.2	34.2	41.4	0.0	34.2	0.0
Mar	3	Des	0.80	36.6	36.6	29.7	6.9	29.7	6.9
Abr	1	Des	0.83	33.5	33.5	13.8	19.7	13.8	19.7
Abr	2	Des	0.87	34.2	34.2	3.2	31.0	3.2	31.0
Abr	3	Des	0.91	35	35.0	2.1	32.8	2.1	32.9
May	1	Des	0.95	35.6	35.6	0.1	35.5	0.1	35.5
May	2	Des	0.99	36.2	36.2	0.0	36.2	0.0	36.2
May	3	Med	1.04	41.6	41.6	0.0	41.6	0.0	41.6
Jun	1	Med	1.05	38.3	38.3	0.0	38.3	0.0	38.3
Jun	2	Med	1.05	38.3	38.3	0.0	38.3	0.0	38.3
Jun	3	Med	1.05	39.2	39.2	0.0	39.2	0.0	39.2
Jul	1	Fin	1.05	40.1	40.1	0.0	40.1	0.0	40.1
Jul	2	Fin	1.02	40.1	40.1	0.0	40.1	0.0	40.1
Jul	3	Fin	0.99	44.8	44.8	0.1	44.7	0.1	44.7
Ago	1	Fin	0.96	41.2	41.2	0.5	40.7	0.5	40.7
Ago	2	Fin	0.93	41.5	41.5	0.7	40.9	0.7	40.8
Ago	3	Fin	0.89	45.6	45.6	0.6	44.9	0.6	45.0
Sep	1	Fin	0.86	41.2	41.2	0.5	40.7	0.5	40.7
Sep	2	Fin	0.83	40.9	40.9	0.4	40.6	0.4	40.5
Sep	3	Fin	0.80	39.3	39.3	0.9	38.4	0.9	38.4
Oct	1	Fin	0.77	22.8	22.8	0.9	22.1	0.9	21.9
								121.8	712.9

DISTRITO DE SUMBILCA – Año 2016									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	1	Inic	0.8	3.58	35.8	17.7	18.1	17.7	18.1
Mar	2	Inic	0.8	3.53	35.3	17.9	17.4	17.9	17.4
Mar	3	Des	0.8	3.43	37.7	12.0	25.7	12.0	25.7
Abr	1	Des	0.83	3.44	34.4	0.4	34.0	0.4	34.0
Abr	2	Des	0.87	3.5	35.0	0.0	35.0	0.0	35.0
Abr	3	Des	0.91	3.6	36.0	0.0	36.0	0.0	36.0
May	1	Des	0.95	3.7	37.0	0.0	37.0	0.0	37.0
May	2	Des	0.99	3.8	38.0	0.0	38.0	0.0	38.0
May	3	Med	1.03	3.91	43.0	0.0	43.0	0.0	43.0
Jun	1	Med	1.05	3.91	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1
Jun	2	Med	1.05	3.86	38.6	0.0	38.6	0.0	38.6
Jun	3	Med	1.05	3.94	39.4	0.0	39.4	0.0	39.4
Jul	1	Fin	1.05	4.01	40.1	0.0	40.1	0.0	40.1
Jul	2	Fin	1.02	3.99	39.9	0.0	39.9	0.0	39.9
Jul	3	Fin	0.99	4.02	44.2	0.0	44.2	0.0	44.2
Ago	1	Fin	0.96	4.04	40.4	0.0	40.4	0.0	40.4
Ago	2	Fin	0.92	4.06	40.6	0.0	40.6	0.0	40.6
Ago	3	Fin	0.89	4.02	44.2	0.1	44.1	0.1	44.1
Sep	1	Fin	0.86	3.97	39.7	0.4	39.3	0.4	39.3
Sep	2	Fin	0.83	3.82	39.2	0.6	38.6	0.6	38.6
Sep	3	Fin	0.79	3.86	38.6	0.4	38.2	0.4	38.2
Oct	1	Fin	0.77	3.83	23.0	0.0	23.0	0.0	23.0
								49.5	789.7

DISTRITO DE SUMBILCA – Año 2017									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	1	Inic	0.8	3.32	33.2	24.9	8.3	24.9	8.3
Mar	2	Inic	0.8	3.28	32.8	13.6	19.2	13.6	19.2
Mar	3	Des	0.8	3.22	35.4	9.3	26.2	9.3	26.1
Abr	1	Des	0.83	3.27	32.7	1.8	30.9	1.8	30.9
Abr	2	Des	0.87	3.37	33.7	0.0	33.7	0.0	33.7
Abr	3	Des	0.91	3.44	34.4	0.0	34.4	0.0	34.4
May	1	Des	0.95	3.51	35.1	0.0	34.9	0.0	35.1
May	2	Des	0.99	3.56	35.6	0.0	35.6	0.0	35.6
May	3	Med	1.04	3.71	40.9	0.0	40.9	0.0	40.9
Jun	1	Med	1.05	3.77	37.7	0.0	37.7	0.0	37.7
Jun	2	Med	1.05	3.77	37.7	0.0	37.7	0.0	37.7
Jun	3	Med	1.05	3.9	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jul	1	Fin	1.05	4.02	40.2	0.0	40.2	0.0	40.2
Jul	2	Fin	1.03	4.06	40.6	0.0	40.6	0.0	40.6
Jul	3	Fin	0.99	4.08	44.8	0.0	44.8	0.0	44.8
Ago	1	Fin	0.96	4.09	40.9	0.0	40.9	0.0	40.9
Ago	2	Fin	0.93	4.09	40.9	0.0	40.9	0.0	40.9
Ago	3	Fin	0.89	4.06	44.7	0.1	44.5	0.1	44.6
Sep	1	Fin	0.86	4.02	40.2	0.5	39.8	0.5	39.7
Sep	2	Fin	0.83	3.98	39.8	0.7	39.1	0.7	39.1
Sep	3	Fin	0.8	3.83	38.3	0.7	37.6	0.7	37.6
Oct	1	Fin	0.77	3.71	22.2	0.4	21.9	0.4	21.8
								52.0	768.8

DISTRITO DE SUMBILCA – Año 2018									
Mes	Década	Etapa	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	1	Inic	0.8	3.44	34.4	9.0	25.4	9.0	25.4
Mar	2	Inic	0.8	3.41	34.1	3.5	30.5	3.5	30.6
Mar	3	Des	0.8	3.3	36.3	2.4	33.9	2.4	33.9
Abr	1	Des	0.83	3.29	32.9	0.1	32.8	0.1	32.8
Abr	2	Des	0.87	3.33	33.3	0.0	33.3	0.0	33.3
Abr	3	Des	0.91	3.4	34.0	0.0	34.0	0.0	34.0
May	1	Des	0.95	3.45	34.5	0.0	34.5	0.0	34.5
May	2	Des	0.99	3.5	35.0	0.0	35.0	0.0	35.0
May	3	Med	1.03	3.68	40.5	0.0	40.5	0.0	40.5
Jun	1	Med	1.05	3.76	37.6	0.0	37.6	0.0	37.6
Jun	2	Med	1.05	3.8	38.0	0.0	38.0	0.0	38.0
Jun	3	Med	1.05	3.86	38.6	0.0	38.6	0.0	38.6
Jul	1	Fin	1.05	3.91	39.1	0.0	39.1	0.0	39.1
Jul	2	Fin	1.02	3.89	38.9	0.0	38.9	0.0	38.9
Jul	3	Fin	0.99	3.99	43.9	0.0	43.9	0.0	43.9
Ago	1	Fin	0.96	4.07	40.7	0.0	40.7	0.0	40.7
Ago	2	Fin	0.93	4.15	41.5	0.0	41.5	0.0	41.5
Ago	3	Fin	0.89	4.12	45.3	0.1	45.2	0.1	45.2
Sep	1	Fin	0.86	4.08	40.8	0.4	40.4	0.4	40.4
Sep	2	Fin	0.83	4.04	40.4	0.7	39.8	0.7	39.7
Sep	3	Fin	0.8	3.87	38.7	0.8	37.9	0.8	37.9
Oct	1	Fin	0.77	3.73	22.4	0.1	22.3	0.1	22.3
								17.1	803.8

DISTRITO DE SUMBILCA – Año 2019									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Mar	1	Inic	0.8	3.51	35.1	16.1	19.0	16.1	19.0
Mar	2	Inic	0.8	3.49	34.9	24.1	10.8	24.1	10.8
Mar	3	Des	0.8	3.4	37.4	16.7	20.7	16.7	20.7
Abr	1	Des	0.83	3.41	34.1	5.5	28.7	5.5	28.6
Abr	2	Des	0.87	3.48	34.8	0.0	34.8	0.0	34.8
Abr	3	Des	0.91	3.54	35.4	0.0	35.4	0.0	35.4
May	1	Des	0.95	3.6	36.0	0.1	35.8	0.1	35.9
May	2	Des	1	3.64	36.4	0.0	36.4	0.0	36.4
May	3	Med	1.04	3.81	41.9	0.0	41.9	0.0	41.9
Jun	1	Med	1.05	3.87	38.7	0.0	38.7	0.0	38.7
Jun	2	Med	1.05	3.88	38.8	0.0	38.8	0.0	38.8
Jun	3	Med	1.05	3.93	39.3	0.0	39.3	0.0	39.3
Jul	1	Fin	1.05	3.97	39.7	0.0	39.7	0.0	39.7
Jul	2	Fin	1.03	3.93	39.3	0.0	39.7	0.0	39.3
Jul	3	Fin	1	4.04	44.4	0.1	44.4	0.1	44.3
Ago	1	Fin	0.96	4.14	41.4	0.1	41.2	0.1	41.3
Ago	2	Fin	0.93	4.22	42.2	0.2	42.1	0.2	42.0
Ago	3	Fin	0.9	4.11	45.2	0.3	44.9	0.3	44.9
Sep	1	Fin	0.86	4	40.0	0.5	39.5	0.5	39.5
Sep	2	Fin	0.83	3.88	38.8	0.6	38.3	0.6	38.2
Sep	3	Fin	0.8	3.81	38.1	0.7	37.3	0.7	37.4
Oct	1	Fin	0.77	3.75	22.5	0.2	22.3	0.2	22.3
								65.2	769.2

DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – Año 2015									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Feb	2	Inic	0.8	3.53	21.2	10.1	12.7	10.1	11.1
Feb	3	Inic	0.8	3.49	27.9	23.0	5.0	23.0	4.9
Mar	1	Inic	0.8	3.45	34.5	34.1	0.5	34.1	0.4
Mar	2	Des	0.8	3.44	34.4	41.4	0.0	34.4	0.0
Mar	3	Des	0.84	3.51	38.7	29.7	9.0	29.7	9.0
Abr	1	Des	0.89	3.61	36.1	13.8	22.3	13.8	22.3
Abr	2	Des	0.94	3.69	36.9	3.2	33.7	3.2	33.7
Abr	3	Des	0.98	3.77	37.7	2.1	35.6	2.1	35.6
May	1	Des	1.03	3.86	38.5	0.1	38.3	0.1	38.4
May	2	Med	1.05	3.82	38.2	0.0	38.2	0.0	38.2
May	3	Med	1.05	3.82	42.0	0.0	42.0	0.0	42.0
Jun	1	Med	1.05	3.82	38.2	0.0	38.2	0.0	38.2
Jun	2	Fin	1.05	3.82	38.2	0.0	38.2	0.0	38.2
Jun	3	Fin	1.02	3.83	38.3	0.0	38.3	0.0	38.3
Jul	1	Fin	0.99	3.79	37.9	0.0	37.9	0.0	37.9
Jul	2	Fin	0.96	3.75	37.5	0.0	37.5	0.0	37.5
Jul	3	Fin	0.92	3.79	41.7	0.1	41.6	0.1	41.6
Ago	1	Fin	0.89	3.81	38.1	0.5	37.7	0.5	37.6
Ago	2	Fin	0.85	3.83	38.3	0.7	37.6	0.7	37.6
Ago	3	Fin	0.82	3.8	41.8	0.6	41.1	0.6	41.2
Sep	1	Fin	0.78	3.76	37.6	0.5	37.1	0.5	37.1
Sep	2	Fin	0.76	3.78	7.6	0.1	7.6	0.1	7.5
								153.0	628.3

DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – Año 2016									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Feb	2	Inic	0.80	3.69	22.2	10.4	13.5	10.4	11.8
Feb	3	Inic	0.80	3.64	29.1	16.9	12.2	16.9	12.2
Mar	1	Inic	0.80	3.58	35.8	17.7	18.1	17.7	18.1
Mar	2	Des	0.80	3.55	35.5	17.9	17.6	17.9	17.6
Mar	3	Des	0.84	3.62	39.8	12.0	27.8	12.0	27.8
Abr	1	Des	0.89	3.70	37.0	0.4	36.6	0.4	36.6
Abr	2	Des	0.94	3.77	37.7	0.0	37.7	0.0	37.7
Abr	3	Des	0.98	3.88	38.8	0.0	38.8	0.0	38.8
May	1	Des	1.02	3.99	39.9	0.0	39.8	0.0	39.9
May	2	Med	1.04	4.00	40.0	0.0	40.0	0.0	40.0
May	3	Med	1.04	3.95	43.4	0.0	43.4	0.0	43.4
Jun	1	Med	1.04	3.90	39.0	0.0	39.0	0.0	39.0
Jun	2	Fin	1.04	3.85	38.5	0.0	38.5	0.0	38.5
Jun	3	Fin	1.02	3.84	38.4	0.0	38.4	0.0	38.4
Jul	1	Fin	0.99	3.79	37.9	0.0	37.9	0.0	37.9
Jul	2	Fin	0.96	3.72	37.2	0.0	37.2	0.0	37.2
Jul	3	Fin	0.92	3.74	41.1	0.0	41.1	0.0	41.1
Ago	1	Fin	0.89	3.74	37.4	0.0	37.4	0.0	37.4
Ago	2	Fin	0.85	3.74	37.4	0.0	37.4	0.0	37.4
Ago	3	Fin	0.82	3.68	40.5	0.1	40.4	0.1	40.4
Sep	1	Fin	0.78	3.62	36.2	0.4	35.8	0.4	35.8
Sep	2	Fin	0.76	3.61	7.2	0.1	7.0	0.1	7.1
								75.9	714.1

DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – Año 2017									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Feb	2	Inic	0.80	3.41	20.4	31.4	0.0	20.4	0.0
Feb	3	Inic	0.80	3.36	26.9	40.2	0.0	26.9	0.0
Mar	1	Inic	0.80	3.32	33.2	24.9	8.3	24.9	8.3
Mar	2	Des	0.80	3.30	33.0	13.6	19.3	13.6	19.4
Mar	3	Des	0.84	3.40	37.4	9.3	28.1	9.3	28.1
Abr	1	Des	0.89	3.52	35.2	1.8	33.4	1.8	33.4
Abr	2	Des	0.93	3.62	36.2	0.0	36.2	0.0	36.2
Abr	3	Des	0.98	3.70	37.0	0.0	37.0	0.0	37.0
May	1	Des	1.02	3.76	37.6	0.1	37.5	0.1	37.5
May	2	Med	1.04	3.73	37.3	0.0	37.3	0.0	37.3
May	3	Med	1.04	3.73	41.1	0.0	41.1	0.0	41.1
Jun	1	Med	1.04	3.74	37.4	0.0	37.4	0.0	37.4
Jun	2	Fin	1.04	3.74	37.4	0.0	37.4	0.0	37.4
Jun	3	Fin	1.02	3.79	37.9	0.0	37.9	0.0	37.9
Jul	1	Fin	0.99	3.79	37.9	0.0	37.9	0.0	37.9
Jul	2	Fin	0.96	3.78	37.8	0.0	37.8	0.0	37.8
Jul	3	Fin	0.92	3.78	41.6	0.0	41.6	0.0	41.6
Ago	1	Fin	0.89	3.78	37.8	0.0	37.8	0.0	37.8
Ago	2	Fin	0.85	3.77	37.7	0.0	37.7	0.0	37.7
Ago	3	Fin	0.82	3.73	41.0	0.1	40.9	0.1	40.9
Sep	1	Fin	0.79	3.67	36.7	0.5	36.3	0.5	36.2
Sep	2	Fin	0.77	3.68	7.4	0.1	7.4	0.1	7.3
								97.7	668.2

DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – Año 2018									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Feb	2	Inic	0.80	3.51	21.1	13.0	10.3	13.0	8.1
Feb	3	Inic	0.80	3.48	27.8	16.0	11.8	16.0	11.8
Mar	1	Inic	0.80	3.44	34.4	9.0	25.4	9.0	25.4
Mar	2	Des	0.80	3.43	34.3	3.5	30.7	3.5	30.8
Mar	3	Des	0.85	3.48	38.3	2.4	35.9	2.4	35.9
Abr	1	Des	0.89	3.55	35.5	0.1	35.4	0.1	35.4
Abr	2	Des	0.94	3.60	36.0	0.0	36.0	0.0	36.0
Abr	3	Des	0.98	3.67	36.7	0.0	36.7	0.0	36.7
May	1	Des	1.03	3.74	37.4	0.0	37.4	0.0	37.4
May	2	Med	1.05	3.70	37.0	0.0	37.0	0.0	37.0
May	3	Med	1.05	3.74	41.1	0.0	41.1	0.0	41.1
Jun	1	Med	1.05	3.77	37.7	0.0	37.7	0.0	37.7
Jun	2	Fin	1.05	3.80	38.0	0.0	38.0	0.0	38.0
Jun	3	Fin	1.03	3.78	37.8	0.0	37.8	0.0	37.8
Jul	1	Fin	0.99	3.71	37.1	0.0	37.1	0.0	37.1
Jul	2	Fin	0.96	3.64	36.4	0.0	36.4	0.0	36.4
Jul	3	Fin	0.92	3.72	40.9	0.0	40.9	0.0	40.9
Ago	1	Fin	0.89	3.78	37.8	0.0	37.8	0.0	37.8
Ago	2	Fin	0.85	3.83	38.3	0.0	38.3	0.0	38.3
Ago	3	Fin	0.82	3.78	41.6	0.1	41.5	0.1	41.5
Sep	1	Fin	0.78	3.72	37.2	0.4	36.8	0.4	36.8
Sep	2	Fin	0.76	3.73	7.5	0.1	7.5	0.1	7.4
								44.6	725.3

DISTRITO DE ATAVILLOS BAJO – Año 2019									
Mes	Década	Etap	K _c Coef	ET _c mm/día	ET _c mm/dec	Prec. Efec mm/dec	Req Riego mm/día	ET verde	ET azul
Feb	2	Inic	0.80	3.53	21.2	0.0	21.2	0.0	21.2
Feb	3	Inic	0.80	3.52	28.2	0.1	28.1	0.1	28.1
Mar	1	Inic	0.80	3.51	35.1	16.1	19.0	16.1	19.0
Mar	2	Des	0.80	3.51	35.1	24.1	11.0	24.1	11.0
Mar	3	Des	0.85	3.59	39.5	16.7	22.8	16.7	22.8
Abr	1	Des	0.89	3.69	36.9	5.5	31.4	5.5	31.4
Abr	2	Des	0.94	3.76	37.6	0.0	37.6	0.0	37.6
Abr	3	Des	0.99	3.83	38.3	0.0	38.3	0.0	38.3
May	1	Des	1.03	3.89	38.9	0.1	38.7	0.1	38.8
May	2	Med	1.05	3.84	38.4	0.0	38.4	0.0	38.4
May	3	Med	1.05	3.85	42.4	0.0	42.4	0.0	42.4
Jun	1	Med	1.05	3.86	38.6	0.0	38.6	0.0	38.6
Jun	2	Fin	1.05	3.87	38.7	0.0	38.7	0.0	38.7
Jun	3	Fin	1.03	3.84	38.4	0.0	38.4	0.0	38.4
Jul	1	Fin	1.00	3.76	37.6	0.0	37.6	0.0	37.6
Jul	2	Fin	0.96	3.67	36.7	0.0	36.7	0.0	36.7
Jul	3	Fin	0.93	3.76	41.4	0.1	41.3	0.1	41.3
Ago	1	Fin	0.89	3.83	38.3	0.1	38.2	0.1	38.2
Ago	2	Fin	0.86	3.89	38.9	0.2	38.8	0.2	38.7
Ago	3	Fin	0.82	3.77	41.5	0.3	41.2	0.3	41.2
Sep	1	Fin	0.79	3.64	36.4	0.5	36.0	0.5	35.9
Sep	2	Fin	0.77	3.58	7.2	0.1	7.2	0.1	7.1
								63.9	721.4

ANEXO 3. Guía de la entrevista realizada a los agricultores

GUÍA DE ENTREVISTA EN PROFUNDIDAD

Efecto Climático En La Huella Hídrica Del Melocotón En La Parte Alta De La Cuenca
Chancay – Huaral, 2015 – 2019

Datos Generales

Fecha:

Distrito:

Comunidad:

PERFIL DEL AGRICULTOR

Nombre y apellido:

¿De dónde es? ¿Cuántos años tiene usted?

¿Cuántos años se dedica a la agricultura?

¿Qué grado de instrucción tiene Ud.?

¿Tiene algún cargo en la comunidad?

PRODUCCIÓN

1. ¿Cuántas chacras tiene? ¿Más o menos cuantas hectáreas tiene?

2. ¿En qué mes empieza a producir el melocotón? (inicio de mes con proyección a mejor producción)

3. ¿Cómo ha sido la producción del melocotón? En estos últimos años.

4. Cómo era antes ¿por qué?

5. ¿A partir de que mes utiliza el agoste?

6. ¿Qué fechas de cosecha acostumbra tener?

7. ¿Ud. Piensa seguir cultivando el melocotón? ¿Por qué?

8. Altura máxima aproximada de su duraznero

USO DE AGUA

8. ¿De dónde proviene el agua para sus chacras?
9. ¿La cantidad de agua que utilizan para el riego del melocotón sigue igual? ¿Cómo ha variado y por qué?
10. ¿Qué sistema de riego utiliza? (goteo/ aspersión/ gravedad)
11. Ud. ¿Tiene conocimiento de algún tipo de Pronóstico de lluvias? ¿Cómo se entera?
12. ¿La cantidad de agua proporcionada por la junta de usuarios en los últimos 5 años ha variado?

VARIABILIDAD CLIMATICA

13. ¿Ud., cree que el clima afecta la cantidad de agua que utiliza?
14. ¿En este tiempo ha notado cambios en el clima? ¿Qué ha pasado por qué cree que están habiendo estos cambios? ¿Recuerda cómo era cuando usted era niño el clima era igual?
15. ¿Podría indicarme si estos cambios han afectado a la producción de melocotón?
16. En los últimos 5 años Ud. Ha notado algún tipo de fenómeno climático que ha afectado su agricultura, con fenómeno climático me refiero a lluvia, sequias e inundaciones, etc. ¿Cuánto tiempo duro?
17. Como ha afectado estos fenómenos a su cultivo
18. ¿Cada cuanto llueve por estas zonas? ¿En que meses, percibe mayor cantidad de lluvia?
19. ¿Almacena el agua de lluvia?
20. ¿La cantidad de lluvia en los últimos 5 años ha variado?

ADAPTACIÓN

21. ¿Qué hizo usted y su familia para que la siembra de melocotón no se vea afectada por las lluvias, la sequía?
22. La organización comunal ha hecho algo para resolver estos problemas, cuáles han sido las decisiones comunales.
23. ¿Han recibido la visita del gobierno? ¿Han tenido el apoyo del Ministerio de Agricultura, o alguna otra institución? Que hicieron, ¿cómo les ayudaron?
24. En un futuro, qué piensan hacer para mejorar la producción de sus cosechas
25. Qué medidas debería tomar Ud. para mejorar la eficiencia del agua
26. ¿Cómo les gustaría que apoye el gobierno para no tener estos problemas?
27. Conoce algún proyecto actualmente que este organizando el Estado para el mejoramiento o abastecimiento del agua

ANEXO 4. Lista de agricultores que participaron en la entrevista

LISTA DE AGRICULTORES QUE AUTORIZAN REALIZAR LA ENTREVISTA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: Efecto climático en la huella hídrica del melocotón en la parte alta de la Cuenca Chancay – Huaral, 2020

Nombre del agricultor	Distrito	Comunidad	Fecha
Alda Rodríguez Ripe	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
Andrés Pina Landello	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
Marjanta Pizarro Pizarro	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
- Edgar Lopez Sanchez	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
Luis ALBERTO SOLONDO	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
MARCELO ANGEL PANDILLA	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
Agustine Pantoja SANTOS	Atavillos Bajo	La Perla	07/11/2020
Fausto Eugenio De la Cruz M.	Sumbilca	Piscocoto	07/11/2020
MARTIN E RAZO ESPINOZA	Sumbilca	Piscocoto	07/11/2020
MARCELO DELA CRUZ DURAN	Sumbilca	Piscocoto	07/11/2020
Fraida Sara Vega Palomares	Atavillos Bajo	Huayopampa	08/11/2020
Daniel Arica Gonzalez	Atavillos Bajo	Huayopampa	08/11/2020
Carla Bautista Florentini	San Miguel de Acos	Acos	08/11/2020
M. Alicia Bofill y	San Miguel de Acos	Acos	08/11/2020
Patricia Muñoz March	27 de Noviembre	Coto	09/11/2020
JOSE SEBASTIAN DEANOSA	27 de Noviembre	Coto	09/11/2020
LUDWIG GUTERBAUER GUSCIBIO	27 de Noviembre	CARAC	09/11/2020
Amilcar Jho Padilla	27 de Noviembre	CARAC	09/11/2020
Melvin Padilla Padilla	27 de Noviembre	CARAC	09/11/2020
ADILSON JOTH JUANINI	27 de Noviembre	CARAC	09/11/2020
Romulo GONZALO VALENTE	27 de Noviembre	CARAC	09/11/2020
Miguel De La Cruz	Atavillos Bajo	Huayopampa	05/11/2020
Thommy Benito	Sumbilca	Piscocoto	03/11/2020
Hermes Herrera Rodriguez	San Miguel de Acos	Acos	08/11/2020
Julia De la Cruz Bautista	Atavillos Bajo	Huayopampa	08/11/2020
Rosio Tiznado Tika	Sumbilca	Piscocoto	07/11/2020

ANEXO 5. Registro fotográfico



Toma de muestra en el distrito de Atavillos Bajo



Plantación de melocotón en Atavillos Bajo – Comunidad campesina La Perla



Entrevista a la Sra. Margarita en el distrito Atavillos Bajo – Comunidad campesina La Perla



Entrevista a la Sr. Hermes en el distrito San Miguel de Acos – Comunidad campesina Acos



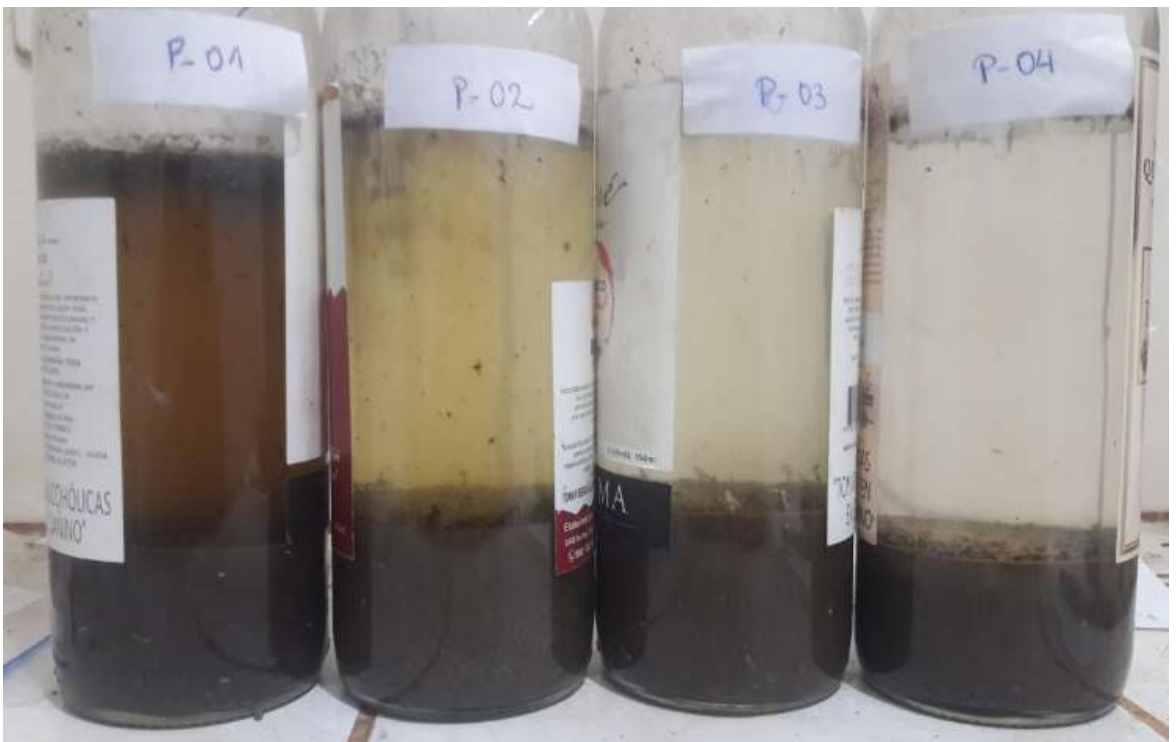
Medición de altura de la planta del melocotón



Vista panorámica de la comunidad campesina Carac – Distrito de 27 de noviembre



Método de sedimentación con las muestras obtenidas en campo



Método de sedimentación con las muestras obtenidas en campo pasado las 24 horas.