



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros - provincia de Canta

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTORA:

PIERINA BERNUY PACHECO

ASESOR:

ING. ELMER GONZALES BENITES ALFARO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GESTIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Lima – Perú

2018-II

PÁGINA DEL JURADO



ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F07-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a).....Rosario Berny Pacheco.....
cuyo título es:.....Escenarios de Cambio Climático en la
Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (Solanum Tubero-
sum) en Huancayo - Provincia de Canto.....

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16 (número)
DIECISEIS (letras).

Los Olivos...06 de Diciembre del 2018.


PRESIDENTE


SECRETARIO




VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

DEDICATORIA

A mis padres Claudia y Freddy, a mis abuelos Elías y Ana, mi hermana Alexandra y mi tío Carlos. Soy afortunada de tenerlos, muchas gracias por su amor, apoyo y confianza.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por la continua motivación y apoyo incondicional.

Al Sr. Jesús Villegas Yachachin, administrador tributario y de rentas de la Municipalidad de Huaros, por su amabilidad y apoyo durante la etapa de campo de esta investigación.

A la Agencia Agraria de Canta, perteneciente a la Dirección Regional de Agricultura Lima – DRAL, especialmente al Dr. Roberto Portugués Arias – Director Agencia Agraria Canta por haberme brindado información fundamental relacionada al cultivo de papa en el distrito de Huaros para la realización de esta investigación.

A mi asesor, el Dr. Elmer Benites Alfaro por su apoyo, tiempo, paciencia y motivación; transmitiéndome sus conocimientos durante cada fase de esta investigación.

Por último y no menos importante, a mis buenos amigos, por el continuo apoyo.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Pierina Bernuy Pacheco, con DNI N° 75905856, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticas y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión, tanto los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a los dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 06 de diciembre del 2018


Pierina Bernuy Pacheco

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presente ante ustedes la tesis titulada “ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA HUELLA HÍDRICA VERDE DEL CULTIVO DE PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) EN EL DISTRITO DE HUAROS, PROVINCIA DE CANTA”, la misma me someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Ambiental.

Pierina Bernuy Pacheco.

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Trabajos previos	3
1.2.1 Estudios Nacionales:	3
1.3 Teorías relacionadas al tema	8
1.3.1 Escenarios de Cambio Climático	8
1.3.2 Huella Hídrica	15
1.3.3 Papa (<i>Solanum Tuberosum</i>)	16
1.3.4 CROPWAT 8.0	19
1.3.5 Descripción del Lugar de Estudio	22
1.4 Formulación del Problema	23
1.4.1 Problema General.....	23
1.4.2 Problemas Específicos.....	23
1.5 Justificación del estudio	23
1.6 Hipótesis.....	24
1.6.1 Hipótesis general	24
1.6.2 Hipótesis Específica	24
1.7 Objetivos	25
1.7.1 Objetivo general	25
1.7.2 Objetivos Específicos.....	25

II. MÉTODO.....	25
2.1 Diseño de investigación	25
2.2 Alcance:.....	26
2.3 Variables y Operacionalización	26
2.3.1 Identificación de Variables.....	26
2.4 Población.....	28
2.5 Muestra.....	29
2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	29
2.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	29
2.6.2 Validez y Confiabilidad	30
2.7 Métodos de análisis de datos	30
2.8 Aspectos éticos.....	31
III.RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	54
VI. RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características de RCP.....	12
Figura 3: Representación esquemática de los componentes de una huella hídrica.	15
Figura 2. Planta de papa y sus características botánicas.	17
Figura 4. Imagen Satelital de la zona referencial del estudio. Pueblo de Huaros	28
Figura 5. Captura de Pantalla de Modulo Clima/Eto - Campaña 2014-2015.....	39
Figura 6. Captura de Pantalla de Modulo Precipitación - Campaña 2014-2015	40
Figura 8. Captura de Pantalla de Módulo Suelo - CROPWAT 8.0.....	42
Figura 9. Captura de Pantalla de Módulo Clima – Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050.....	46
Figura 10. Captura de Pantalla de Módulo Precipitación – Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050.....	46
Figura 11. Captura de Pantalla de Resultado de Módulo RAC– Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050	47
Figura 12. Captura de Pantalla de Módulo Clima – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.....	49
Figura 13. Captura de Pantalla de Módulo Precipitación – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.....	49
Figura 14. Captura de Pantalla de Resultados de Módulo RAC – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.	50
Figura 15. Toma de muestras de suelo en Distrito de Huaros – Parcela 2.....	65
Figura 16. Recolección de muestras de suelo en Distrito de Huaros - Parcela 1.	65
Figura 17. Análisis de Humedad de Suelo - Secado de Muestras en estufa.....	65
Figura 18. Análisis de Humedad de Suelo - Método Gravimétrico	65
Figura 19. Variaciones de precipitación para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP 8.5	65
Figura 20. Variaciones de temperatura máxima para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP 8.5	65
Figura 21. Variaciones de temperatura mínima para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP 8.5	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de Líneas Evolutivas y Familias de Escenarios	11
Tabla 2: Características de Escenario Climático Nacional para el 2050.....	14
Tabla 3. Matriz Operacional.....	27
Tabla 4. Estación de Muestra	29
Tabla 5. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2013.....	31
Tabla 6. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2014.....	32
Tabla 7. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2015.....	32
Tabla 8. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2016.....	33
Tabla 9. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados - Año 2017	34
Tabla 10. Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2018.....	34
Tabla 11. Características del Cultivo	40
Tabla 12. Puntos de Muestreo de Suelo	41
Tabla 13. Rendimiento de cultivo de papa por Campañas Agrícolas-Distrito de Huaros, periodo 2013-2018	43
Tabla 14. Resultados RAC por Campañas Agrícolas, periodo 2013-2018	43
Tabla 15. Resultados de Huella Hídrica Verde de Campañas Agrícolas, periodo 2013-2018....	44
Tabla 16. Resultados Huella Hídrica Verde Escenario RCP 4.5, año 2050.....	48
Tabla 17. Resultados Huella Hídrica Verde Escenario RCP 8.5, año 2050.....	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Precipitación Acumulada, periodo 2013-2018.....	35
Gráfico 2. Temperatura Promedio, periodo 2013-2018	36
Gráfico 3. Diagrama de Cajas y Bigotes Precipitación mensual, periodo 2013-2018	37
Gráfico 4. Diagrama de Cajas y Bigotes Temperatura Máxima mensual, periodo 2013-2018...	38
Gráfico 5. Diagrama de Cajas y Bigotes Temperatura Mínima mensual, periodo 2013-2018 ...	39
Gráfico 6. Comparación de Resultados de Huella Hídrica Verde.....	51

RESUMEN

Producir alimentos implica consumo de agua y a medida que la población aumenta y los efectos del cambio climático se intensifican, la disponibilidad hídrica a nivel mundial se ve afectada negativamente. Esta problemática hace necesario que se evalúen los flujos de agua que se emplean durante el desarrollo de la actividad agrícola e identificar cuáles son las fuentes de agua disponibles que sustentan la producción y sostenibilidad ambiental. Es por eso que esta investigación tiene como objetivo analizar el efecto de escenarios climáticos en la huella hídrica verde por el cultivo de papa en el distrito de Huaros – Provincia de Canta.

Se utilizaron los datos proporcionados por la estación meteorológica “Huaros” de los años 2013-2018 y 1971-2000 para poder calcular la Huella Hídrica verde mediante el modelo CROPWAT 8.0 y determinar el uso actual del agua proveniente de las precipitaciones en las cinco (5) últimas campañas agrícolas, así como el uso futuro bajo los escenarios de cambio climático RCP 4.5 y RCP 8.5 para el año 2050 en la agricultura del Distrito de Huaros, específicamente del cultivo de papa. Mediante la sistematización de datos se puede analizar las interacciones entre la cantidad de agua de lluvia en la zona, la demanda hídrica de los productos vegetales a lo largo del tiempo, de esta forma, esta investigación ofrece un aporte científico, al estimar la huella hídrica verde para un futuro cercano en el área de estudio. De esa manera, se logró determinar que bajo el escenario climático actual el distrito de Huaros no tendría el agua verde suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo de papa en las campañas 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018 cuya huella hídrica verde corresponde a 627.82 m³/ton, 681.02 m³/ton, 613.04 m³/ton, 642.74 m³/ton y 540.81 m³/ton respectivamente.

También se logró concluir que bajo el escenario climático RCP 4.5 para el año 2050, la huella hídrica verde para el cultivo de papa en el Distrito de Huaros sería semejante al escenario actual. Sin embargo, la huella hídrica verde bajo el escenario climático RCP 8.5 para el año 2050, se mostró favorable, debido a que existiría una mayor disponibilidad de agua verde, reduciendo la necesidad de integrar agua de riego al cultivo.

Palabras clave: Escenarios de Cambio Climático, RCP 8.4, RCP 4.5, Huella Hídrica Verde

ABSTRACT

Producing food implies water consumption and as the population increases and the effects of climate change intensify, water availability worldwide is negatively affected. This problem makes it necessary to evaluate the water flows that are used during the development of agricultural activity and identify the available water sources that sustain production and environmental sustainability. That is why this research aims to analyze the effect of climate scenarios on the green water footprint by growing potatoes in the district of Huaros - Province of Canta.

The data provided by the meteorological station "Huaros" for the years 2013-2018 and 1971-2000 was used to calculate the Green Water Footprint using the CROPWAT 8.0 model and to determine the current use of water from rainfall in the five (5) latest agricultural campaigns, as well as future use under the climate change scenarios RCP 4.5 and RCP 8.5 for the year 2050 in the agriculture of the District of Huaros, specifically the cultivation of potatoes. Through the systematization of data it is possible to analyze the interactions between the amount of rainwater in the area, the water demand of plant products over time, in this way, this research offers a scientific contribution, when estimating the water footprint green for a near future in the study area. In this way, it was determined that under the current climate scenario the Huaros district would not have enough green water to meet the needs of the potato crop in the 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 whose green water footprint corresponds to 627.82 m³/ton, 681.02 m³/ton, 613.04 m³/ton, 642.74 m³/ton y 540.81 m³/ton respectively.

It was also possible to conclude that under the climate scenario RCP 4.5 for the year 2050, the green water footprint for potato cultivation in the District of Huaros would be similar to the current scenario. However, the green water footprint under the climatic scenario RCP 8.5 for the year 2050, was favorable, because there would be a greater availability of green water, reducing the need to integrate irrigation water to the crop.

Keywords: Climate Change Scenarios, RCP 8.4, RCP 4.5, Green Water Footprint

I. INTRODUCCIÓN

Los escenarios de cambio climático son representaciones compendiadas de estado futuro del clima, estos están basados en relaciones climatológicas, para ser usados de manera clara, se menciona que estos escenarios no son pronósticos del clima, debido a que cada escenario cuenta con una diferente elección en relación a como se puede comportar el clima en un futuro cercano.

El recurso hídrico es un bien indispensable en el mundo, cuya participación es transcendental combatiendo al cambio climático, tomándose como un nexo entre la sociedad y el ambiente. Una de las metas establecidas por la agenda 2030 es el de garantizar el agua potable segura y asequible para el acceso universal según el objetivo número 6 de los Objetivos de desarrollo sostenible. El agua cubre cerca del 75% de la superficie del planeta, pero no todo es agua potable (Arévalo et al., 2012)

Existen diversos sectores que han identificado al problema en el abastecimiento del agua, algunos estudios indican que los fenómenos climáticos con gran presencia se hacen cada vez más frecuentes, esto llevando a presenciar sequias agresivas y duraderas en diferentes zonas del planeta (IPCC, 2007; ONU, 2014) , dichos fenómenos tienen un mayor efecto negativo en los sectores como la agricultura, silvicultura y ganadería, a su vez existen estudios que mencionan que cerca del 53% de cierto sectores ya muestran los impactos adversos con relación al recurso hídrico.

La huella hídrica de la agricultura es de las más importantes, puesto que tiene como componente la producción de alimentos, en donde se usa la mayor cantidad de agua disponible, en muchas oportunidades sin una buena gestión del recurso.

Esta investigación tiene como objetivo analizar la influencia de los escenarios actuales (periodo 2013-2018) en la huella hídrica verde para el cultivo de papa. Así como del escenario RCP 4.5 para el año 2050 y del escenario RCP 8.5 en la huella hídrica del cultivo de papa y dar a conocer cuál es y cuál será la cantidad de agua consumida por el cultivo de papa en el Distrito de Huaros.

1.1 Realidad problemática

El cambio climático y sus efectos cada vez son más evidentes a nivel mundial, siendo el agua uno de los recursos naturales más afectados, ocasionando en este: cambios en el ciclo hidrológico; alteración de la magnitud, periodicidad y duración de precipitaciones; mayor riesgo de ocurrencia de fenómenos meteorológicos por aumento y falta de agua; proliferación de vectores biológicos y pérdidas en los rendimientos de cultivos.

La buena gestión del recurso hídrico es un tema de vital importancia, puesto que el uso desmedido del agua por distintas actividades antropogénicas como las de uso doméstico, industrial, agrícola y otros; han generado la contaminación del recurso y problemas más severos como la escasez del mismo.

En el caso de Perú, según la Autoridad Nacional del Agua, el 76% del agua dulce es usada para la producción agrícola, contemplando un consumo aproximado de 19 965 m³/año; lo cual refleja un alto consumo del recurso hídrico en este sector.

El cultivo de papa es de los principales cultivos transitorios de la Provincia de Canta según el III Censo Agropecuario del INEI y el más representativo del Distrito de Huaros, este es considerado uno de los cuatro cultivos alimenticios más importantes del mundo, siendo Perú el décimo octavo productor de papa en el mundo por ser un cultivo base en la alimentación de la zona andina. Por lo tanto, es un cultivo indicador de sostenibilidad agrícola de las regiones andinas.

El Distrito de Huaros está conformado en un 85% por un conjunto de terrazas construidas en época prehispánica, que en la actualidad se encuentran deterioradas debido a la constante erosión. Sus tierras de cultivo se clasifican en tierras de cultivo bajo riego y tierras de secano, siendo las segundas las más utilizadas; sin embargo, estas no cuentan con la mejor condición productiva por estar supeditadas a factores climáticos y estacionales de las lluvias de invierno.

Debido a que las técnicas de cultivo se efectúan por tradición y legado de sus antepasados, se desconoce el volumen de agua que recibe el cultivo, evitando conocer si su consumo de agua cumple con los requerimientos hídricos exigidos por la planta de papa o si por el contrario son insuficientes ocasionando estrés hídrico a las plantas del cultivo, afectando negativamente en la sostenibilidad agrícola del distrito, repercutiendo en la producción

de los cultivos de papa, economía, calidad de vida de la población y disponibilidad hídrica del distrito.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Estudios Nacionales:

ALFREDO PEÑA IPAGUIRE (2017) en su investigación “Análisis de sostenibilidad ambiental a través de la cuantificación de la huella hídrica verde de la actividad agrícola en la subcuenca del río Achamayo en la localidad de Ingenio-2016” para optar el título de Ingeniero Ambiental de la Universidad Continental, Huancayo. Tiene como propósito analizar la sostenibilidad ambiental de la huella hídrica verde en la actividad agrícola en la subcuenca del río Achamayo. La investigación concluyó que para el cultivo de papa se consume 425.9 m³/t de agua verde y existen niveles altos de insuficiencia de agua verde en los distintos meses del año.

PAULA OLIVERA RODRIGUEZ (2015) en su tesis “Cálculo de agua verde y gris en el cultivo de soja de secano en el partido de Tandil, durante la campaña 2014/2015” para optar la licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Su principal objetivo es estimar el cálculo de agua verde usando el Modelo de Priestley y Taylor (1972) adaptado a la teledetección por Rivas y Carmona (2010). Obteniendo como resultado que el consumo de HHv fue de 650 m³/t y hasta 1800 m³/t en algunas parcelas, lo cual implica que para producir 1kg de soja se consumió entre 650 l y 1800 l.

VÁSQUEZ FLORES MIRNA (2018) En su investigación titulada “Recursos hídricos y la producción agrícola de papa en los caseríos de Matupampa y Tambo del Distrito de Canta, Región Lima-2015” para alcanzar el grado de Maestría en Gestión de Inversión Pública, de la Universidad Federico Villareal. Nos indica que su principal objetivo es él; determinar el efecto del recurso hídrico en la producción agrícola de papa, llegando a concluir que la falta del recurso hídrico provoca una disminución en el proceso de producción de la papa en la zona de estudio, y también se demuestra que en los Caseríos de Matupampa y Tambo el recurso hídrico es escaso y solo dependen de la precipitaciones que puedan existir.

ROCHER MAMANI OROCCOLLO (2015) en su tesis “Efectos del cambio climático en la producción del cultivo de quinua en la zona alta del distrito de Ilave - El Collao (2015)” de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno planteó determinar la relación que existe entre la temperatura con el rendimiento del cultivo de quinua.

Dicha relación se determinó mediante una ecuación correlacional polinómica de cuarto grado, la cual permitió calcular rendimientos a diferentes niveles de temperatura que puede soportar el cultivo de quinua, obteniendo una mínima de 7.6°C y una máxima de 10.4°C. De acuerdo los resultados se puede considerar que el cultivo de quinua es tolerante al cambio climático.

FONSECA SIGFREDO, VERANO CARLOS Y SILVA JUAN PABLO (2012) En su investigación titulada “Huella hídrica del cultivo del espárrago en el Perú” del organismo Autoridad Nacional del Agua (ANA), ha calculado la huella hídrica mediante la metodología por el Water Footprint Network, llegando a concluir que los departamentos con mayor índice de uso de recurso hídrico referente al cultivo del espárrago son: La Libertad con valor de 31 %, , Ancash con un valor de 10% e Ica con un valor de 31% ; siendo estos el total de 92% de huella hídrica referente al cultivo de espárrago a nivel nacional.

ORDOÑEZ PAZ, C.M. (2016) en su tesis “Efecto del cambio climático en la evapotranspiración y rendimiento del cultivo de papa - 2016” de la Universidad Agraria La Molina. Realizó un procesamiento usando información de precipitación, temperatura máxima y mínima en seis escenarios de cambio climático, la cual permitió realizar una proyección de la evapotranspiración considerando la ecuación de Hargreaves con las condiciones de La Molina, también se usó el modelo agro meteorológico AquaCrop para obtener los resultados de los rendimientos y que estos puedan ser comparados con los registros históricos. Concluyó en que la precipitación estaría regulando el déficit hídrico causado por el incremento de la evapotranspiración, así mismo, en algunos años el cultivo reduce su rendimiento porque se ve afectado por el estrés hídrico.

SHEYLA KATERINE ELIZABETH TORRES LÓPEZ (2016) en su tesis “Impacto de Cambio Climático en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) y quinua (*Chenopodium*

Quenoa Will) en el departamento de Puno – 2016” de la Universidad Agraria La Molina. En la investigación en su tesis “Impacto de Cambio Climático en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) y quinua (*Chenopodium Quenoa Will*). Tuvo como objetivo determinar los requerimientos hídricos del cultivo de papa y quinua bajo los escenarios climáticos A2 y B2. Obtuvo como resultados que los requerimientos hídricos del cultivo de papa en Huancané- Puno para los años 2071- 2100 bajo el escenario A2 (escenario negativo) que la demanda de agua para el cultivo de papa es de 564.4mm (5,64.4 L/ m²) y 424.2 mm (4,24.2 L/ m²) de precipitación efectiva del cultivo en todo el periodo. Así mismo, bajo el escenario B2 (Escenario Positivo) la demanda de agua para el cultivo es de 564.4mm (5,644m³/ha) equivalente al que se obtuvo bajo el escenario A2; sin embargo, la precipitación efectiva del cultivo es de 430.9mm (4,30.9 L/ m²).

BR. MILENA CINTHYA SOSA DE LA CRUZ (2015) en su tesis “Impacto del Cambio Climático en el rendimiento del trigo, la cebada y el maíz amiláceo para la región La Libertad, periodo 1979-2010” de la Universidad Nacional de Trujillo. La investigación tiene como propósito principal calcular el efecto negativo del cambio climático en el rendimiento agrícola de tres cultivos.

La investigación logró concluir que existe una tendencia de aumento del cambio climático, en el incremento de temperaturas y variaciones de precipitaciones.

YAMINA SILVA, GRACE TRASMONTE, ALEJANDRA MARTÍNEZ Y KOBI MOSQUERA (2010) y su investigación “Pronóstico estacional de lluvias y temperatura en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura” del Instituto Geofísico del Perú. Tiene como objetivo dar origen y usar pronósticos climáticos para la agricultura en la cuenca del río Mantaro. Una conclusión relevante, fue que la temperatura tuvo un efecto significativo en dos variedades de cogolleros. Y en el caso de humedad y precipitación tuvieron efecto en la masa de huevos.

FERNÁNDEZ NOVOA VANESSA (2016) En su investigación titulada “Huella hídrica de la cuenca del río Cachapoal para la evaluación de la sostenibilidad ambiental” para optar el grado de Doctor en Ciencias Ambientales, de la Universidad de Concepción, Chile. Presenta como objetivo principal, evaluar la sostenibilidad del recurso hídrico en vínculo entre el agua para la producción agrícola y la disponibilidad del agua para que se

mantenga los caudales ecológicos mediante los indicadores de huella azul y huella gris. Teniendo como conclusiones finales; que un futuro positivo depende de una agricultura genere buenas gestiones así mismo consume el recurso hídrico de manera sostenible, al realizar esto conllevará a un equilibrio entre oferta y demanda.

PEREZ ARCOS SOLANGE (2012) En su investigación titulada “Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador” para optar el grado de Ingeniera en Administración de Agronegocios, Honduras, nos indica que; que los cultivos que optan por mayor uso de agua son el cacao y café, siendo estos consecuentes de tener una mayor huella hídrica para su proceso, y los cultivos que tienen una menor huella hídrica son los cultivos de hortalizas como la yuca, tomate y papa. Con estos resultados el agricultor puede elegir cultivos bajo criterios de uso de agua y valor económico para ciertos cultivos.

B.A. WILLAARTS, A. GARRIDO, L. DE STEFANO, M.R. LLAMAS (2014) En su estudio titulado “Seguridad hídrica y alimentaria en América Latina y el Caribe implicaciones regionales y globales” del Observatorio del Agua, nos menciona que; Como objetivo del proyecto ha sido evaluar la contribución de América Latina y el Caribe en tema de la seguridad hídrica y alimentaria global, midiendo el trabajo de distintos países, para así llevar un desarrollo económico más sostenible.

MAITE ALDAYA, MARTINES PEDRO Y LLAMAS RAMÓN (2009) En su investigación titulada “Incorporating the Water Footprint and Virtual Water into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain” Indican que la investigación brinda un análisis de dos conceptos en el área de estudio Mancha Occidental, España, estudiando aspectos hidrológicos de la producción agrícola. Concluyendo que desafío importante para la agricultura es mantener los rendimientos actuales al tiempo que se pierde el recurso hídrico por flujos ambientales.

VANESA C. PÁNTANO, LILIANA B. SPESCHA, OLGA C. PENALBA Y GUILLERMO M. MURPHY (2013) En su investigación titulada “Influencia de la variabilidad de temperatura y precipitación en la situación hídrica del suelo, en la región oriental de secano de la Argentina” del Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los

Océanos, Argentina. Nos señala que esta investigación analizará la repuesta hídrica del suelo semblante a la variabilidad de la zona oriental de Argentina. Indicando el incremento de precipitaciones observadas durante los años y que estos llegan a beneficiar las áreas de sembrada en las zonas marginales occidentales que están más secas de Argentina.

EDWIN OSWALDO ROJAS BARBOSA (2011) en su tesis “Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la Sabana de Bogotá - 2011” de la Universidad Nacional de Colombia. Plantea como objetivo realizar una simulación del rendimiento y el desarrollo del cultivo de papa para usando varios escenarios de cambio climático y variabilidad climática tomando en consideración las condiciones de la Sabana de Bogotá. Para el logro de dicho objetivo, usó distintas herramientas de simulación dinámica como es DSSAT y posteriormente se introdujo salidas de modelos regionales climáticos para determinar cuál es el impacto del cambio climático y variabilidad climática en la zona de estudio.

Como resultado se determinaron cambios relevantes de las condiciones climáticas en el lugar de estudio con relación a la variabilidad climática de los modelos de cambio climático usando diferentes escenarios.

CÉSAR ANDRÉS CORTÉS BELLO (2013) en su investigación “Uso del Modelo AquaCrop para estimar rendimientos de cultivos de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá” del Ministerio de Agricultura y desarrollo rural del Gobierno de Colombia. El propósito de esta investigación es validar el Modelo AquaCrop para diversos cultivos en zonas productoras, como también evaluar lo producción de los cultivos bajo escenarios de cambio climático.

Se concluyó en que la primera predicción del modelo AquaCrop arrojó que los resultados simulados no son tan diferentes a los valores reportados en las zonas y variedades estudiadas.

WANG CHUN-LING (2014) en su investigación “Adaptation of Potato Production to Climate Change by Optimizing Sowing Date in the Loess Plateau of Central Gansu, China”. Tiene por objeto identificar medidas para un mayor rendimiento y una mejor

calidad en la producción de papa en la Provincia de Gansu ante la problemática de la variabilidad climática.

La investigación concluyó en que posponer el tiempo de siembra podría ser una buena práctica para que la producción de papa se adapte al calentamiento climático en la meseta de Loess de Central Gansu, China.

WALDO OJEDA, ERNESTO SIFUENTES, MAURO IÑIGUEZ Y MARTÍN MONTERO (2012) en su investigación “Impacto del Cambio Climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los Cultivos” del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). El propósito de esta investigación es analizar del impacto del cambio climático en las demandas hídricas y desarrollo de cultivos mediante escenarios de emisiones A1B. Se concluyó en que a finales del siglo la evapotranspiración será un 10% mayor a los valores actuales y la demanda hídrica aumentara en un 13%.

VERÓNICA VICTORIA AMÉZQUITA BONILLA Y DANIEL FERNANDO MOTTA LÓPEZ (2015) e su investigación “Evaluación de huella hídrica en la producción de un cultivo de papa R12 ubicado en el municipio El Rosal Cundinamarca”. Tiene como propósito diagnosticar el estado crucial del consumo de agua y establecer el valor de huella hídrica (azul, verde y gris). Concluye en que se consume un valor de 8164.8 m³ y se está consumiendo más agua de lo requerido por el cultivo y el cálculo de huella hídrica fue para la azul 32.80 m³/ton, el verde 176.63 m³/ton y el gris 190.99 m³/ton.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Escenarios de Cambio Climático

Variabilidad climática

Indica cambios del estado medio, como también de otras características estadísticas del clima como la desviación típica, fenómenos extremos, etc. que se efectúan en toda las escalas espaciales y temporales más extensas que los de los fenómenos meteorológicos”. (IPCC, 2014 pág. 139)

“La Variabilidad Climática se refiere a las fluctuaciones observadas en el clima durante períodos de tiempo relativamente cortos. Durante un año en particular, se registran valores por encima o por

debajo de lo normal. La Normal Climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua de mediciones de una variable climatológica” (Bocanegra, Montealegre; Edgar, José; Caicedo, José Daniel Pabón., 2000).

Escalas de variabilidad climática

Estacional

Son aquellas que se presentan en ciclos conocidos o también llamados a nivel mensual correspondientes a las fluctuaciones del clima. La determinación del ciclo cada año de los elementos climáticos fundamental dentro de la variabilidad climática a esta escala (Montealegre J., & J. Pabon, 2000, p. 9)

Intraestacional

Son aquellas de ciclos recurrentes pero menos predecibles, la mayor parte de veces estas oscilaciones pasan inadvertidas porque su amplitud es pequeña, en asimilación con las del ciclo anual (Montealegre J., & J. Pabon, 2000, p. 9).

Interanual

En esta escala las variaciones que corresponden están presentes en variables climatológicas de año en año. La variabilidad climática, enmarcada dentro de esta escala, podría estar congruente con cambios en el balance global de radiación (Montealegre J., & J. Pabon, 2000, p. 9).

Cambio Climático

Esta investigación se basa en la teoría formulada por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y de muchos otros científicos que afirman, con una certidumbre mayor al 90% , que el origen del cambio climático no tiene una causa natural y radica en el actividad humana, debido al rápido proceso. También afirman que se dio inicio a partir de la era industrial con una intensificación del uso de combustible fósiles por el uso máquinas que consumen grandes cantidades de este. Una de las principales evidencias con mayor contundencia, es el incremento de temperaturas que durante los últimos cincuenta (50) años mantienen coincidencia con el aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera (Rodriguez, Manuel & Mance, Henry, 2009)

El cambio climático se utiliza para caracterizar cambios consecuentes sostenidos en promedios de variables climáticas a largo plazo como las precipitaciones y la temperatura. (Bocanegra, Montealegre; Esgar, José; Caicedo, José Daniel Pabón., 2009 págs. 7-21).

Según la CMNUCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) menciona en su Artículo 1 al cambio climático como:

“Un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (Naciones Unidas, 1992).

Efectos del Cambio Climático en la Agricultura.

El desarrollo de varios procesos fisiológicos de los cultivos es debido al efecto de la temperatura, que puede ocasionar una variación (aumentar o disminuir) la producción de los cultivos, e incluso puede impulsar la propagación de malas hierbas y plagas.

Así mismo, la precipitación se caracteriza por presentar una variabilidad espacial y temporal, esto quiere decir que aumenta las probabilidades del fracaso en las cosechas en un plazo corto y también la disminución de la producción a largo plazo. (López, 2016)

Muchas plantas, como la planta de papa, pueden reproducirse y crecer con éxito dentro de un determinado rango de temperaturas, y responder a definidas cantidades y esquemas de precipitación.

Escenarios de Cambio Climático

El Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático – IPCC define los escenarios de cambio climático como descripciones hipotéticas del mundo en el futuro. Estos incluyen estimaciones con enfoques más cuantitativos hacia los escenarios de emisiones, debido a que se tiene en cuenta dimensiones que evitan la cuantificación, así como la gestión de gobierno y las organizaciones e instituciones sociales.

Escenarios de Emisión Líneas Evolutivas

El Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático estableció seis diferentes grupos de escenarios de emisiones de gases de efectos invernadero, y las organizó en cuatro “familias” de escenarios, esto fue publicado en su informe especial (IE-EE).

“Las líneas evolutivas hacen referencia a los acontecimientos futuros. En su conjunto, futuros divergentes que cubren una parte considerable de las incertidumbres inherentes a las principales fuerzas determinantes. Abarcan una gran diversidad de características “futuras” decisivas, como el cambio demográfico” (IPCC, 2000).

Tabla 1. *Características de Líneas Evolutivas y Familias de Escenarios*

A1	A2	B1	B2
Mundo futuro con rápido crecimiento económico	Mundo muy heterogéneo	Mundo convergente	Mundo donde predominan soluciones locales económicas, sociales y ambientales.
Población alcanza su valor máximo a mitad de siglo y luego disminuye	Autosuficiencia y conservación de identidades locales	Población alcanza su máximo en medio siglo y luego disminuye	Población aumenta a un ritmo menos al de A2.
Rápida introducción a nuevas tecnologías	Población en continuo crecimiento.	Rápidos cambios de estructuras económicas en servicios e información.	Desarrollo económico intermedio.
Convergencia entre regiones	Desarrollo económico a las regiones	Menos utilización intensiva de materiales	Cambio tecnológico menos rápido pero más diverso.
Aumento de interacciones culturales y sociales	Lento crecimiento económico por habitante	Introducción de tecnologías limpias y aprovechamiento eficaz de recursos.	Orientado a la protección del medio ambientado
Reducción de diferencias regionales en ingresos por habitante	Cambio tecnológico lento.	Mayor igualdad	

Fuente: IPCC

Escenarios de Emisión RCP

Según el (IPCC, 2013) establecen escenarios de emisiones de referencia en base a los cuales se realizan las proyecciones. En la actualidad los escenarios que son utilizados son de **Trayectorias de Concentración Representativas** o (RCP), derivadas de sus singas en inglés. Que se generaron en base a modelos integrados, modelos climáticos simples, modelos del ciclo de carbono y de química atmosférica. Así mismo, es necesario precisar que estos escenarios se centran en emisiones antropogénicas y no en emisiones naturales. Estos representan el forzamiento radiativo (FR) total calculado para el año 2100.

A diferencia de los escenarios de Líneas Evolutivas (A1, A2, B1, B2), los RCP pueden considerar una variedad de políticas climáticas, decir que pueden integrar distintos tipos de futuros socioeconómicos, demográficos, tecnológicos y políticos.

Estos fueron desarrollados en el 2009 para el Quinto Informe del IPCC AR5, desarrollados por diversos laboratorios de modelación como Internacional Institute for Aplay System Analysis, Austria y National Institute for Environmental Studies, Japan etc. (Universidad Católica de Chile).

RCP	FR	Tendencia del FR	[CO ₂]en 2100	Rango probable para el Cambio de temperatura superficial media (°C)	
				2046 -2065	2081-2100
RCP 2.6	2.6 W/m ²	Decreciente en 2100	421 ppm	0.4 – 1.6	0.3 -1.87
RCP 4.5	4.5 W/m ²	Estable en 2100	538 ppm	0.9 -2.0	1.1 – 2.6
RCP 6.0	6,0 W/m ²	creciente	670 ppm	0.8 – 1.8	1.4 – 3.1
RCP 8.5	8.5 W/m ²	creciente	936 ppm	1.4 – 2.6	2.6 – 4.8

Figura 1. *Características de RCP*

Fuente: IPCC (2018)

En la Figura 1 se observan las características de cada una de las RCP, que al ser comparadas con las concentraciones de CO₂ desde su medición en 1958, con 316 ppm de CO₂ a más de 400 ppm hoy en día; se puede considera a la RCP 2.6 un escenario de mitigación, RCP 4.5 Y RCP 6.0 escenarios de estabilización y RCP 8.5 un escenario crítico en la emisión de gases de efecto invernadero.

Modelos de Circulación General (GCM)

Según (ANDRADE, MARCOS F. & LUIS A. BLACUTT B, 2010) menciona que se conoce a un modelo de circulación general mediante algunos algoritmos matemáticos que tratan de simular ciertas relaciones complejas del clima, demostradas por procesos físicos en la atmósfera, así mismo existen modelos llamados circulación atmosférica (AGCMs) y oceánica (OGCMs). El modelo de circulación general es representado por una cuadrícula tridimensional sobre el globo terráqueo, tiene un grado de detalle (píxeles) horizontal de 250-600 km, con 10-20 capas verticales en la atmósfera, respecto al área de los océanos el número de capas que llega a alcanzar es de 30.

Este modelo GCM tiene como potencial brindar estimaciones geográficas y físicamente consistentes del cambio climático que se requiera, según el (IPCC, 2013) no dice que; para realizar un modelo adecuado se debe tener en cuenta ciertos criterios para que puedan cumplir con los escenarios climáticos para que sea de uso adecuado para el investigador e involucrados.

Regionalización

La regionalización o también conocida como Downscaling según ((Hewitson BC & Crane RG 1996), es un término que ha sido optado en los últimos años para referir un grupo de técnicas que relacionan las variables climáticas locales y regionales esto forzando a la atmósfera a mayor escala.

El downscaling estadístico es un proceso de dos pasos que consiste en:

- 1) El proceso de relaciones estadísticas entre las variables climáticas locales tales como la temperatura del aire en la superficie y precipitación, y los predictores de gran escala como son los campos de presión.
- 2) La aplicación de dicha relación a la producción global. Experimentos de modelos climáticos (GCM) para simular las características del clima local en el futuro.

“La regionalización estadística también es usada para evaluaciones de impactos climáticos en escalas regionales y locales” (Tim Hoar & Doug Nychka, 2008)

Los análisis en cuadrícula de los campos de circulación de escala sinóptica son concernientes con la precipitación regional utilizando redes neuronales. Luego se utilizan campos de circulación de GCM comparables con las relaciones derivadas para investigar la simulación

de control y el doblez de la simulación atmosférica de CO2 a escala sinóptica en los climas regionales (Hewitson BC & Crane RG 1996).

Regionalización Estadística de Escenarios Climáticos en Perú

En el estudio de Avances en la adaptación al cambio climático y el estado de la vulnerabilidad en el Perú, se usaron RCP 4.5y RCP 8.5 así también como los modelos climáticos globales CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR, llegando a obtener hasta 6 proyecciones posibles. En todas ellas, se observaron incrementos en los promedios de precipitación y temperatura. Para la precipitación, se usaron el modelo CanESM2 y MPI-ESM-MR, proporcionando resultados similares, con incrementos promedio para el periodo 2036-2065 entre el 10 % y el 20 %, mientras que el modelo CNRM-CM5 ofrece cambios menores. En la Tabla 2, se pueden observar las características del estudio.

Tabla 2: *Características de Escenario Climático Nacional para el 2050*

MODELO CLIMÁTICO UTILIZADO	PERIÓDOS ANALIZADOS Y ESCALAS DE ANÁLISIS	MÉTODO DOWNSCALING U OTROS	RESOLUCIÓN ESPACIAL	ÁREA DE ESTUDIO	ESCENARIOS DE EMISIÓN IPCC
CanESM2, CNRMCM5, MPI-ESM-MR	Referencia: 1971-2000 Análisis: 1981-2010 Proyecciones: 2036-2065 Estacional y Anual	Estadística (análogos para precipitación y temperatura GLM para precipitación, regresión lineal para temperatura)	A punto de estación	Territorio Nacional	RCP 4.5 RCP 8.5

Fuente: MINAM-SENAMHI (2013)

1.3.2 Huella Hídrica

Es un indicador del uso de agua dulce que se ha utilizado para producir algún servicio o producto por las industrias, ya sea este de manera directa o indirectamente, este de igual forma se es considerado como un indicador general de la apropiación del recurso de agua azul, debido a que es usado para calcular la totalidad de agua dulce que se necesitó para producir cierto producto (Maite, Aldaya, Chapagain, Arjen & Hoekstra, 2011, p. 2).

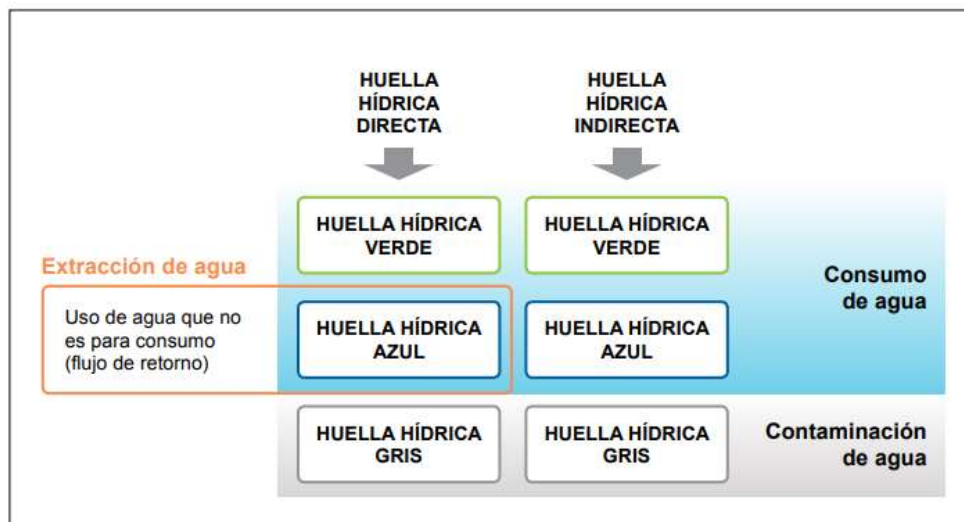


Figura 3: Representación esquemática de los componentes de una huella hídrica.

Fuente: (Hoekstra, et al, 2011, p. 3)

Componentes de la huella hídrica:

Huella Hídrica Verde

Se refiere al uso de aguas verdes, conocidos como agua de lluvia, la cual no se deposita en aguas subterráneas pero si se almacena temporalmente en el suelo o vegetación. Es consumida durante el proceso de producción, particularmente relevante para los productos agrícolas y forestales. (Maite, Aldaya, Chapagain, Arjen & Hoekstra, 2011).

$$HHv = \frac{UAC}{Y}$$

Dónde:

UAC = Uso de Agua del Cultivo que proviene de la precipitación efectiva, esta se expresa en m³/ha

Y = Rendimiento del cultivo, expresado en ton/ha.

“La Huella Hídrica Verde es la cantidad de agua de lluvia que se utiliza en un proceso se evapora o se incorpora a un producto. En el suelo se almacena como humedad.” (CIAT, 2016)

Huella Hídrica Azul

Esto se refiere al uso de aguas azules, está la encontramos en ríos, lagos, acuíferos es el agua superficial o subterránea, en toda el vínculo de la producción de un producto o bien. El uso o consumo es referido a la pérdida de agua superficial disponible, estas pérdidas ocurren cuando este recurso (agua) se evapora y vuelve al mar o se añaden a un producto (Hoekstra, et al, 2011, p. 2).

Huella Hídrica Gris

Este nos indica la contaminación del agua azul, mancomunado a su cadena de abasto. Se puntualiza como el volumen de agua dulce que se necesita para asemejar la carga de contaminantes existentes sobre la base de los estándares ambientales de calidad del agua (Hoekstra, et al, 2011, p. 2).

1.3.3 Papa (*Solanum Tuberosum*)

Descripción Botánica

Esta planta es considerada un espécimen herbáceo, debido a su característica que no es una planta leñosa y tiene cualidades de la hierba. Su tamaño se encuentra alrededor de 0.30 – 1 metro de alto, esto es de acuerdo al tipo o variedad, el crecimiento puede ser de forma recta o semirrecta.

Los tubérculos son tallos transformados y son considerados parte de reserva de la planta, los cuales cambian en forma, volumen, color de la cascara y pulpa. Los ojos de un tubérculo ya maduro persisten hasta llegar a desarrollar un estolón, el cual da origen a una nueva planta. Los ojos de un tubérculo ya maduro persisten hasta llegar a desarrollar un estolón, el cual da origen a una nueva planta. La flor de la papa es considerada bisexual, esto significa que tiene estambres masculinos y pistilos femeninos. Y el fruto maduro es una baya que generalmente asume un color verde. (Mario E. Tapia y Ana María Fries, 2007 pág. 25).

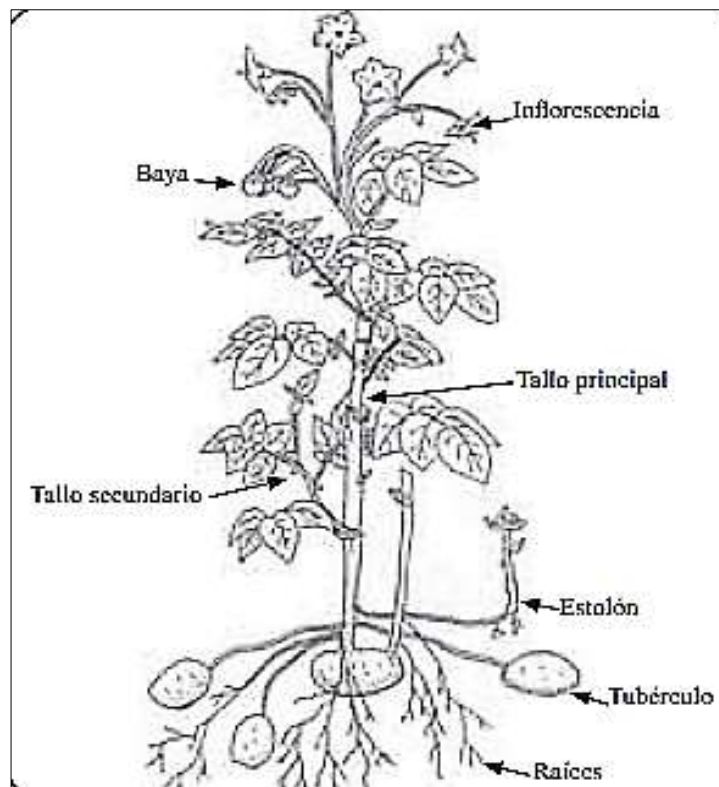


Figura 2. *Planta de papa y sus características botánicas.*

Fuente: (Mario E. Tapia y Ana María Fries, 2007)

Fase Fenológica

La planta de papa se desarrolla en 5 etapas principales:

- Emergencia: Cuando son plantados en campo los brotes emergen dentro de 10 a 12 días en tubérculos y de 8 a 10 en semillas sexuales. Varía según las condiciones climáticas y del suelo para su desarrollo.
- Desarrollo de Tallos: Esta etapa tiene una duración entre 20 a 30 días, ya que ocurre el crecimiento del follaje y raíces de la planta de papa.
- Tuberización y Floración: La floración es un indicador de que empieza la etapa de tuberización, ya que se va notando el crecimiento de los estolones en la papa. En variedades precoces, esta etapa empieza 30 días después de la siembra; en variedades intermedias, de 35 a 45 días y en las variedades tardías de 50 a 60 días. Esta etapa dura aproximadamente un mes. (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, 2013)
- Desarrollo de Tubérculos: Esta etapa tiene una duración de 60 a 90 días, varía de acuerdo al clima. Por otro lado el tamaño y calidad del tubérculo depende de la humedad y riego
- Madurez fisiológica: Esta etapa comienza con la caída del follaje, hojas viejas se vuelven amarillas hasta tener ponerse de color café al madurar. Los tubérculos tienen un crecimiento mínimo y los requerimientos hídricos reducen por la disminución de evapotranspiración de las hojas. (Cortez, 2012)

Requerimientos del Cultivo

Requerimientos Agroclimáticos

El cultivo papa se desarrolla de manera óptima con una precipitación de 400 mm a 1200mm. Cabe resaltar que la cantidad de lluvias durante la etapa de crecimiento influenciará en el número, peso y cantidad de los tubérculos desarrollados. La época de siembra debe coincidir con el inicio de lluvias y el periodo vegetativo debe ser semejante a la duración de las precipitaciones. (Bayona, 2012)

La temperatura en la etapa de emergencia los valores térmicos deben oscilar entre los 17°C a 25°C, ya que al excederse podría afectar la velocidad de crecimiento de brotes y emergencia de tallos. Durante el crecimiento vegetativo, se recomienda una temperatura entre 15°C y 25°C y en la etapa de tuberización los valores óptimos deben ser entre 14°C

a 20°C ya que excediendo este rango podría ocasionar una mala formación de los tubérculos y engrosamiento de estolones. (MINAGRI, 2015)

Requerimientos de Suelo

La planta de papa tiene un mejor desarrollo cuando los suelos son moderadamente gruesos de franco arenoso y medio franco limoso, con una buena estructura que permita el correcto crecimiento de sus raíces y estolones, con buena profundidad y bien drenados. La pendiente no debe ser mayor a 8%, de preferencia una pendiente 5%. Y el rango óptimo del pH debe ser entre 5,5 y 6,5 con contenido de materia orgánica alta (MINAGRI, 2015).

Requerimientos de Riego

La planta de papa es muy sensible a la falta y exceso de agua. Sin embargo, el exceso de agua puede ser contrarrestado de diferentes formas pero las pérdidas ocasionadas por el déficit de agua en el cultivo son más comunes y notorias. Los cultivos por sistemas de producción en secano tienen mejores rendimientos cuando reciben por lo menos 600 mm de precipitación (lluvia). Los riegos deben ser ligeros y frecuentes.

Rendimientos de Cultivo

El rendimiento de la papa es muy variable, puesto que está influenciado por un gran número de factores, entre los que destacan la temperatura, duración del periodo de cultivo, la variedad, la fertilización, la salud del cultivo incluida la "semilla" y la disponibilidad de agua, entre otros. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación, 2012)

El rendimiento de cultivo se expresa en toneladas por hectárea como (t/ha), es decir, el peso en toneladas.

1.3.4 CROPWAT 8.0

Es un software que sigue procedimientos basados en las directrices de la FAO, este programa permite determinar los requerimientos hídrico y de riego de un cultivo a partir

del cálculo de evapotranspiración, precipitación, características de suelo y del cultivo (Clarke, Smith and El-Askari, 1998, p.4).

Módulo Clima / Evapotranspiración Eto-Penman Monteinth

Este módulo determina la evapotranspiración mediante una ecuación que usa registros climáticos estándar de radiación solar, temperatura del aire, humedad y velocidad del viento. (FAO, Manual Cropwat 8.0).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T+273} U_2 (e_a - e_d)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34U_2)}$$

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm día^{-1})

R_a : Radiación extraterrestre (mm día^{-1})

R_n : Radiación neta en la superficie del cultivo ($\text{MJ m}^{-2}\text{día}^{-1}$)

T : Temperatura media del aire a 2 m de altura ($^{\circ}\text{C}$)

G : Flujo del calor de suelo ($\text{MJ m}^{-2}\text{día}^{-1}$)

U_2 : Velocidad del viento a 2 m de altura (m s^{-1})

e_a : Presión real de vapor (kPa)

e_d : Presión de vapor de saturación (kPa)

$e_a - e_d$: Déficit de presión de vapor (kPa)

G : Constante psicométrica ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

D : Pendiente de la curva de presión de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$)

Módulo Precipitación

En ese módulo se introducen valores de precipitación diaria, mensual o anual del lugar de estudio. Se denomina precipitación a la cantidad de agua que cae a la superficie terrestre en estado líquido o sólido a causa de la humedad atmosférica. La precipitación se mide con el uso de un instrumento llamado pluviómetro y su unidad de medición se expresa en milímetro (mm), lo que es semejante a L/m².

Módulo Cultivo

En este módulo se considera el coeficiente del Cultivo (Kc) el cual integra las características que tiene un cultivo en específico, está influenciado por el tipo de cultivo,

así como también por el clima y evaporación del suelo. Cabe resaltar, que el Coeficiente del Cultivo (K_c) varía en las distintas etapas del cultivo debido a que en cada una de ellas el cultivo sufre cambios en su altura, área foliar y cubierta de suelo. (FAO, Manual Cropwat 8.0)

Este módulo toma en cuenta el periodo del cultivo fraccionado en 4 etapas distintas:

- Etapa inicial: Desde la fecha de siembra hasta que el cultivo cubre 10% del suelo.
- Etapa de Desarrollo: Desde que el cultivo cubre el 10% del suelo hasta la plena cobertura (para muchos cultivos la cobertura completa se efectúa en la floración)
- Etapa de mediados de temporada: Desde la cobertura plena hasta el inicio de madurez.
- Etapa final: Desde el inicio de madurez hasta la cosecha

También se considera la profundidad radicular del cultivo en la etapa inicial y en la etapa de mediados de desarrollo. Así mismo, se toma en cuenta el factor de agotamiento crítico, el cual representa el nivel de humedad del suelo donde puede ocurrir estrés por carencia de agua. (FAO, Manual Cropwat 8.0).

Módulo Suelo

Toma en consideración el Agua disponible total (ADT) que representa la cantidad total de agua disponible para el cultivo, este se basa en la diferencia entre el contenido de humedad de Capacidad de Campo (CC) y el Punto de Marchitez Permanente. Así mismo, se considera el parámetro de profundidad radicular máxima que se expresa en centímetros (cm) y por defecto se considera 900 cm y la tasa máxima de infiltración que es la lámina de agua que puede infiltrar en un periodo de 24 horas, expresado en mm/día, este parámetro depende del tipo de suelo, pendiente y la intensidad de precipitación. (FAO, Manual Cropwat 8.0)

Otro de los parámetros a considerar es el agotamiento inicial de la humedad del suelo, que indica la sequedad del suelo a inicios del periodo del cultivo (siembra).

1.3.5. Descripción del Lugar de Estudio

La provincia de Canta está ubicada en la Región andina del Perú, al este del Departamento de Lima y se extiende desde las elevaciones de la Cordillera “La Viuda” hasta llegar a los límites de la provincia de Lima con una superficie de 1687.29 Km². (Reyna, 2014, pág. 3).

El clima es variado por los cambios estacionales y porque el territorio está comprendido por distintos pisos ecológicos como: Yunga, Quechua, Suni y Puna. La temperatura varía de acuerdo a las alturas, en la zona baja del valle el promedio anual es cálido oscilando en 18.5°C, mientras que en cordillera llega a los 0°C y la precipitación pluvial media es de 465mm. (Reyna, 2014, pág. 4).

Su economía la conforman la agricultura con sus cultivos tradicionales como la papa y el maíz choclo y la ganadería basada en animales criollos, como vacunos, ovinos y porcinos. Sus pastos naturales se encuentran mal manejados, no hay artesanía, no existe una agroindustria, y todo se basa en una economía familiar pseudo capitalista.

Huaros, es uno de los siete (7) distritos predominante rural que conforman la Provincia de Canta, ubicado en la cordillera de los andes situado entre la costa y la sierra central del Departamento y Región Lima. Se encuentra a 3 587 m.s.n.m, al margen derecha del río Chillón, sobre una gran terraza morrénica y está 300 m de altura sobre el lecho del río. Tiene una superficie de 333.45 km², área que comprende sus zonas rurales y urbanas.

Sus tierras de cultivo están conformadas en un 75% por terrazas construidas en época prehispánica, que en la actualidad se encuentran deterioradas debido por la constante erosión. No obstante, el distrito que depende de la agricultura donde se producen papas (*Solanum Tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucos tuberosus*) y haba (*Vicia fava*) y se complementan con la ganadería, la crianza de vacunos, ovinos y camélidos. (Farfán Lobaton, 2002, pag.2)

1.4 Formulación del Problema

1.4.1 Problema General

¿Los escenarios de cambio climático afectan en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta?

1.4.2 Problemas Específicos

¿Cómo afectó la variabilidad climática de los últimos 5 años en la huella hídrica verde del el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta?

¿Cuál será la influencia en el escenario RCP 4.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta?

¿Cuál será la influencia en el escenario RCP 8.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta?

1.5 Justificación del estudio

TEÓRICO

Esta investigación pretende realizar una evaluación de la variabilidad climática de los últimos 5 años y determinar su efecto en la huella hídrica verde del cultivo de papa, así mismo, pretende dar a conocer cuál será el impacto del cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en un futuro cercano, tomando de referencia los escenarios climáticos RCP 4.5(escenario menos severo) y RCP 8.5(escenario más severo) para el año 2050, con el fin de determinar cuál será la cantidad de agua verde consumida por el cultivo de papa en un futuro cercano.

PRÁCTICO

Esta investigación cumple la función como un manual práctico para la determinación de Huella Hídrica Verde en distintos escenarios de cambio climático (escenarios actuales y

futuros). Esto permitirá al lector aplicar la metodología empleada en la obtención de resultados para cuantificar la Huella Hídrica Verde en distintos sistemas agrícolas o el uso de otros escenarios de cambio climático.

AMBIENTAL

Esta investigación tiene el propósito de generar conciencia en la importancia del recurso hídrico y resaltar la necesidad de su cuidado, así como la importancia en la determinación de la huella hídrica verde para una buena gestión del agua en la agricultura a secano del distrito de Huaros y para la toma de medidas de prevención y/o adaptación al cambio climático.

SOCIOECONÓMICO

Al ser la agricultura una de las principales actividades económicas y la papa uno de sus principales cultivos de autoconsumo y venta del Distrito de Huaros, esta investigación servirá como herramienta de información para que la población sepa cuál es la cantidad de agua verde actualmente consumida y cuál será el consumo proyectado para el cultivo de papa en condiciones de secano, esto permitirá evaluar si dicho consumo es suficiente o si por el contrario, la planta de papa está atravesando o atravesará por estrés hídrico, afectando la producción del cultivo y repercutiendo en la calidad de vida de la población de Huaros.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

Los escenarios de cambio climático afectan en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros - Provincia de Canta

1.6.2 Hipótesis Específica

La variabilidad climática de los últimos 5 años (escenario actual) tiene un efecto negativo en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

El escenario RCP 4.5 para el año 2050 influirá de manera negativa en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

El escenario RCP 8.5 para el año 2050 influirá de manera positiva en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de los escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

1.7.2 Objetivos Específicos

Analizar el efecto de la variabilidad climática de los últimos 5 años en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

Estimar la influencia del escenario RCP 4.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

Estimar la influencia del escenario RCP 8.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros – Provincia de Canta.

II. MÉTODO

La metodología empleada en el presente trabajo de investigación es de modelo descriptivo, ya que consiste en la recopilación, identificación y selección de datos, para la predicción e identificación de las relaciones que existen entre las variables de investigación (Hernández, Fernández & Batista, 2014).

2.1 Diseño de investigación

Consiste en una investigación de tipo no experimental – longitudinal con diseño de tendencia, ya que se realizará un análisis de datos meteorológicos y de las características

del cultivo y suelo a través del tiempo para lograr estimar el efecto de los escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde para el cultivo de papa en la Provincia de Canta – Distrito de Huaros (Hernández et al, 2014).

2.2 Alcance:

La presente investigación se realizará en un periodo de tiempo de 3 meses aproximadamente empezando desde el mes septiembre hasta el mes de noviembre, desde la recolección de datos y el cálculo de la huella hídrica verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) para cada escenario climático.

2.3 Variables y Operacionalización

2.3.1 Identificación de Variables

Variable Independiente (X): Escenarios de Cambio Climático

Variable Dependiente (Y): Huella Hídrica Verde del Cultivo de Papa (*Solanum Tuberosum*)

Tabla 3. *Matriz Operacional*

VARIABLES	DIFERENCIA CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA DE MEDICIÓN
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO	Los escenarios de cambio climático de futuros mundiales son descripciones hipotéticas de los posibles mundos futuros. Pueden incluir evaluaciones más cuantitativas de los escenarios de emisiones. (IPPC, 2000)	Los escenarios de Cambio climático pueden ser empleados para distintas investigaciones. En esta investigación se utilizará el escenario actual y escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5 para evaluar su influencia en la Huella Hídrica Verde.	Variabilidad Climática (Periodo 2013-2018)	Precipitación	mm	De razón
				Temperatura Máxima y Mínima	°C	De Intervalo
			Escenario RCP 4.5 al año 2050 (escenario menos severo)	Precipitación Proyectada	mm	De razón
				Temperatura Máxima y Mínima Proyectada	°C	De Intervalo
			Escenario RCP 8.5 al año 2050 (escenario más severo)	Precipitación Proyectada	mm	De razón
				Temperatura Máxima y Mínima Proyectada	°C	De Intervalo
HUELLA HÍDRICA VERDE PARA EL CULTIVO DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM)	La huella hídrica verde es el volumen de agua de lluvia consumida durante el proceso productivo de un cultivo (Arjen Hoeska, 2011)	El agua hídrica verde es medida por el agua de lluvia incorporada, la evapotranspiración y el rendimiento de un sistema productivo agrícola	Huella Hídrica Verde campañas agrícola periodo (2013-2018)	Precipitación Efectiva (CROPWAT 8.0)	mm/dec	De razón
				Rendimiento de Cultivo	ton/ha	De razón
			Huella Hídrica Verde Proyectada al 2050 (periodos 1971-2000)	Precipitación Efectiva (CROPWAT 8.0)	mm/dec	De razón
				Rendimiento de Cultivo	ton/ha	De razón

Fuente: Elaboración Propia

2.4 Población

El distrito de Huaros tiene una superficie de 333,45 km² y una población de 921 personas según Censo Nacional - 2007. Su capital es el pueblo de Huaros ubicado sobre la margen derecha del río Chillón, en S 11°24'21" W 76°34'34" y a 3 591 msnm.

Sus pocas tierras de cultivo están conformados en un 85% por un conjunto de terrazas construidas en época prehispánica.

Norte: Provincia de Huaral – Departamento de Lima.

Sur: Distrito de Canta – Provincia de Canta

Este: Provincia de Yauli – Departamento de Junín.

Oeste: Distrito de San Buenaventura – Provincia de Canta



Figura 4. *Imágen Satelital de la zona referencial del estudio. Pueblo de Huaros*
Fuente: Google Earth

2.5 Muestra

Se recolectaron los datos históricos meteorológicos (Precipitación y Temperatura) de una estación meteorológica ubicada en el Distrito de Huaros, Pueblo de Huaros.

Tabla 4. *Estación de Muestra*

ESTACIÓN	TIPO	DISTRITO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
Huaros	Automática - Sutrón	Huaros	11° 24' 0"	76° 34' 0"	3585 msnm

Fuente: SENAMHI

2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.6.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

La técnica que se empleó en esta investigación es la observación, esta consiste en un registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificado y consignando datos de acuerdo con alguna situación previsto y de acuerdo al problema que se está estudiando. Así mismo, es una técnica aplicable para investigaciones de tipo cuantitativa y se puede apreciar con claridad las características y condiciones de los hechos en estudio (Valle, Mendoza & Santiago, 2015, p. 69).

Instrumentos

Se usaron los siguientes instrumentos para la recolección de Datos se:

- Registro de Datos Meteorológicos – Periodo 2013-2018
- Registro de Datos Meteorológicos – Periodo 1971-2000
- Registro de Variaciones de Temperatura y Precipitaciones - Escenarios de Regionalización Estadística en Perú.
- Registro de Rendimientos de Cultivo de Papa por Campaña Agrícola.

2.6.2 Validez y Confiabilidad

Validez

La validez de un instrumento de recolección de datos consiste en el grado en que este realmente pueda medir las variables que se buscan medir (Hernández, Fernández & Batista, 2014).

Para esta investigación, la validación de los instrumentos de recolección de datos se llevó a cabo a través de la técnica de juicio de expertos, que consiste en la evaluación del instrumento por medio de tres (3) voces calificadas de la Universidad Cesar Vallejo, exponiendo su criterio y experiencia en el tema de investigación.

Confiabilidad

La confiabilidad de un instrumento de medición consiste en el grado que su repetición produzca resultados semejantes o parecidos (Hernández et al, 2014).

El método que se utilizó para estimar la confiabilidad será el Método de Estabilidad (Test-Retest), que consiste en la administración del instrumento dos veces en distintos tiempos, bajo una sola versión del mismo. Si los resultados entre las diferentes aplicaciones usando el coeficiente de correlación de Pearson r resultan muy positivos, entonces el instrumento se considera confiable.

2.7 Métodos de análisis de datos

Se empleó el método de análisis exploratorio o estadística descriptiva que consiste en la comprensión de la estructura de los datos, detectando un patrón de comportamiento general como apartamientos del mismo. Una forma de realizarlo es mediante gráficos de sencilla realización e interpretación. En esta investigación se empezó por el análisis de las variables meteorológicas de precipitación y temperatura del escenario actual (2013-2018) para la evaluación de variabilidad climática mediante diagramas de cajas y bigotes (boxplots) donde se utilizan medidas de tendencia central divididos en cuatro (4) cuartiles y se puede analizar la asimetría de los datos. Así como para los resultados del cálculo de Huella Hídrica Verde en los distintos tipos de escenarios climáticos.

2.8 Aspectos éticos

La presente investigación tendrá como consideraciones éticas lo siguiente:

- No se realizará ningún tipo de plagio de alguna investigación de otro autor, toda la información recopilada de otras investigaciones serán correctamente citadas de acuerdo al ISO 690.
- Los resultados de la investigación no serán manipulados o alterados por el autor. La información será real y fehaciente.

III. RESULTADOS

a) Resultados de Análisis de Consistencia de Datos Meteorológicos

Procesamiento de Datos Meteorológicos

Se recolectaron los datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) de la estación meteorológica Huaros.

La data meteorológica procesada corresponde a los valores de temperatura (máxima y mínima) diaria y precipitación diaria, así como de humedad relativa diaria y velocidad del viento diaria del periodo 2013-2018 (Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10) y valores de temperatura (máxima y mínima) y precipitación del periodo 1971-2000.

Tabla 5. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2013*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Precipitación
	Máxima	Mínima	%	(m/s)	mm
Ene-13	15	5.2	74	2.4	85.6
Feb-13	14	5.5	81	2.3	106.4
Mar-13	14	6.0	81	3.5	115.3
Abr-13	15	5.8	73	2.7	46.2
May-13	15	5.2	52	1.9	18.8
Jun-13	14	5.3	39	2.8	2.7

Jul-13	13	4.8	34	3.5	0.3
Ago-13	13	4.1	42	2.3	5.2
Set-13	12	3.9	47	1.5	20.8
Oct-13	13	4.4	59	2.7	53.7
Nov-13	15	4.6	56	3.1	25.1
Dic-13	15	5.4	74	3.0	77.8

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2014*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Precipitación
	Máxima	Mínima	%	(m/s)	mm
Ene-14	16	6.1	67	3.2	136.9
Feb-14	15	5.9	80	2.0	102.3
Mar-14	15	5.8	80	3.0	100.5
Abr-14	14	5.4	71	3.6	33.9
May-14	15	5.4	53	0.3	19.4
Jun-14	14	4.8	34	2.1	0.5
Jul-14	15	4.2	33	2.6	0.8
Ago-14	14	3.4	45	3.5	7.5
Set-14	14	3.7	52	0.5	21.7
Oct-14	14	4.8	53	2.0	39.5
Nov-14	15	5.5	65	3.4	47.7
Dic-14	15	6.0	78	2.8	96.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2015*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Precipitación
	Máxima	Mínima	%	m/s	mm
Ene-15	15	6.3	77	3.5	104.5
Feb-15	16	6.2	81	3.2	107.5

Mar-15	15	6.3	84	3.2	106.7
Abr-15	15	5.1	73	4.4	47.1
May-15	15	5.3	63	3.5	15.0
Jun-15	14	5.2	47	6.1	4.7
Jul-15	14	5.6	35	4.6	0.0
Ago-15	13	4.2	41	4.3	7.5
Set-15	13	4.7	49	3.9	11.4
Oct-15	14	5.2	60	3.4	22.0
Nov-15	16	6.4	64	2.7	27.3
Dic-15	16	6.6	69	3.2	63.0

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2016*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa	Velocidad del Viento	Precipitación
	Máxima	Mínima	%	m/s	mm
Ene-16	16	6.4	67.6	2.9	81.9
Feb-16	16	7.0	83.7	2.7	123.5
Mar-16	15	6.5	84.6	2.8	101.2
Abr-16	16	6.2	69.9	2.8	39.5
May-16	15	5.9	52.7	3.3	10.2
Jun-16	15	5.6	40.3	3.7	0.0
Jul-16	15	5.0	37.8	4.2	0.1
Ago-16	14	5.1	44.3	4.3	1.2
Set-16	14	5.0	49.8	3.7	27.0
Oct-16	15	5.8	53.4	2.5	21.9
Nov-16	15	6.0	39.2	3.3	0.0
Dic-16	16	6.7	79.8	1.7	99.1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados - Año 2017*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa %	Velocidad del Viento m/s	Precipitación mm
	Máxima	Mínima			
Ene-17	16	6.8	84	2.0	143.1
Feb-17	16	6.4	87	1.4	124.2
Mar-17	16	5.9	88	1.2	177.6
Abr-17	15	6.5	75	1.9	19.3
May-17	15	5.5	68	1.8	9.7
Jun-17	14	5.3	53	2.1	0.0
Jul-17	14	5.1	40	4.3	0.0
Ago-17	14	5.7	40	3.2	4.7
Set-17	13	5.5	52	3.3	14.0
Oct-17	15	6.3	66	2.6	27.7
Nov-17	15	6.2	57	1.7	13.6
Dic-17	16	6.1	70	1.9	26.6

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. *Datos Meteorológicos Mensuales Procesados – Año 2018*

Mes	Temperatura °C		Humedad Relativa %	Velocidad del Viento m/s	Precipitación mm
	Máxima	Mínima			
Ene-18	15	5.9	76	2.2	92.4
Feb-18	16	5.7	80	1.3	100.6
Mar-18	15	6.4	84	1.5	140.0
Abr-18	15	6.2	75	1.4	59.6
May-18	14	6.0	66	2.6	16.9
Jun-18	15	5.2	54	3.7	2.1
Jul-18	14	5.4	47	3.9	0.0
Ago-18	13	5.0	45	5.0	0.6
Set-18	13	4.0	51	4.3	1.6
Oct-18	13	5.6	67	2.5	26.9

Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Variabilidad Climática por Año – Periodo 2013-2018

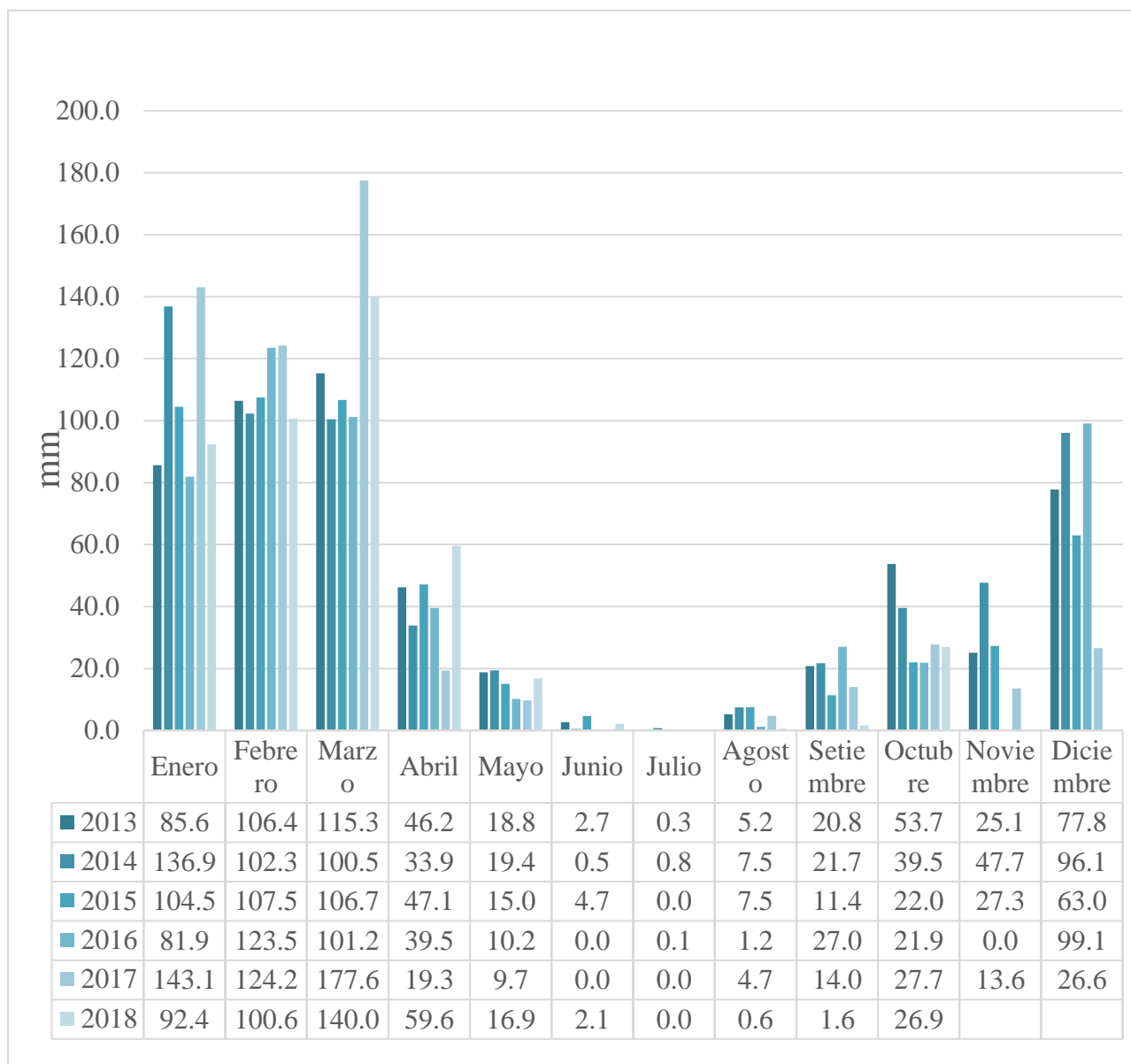


Gráfico 1. Precipitación Acumulada, periodo 2013-2018

Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico 1 se pueden apreciar las variaciones de precipitación total a lo largo de los últimos 5 años. Mostrando que en el año 2017, las precipitaciones fueron en aumento en el mes de enero y marzo. Y en los años 2018 y 2016 se presentaron menor cantidad de lluvias en los primeros meses del año. También se aprecia un retraso en el inicio de lluvias en el mes de agosto del presente año.

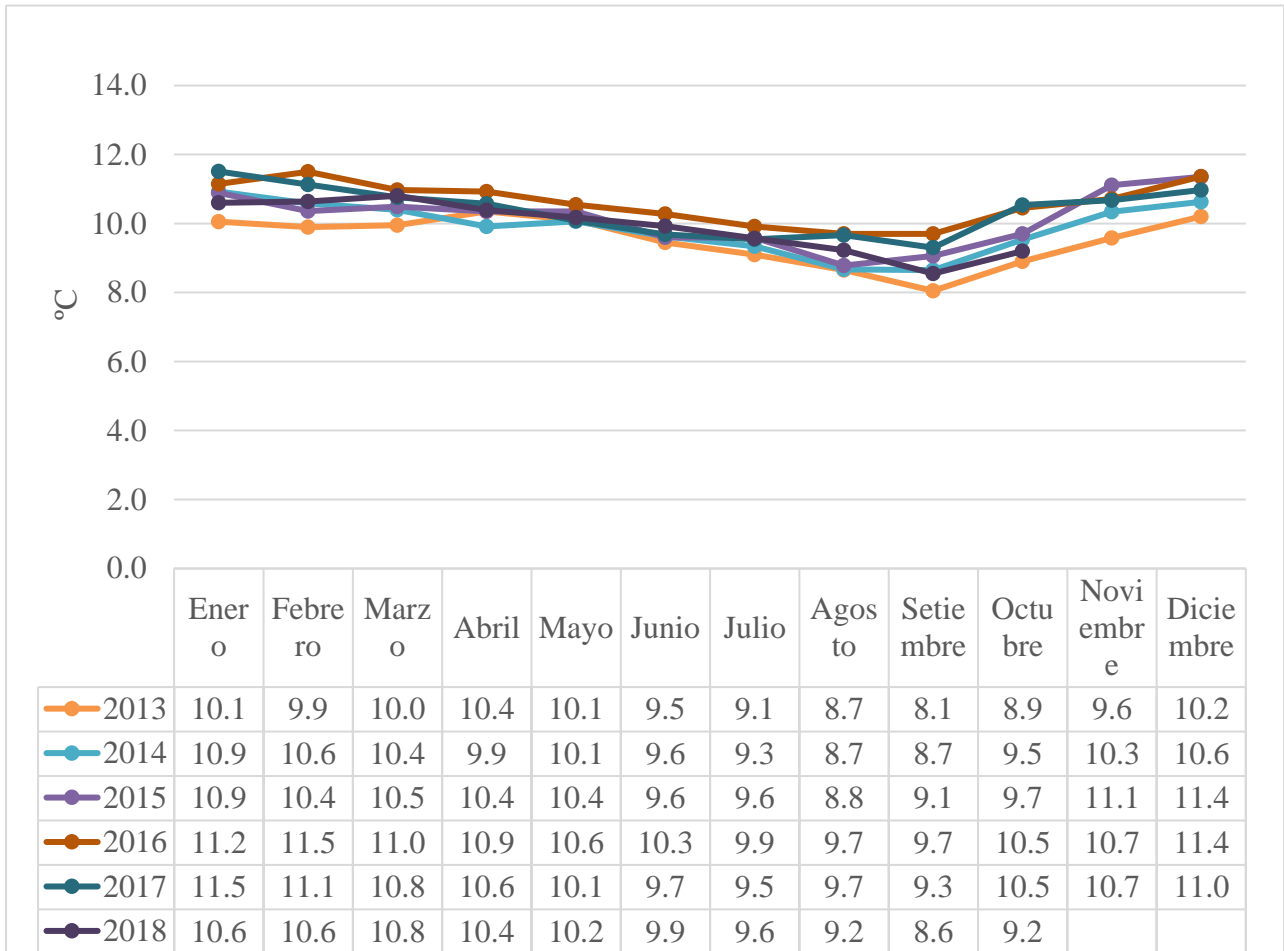


Gráfico 2. Temperatura Promedio, periodo 2013-2018

Fuente: Elaboración Propia

En el Grafico 2. Se puede apreciar las variaciones de temperaturas promedios a lo largo de los últimos 5 años. Mostrando que en el año 2013 la temperatura promedio ocupó su punto más bajo en el mes de setiembre. Y la temperatura más alta registrada fue en febrero del 2016. En una vista general, se aprecia que las temperaturas promedio de (2013-2018) tienen un comportamiento correspondiente a la variabilidad estacional.

Análisis Exploratorio – BoxPlot

El análisis de datos se presenta es a través de diagramas de cajas. El periodo de los datos de precipitación y temperatura que son tomados en cuenta de la estación Huaros es de 2013-2018 .Este proceso se realizará con el fin de realizar un correcto análisis de la variabilidad climática en el distrito de Huaros

El diagrama de caja y bigotes consta de una caja central y dos segmentos horizontales (bigotes) que parten del centro de cada lado de la caja. El 50% de los datos se distribuyen en la caja central y la línea vertical en su interior es la mediana o 50 percentil (Q_2). Si esa línea en su interior se encuentra en medio, se comprende que existe simetría entre los datos. Las líneas verticales ubicadas en la caja se sitúan en los cuartiles inferior (25 percentil Q_1) y superior (75 percentil Q_3) de los datos. Los bigotes se dibujan a partir del centro de la caja de forma vertical, uno en la parte superior y otro en la parte superior, también pueden representar los datos que caen fuera del rango, llamándolos “outliers o valores extremos” Torres López, Sheyla Katerine (2016).

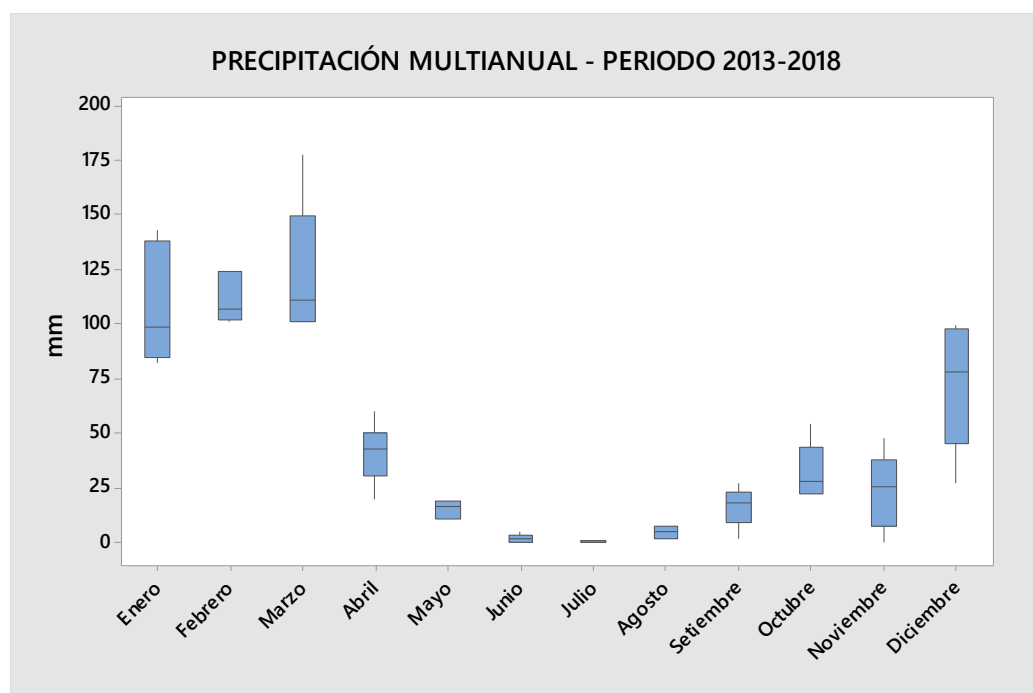


Gráfico 3. *Diagrama de Cajas y Bigotes Precipitación mensual, periodo 2013-2018*

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 3, se puede observar que existe una variabilidad moderada correspondiente a la estacional, sin datos atípicos. Los meses en donde se aprecia una mayor variabilidad de precipitaciones durante el periodo 2013-2018 son en los meses de octubre y de diciembre a mayo.

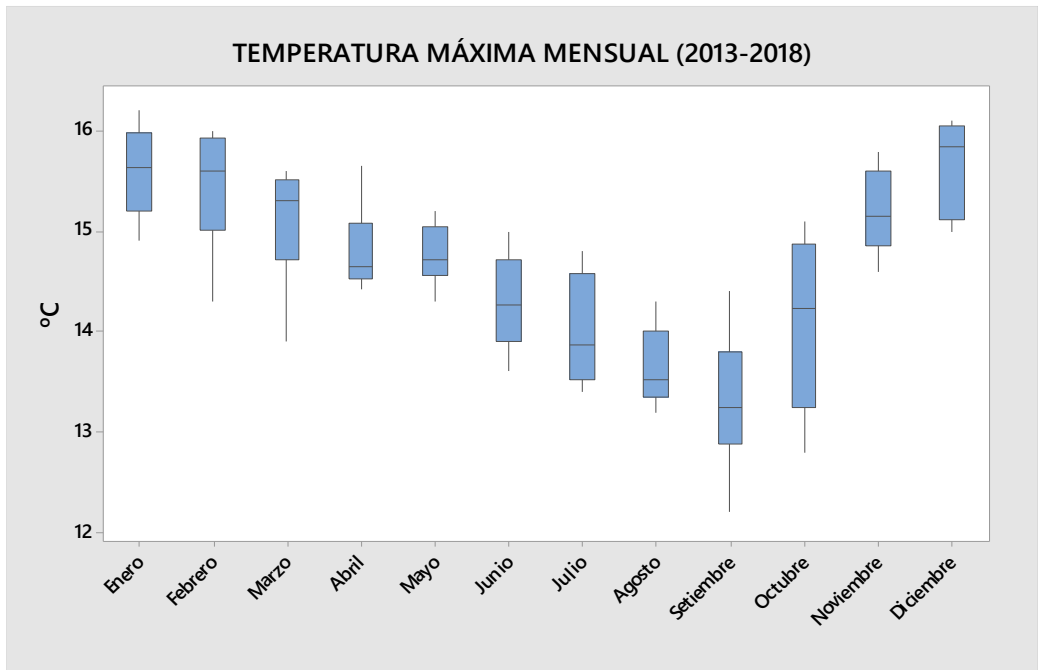


Gráfico 4. *Diagrama de Cajas y Bigotes Temperatura Máxima mensual, periodo 2013-2018*

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 4 se observa que los valores de temperatura máxima presentaron en general un comportamiento correspondientes a la variabilidad estacional de temperaturas con valores que oscilan entre 12° a 16° °C, observando una mayor variación en los meses de Febrero-Abril.

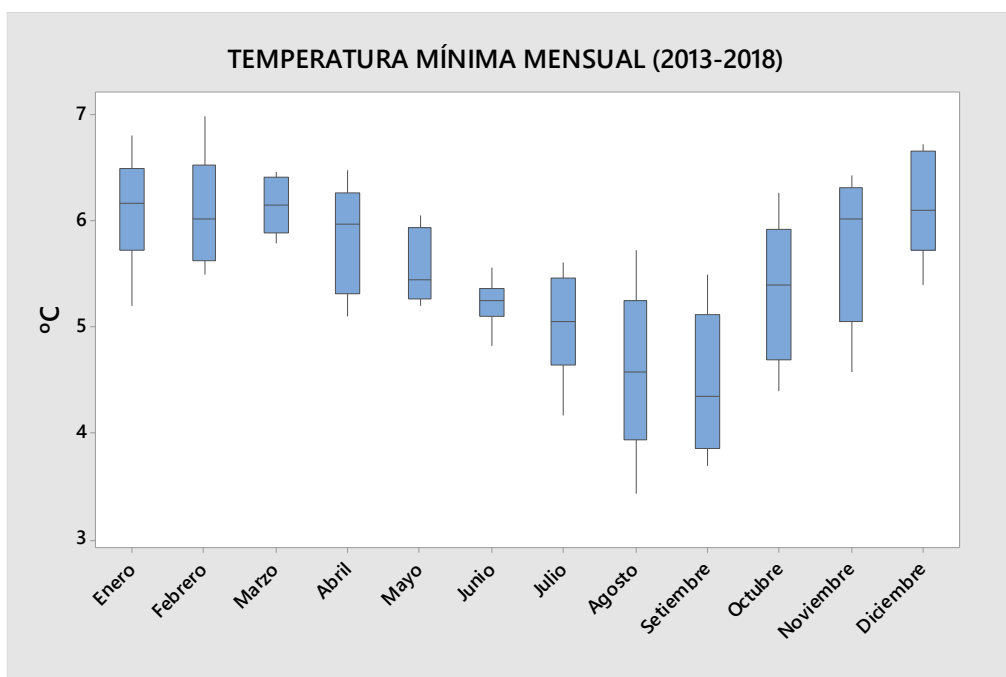


Gráfico 5. Diagrama de Cajas y Bigotes Temperatura Mínima mensual, periodo 2013-2018

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 5, los valores de temperatura mínimas presentaron en general un comportamiento correspondientes a la variabilidad estacional de temperaturas con valores que oscilan entre 3.4° a 7° C.

b) Resultados del Escenario Actual en la Huella Hídrica Verde

Módulo Clima/Eto

Se ingresaron los datos meteorológicos procesados de la estación meteorológica Huaros por cada campaña de cultivo (2013-2018).

A continuación en la Figura 5 se observa un ejemplo del ingreso de datos meteorológicos de la campaña 2014-2015 para poder obtener los datos de Radiación y Evapotranspiración Diaria.

País		Estación					
PERU		HUAROS 2014-2015					
Altitud	3585 m.	Latitud	11.00 °N				
		Longitud	76.00 °W				
Mes	Temp Min	Temp Max	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	°C	%	m/s	horas	MJ/m ² /día	mm/día
Enero	6.3	15.5	74	2.7	12.4	25.0	3.60
Febrero	6.2	15.6	82	2.1	12.3	26.5	3.77
Marzo	6.3	15.4	84	2.5	12.1	27.7	3.94
Abril	5.1	14.6	73	2.8	11.5	27.3	4.05
Mayo	5.3	14.7	59	2.2	11.4	26.6	4.26
Junio	5.2	14.0	44	3.4	11.3	26.0	4.60
Julio	5.6	13.6	38	3.8	11.3	26.1	4.84
Agosto	3.4	13.9	43	3.8	11.5	26.9	4.70
Septiembre	3.7	13.6	50	2.9	11.8	27.3	4.35
Octubre	4.8	14.3	60	2.6	12.2	26.7	4.04
Noviembre	5.5	15.1	56	2.8	12.4	25.2	3.98
Diciembre	6.0	15.2	74	2.5	12.5	24.4	3.46
Promedio	5.3	14.6	61	2.8	11.9	26.3	4.13

Figura 5. Captura de Pantalla de Modulo Clima/Eto - Campaña 2014-2015

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

Módulo Precipitación

Para poder obtener los resultados de precipitación efectiva se ingresó al software CROPWAT 8.0 los datos de precipitación total mensual multianual (2013-2018), expresado en milímetros (mm). La Figura 6 es un ejemplo de cómo se insertaron las precipitaciones de la campaña 2016-2017 en el módulo Precipitación.

Estación		Método Prec. Ef	
HUAROS 2016-2017		Método USDA S.C.	
	Precipit.	Prec. efec	
	mm	mm	
Enero	143.1	110.3	
Febrero	124.2	99.5	
Marzo	177.6	127.1	
Abril	19.3	18.7	
Mayo	9.7	9.5	
Junio	0.0	0.0	
Julio	0.0	0.0	
Agosto	1.2	1.2	
Septiembre	27.0	25.8	
Octubre	21.9	21.1	
Noviembre	0.0	0.0	
Diciembre	99.1	83.4	
Total	623.1	496.8	

Figura 6. Captura de Pantalla de Modulo Precipitación - Campaña 2014-2015

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

Módulo de Cultivo

Para el módulo de cultivo se tomaron en cuenta las siguientes características del cultivo que fueron recopiladas de la Agencia Agraria de Canta y del modelo de cultivo de papa de CROPWAT 8.0 (Tabla 11) de papa.

Tabla 11. Características del Cultivo

Periodo Vegetativo	Etapas Inicial	Desarrollo	Medio	Fin de Temporada		Fuente
Papa (solanum Tuberosum)	50	55	60	45	210 días	Agencia Agraria de Canta

Kc (coeficiente de cultivo)	0.5		1.15	0.75		CROPWAT 8.0 FAO
Ky (fracción de respuesta al rendimiento)	0.45	0.8	0.8	0.3	1.1	CROPWAT 8.0 FAO
p (agotamiento crítico)	0.25		0.3	0.5		CROPWAT 8.0 FAO

Fuente: Elaboración Propia

Módulo Suelo

Para ingresar datos correspondientes al suelo del área de estudio, se recolectaron 6 muestras de suelo (Tabla 12) para el análisis de parámetros físicos como textura (al tacto) y humedad por método gravimétrico, sólo para fines de identificación.

Tabla 12. *Puntos de Muestreo de Suelo*

Descripción	Coordenadas UTM	
	E(X)	S(Y)
P1M1	328196	8738782
P1M2	328222	8738776
P2M1	328196	8738763
P2M2	328213	8738756
P3M1	328239	8738758
P3M2	328261	8738760

Fuente: Elaboración Propia



Figura 7. Puntos de Toma de muestras de suelo

Fuente: Google Earth

En la Figura 7 se observa en imagen satelital la distribución de los puntos de toma de muestras mediante Google Earth en tres (3) parcelas ubicadas en el distrito de Huaros.

Después del análisis al tacto se determinó que la textura de suelo del lugar de estudio es FRANCO-ARENOSA y el promedio de los resultados del análisis de humedad de suelo (método gravimétrico) de las 6 muestras recolectadas dio como resultado que la Humedad de suelo inicialmente disponible es de 60 mm/metro. Así mismo, el resto de las características de suelo fueron recolectas por la FAO y de la Agencia Agraria de Canta tomando de referencia la textura del suelo.

En la Figura 8, se observa que las características anteriormente mencionadas fueron integradas al módulo suelo del software CROPWAT 8.0 para poder determinar los Requerimientos de Agua de cultivo (Módulo RAC).

Nombre del suelo		FRANCO ARENOSO	
Datos generales de suelo			
Humedad de suelo disponible total (CC-PMP)	60.0	mm/metro	
Tasa maxima de infiltración de la precipitación	40	mm/día	
Profundidad radicular máxima	900	centímetros	
Agotamiento inicial de hum. de suelo (como % de ADT)	0	%	
Humedad de suelo inicialmente disponible	60.0	mm/metro	

Figura 8. Captura de Pantalla de Módulo Suelo - CROPWAT 8.0

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

Rendimientos de Cultivo

Para el cálculo de rendimientos de cultivo de papa, como puede observarse en la Tabla 9, la Agencia Agraria de Canta nos brindó los datos de Área Cosechada y Producción de las últimas 5 campañas agrícolas en el Distrito de Huaros.

Tabla 13. *Rendimiento de cultivo de papa por Campañas Agrícolas-Distrito de Huaros, periodo 2013-2018*

Campañas	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Producción	62.00	55.00	45.00	50.00	79.00
Ha Cosechada	9.00	8.00	7.00	7.00	11.00
Rendimiento (Ton/ha)	6.89	6.88	6.43	7.14	7.18

Fuente: Agencia Agraria de Canta

Módulo RAC (Requerimientos de Agua) por campaña agrícola (2013-2018)

Tabla 14. *Resultados RAC por Campañas Agrícolas, periodo 2013-2018*

Campañas	Etc (mm/dec)	Precipitación Efectiva mm (mm/dec)	Req(mm/dec)
2013/2014	759.20	432.50	329.80
2014/2015	689.00	468.20	219.70
2015/2016	782.60	394.10	386.60
2016/2017	777.40	459.10	318.50
2017/2018	771.90	388.40	380.40

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

En la Tabla 14 se observan los resultados obtenidos en el módulo de Requerimientos de Agua del Cultivo (RAC) del modelo CROPWAT 8.0 después de adicionar la información requerida por el Software. Etc, corresponde a la demanda de agua del cultivo; precipitación efectiva, a la cantidad de agua de lluvia que consumo un cultivo durante su proceso productivo y Req, al requerimiento de riego del Cultivo. Así mismo, la campaña agrícola con mayor demanda de agua fue la campaña 2015/2016 y la de menor demanda de agua corresponde a la campaña agrícola 2014/2015.

Cálculo de Huella Hídrica Verde

Para la determinación de Huella Hídrica Verde, se finaliza usando la siguiente fórmula

$$HHv = \frac{UAC}{Y}$$

Donde:

UAC = Uso de Agua del Cultivo que proviene de la precipitación efectiva, esta se expresa en m³/ha

Y = Rendimiento del cultivo, expresado en ton/ha.

Considerando, que el valor precipitación efectiva se encuentra en la tabla 14, se toma el valor mm/dec y se usa un factor de conversión para que las unidades resultantes correspondan a m³/ha lo que significa que será la estimación base del recurso hídrico en el periodo del cultivo.

$$\text{Precipitación Efectiva} = 432,5 * 10 \text{ m}^3/\text{ha} = 4325 \text{ m}^3/\text{ha} \text{ (ejemplo de campaña 2013-2014)}$$

Finalmente, al tener las variables en las unidades correspondientes, se calcula la huella hídrica verde mediante la siguiente expresión teniendo en cuenta el rendimiento.

$$\begin{aligned} \text{HHverde} &= \text{UAC}/\text{Y} = \text{Prec. Efectiva}/\text{Rendimiento} = 4325 \text{ m}^3/\text{ha} / 6.89 \text{ Ton}/\text{ha} \\ \text{HHverde} &= 627.82 \text{ m}^3/\text{ton} \text{ (ejemplo de campaña 2013/2014)} \end{aligned}$$

Tabla 15. *Resultados de Huella Hídrica Verde de Campañas Agrícolas, periodo 2013-2018*

Campañas	Rendimientos (Ton/ha)	Precipitación Efectiva (mm/dec)	HHv(m³/ton)
2013/2014	6.89	432.5	627.82
2014/2015	6.88	468.2	681.02
2015/2016	6.43	394.1	613.04
2016/2017	7.14	459.1	642.74
2017/2018	7.18	388.4	540.81

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

En la Tabla 15 se observan los resultados de Huella Hídrica Verde para cada campaña agrícola en el periodo 2013-2018, obtenidos a partir de la división entre los datos de Precipitación efectiva y rendimientos del cultivo. El menor consumo de agua de precipitación se registró en la campaña 2017-2018 y la mayor en la campaña 2014-2015.

c) Escenarios Climático RCP 4.5 al 2050 en Huella Hídrica Verde de Cultivo de papa

Para realizar el cálculo de Precipitación Efectiva bajo el escenario RCP 4.5, se usaron las variaciones climáticas de Precipitación y Temperatura de la Investigación Regionalización Estadística de Escenarios Climáticos en Perú realizada por la FAO y por SENAMHI donde indican que las variaciones para el año 2050 (aplicado en los periodos 1071-2000) en la estación Huaros serán:

Temperatura Máxima = 1.6 °C/día

Temperatura Mínima = 1.8 °C/día

Precipitaciones = + 0.2 mm/día

Estas variaciones climáticas se aplicaron a data metodológica de la estación Huaros del periodo 1971-2000 para poder estimar la variación climática al 2050.

Módulo Clima

En la Figura 9 se observa el módulo clima para el escenario climático RCP 4.5 al 2050, donde se pueden observar las temperatura proyectada con un promedio anual de 11.8°C y el cálculo de evapotranspiración proyectado con un promedio de 4.28 mm/día

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\HUAROS RCP 4.P...

País PERU Estación HUAROS RCP 4.5

Altitud 3585 m. Latitud 11.00 °S Longitud 76.00 °W

Mes	Prom Temp °C	Humedad %	Viento m/s	Insolación horas	Rad MJ/m²/día	ETo mm/día
Enero	12.2	74	2.7	12.4	29.6	4.49
Febrero	11.8	82	2.1	12.3	29.5	4.31
Marzo	11.9	84	2.5	12.1	28.3	4.00
Abril	11.8	73	2.8	11.5	25.3	3.75
Mayo	11.9	59	2.2	11.4	22.8	3.61
Junio	11.8	44	3.4	11.3	21.4	3.97
Julio	11.7	38	3.8	11.3	22.0	4.32
Agosto	11.5	43	3.8	11.5	24.2	4.48
Septiembre	11.4	50	2.9	11.8	26.9	4.51
Octubre	11.7	60	2.6	12.2	28.8	4.60
Noviembre	11.8	56	2.8	12.4	29.4	4.82
Diciembre	12.0	74	2.5	12.5	29.6	4.46
Promedio	11.8	61	2.8	11.9	26.5	4.28

Figura 9. Captura de Pantalla de Módulo Clima – Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

Módulo Precipitación

Precipitación mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\HUAROS RCP 45.CRM

Estación HUAROS RCP 45 Método Prec. Ef Método USDA S.C.

	Precipit. mm	Prec. efec mm
Enero	73.1	64.6
Febrero	102.0	85.4
Marzo	126.3	100.8
Abril	49.7	45.7
Mayo	11.5	11.3
Junio	6.3	6.2
Julio	6.7	6.6
Agosto	7.3	7.2
Septiembre	11.2	11.0
Octubre	24.8	23.8
Noviembre	33.1	31.3
Diciembre	63.6	57.1
Total	515.6	451.1

Figura 10. Captura de Pantalla de Módulo Precipitación – Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

La Figura 10, muestra el módulo precipitación para el escenario RCP 4.5 al 20150, donde se puede observar la precipitación mensual promedio proyectada para el Escenario RCP 4.5 es de 515.6 mm y la precipitación efectiva es de 451.1 mm.

Para los Módulos Suelo y Cultivo, se consideraron los mismos valores que en los escenarios actuales.

Resultados RAC

Estación ETc		HUAROS RCP 4.5		Cultivo		Potato	
Est. de lluvia		HUAROS RCP 45		Fecha de siembra		02/10	
Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	1	Inic	0.50	2.28	20.6	6.0	13.9
Oct	2	Inic	0.50	2.30	23.0	8.1	14.9
Oct	3	Inic	0.50	2.34	25.7	8.9	16.8
Nov	1	Inic	0.50	2.37	23.7	9.0	14.7
Nov	2	Inic	0.50	2.41	24.1	9.6	14.5
Nov	3	Des	0.55	2.60	26.0	12.7	13.2
Dic	1	Des	0.65	2.97	29.7	16.7	12.9
Dic	2	Des	0.74	3.31	33.1	19.9	13.2
Dic	3	Des	0.84	3.77	41.4	20.4	21.0
Ene	1	Des	0.94	4.22	42.2	20.3	21.9
Ene	2	Med	1.02	4.57	45.7	20.9	24.7
Ene	3	Med	1.02	4.53	49.9	23.4	26.4
Feb	1	Med	1.02	4.47	44.7	26.3	18.5
Feb	2	Med	1.02	4.42	44.2	28.7	15.5
Feb	3	Med	1.02	4.31	34.5	30.3	4.2
Mar	1	Med	1.02	4.20	42.0	34.1	7.9
Mar	2	Fin	1.01	4.04	40.4	36.9	3.5
Mar	3	Fin	0.93	3.63	40.0	29.7	10.3
Abr	1	Fin	0.84	3.21	32.1	20.7	11.3
Abr	2	Fin	0.75	2.81	28.1	14.3	13.8
Abr	3	Fin	0.67	2.47	22.2	9.7	11.4
					713.2	406.7	304.7

Figura 11. Captura de Pantalla de Resultado de Módulo RAC– Escenario de Cambio Climático RCP 4.5 al 2050

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

En la Figura 11 se observan los resultados del Módulo RAC para el Escenario RCP al 2050. Las demandas de agua del cultivo de papa en Huaros oscilan entre 22.2 a 49.9 mm de Precipitación /dec, siendo 713.3 mm de Precipitación/dec la demanda hídrica durante todo el proceso productivo del cultivo, lo que es semejante a 7132 l/m². Así mismo, se observa que la precipitación efectiva es de 406.7 mm de Precipitación/dec.

Tabla 16. *Resultados Huella Hídrica Verde Escenario RCP 4.5, año 2050*

Escenario de CC	Rendimientos (ton/ha)	Precipitación Efectiva (mm/dec)	HH(m3/ton)
RCP 4.5 - 2050	6.9	406.7	589.4

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 16 se observan los resultados de Huella Hídrica Verde para el escenario climático RCP 4.5 para el año 2050, que es equivalente a 589.4 m³ de Agua de Lluvia/ton de papa.

d) Escenarios Climático RCP 8.5 al 2050 en Huella Hídrica Verde de Cultivo de papa

De igual forma para realizar el cálculo de Precipitación Efectiva bajo el escenario RCP 8.5, se usaron las variaciones climáticas de Precipitación y Temperatura de la Investigación Regionalización Estadística de Escenarios Climáticos en Perú realizada por la FAO y por SENAMHI donde indican que las variaciones para el año 2050 (aplicado en los periodos 1071-2000) en la estación Huaros serán:

Temperatura Máxima = 2.3 °C/día

Temperatura Mínima = 2.2 °C/día

Precipitaciones = + 0.6 mm/día

Estas variaciones climáticas se aplicaron a data metodológica de la estación Huaros del periodo 1971-2000 para poder estimar la variación climática al 2050

Módulo Clima

En la Figura 12 se observa el módulo clima para el escenario climático RCP 8.5 al 2050, donde se pueden observar las temperatura proyectada con un promedio anual de 12.5°C y el cálculo de evapotranspiración proyectado con un promedio de 4.37 mm/día

ETo Penman-Monteith Mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\climate\HUAROS RCP 85...

País Estación

Altitud m. Latitud °S Longitud °W

Mes	Prom Temp	Humedad	Viento	Insolación	Rad	ETo
	°C	%	m/s	horas	MJ/m²/día	mm/día
Enero	12.6	74	2.7	12.4	29.6	4.54
Febrero	12.6	82	2.1	12.3	29.5	4.41
Marzo	12.6	84	2.5	12.1	28.3	4.08
Abril	12.8	73	2.8	11.5	25.3	3.87
Mayo	12.6	59	2.2	11.4	22.8	3.68
Junio	12.6	44	3.4	11.3	21.4	4.07
Julio	12.4	38	3.8	11.3	22.0	4.42
Agosto	12.3	43	3.8	11.5	24.2	4.60
Septiembre	12.2	50	2.9	11.8	26.9	4.62
Octubre	12.4	60	2.6	12.2	28.8	4.70
Noviembre	12.4	56	2.8	12.4	29.4	4.91
Diciembre	12.5	74	2.5	12.5	29.6	4.53
Promedio	12.5	61	2.8	11.9	26.5	4.37

Figura 12. Captura de Pantalla de Módulo Clima – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.

Fuente: CROPWAT. Elaboración Propia

Módulo Precipitación

Precipitación mensual - C:\ProgramData\CROPWAT\data\rain\HUAROS RCP 85.CRM

Estación Método Prec. Ef

	Precipit.	Prec. efec
	mm	mm
Enero	112.4	92.2
Febrero	125.5	100.3
Marzo	155.3	116.7
Abril	74.1	65.3
Mayo	36.9	34.7
Junio	30.7	29.2
Julio	32.1	30.5
Agosto	32.7	31.0
Septiembre	35.6	33.6
Octubre	50.2	46.2
Noviembre	57.5	52.2
Diciembre	89.0	76.3
Total	832.0	708.1

Figura 13. Captura de Pantalla de Módulo Precipitación – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

La Figura 13, muestra el módulo precipitación para el escenario RCP 8.5 al 2050, donde se puede observar la precipitación mensual promedio proyectada para el Escenario RCP 8.5 es de 832.0 mm y la precipitación efectiva es de 708.1 mm.

Para los Módulos Suelo y Cultivo, se consideraron los mismos valores que en los escenarios actuales.

Resultados RAC

Estación ETo		HUAROS RCP 8.5		Cultivo		Potato	
Est. de lluvia		HUAROS RCP 8-5		Fecha de siembra		02/10	
Mes	Decada	Etap	Kc	ETc	ETc	Prec. efec	Req.Riego
			coef	mm/día	mm/dec	mm/dec	mm/dec
Oct	1	Inic	0.50	2.34	21.0	12.7	6.9
Oct	2	Inic	0.50	2.35	23.5	15.6	7.9
Oct	3	Inic	0.50	2.39	26.2	16.2	10.0
Nov	1	Inic	0.50	2.42	24.2	16.2	8.0
Nov	2	Inic	0.50	2.46	24.6	16.6	8.0
Nov	3	Des	0.55	2.64	26.4	19.5	6.9
Dic	1	Des	0.65	3.02	30.2	23.0	7.2
Dic	2	Des	0.74	3.37	33.7	25.8	7.9
Dic	3	Des	0.84	3.82	42.0	27.4	14.6
Ene	1	Des	0.94	4.27	42.7	29.2	13.5
Ene	2	Med	1.02	4.62	46.2	31.1	15.1
Ene	3	Med	1.02	4.60	50.6	31.9	18.7
Feb	1	Med	1.02	4.56	45.6	32.3	13.3
Feb	2	Med	1.02	4.52	45.2	33.1	12.1
Feb	3	Med	1.02	4.40	35.2	35.0	0.2
Mar	1	Med	1.02	4.29	42.9	39.2	3.7
Mar	2	Fin	1.01	4.13	41.3	42.1	0.0
Mar	3	Fin	0.93	3.72	41.0	35.3	5.6
Abr	1	Fin	0.84	3.30	33.0	26.8	6.1
Abr	2	Fin	0.75	2.90	29.0	20.8	8.2
Abr	3	Fin	0.67	2.54	22.9	16.0	5.1
					727.3	546.0	179.0

Figura 14. Captura de Pantalla de Resultados de Módulo RAC – Escenario de Cambio Climático RCP 8.5 al 2050.

Fuente: CROPWAT 8.0. Elaboración Propia

En la Figura 14 se observan los resultados del Módulo RAC para el Escenario RCP 8.5 al 2050. Las demandas de agua del cultivo de papa en Huaros oscilan entre 21 a 50.6 mm/dec, siendo 727.3 mm/dec la demanda hídrica durante todo el proceso productivo del

cultivo de papa, lo que es semejante a 7273 l/m². Así mismo, se observa que la precipitación efectiva es de 546.0 mm/dec.

Tabla 17. Resultados Huella Hídrica Verde Escenario RCP 8.5, año 2050

Escenario de CC	Rendimientos (ton/ha)	Precipitación Efectiva (mm/dec)	HH(m ³ /ton)
RCP 8.5 - 2050	6.9	546.0	791.3

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 17 se observan los resultados de Huella Hídrica Verde para el escenario climático RCP 8.5 para el año 2050, que es equivalente a 791.3 m³ de Agua de Lluvia/ton de papa.

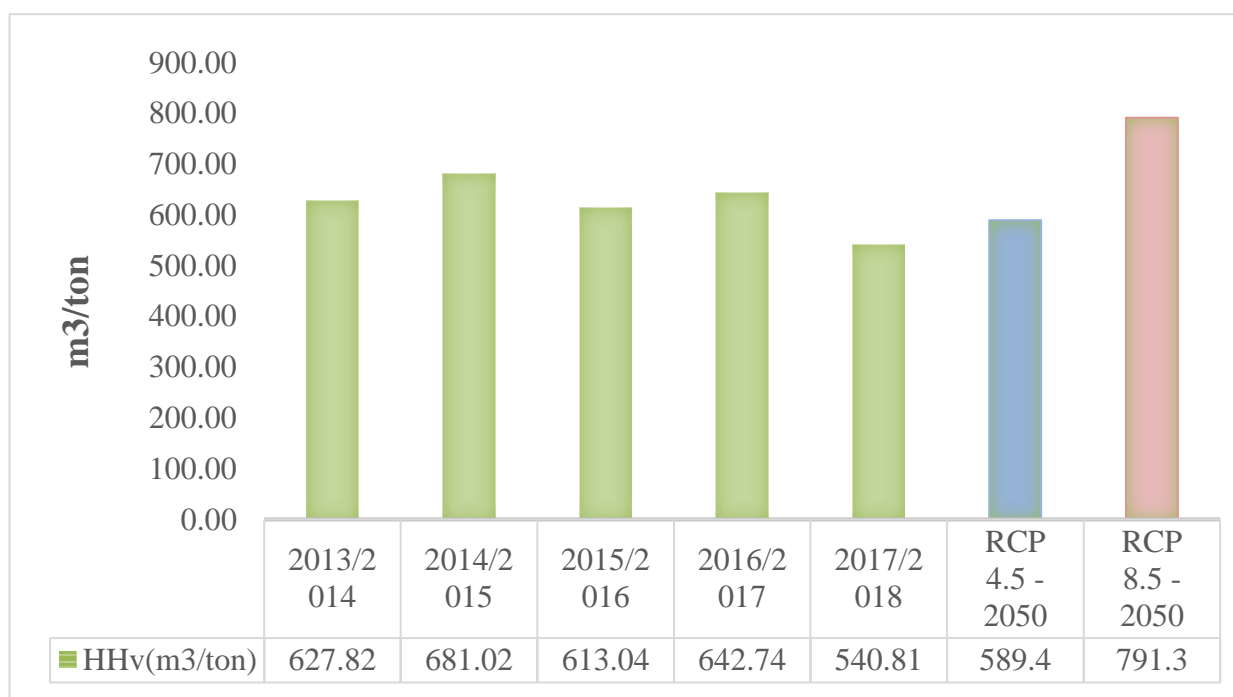


Gráfico 6. Comparación de Resultados de Huella Hídrica Verde

Fuente: Elaboración Propia

En el Gráfico 6, se muestran las diferencias de huella hídrica verde bajo escenarios actuales, escenario RCP 4.5 y escenario RCP 8.5. Se observa que para el escenario RCP 8.5 existirá un aumento en la Huella Hídrica Verde, mientras que la menor huella hídrica verde fue en la campaña 2017-2018 del escenario actual.

IV. DISCUSIÓN

Respecto a los resultados de la variabilidad climática en el periodo 2013-2018 de esta investigación, se puede apreciar que los datos de las variables de precipitación y temperatura si guardan relación con la variabilidad climática estacional del lugar de estudio, sin embargo en el año 2017 se observó que en el mes de marzo las precipitaciones se incrementaron llegando a 177.6 mm de precipitación, esto guarda relación con la ocurrencia del Fenómeno del Niño.

En base a los resultados obtenidos en el escenario actual, se calculó para las campañas 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018 que las huellas hídricas verde fueron de 627.82 m³/ton, 681.02 m³/ton, 613.04 02 m³/ton, 642.74 02 m³/ton y 540.81 02 m³/ton respectivamente. Mientras que PEÑA IPAGUIRE ALFREDO (2017) obtuvo como resultado de su investigación que 425.9 m³/ton es la huella hídrica verde del cultivo de papa en la localidad de Ingenio, Junín; ambos resultados muestran que los niveles de Huella Hídrica Verde (HHv) son insuficientes para cubrir en su totalidad la demanda hídrica del cultivo de papa.

Los resultados de la estimación futura al 2050 de la Huella Hídrica Verde bajo el escenario RCP 8.5 (escenario más severo) obtenidos fueron demanda de agua de 727.3 mm (7,27.3 L/ m²) y 546.0 mm (5,46.0 L/ m²) de precipitación efectiva, , mientras que en la investigación de TORRES LÓPEZ, SHEYLA KATERINE (2016) pudo determinar los requerimientos hídricos del cultivo de papa en Huancané- Puno para los años 2071-2100, usando los escenarios de cambio climático A2 (Escenario Negativo) y B2 (Escenario Positivo), obtuvo bajo el escenario A2 (escenario negativo) obtuvo una demanda de agua para el cultivo de papa de 564.4mm (5,64.4 L/ m²) y 424.2 mm (4,24.2 L/ m²) de precipitación efectiva del cultivo en todo el periodo.

Así mismo, los resultados de esta investigación en el Escenario RCP 4.5 (Escenario menos severo) para el año 2050 se encontró que la demanda hídrica del cultivo de papa es de 713.2 mm (7,13.2 L/ m²) y la precipitación efectiva de 406.7 mm (4,06.7 L/ m²), mientras que los resultados en la investigación de TORRES ET AL. (2016) bajo el escenario B2 (Escenario Positivo) mostraron que la demanda de agua para el cultivo es de 564.4mm (5,644m³/ha) fue equivalente al que se obtuvo bajo el escenario A2; sin embargo, la precipitación efectiva del cultivo es de 430.9mm (4,30.9 L/ m²).

Contrastando con la investigación en mención se observa que la precipitación efectiva del cultivo reduce ante el escenario más severo (A2), sin embargo en esta investigación se aprecia que ante el escenario más severo (RCP 8.5) la precipitación efectiva va en aumento, mostrando indicios favorables respecto a la determinación de huella hídrica verde.

V. CONCLUSIONES

Los valores de las variables meteorológicas de la estación Huaros para las condiciones actuales de referencia 2013/2018, mostraron un comportamiento de acuerdo a la variación estacional, tanto en la precipitación como la temperatura. Sin embargo, bajo el escenario actual, el distrito de Huaros, no tendría el agua verde suficiente para satisfacer las necesidades del cultivo de papa durante los 7-8 meses del proceso productivo del cultivo, dado que existen mayores pérdidas de agua por evaporación y por transpiración de la cobertura vegetal, lo cual incrementa la Huella Hídrica verde y reduce la disponibilidad de agua verde. Calculando así para las campañas 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 y 2017/2018 Huellas hídrica verde de 627.82 m³/ton, 681.02 m³/ton, 613.04 02 m³/ton, 642.74 02 m³/ton y 540.81 02 m³/ton respectivamente.

Los valores obtenidos de Demanda Hídrica y el Requerimientos de riego para el cultivo de papa bajo el escenario menos severo RCP 4.5, resultaron en 7132.0 L/ m² y 3047.0 L/ m², respectivamente. Calculándose una estimación de 589.4 m³/ton de Huella Hídrica Verde en el cultivo de papa del Distrito de Huaros. Bajo este escenario se puede observar que no se aprecian cambios significativos en la Huella Hídrica Verde, por lo tanto la variación climática en este escenario no afectaría negativamente ni positivamente a la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa, solo se mantendría similar a las condiciones actuales.

Los valores obtenidos de Demanda de Agua y de Requerimiento de riego para el cultivo de papa bajo el escenario más severo RCP 8.5, resultaron en 7273.0 l/m² y 1790.0 l/m², respectivamente. Calculándose así una estimación de 791.3 m³/ton de Huella Hídrica Verde en el cultivo de papa del Distrito de Huaros. Bajo este escenario se puede observar que se aprecian cambios notables en la Huella Hídrica Verde, por lo tanto la variación climática en este escenario afecta positivamente a la Huella Hídrica Verde, ya que reduce requerimientos de riego al cultivo de papa.

Los resultados indican que al año 2050, la huella hídrica verde del cultivo de papa se verá beneficiado con escenarios de Cambio Climático más extremos como lo es el escenario RCP 8.5, debido a que disminuiría la necesidad de riego del cultivo por una mayor disponibilidad de agua verde, lo que es congruente a decir que las precipitaciones en la zona de estudio aumentarían.

VI. RECOMENDACIONES

Es importante realizar investigaciones para mejorar los escenarios regionalizados, para obtener mejores proyecciones de las variables meteorológicas en un futuro cercano y que estos puedan ser usados en otras investigaciones.

Se puede considerar la determinación representativa de las características del cultivo, tales como el coeficiente de cultivo, fracción de respuesta al rendimiento, factor de agotamiento, entre otros; para que exista un mejor cálculo de huella hídrica verde.

REFERENCIAS

ALDAYA, Maite, CHAPAGAIN, Ashok, HOEKSTRA, Arjen y MEJONNEN, Mesfin. The Water Footprint Assessment Manual [en línea]. 1st. ed. London: Routledge, 2012 [fecha de consulta: 09 de Julio de 2018]. Disponible en: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781136538520>

ISBN: 9781136538520

AMÉZQUITA Verónica y MOTTA Daniel, Evaluación de huella hídrica en la producción de un cultivo de papa R12 ubicado en el municipio El Rosal Cundinamarca, Bogotá D.C, Universidad de la Salle, 2015 [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18006/T30.12%20S19u.pdf?sequence=1>

BAYONA, Rolando. Manual Técnico “Producción de papa en sierra”. Agrobanco [en línea]. 2012. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/348843922/MIP-PAPA-pdf>

BUSTAMANTE, Waldo, IBARRA, Ernesto, COVARRUBIAS, Mauro y MARTINEZ, Martin. Impacto del Cambio Climático en el desarrollo y requerimientos hídricos de los Cultivos, Mexico. Scielo [en línea]. 2011. vol. 15 no.1 [Fecha de consulta: 09 de junio de 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952011000100001

ISSN 1405-3195

BARBOSA, Oswaldo. Evaluación del desarrollo del cultivo de papa bajo escenarios de variabilidad climática interanual y cambio climático, en el sur oeste de la Sabana de Bogotá. Tesis (Título de Magister en Ciencias - Meteorología). Bogotá: Universidad Nacional De Colombia, 2011. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5242/1/edwinoswaldorojasbarbosa.2011.pdf>

B.A. WILLAARTS, A. GARRIDO, L. DE STEFANO, M.R. LLAMAS. Seguridad hídrica y alimentaria en América Latina y el Caribe implicaciones regionales y globales. Tesis (Título de Ingeniera en Administración de Agronegocios). Honduras, 2016.

Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/911/1/AGN-2012-T025.pdf>

B.A. WILLAARTS, A. GARRIDO, L. DE STEFANO, M.R. LLAMAS. Seguridad hídrica y alimentaria en América Latina y el Caribe implicaciones regionales y globales. Fundación Botín. [en línea]. 2014 [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en:

https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/Observatorio%20Tendencias/PUBLICACIONES/LIBROS%20SEM%20INTERN/seguridad%20hidrica%20y%20alimentaria/libro%20seguridad%20hidrica%20alatina.pdf

ISBN: 978-84-15469-37-7

CORTES, Cesar. Uso del Modelo AquaCrop para estimar rendimientos de cultivos de papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, Colombia. FAO [en línea]. 2013. ed. 1 [Fecha de consulta: 08 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/009/i3428s/i3428s.pdf>

ISBN: I3428S/1/08.13

CORTEZ, Miguel y HURTADO, Guillermo. Cultivo de papa. Guía Técnica. CENTA [en línea]. 2002. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Papa.pdf>

DE LA CRUZ, Milena. Impacto del cambio climático en el rendimiento del trigo, la cebada y el maíz amiláceo para la región la Libertad, Periodo 1970-2010. Tesis (Titulo de Economista). La Libertad: Universidad Nacional De Trujillo, 2015. Disponible en: http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4753/sosadelacruz_milena.pdf?sequence=1&isAllowed=y

FAO. México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático. FAO [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 26 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.fao.org/documents/card/es/c/8d09a989-fdac-4e95-b869-4b13773d9ec6/>

ISBN: 978-92-5-308584-2

FARFÁN LOBATON CARLOS. El simbolismo en torno al agua en la comunidad de Huaros-Canta. [en línea]. 2002. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://journals.openedition.org/bifea/6967#tocto1n1>

FERNÁNDEZ, Vanessa. Huella hídrica de la cuenca del río Cachapoal para la evaluación de la sostenibilidad ambiental. Tesis (Título de Doctor en Ciencias Ambientales). Chile: Universidad de Concepción, 2016. Disponible en: <http://repositorio.udec.cl/handle/11594/2159>

FONSECA, Sigfredo, VERANO, Carlos y SILVA, Juan Pablo. Huella hídrica del cultivo del espárrago en el Perú. ANA [online]. 2012, [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en: <https://es.calameo.com/read/0018250181a9c2a9b6da4>

GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMATICO. Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC. [en línea]. 2000. p. 4 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-sp.pdf>

ISBN: 92-9169-413-4

GONZALES, Jose y JUBILLAR, Enrique. Principios básicos del riego por superficie. Ministerio de agricultura pesca y alimentación [online]. 1996, [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1994_10-11.pdf

HERNANDEZ, Gabriel. Efectos del Cambio Climático en el rendimiento el maíz (Zea Mays) variedad Jaguan para cuatro regiones del estado de Coahuila. Tesis (Título Ingeniero Agrónomo en Irrigación). Buenavista: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8115/64110%20%20ARIAS%20HERNANDEZ%20GABRIEL%20TESIS.pdf?sequence=1>

HERNANDEZ, S. FERNANDEZ, C. BAUTISTA, L. Metodología de la Investigación. 6ta edición. 2014, [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. México DF.: Mac Graw-Hill

IPCC, Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: Cambio climático: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [en línea] 2014. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2018]. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRICOLAS Y PECUARIAS. Predicción de la Fenología de papa. Scielo [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000400008

ISSN 2007-0934

JIMÉNEZ, Jesus. Manual de gestión de riego. issu [online]. 2014, [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en: https://issuu.com/albertchavez7/docs/manual_gestio_n_de_riego_print1

LOPEZ, Oscar. Efectos Del Cambio Climático En El Rendimiento Del Trigo, El Maiz Y El Arroz En América Latina. Tesis (Título de Maestría en Economía). Bogotá: Universidad Pontificia Javeriana, 2015. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15753/LopezLopezOscarHernan2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MAITE, Aldaya, MARTINES, Pedro Y LLAMAS, Ramón. Incorporating the Water Footprint and Virtual Water into Policy: Reflections from the Mancha Occidental Region, Spain. Springerlink. [en línea]. 2009 [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9480-8>

ISSN: 0920-4741

MINAGRI. Programa presupuestal 0089 reducciones de la degradación de los suelos agrarios. Senamhi [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en

<http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/agroclima/efenologicos/2015/PAPA.pdf>

MONTOYA, Francisco. Calibración y validación de modelos para la simulación de la patata (*solanum tuberosum* L.). Bajo diferentes tratamientos de riego con pívot en condiciones áridas. Tesis (Título Doctoral): Universidad De Castilla – La Mancha, 2013. Disponible en: <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/3815>

MAMANI, Roger. Efectos de cambio climático en la producción del cultivo de quinua en la zona alta del distrito de Ilave – El Collao. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/1777>

MONTEALEGRE, Jose y PABON, Daniel. La Variabilidad Climática Interanual asociada al ciclo El Niño-La Niña–Oscilación del Sur y su efecto en el patrón pluviométrico de Colombia. Meteorol. Colomb, [en línea]. 2000 [fecha de consulta: 09 de Agosto de 2018]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281605886_La_variabilidad_climatica_interanual_asociada_al_ciclo_El_Nino-La_Nina-Oscilacion_del_Sur_y_su_efecto_en_el_patron_pluviometrico_de_Colombia?enrichId=rgreq-3b723dae4001cbf47863033b9b1a4b63-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI4MTYwNTg4NjtBUzo1MTg2NDYxMTc4MDE5ODRAMTUwMDY2NjI3ODY2Nw%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPdf

ISSN 0124-6984

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUAROS (2013). Plan de Desarrollo Local Concertado del Distrito de Huaros al 2025, Canta, Lima. [en línea]. 2013. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018].

NACIONES UNIDAS. Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. [en línea]. 1992. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

ORDOÑEZ, Cesar. Efecto del cambio climático en la evapotranspiración y rendimiento del cultivo de papa, variedad Única bajo condiciones de La Molina. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Puno : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2241>

PEÑA, Alfredo. Análisis de sostenibilidad ambiental a través de la cuantificación de la huella hídrica verde de la actividad agrícola en la subcuenca del río Achamayo en la localidad de Ingenio-2016, Huancayo, Universidad Continental, 2017 [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2018] Disponible en: <http://repositorio.continental.edu.pe/handle/continental/3580>

PEREZ, Solange. Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador. Tesis (Título de Ingeniera en Administración de Agronegocios). Honduras:, 2016. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/911/1/AGN-2012-T025.pdf>

RASCÓN, Laura. Principios de Hidrogeografía Estudio del Ciclo Hidrológico [en línea]. 1.a ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México., 2005 [fecha de consulta: 18 de Junio de 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=0S3XDWsDzSAC&pg=PA15&dq=La+Precipitaci%C3%B3n&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjh2J_115jcAhUKvIkKHRILBw8Q6AEIVDAJ#v=onepage&q=La%20Precipitaci%C3%B3n&f=false

ISBN: 970-32-2812-7

REYNA, Rafael. Provincia de Canta, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión), Huacho Perú [en línea]. 2014. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2018]. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/3007270/provincia-canta>

RODRIGUEZ, Manuel & MANCE, Henry. Cambio Climático: Lo que está en juego. Foro Nacional del Ambiente, Bogotá – Colombia [en línea]. 2009. [Fecha de consulta: 08 de junio de 2018]. Disponible en <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>

SENAMHI & FAO. Regionalización Estadística de Escenarios Climáticos en Perú. [Fecha de consulta: 26 de julio de 2018]. Lima, Perú, 2014. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-bt558s.pdf>

SILVA, Yanina, TRASMONTA, Grace, MARTÍNEZ, Alejandra Y MOSQUERA, Kobi. Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura, LIMA. Instituto Geofísico del Perú [en línea]. 2010. ed. 1 [Fecha de consulta: 08 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2010/Libro%20Completo.pdf>

ISBN: 978-612-45795-3-0

SMITH, Derek y EL-ASKARI, CropWat for Windows : User Guide, Southampton, England. University of Southampton, 1998 [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2018] p. 4. Disponible en: <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~jgoicochea/Manuales/CROPWAT4W.pdf>

TAPIA, Mario y FRIES, María. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO [en línea]. 2007. p.25 [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2018]. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s.pdf>

ISBN 978-92-5-305682-8

TORRES, Sheyla. Impacto de cambio climático en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa* Will.) en el departamento de Puno. Tesis (Título de Ingeniería Ambiental). Puno : Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2581>

TREBEJOS, Irene, QUEVEDO, Karim, CRUZADO, Luis y ALARCÓN, Constantino. Impacto del cambio climático y medidas de adaptación para los cultivos de papa y maíz amiláceo en la subcuenca del río Shullcas, Junín. SENAMHI [en línea]. 2014. ed. 1 [Fecha de consulta: 08 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.care.org.pe/wp-content/uploads/2015/06/ImpactodelCambioClima---tico-Shullcas.pdf>

VASQUEZ, Teresa. Recursos hídricos y la producción agrícola de papa en los caseríos de Matupampa y Tambo del Distrito de Canta, Región Lima-2015. Tesis (Título de Maestría en Gestión de Inversión Pública). Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2015. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/1921>

WANG, Chun-ling. Adaptation of Potato Production to Climate Change by Optimizing Sowing Date in the Loess Plateau of Central Gansu, China, China. ScienceDirect [en línea]. 2015. vol. 14 [Fecha de consulta: 09 de junio de 2018]. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60783-8](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60783-8)

ISSN 2e095-3119

ANEXOS

ANEXO I: Matriz de Consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES
General	General	General	INDEPENDIENTE
¿Los escenarios de cambio climático afectan la huella hídrica verde para el cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros?	Evaluar el efecto de los escenarios de cambio climático en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	Los escenarios de cambio climático afectan la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO
Específicos	Específicos	Específicos	DEPENDIENTE
¿Cómo afectó la variabilidad climática de los últimos 5 años en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros?	Evaluar el efecto de la variabilidad climática de los últimos 5 años en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	La variabilidad climática de los últimos 5 años tiene un efecto negativo en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros.	HUELLA HÍDRICA VERDE DEL PAPA (<i>SOLANUM TUBEROSUM</i>)
¿Cuál será la influencia del escenario climático RCP 4.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros?	Estimar la influencia de escenario climático RCP 4.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	El escenario climático RCP 4.5 para el año 2050 influirá de manera negativa en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	
¿Cuál será la influencia del escenario climático RCP 8.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros?	Estimar influencia del escenario climático RCP 8.5 para el año 2050 en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros	El escenario climático RCP 8.5 para el año 2050 influirá de manera negativa en la huella hídrica verde del cultivo de papa (<i>Solanum Tuberosum</i>) en el distrito de Huaros.	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO II: Registro Fotográfico



Figura 15. Toma de muestras de suelo en Distrito de Huaros – Parcela 2



Figura 16. Recolección de muestras de suelo en Distrito de Huaros - Parcela 1.



Figura 18. Análisis de Humedad de Suelo - Método Gravimétrico



Figura 17. Análisis de Humedad de Suelo - Secado de Muestras en estufa.

ANEXO III: Registro de Datos Meteorológicos – Periodo 2013-2018 (AÑO 2017)

Si se desea tener acceso a la información meteorológica procesada completa, contactar con el autor.

MES	ENERO					FEBRERO				
DIA	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
1	14.3	6.0	80.5	1.3	1.2	13.8	5.1	88.0	1.3	0.4
2	15.1	5.8	80.7	1.8	11.4	12.5	5.3	90.9	1.5	2.0
3	14.6	5.8	78.1	1.0	0.3	14.1	5.3	81.9	2.2	8.4
4	14.8	6.7	79.4	1.5	0.0	15.8	6.6	78.4	1.7	0.2
5	13.3	6.9	77.0	0.8	0.3	15.5	5.7	80.2	1.9	0.5
6	12.0	6.0	78.0	0.4	1.7	14.7	6.9	79.6	2.7	5.7
7	14.4	5.6	78.6	2.4	7.2	14.5	6.6	85.4	2.0	1.5
8	14.3	5.9	79.6	1.3	0.1	14.7	6.1	88.9	2.4	5.0
9	15.3	5.2	79.6	1.5	0.0	12.3	6.2	86.5	0.8	0.2
10	13.0	5.2	96.8	0.8	8.7	13.0	7.1	93.3	1.4	11.5
11	12.4	5.6	94.5	1.2	6.1	12.9	6.1	96.9	1.1	3.8
12	12.2	5.4	86.6	1.4	9.9	14.1	4.4	76.7	2.5	3.6
13	13.4	6.0	83.9	2.1	2.4	10.9	5.7	93.3	1.8	0.3
14	10.2	5.9	92.0	0.4	11.0	10.9	5.0	90.5	1.1	8.9
15	11.3	5.5	95.9	1.5	12.3	10.8	5.0	89.8	1.0	0.7
16	12.5	5.8	96.2	0.6	7.8	11.3	5.1	90.7	1.4	7.8
17	12.5	5.0	86.3	1.2	3.1	11.9	5.7	94.5	1.3	7.0
18	14.7	5.8	89.4	0.7	0.0	11.5	5.6	85.7	0.7	5.7
19	12.4	5.8	92.5	2.2	8.5	12.7	5.5	84.4	0.8	4.7
20	12.6	6.3	79.8	4.8	3.4	13.7	6.4	83.7	1.0	1.3
21	11.0	6.7	95.2	1.2	1.4	10.1	5.4	90.5	0.7	3.5
22	12.3	5.9	96.4	1.3	7.5	11.3	5.8	86.6	0.6	6.9
23	12.8	5.5	97.0	0.7	5.5	14.6	5.6	89.2	1.0	0.8
24	11.6	5.6	96.2	0.6	5.5	13.6	5.8	89.6	1.8	5.3
25	11.2	5.6	92.5	1.8	11.7	12.0	4.3	86.2	1.5	11.9
26	15.9	5.3	81.5	2.0	6.0	11.0	5.9	87.3	0.8	9.4
27	13.2	6.9	76.1	3.7	2.0	11.4	5.4	87.5	0.6	3.0
28	16.4	8.4	63.0	8.9	1.1	12.5	5.5	93.0	0.9	4.2
29	16.8	7.5	70.3	5.4	0.0					
30	15.5	5.8	79.6	2.7	1.8					
31	12.9	6.0	39.8	4.9	5.2					

MARZO					ABRIL				
T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
11.9	5.7	93.7	1.7	2.4	14.3	6.0	88.5	0.9	0.6
12.0	5.9	92.0	1.5	2.9	15.6	6.7	78.5	1.7	3.4
12.3	4.8	92.7	0.3	9.1	13.4	6.9	82.3	1.9	4.4
14.3	5.1	83.5	1.3	3.4	12.6	6.7	86.4	1.0	0.1
13.9	6.2	43.0	1.6	3.7	13.8	6.5	78.0	3.7	2.4
14.7	6.6	85.7	1.1	4.7	13.0	7.5	78.8	1.1	0.0
14.1	6.9	84.9	1.1	3.9	16.1	6.2	78.3	1.0	0.0
13.2	7.0	90.2	0.9	11.8	14.3	6.1	63.5	1.2	0.0
14.1	6.8	91.2	1.1	6.1	14.0	6.1	76.4	1.2	0.0
10.4	6.7	91.5	0.9	11.3	13.1	5.7	77.3	1.0	0.0
14.3	6.2	86.9	0.8	1.4	14.8	6.5	74.6	0.9	0.0
13.2	6.0	88.0	1.5	0.6	14.9	7.9	71.6	0.8	0.2
12.6	6.5	85.1	1.3	3.7	15.5	6.7	68.2	5.4	0.0
9.7	6.7	96.0	0.7	9.0	15.0	5.4	67.1	3.3	0.0
9.6	5.8	96.1	1.4	9.8	17.2	6.1	61.4	5.7	0.0
10.9	5.8	95.4	1.3	16.7	15.7	7.8	66.3	5.8	0.0
11.7	5.0	87.9	0.8	1.1	15.3	6.6	70.8	2.7	0.0
11.9	5.1	90.0	1.1	6.3	13.3	6.5	85.5	1.2	0.1
11.2	4.9	90.9	0.6	5.4	13.1	6.6	85.0	1.3	0.4
13.6	5.0	92.9	0.9	1.3	15.1	4.8	81.5	1.4	1.0
12.7	5.2	89.5	1.1	1.2	13.4	6.0	76.3	0.9	0.1
14.1	6.1	82.1	2.2	4.6	15.1	6.5	69.0	1.2	0.0
9.1	5.8	95.7	0.6	10.0	15.8	7.6	73.3	1.0	1.1
15.5	5.1	86.0	0.7	5.8	15.8	6.7	58.7	2.0	0.0
13.5	6.2	90.0	1.7	2.3	16.0	5.4	57.7	1.4	0.0
14.5	6.5	84.6	1.0	0.0	14.0	6.2	79.3	1.0	0.0
12.3	6.2	91.9	0.5	9.1	13.3	6.1	85.0	1.1	0.6
13.2	6.3	91.4	1.1	8.9	15.2	6.8	72.6	1.6	1.2
14.9	6.1	77.9	2.3	2.1	15.3	7.7	76.0	2.4	3.3
13.9	5.0	83.5	2.3	15.8	15.7	6.2	78.5	0.7	0.4
11.0	6.3	85.5	1.1	3.2					

MAYO					JUNIO				
T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
16.8	7.2	66.5	2.5	0.0	17.2	6.9	58.9	1.5	0.0
14.9	7.1	65.0	3.8	0.0	17.4	8.2	54.2	4.2	0.0
16.9	8.0	69.6	3.0	0.0	15.0	7.2	60.8	1.4	0.0
14.3	7.2	68.4	3.3	0.0	15.4	6.4	54.9	4.5	0.0
14.2	6.7	77.9	1.4	5.8	16.1	6.5	50.4	6.4	0.0
15.3	6.5	83.6	0.6	0.1	13.5	5.4	59.4	1.6	0.0
14.1	6.9	82.3	0.9	0.0	15.0	3.6	62.5	1.2	0.0
15.6	7.9	68.8	0.9	0.0	15.0	5.4	58.8	1.3	0.0
15.2	7.1	69.5	1.2	0.9	17.3	3.8	41.6	1.1	0.0
9.7	6.3	88.1	1.2	0.2	16.2	5.3	44.6	1.5	0.0
14.2	5.5	78.0	1.2	0.0	16.5	5.2	36.0	1.9	0.0
13.3	5.0	68.9	2.2	0.0	16.2	4.8	23.7	2.7	0.0
14.1	5.7	66.6	0.8	0.0	15.5	3.8	43.2	1.4	0.0
16.8	7.0	65.1	2.5	0.0	17.9	5.6	50.4	3.3	0.0
15.3	6.9	72.2	1.9	1.1	18.2	6.1	53.3	2.2	0.0
11.6	7.5	80.2	1.2	0.8	20.9	5.7	50.0	1.7	0.0
15.9	6.5	69.5	1.5	0.0	16.9	5.1	42.5	1.8	0.0
15.0	6.4	50.7	3.3	0.0	16.7	4.9	51.7	0.9	0.0
13.3	5.6	66.2	1.6	0.0	15.4	5.3	50.3	3.1	0.0
14.6	5.7	67.5	0.8	0.4	12.7	3.3	76.9	1.5	0.0
12.6	6.0	66.9	0.8	0.4	12.7	3.5	75.0	1.3	0.0
13.6	6.6	66.5	0.6	0.0	13.8	5.7	65.4	0.8	0.0
16.5	6.6	55.8	0.8	0.0	17.3	5.3	51.6	1.5	0.0
14.4	5.6	56.1	1.4	0.0	16.7	4.1	55.7	1.3	0.0
17.5	5.7	57.5	5.9	0.0	14.4	4.6	55.3	2.2	0.0
15.4	5.2	57.7	0.9	0.0	16.1	5.0	43.3	3.5	0.0
12.1	7.2	63.3	0.7	0.0	14.8	3.8	53.0	1.3	0.0
15.9	7.1	58.2	3.6	0.0	16.7	5.3	48.0	1.0	0.0
14.2	5.7	72.3	0.8	0.0	16.3	6.2	50.8	2.2	0.0
13.9	5.7	64.7	1.8	0.0	15.3	6.0	54.4	1.2	0.0
17.0	7.9	59.3	3.3	0.0					

JULIO					AGOSTO				
T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
16.9	5.7	47.2	3.5	0.0	13.8	5.8	47.7	2.0	0.0
16.3	6.7	49.3	4.5	0.0	16.3	6.2	47.1	2.2	0.0
15.7	4.8	54.8	0.9	0.0	16.4	6.8	42.3	5.5	0.0
14.7	5.2	51.1	4.4	0.0	17.8	5.9	42.8	2.7	0.0
14.1	4.8	45.2	1.6	0.0	17.1	5.8	46.2	1.4	0.0
16.2	5.5	42.5	3.8	0.0	15.9	5.7	36.3	2.5	0.0
15.3	7.1	37.7	6.6	0.0	18.3	6.6	26.1	4.0	0.0
16.1	6.8	39.3	4.5	0.0	15.4	6.5	28.1	3.4	0.0
14.9	5.6	43.7	7.9	0.0	16.1	6.8	35.5	4.3	0.0
14.2	6.3	42.0	6.0	0.0	15.5	5.9	37.3	2.3	0.0
15.9	5.9	41.7	6.6	0.0	15.3	5.4	25.6	3.1	0.0
16.2	6.5	40.3	5.8	0.0	15.0	4.9	16.3	4.2	0.0
16.5	6.5	44.0	2.1	0.0	15.0	5.8	32.2	3.0	0.0
19.0	5.7	28.4	2.3	0.0	15.0	6.4	29.9	2.1	0.0
17.0	5.3	35.9	1.9	0.0	16.0	5.8	36.3	3.6	0.0
15.7	3.9	41.2	1.5	0.0	15.3	5.7	33.4	3.2	0.0
13.4	5.4	46.0	4.4	0.0	13.8	5.0	32.3	2.6	0.0
17.2	6.8	43.7	5.4	0.0	13.0	2.8	40.7	1.8	0.0
17.9	6.0	39.9	2.3	0.0	17.9	4.4	24.3	3.7	0.0
14.6	6.0	31.5	2.1	0.0	16.0	5.3	17.6	3.7	0.0
17.7	3.4	35.5	3.5	0.0	15.0	6.5	33.5	5.3	0.0
13.3	5.4	34.2	5.0	0.0	14.5	5.6	44.3	4.4	0.0
15.3	5.7	36.8	4.9	0.0	15.1	4.9	47.4	2.1	0.0
17.0	7.7	27.5	7.1	0.0	14.4	5.5	50.3	1.8	0.0
17.6	7.9	33.5	7.6	0.0	14.6	6.2	34.2	4.0	0.0
16.8	7.6	38.2	7.1	0.0	13.4	4.9	46.3	1.6	0.0
16.9	6.9	29.7	5.3	0.0	13.3	4.8	60.6	1.2	0.0
16.2	7.1	40.1	5.4	0.0	15.2	4.8	66.5	1.6	1.5
14.9	8.1	38.9	4.4	0.0	14.9	5.5	65.6	3.0	3.2
15.9	6.3	41.2	2.8	0.0	18.2	7.8	51.6	5.2	0.0
15.6	5.9	45.0	1.7	0.0	16.9	7.5	47.4	7.9	0.0

SETIEMBRE					OCTUBRE				
T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
15.8	7.4	41.8	6.4	0.0	16.6	6.3	46.4	2.8	0.0
17.4	6.1	44.8	6.8	0.0	15.3	5.1	45.7	2.5	0.0
17.5	7.5	47.5	6.2	0.0	13.8	5.2	72.8	2.1	0.0
17.1	7.9	50.2	5.1	0.0	12.7	5.5	72.2	1.7	0.0
16.2	8.5	46.6	6.3	0.0	14.4	5.7	61.3	2.5	0.0
16.1	7.4	51.8	6.1	0.0	14.3	6.2	67.8	2.8	0.0
16.8	6.1	53.6	1.9	0.0	14.0	5.7	59.8	2.6	0.4
13.7	5.1	46.5	1.8	0.0	14.4	5.8	66.8	2.6	4.4
15.8	4.6	41.3	2.4	0.0	14.7	5.6	60.7	1.6	0.4
15.5	5.2	31.3	3.1	0.0	17.2	6.5	51.7	3.9	0.1
15.9	5.0	37.0	1.3	0.0	14.6	5.4	63.4	2.4	4.4
14.1	5.0	53.2	1.2	0.0	13.8	4.6	78.5	1.3	0.2
14.9	6.0	49.7	1.8	0.0	15.0	5.2	77.0	1.8	4.0
16.0	6.4	39.7	2.4	0.0	15.5	6.6	73.1	1.3	0.5
13.6	7.1	62.5	1.7	4.9	15.8	7.0	73.0	1.6	1.6
13.2	7.0	65.1	1.0	4.0	15.6	10.3	52.5	6.9	0.3
16.1	7.1	67.5	5.3	3.7	18.0	10.6	48.5	7.9	0.0
16.7	8.8	52.8	6.9	0.1	17.4	9.4	52.0	6.8	0.0
14.7	7.9	50.5	3.9	0.0	17.6	10.1	50.5	5.7	0.0
17.5	8.9	41.4	6.5	0.0	17.0	7.3	60.5	2.9	0.0
16.3	5.4	56.1	2.2	0.8	14.8	6.9	64.5	2.4	0.0
16.4	6.0	59.8	2.1	0.5	15.8	5.6	74.4	2.3	7.1
14.4	5.4	63.9	1.4	0.0	15.1	6.0	76.8	1.5	1.6
14.4	5.2	68.8	1.6	0.0	16.1	5.3	78.3	1.3	0.1
15.3	6.0	64.7	2.0	0.0	14.3	5.4	78.5	1.3	0.1
14.7	6.9	68.6	1.3	0.0	15.3	6.0	72.8	1.0	0.0
14.0	5.1	63.8	1.8	0.0	15.5	6.5	77.3	1.5	0.1
14.5	5.5	49.4	2.4	0.0	14.2	5.3	81.6	1.2	0.0
14.8	6.3	44.3	3.1	0.0	13.0	4.8	83.1	0.9	2.4
17.1	7.2	49.0	3.4	0.0	12.7	4.2	73.9	1.5	0.0
					14.4	4.3	48.2	2.8	0.0

NOVIEMBRE					DICIEMBRE				
T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)	T Max	T Min	Humedad (%)	Velocidad del Viento (m/s)	Precipitación(mm)
14.7	4.2	42.0	1.6	0.0	12.8	5.8	84.6	1.4	0.0
13.4	5.7	44.5	1.7	0.0	14.3	4.5	89.2	1.3	0.0
14.6	5.5	44.4	1.8	0.0	15.7	5.4	68.1	2.1	0.0
13.9	5.2	44.3	1.9	0.0	15.3	6.0	57.0	2.2	0.0
16.4	5.2	47.0	1.5	0.0	13.8	7.0	55.8	2.1	6.4
16.1	6.2	51.2	1.4	0.0	15.3	2.9	66.3	2.8	0.0
14.8	6.7	48.5	1.5	0.0	15.4	6.0	72.0	1.7	4.4
15.9	6.2	45.5	2.3	0.0	14.7	5.5	64.7	1.8	1.1
14.5	6.1	50.9	1.2	0.0	15.8	6.1	60.7	1.8	0.0
14.2	5.9	53.8	1.6	0.0	14.2	5.8	61.9	2.3	0.0
15.4	6.1	51.8	1.6	0.0	12.4	6.4	68.0	1.4	1.1
15.7	7.0	44.2	2.3	0.0	12.8	5.5	75.2	2.0	2.0
16.9	6.9	35.5	2.9	0.0	13.6	4.9	75.9	1.6	5.9
15.6	6.4	38.0	2.2	0.0	14.4	6.7	66.3	3.9	0.5
14.4	7.1	42.1	1.7	0.0	13.9	6.6	74.6	3.0	0.0
14.5	5.6	51.5	1.8	0.0	15.2	7.3	64.8	4.2	0.0
13.9	4.6	67.9	1.1	0.0	14.6	7.9	70.5	1.5	0.0
13.6	4.8	74.6	1.4	3.3	14.8	6.1	73.2	1.4	0.0
15.4	5.0	63.8	1.4	0.0	14.5	7.4	74.7	1.3	0.0
15.5	5.1	53.4	2.0	0.0	15.0	6.2	80.5	1.9	0.5
15.8	5.6	62.4	1.6	0.0	11.8	6.7	91.0	1.2	0.8
18.0	7.0	56.1	2.0	0.0	12.1	6.2	90.7	1.1	0.0
15.4	6.1	66.7	1.9	4.5	15.8	5.6	60.3	2.0	0.0
13.2	5.6	82.4	0.8	1.2	15.2	6.7	52.3	2.6	0.0
14.8	5.7	75.9	1.8	0.0	12.7	6.1	57.7	2.2	0.0
14.3	6.8	71.3	1.5	1.5	12.0	4.9	60.4	1.4	0.0
16.2	6.2	66.7	3.0	0.0	11.7	5.5	72.9	0.8	1.9
12.9	7.5	73.0	2.2	1.7	12.7	6.9	68.9	1.4	1.1
17.2	6.0	73.8	1.1	0.0	11.9	6.9	58.8	1.2	0.0
17.3	6.7	79.1	0.9	1.4	14.0	6.9	62.3	1.1	0.0
					10.6	4.8	79.3	2.5	0.9

Fuente: SENAMHI

ANEXO IV: Registro de Datos Meteorológicos – Periodo 1971-2000 (AÑO 1974)

Si se desea tener acceso a la información meteorológica procesada completa, contactar con el autor.

Día	Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo		
	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min
1	0	13.1	5.3	14.4	11.7	5.5	8.6	14.1	5.9	3.1	13.1	4.5	0	16.1	4.1
2	0.1	11.7	5.9	3.4	13.1	5.5	3.8	11.7	6.3	0	13.7	5.5	0	15.5	6.1
3	2	12.5	5.5	5.3	12.7	4.3	7.3	12.5	5.7	0	11.9	5.7	0	15.7	6.3
4	0	12.7	6.1	12.1	10.7	4.7	4.5	14.1	5.1	0	13.1	4.5	0	16.7	5.3
5	2.4	12.5	6.3	0	12.5	4.7	10.8	14.3	6.5	0	13.3	5.1	0	15.3	5.5
6	0	13.3	6.9	0	12.1	4.9	9.8	12.7	6.7	0	13.1	5.5	0	15.1	5.7
7	0	12.3	6.9	0	11.3	5.3	3	14.1	5.1	0	13.5	5.3	0	14.9	5.3
8	0	12.5	6.5	0	11.1	5.7	10	13.1	6.1	0	13.7	4.9	0	15.5	5.1
9	3.1	12.9	6.7	0	10.9	4.9	14.8	11.3	4.3	0	13.5	5.9	0	15.7	5.3
10	11.2	12.9	6.7	0	10.5	4.5	3.4	11.7	5.5	0	13.5	5.7	0	16.1	5.1
11	0	13.3	6.1	0	12.3	4.3	9.3	12.5	5.1	3.4	13.1	5.7	4.5	16.5	5.5
12	0	12.9	6.3	0	12.3	4.9	0	12.3	5.1	5	14.1	5.9	0	16.9	5.5
13	0	13.1	6.5	0	13.1	4.1	0	13.3	5.3	0	14.1	6.3	0	16.7	5.6
14	2.5	13.5	6.3	0	12.5	4.1	0	13.5	5.5	0	13.7	6.7	0	16.9	5.7
15	8.8	14.1	6.5	0	11.5	5.1	0	12.3	5.7	0	13.1	6.5	0	16.9	5.1
16	8.7	13.9	6.3	0	13.5	2.7	0	12.1	5.3	0	14.5	6.7	0	16.5	4.9
17	2.1	13.3	6.1	0	10.5	5.1	3	11.5	5.1	0	14.7	5.7	0	15.1	4.7
18	0	12.5	6.5	0	12.1	5.5	9.9	11.3	5.7	0	15.5	5.9	0	16.1	5.3
19	0	11.9	6.3	0	11.9	4.9	4.5	12.3	4.9	0	16.3	6.5	0	16.5	6.3
20	8.2	11.5	5.1	1.5	13.5	5.9	0	11.7	5.7	0	16.1	4.7	0	16.3	6.1
21	1.4	11.3	6.3	0	12.5	5.7	0	13.5	5.1	0	15.3	6.7	0	16.7	6.3
22	0	11.9	6.1	8	12.3	6.1	4.8	12.5	5.5	0	13.9	5.5	0	16.7	6.3
23	0	12.5	5.7	0	12.7	5.7	5.4	13.9	4.5	0	13.5	6.3	0	16.1	6.2
24	4.4	12.5	5.9	3.4	13.3	6.1	6.3	11.5	3.9	0	15.1	6.3	0	15.9	6.1
25	5.6	11.9	6.3	5	12.7	6.5	0	12.9	4.1	0	15.7	5.7	0	16.3	5.9
26	0	12.1	6.3	9	13.5	5.3	15.2	11.5	3.5	0	15.3	6.5	0	16.5	6.1
27	7.3	12.5	6.1	8	13.7	5.7	6.8	12.3	3.7	0	14.9	6.5	0	16.5	6.5
28	5.1	13.5	6.1	3	13.9	5.9	8	12.7	3.3	0	14.7	5.9	0	16.9	6.3
29	0	12.9	6.1				0	12.5	3.7	0	15.1	5.9	0	16.3	5.7
30	8	13.5	6.1				0	11.3	4.5	0	16.1	5.1	0	16.5	5.9
31	5.4	13.7	5.1				14	12.1	3.9				0	15.7	5.5

Día	Junio			Julio			Agosto			Setiembre		
	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min
1	0	15.9	4.9	0	14.9	4.9	0	15.3	5.1	0	15.3	4.5
2	0	15.7	4.7	0	15.1	5.1	0	15.5	4.5	2.1	15.7	5.7
3	0	15.9	4.5	0	14.1	5.3	0	16.5	4.9	0	15.7	5.5
4	0	16.7	4.9	0	14.9	6.3	0	16.7	5.1	0	16.1	5.7
5	0	16.9	5.7	0	15.3	6.3	0	17.1	5.3	0	16.3	6.3
6	0	16.9	6.1	0	15.1	6.5	0	16.9	5.7	0	16.1	5.9
7	0	16.3	4.9	0	14.7	5.9	0	16.3	5.5	0	15.7	5.1
8	0	15.9	4.3	0	15.3	4.7	0	15.7	5.7	0	16.3	4.7
9	0	16.1	4.7	0	14.7	5.1	0	15.5	6.1	0	16.1	4.9
10	0	15.7	4.5	0	14.9	5.3	0	15.9	6.1	0	16.7	5.3
11	0	16.1	4.5	0	14.9	4.3	0	16.5	5.7	0	15.9	4.5
12	0	16.1	4.7	0	15.5	4.7	0	16.7	5.5	0	15.5	4.5
13	0	16.1	4.3	0	14.9	4.5	0	16.9	5.9	0	14.7	4.3
14	0	16.3	4.7	0	14.5	4.3	0	17.1	5.5	0	15.5	4.5
15	0	16.1	4.9	0	14.3	4.5	0	17.1	6.1	0	15.9	4.7
16	0	16.3	5	0	14.7	4.3	0	17.3	6.3	0	16.1	4.5
17	0	16.1	5.3	0	14.1	4.1	0	17.1	6.3	0	16.1	5.1
18	0	15.7	5.3	0	13.9	3.9	0	17.5	6.7	0	15.1	4.3
19	0	15.9	5.5	0	13.7	3.7	0	17.3	6.5	0	15.9	4.9
20	0	15.5	5.1	0	13.5	3.5	0	16.7	6.5	0	16.1	4.9
21	0	15.9	4.9	0	13.7	3.9	0	16.5	6.9	0	16.3	4.7
22	0	16.3	4.3	0	13.5	3.3	0	16.1	6.5	0	15.7	4.7
23	0	16.5	4.7	0	14.3	3.7	0	15.9	5.7	0	15.5	4.3
24	0	16.3	4.1	0	15.5	5.3	0	16.9	5.9	0	15.9	4.5
25	0	16.7	4.1	0	16.1	4.9	0	16.5	5.5	0	16.1	4.7
26	0	16.5	3.9	0	16.1	4.5	0	16.5	5.3	0	16.5	4.9
27	0	14.9	3.7	0	16.7	5.7	0	14.7	4.9	0	16.9	4.7
28	0	16.1	5.5	0	17.1	4.7	0	14.5	5.1	0	17.1	4.5
29	0	16.5	5.3	0	16.9	3.5	0	14.9	4.7	0	16.5	4.5
30	0	15.9	5.5	0	16.3	4.3	0	15.1	4.7	0	15.5	6.1
31				0	16.5	4.3	0	14.9	4.3			

Día	Octubre			Noviembre			Diciembre		
	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min	Precipitación (mm)	T Max	T Min
1	0	15.5	6.1	0	16.5	4.7	0	14.9	4.1
2	0	15.7	5.5	0	17.7	4.9	0	16.1	4.1
3	0	16.1	5.9	0	17.5	5.1	0	16.5	3.9
4	0	15.9	5.7	0	17.7	5.3	5.5	15.3	3.7
5	0	16.1	4.5	0	17.3	5.5	0	14.7	3.9
6	0	15.5	4.7	0	16.9	5.1	0	16.5	4.7
7	0	15.3	4.9	0	16.1	4.9	0	16.7	5.3
8	0	16.3	4.7	0	16.5	4.7	0	16.9	4.7
9	0	16.9	5.9	0	16.3	4.3	0	17.1	4.1
10	0	17.1	6.1	0	15.9	3.7	0	16.9	4.1
11	0	16.7	6.1	0	15.7	4.1	0	17.1	6.3
12	0	16.9	5.9	0	14.3	3.9	0	17.3	6.1
13	0	17.1	5.5	0	14.1	2.9	0	16.7	5.9
14	0	17.3	5.3	0	15.5	3.1	0	16.7	5.9
15	0	16.3	5.7	0	15.9	4.5	0	16.5	5.3
16	0	15.9	5.3	0	17.7	5.3	0	16.9	4.5
17	0	16.3	4.9	0	17.3	5.5	0	16.5	4.9
18	0	16.5	4.5	0	18.3	5.9	0	15.3	5.7
19	0	17.3	5.3	0	15.9	6.3	0	15.1	5.9
20	0	17.5	5.1	0	15.7	4.3	0	15.7	6.5
21	0	17.7	4.9	0	16.1	4.5	0	17.1	6.9
22	0	17.3	4.7	0	15.7	4.7	5.2	14.7	5.9
23	0	16.3	5.9	0	15.7	4.9	0	14.9	6.1
24	0	15.5	3.5	0	16.1	5.3	0	15.7	6.5
25	0	16.5	3.3	0	16.1	5.7	0	14.5	6.7
26	0	17.1	3.5	0	15.9	5.5	0	14.7	5.1
27	0	15.5	3.7	0	16.3	5.9	0	13.9	4.7
28	0	16.9	3.7	0	16.1	5.7	7	14.1	5.1
29	0	16.7	3.7	0	14.7	6.5	0	13.7	4.7
30	0	15.3	3.7	0	15.9	6.9	0	14.1	4.9
31	0	16.1	5.1				0	14.3	4.5

Fuente: SENAMHI

ANEXO V: Registro de Variaciones de Temperatura y Precipitaciones - Escenarios de Regionalización Estadística en Perú

REGISTRO DE VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN					
Escenarios de Regionalización Estadística en Perú al 2050	Escenario	Variable	Unidad	Variaciones	
	RCP 4.5 (Escenario positivo)	Temperatura Máxima		°C/day	+1.6
		Temperatura Mínima		°C/day	+1.8
		Precipitación		%/anual	+10
				mm/day	+0.2
	RCP 8.5 (Escenario Negativo)	Temperatura Máxima		°C/day	+2.3
		Temperatura Mínima		°C/day	+2.2
		Precipitación		%/anual	+30
			mm/day	+0.6	

Las Figuras 19, Figura 20 y Figura 21 son mapas generados en el Informe de Escenarios de Regionalización Estadística en Perú – Variaciones Climáticas de donde se extrajo información para completar el Registro de Variaciones de Temperatura y Precipitaciones

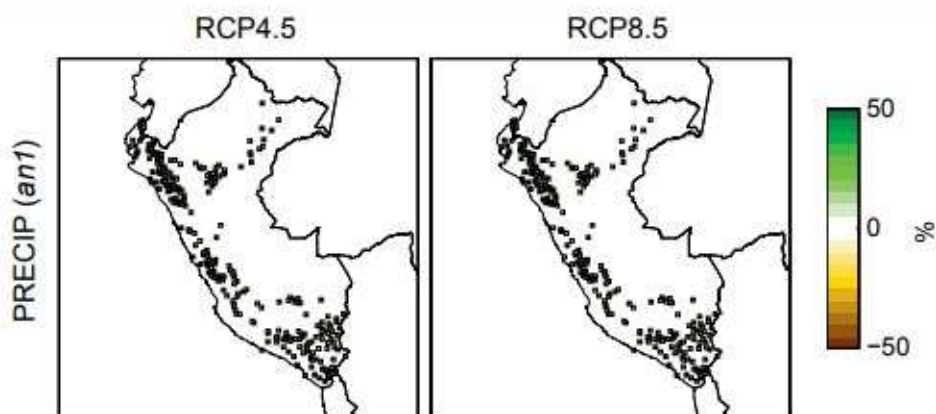


Figura 19. Variaciones de precipitación para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP 8.5

Fuente: SENAMHI & FAO (2014)

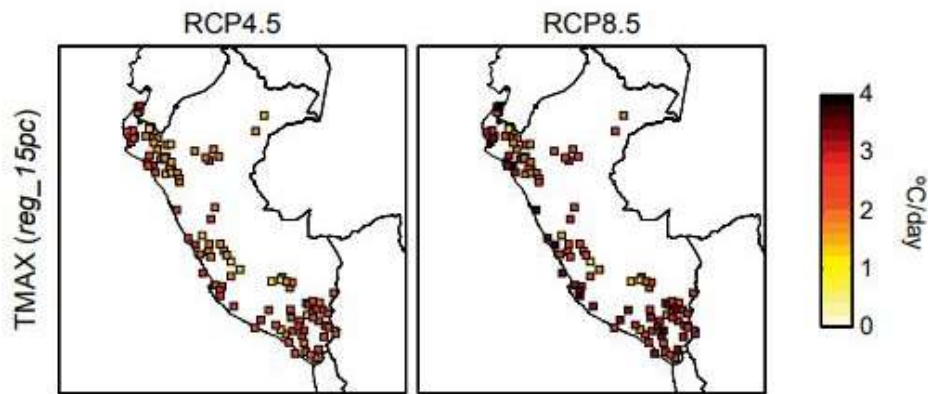


Figura 20. Variaciones de temperatura máxima para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP

Fuente: SENAMHI & FAO (2014)

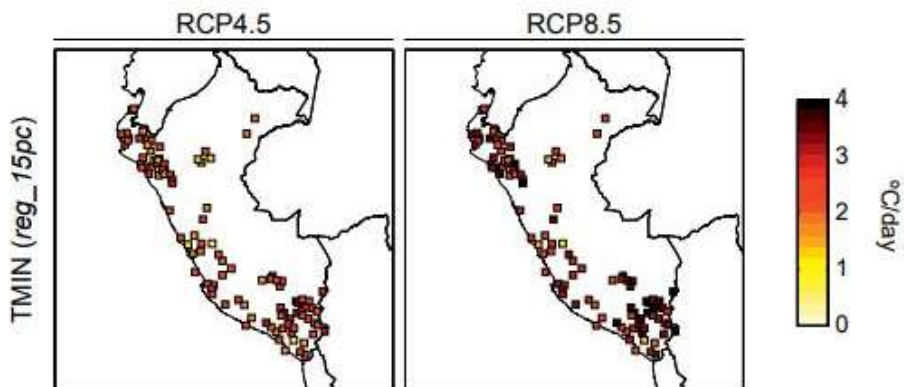


Figura 21. Variaciones de temperatura mínima para el periodo 2036-2065 (con respecto a 1971-2000), para los escenarios de emisión RCP 4.5 y RCP

Fuente: SENAMHI & FAO (2014)

ANEXO VI: Registro de Rendimientos de Cultivo de Papa por Campaña Agrícola

REGISTRO DE RENDIMIENTOS DE CULTIVO DE PAPA POR CAMPAÑA AGRÍCOLA					
Campañas	2013/2014	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018
Producción	62.00	55.00	45.00	50.00	79.00
Ha Cosechada	9.00	8.00	7.00	7.00	11.00
Rendimiento (Ton/ha)	6.89	6.88	6.43	7.14	7.18

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Tesis: Escenarios de Cambio Climático en la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (*solanum tuberosum*) en Huaros, Provincia de Canta.

Autor: Pierina Bernuy Pacheco

Fecha de Análisis: 10 de Octubre del 2018

Fecha del Informe: 17 de Diciembre del 2018

RESULTADOS DE LABORATORIO:

Determinación de Humedad de Suelo						
N°	Nombre de Muestra	Peso de Crisol (g)	Peso de Suelo Inicial (g)	Peso Crisol y Suelo Seco (g)	Peso Suelo Seco (g)	Humedad Gravimétrica (%)
1	P1M1	35.39	20.26	51.19	15.80	28.25
2	P1M2	43.81	20.26	60.55	16.74	21.03
3	P2M1	38.19	20.30	53.22	15.02	35.12
4	P2M2	32.57	20.39	49.73	17.16	18.83
5	P3M1	48.59	20.74	65.48	16.89	22.79
6	P3M2	36.76	20.21	53.07	16.31	23.91

NOTA: Determinación de Humedad Suelo por Método Gravimétrico


Pierina Bernuy Pacheco
Analista


Dr. Elmer
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP N° 71998
Asesor

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alcaraz Gomer
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - UCV - Metodología - Ing. Químico Dr. Ing. Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Revisión de datos meteorológicos diarios - anual periodo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Pisos Barney Pacheco 2013-2019

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												Y	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												Y	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												Y	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												Y	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												Y	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												Y	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												Y	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												Y	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												Y	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												Y	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, del 2018

ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 FIRMA DEL EXP. EN CALIFICACIÓN

DNI No. Telf:

Número de Estación	Clima	Región	Provincia	Municipio	Altitud	Tipo de Estación	Año	REGISTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS DIARIOS - ANUAL - PERIODO 2013-2018												
								ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO
T.Máx	T.Mín	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T.Máx	T.Mín	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T.Máx	T.Mín	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T.Máx	T.Mín	Humedad (%)	Velocidad de Viento (m/s)	Presipitación (mm)	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				


ELMER GONZÁLES BENTOS ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CP N° 71188

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Bautista Alvarado Elvira
 1.2. Cargo e institución donde labora: DTC - GCV - Metodología - Ing. Química Dr. (C) Ing. Habilitado
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Datos Meteorológicos - Período: 1971-2000
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Pierina Berny Pacheco

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 12/11 del 2018


ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 FIRMA DEL EXAMINADOR INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

REGISTRO DE ANÁLISIS METEOROLÓGICOS - PERIODO 01-01-2003

Día	Temperatura		Humedad		Viento		Nube		Precipitación		Visibilidad		Oscilación		Presión	
	Max	Min	Rel	Abs	Dir	Vel	Alto	Bajo	mm	mm	Hor	km	Hor	mm	Hor	mm
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																


 ELMER GONZÁLEZ SANTIAGO ACOSTA
 INGENIERO QUÍMICO
 1955, COP 44 1198

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Bonites, Alvaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.T.C. - UCV - Metabolis - Ing. Químico Dr. Ing. Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Variaciones de Temperaturas y precipitación
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Pierina Beravy Pacheco

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													✓
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													✓
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													✓
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													✓
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													✓
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													✓
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													✓
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													✓
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													✓
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													✓

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95.5 %

Lima, del 2018

ELMER GONZALES BENTOS ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

REGISTRO DE VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN				
Escenario	Variable	Unidad	Variaciones	
				Escenarios de Regionalización Estadística en Perú al 2050
Temperatura Mínima	°C/day			
Precipitación	%/año			
	mm/day			
RCP 4.5 (Escenario positivo)	Temperatura Máxima	°C/day		
	Temperatura Mínima	°C/day		
	Precipitación	%/año		
RCP 8.5 (Escenario Negativo)	Temperatura Máxima	°C/day		
	Temperatura Mínima	°C/day		
	Precipitación	mm/day		


ELMER GONZÁLES BUITRAGO A.L.F.
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CP N° 7196

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Benites Alvaro Elmer
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.T.C. - UCV - Metodología - Ing. Químico - Dr. Ing. Ambiental
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Acondicionamiento del Cultivo de papa por
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Pizarro Beauty Pacheco Compañía

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. FROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, del 2018

ELMER GONZALES BENITES ALFARO
 INGENIERO QUIMICO
 Reg. CP N° 71598

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Tel:.....

FICHA DE RENDIMIENTOS DE CULTIVO DE PAPA POR CAMPAÑA AGRÍCOLA					
Campañas	2013 - 2014	2014-2015	2015 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018
Producción (ton)					
Ha Cosechada					
Rend (Ton/ha)					

ELMER GONZÁLEZ GENTILE ALFARO
 INGENIERO QUÍMICO
 Reg. CP 17 1198

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: JIMÉNEZ CALDERÓN, CESAR EDUARDO
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de Datos Meteorológicos diarios - Anual - 2018-2018
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Pérez, Beivy Pacheco

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.5 %


 Dr. Cesar Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

Lima..... del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

Número de Estación	Cocina	Región	Frecuencia	Dirección	Luz Solar	Altitud	Tipo de Suelo	Año	REGISTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS MARCHES - ANUAL - PERIODO 2015-2011												
									ENERO				FEBRERO				MARCHO				ABRIL
DI	T. Má.	T. Mí.	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T. Má.	T. Mí.	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T. Má.	T. Mí.	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Presipitación (mm)	T. Má.	T. Mí.	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Presipitación (mm)	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP 42355

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres:..... Jimenez Calderon Cesar Eduardo.....
 1.2. Cargo e institución donde labora:..... Docente - UVU.....
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:..... Registro de Datos Meteorológicos - Período 1971-2000.....
 1.4. Autor(A) de Instrumento:..... Pavine Gary Prohara.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.5 %

Lima,..... del 2018

Definición
 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderon Cesar Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCSU
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Positivo de las escalas de Temperatura y precipitación
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Piñera Benay Pacheco

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %


 Dr. Cesar Eduardo Jimenez Calderon
 CIP. 42355

Lima, del 2018

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. Telf.:

REGISTRO DE VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN			
Escenarios de Regionalización Estadística en Perú al 2050	Escenario	Variable	Variaciones
	Escenarios de Regionalización Estadística en Perú al 2050	RCP 4.5 (Escenario positivo)	Temperatura Máxima
Temperatura Mínima			°C/day
Precipitación			%/anual
RCP 8.5 (Escenario Negativo)		Temperatura Máxima	mm/day
		Temperatura Mínima	°C/day
		Precipitación	%/anual


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Jimenez Calderón Cesar Eduardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Rendimientos de cultivo de papa por campo
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Ricardo Berny Pacheco

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													8
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													8
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													8
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													8
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											8		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													8
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													8
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											8		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												8	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													8

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

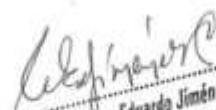
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

93.5 %

Lima, del 2018


 Dr. Cesar Eduardo Jimenez Calderon
 CIP. 42355

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. Telf.:

FICHA DE RENDIMIENTOS DE CULTIVO DE PAPA POR CAMPAÑA AGRÍCOLA					
Campañas	2013 - 2014	2014-2015	2015 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018
Producción (ton)					
Ha Cosechada					
Rend (Ton/ha)					


 Dr. César Eduardo Jiménez Calderón
 CIP. 42355





VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres:.....ISAAC GARRERA GOMEZ.....
 1.2. Cargo e institución donde labora:.....DCT - UCV.....
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:.....Registro de datos meteorológicos diarios - anual - 2018-2019.....
 1.4. Autor(A) de Instrumento:.....PIERNA BERNABY PACHECO.....

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												Y	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												Y	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												Y	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												Y	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												Y	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95	%
----	---

Lima,.....12 de noviembre..... del 2018



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP: 15600

DNI No. 075 5215 Telf:.....

Número de Estación	Cuenca	Región	Provincia	Distrito	Lugar/Barrio	Altitud	Tipo de Estación	Año	REGISTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS MARZO - ARIAL - PERUO 201-2018												
									FEBRERO			MARZO			ABRIL			MAYO			
	T Máx	T Mín	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Precipitación (mm)	T Máx	T Mín	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Precipitación (mm)	T Máx	T Mín	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Precipitación (mm)	T Máx	T Mín	Humedad (%)	Velocidad Viento (m/s)	Precipitación (mm)	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					


 C37-18600

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Z. SAAC GAMARRA GOMEZ
 1.2. Cargo e institución donde labora: D.C.T. - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de datos estadísticas - Período 1971 - 2000
 1.4. Autor(A) de Instrumento: PIRWA PERALTA PACHECO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													Y
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													Y
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													Y
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													Y
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													Y
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													Y
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													Y
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													Y
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													Y
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													Y

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 12 de noviembre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 19600

DNI No. 0755215 Telf:

REGISTRO DE DATOS METEOROLÓGICOS - PERIODO 2017-2018

1	Precipitación (mm)		Temperatura (°C)		Humedad (mm)		Viento (km/h)		Presión (mmHg)		Visibilidad (km)		Olas (m)		Estado del Cielo		
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	
31																	


 CJP: B600

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: ISAAC GAMARRA GOMEZ
 1.2. Cargo e institución donde labora: DT - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Registro de variaciones de Temperatura y precipitación
 1.4. Autor(A) de Instrumento: PERNA REBAY RACHECA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, 12 de noviembre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIR 19600 NI 0755215

DNI No..... Telf:.....

REGISTRO DE VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN				
Escenarios de Regionalización Estadística en Perú al 2050	Escenario	Variable	Unidad	Variaciones
		RCP 4.5 (Escenario positivo)	Temperatura Máxima	°C/day
Temperatura Mínima			°C/day	
Precipitación			%/anual	
RCP 8.5 (Escenario Negativo)		Temperatura Máxima	mm/day	
		Temperatura Mínima	°C/day	
		Precipitación	°C/day	
			%/anual	
			mm/day	


 CIP: B600

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: ISAAC GAMARRA GOMEZ
 1.2. Cargo e institución donde labora: PCT - UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Rendimiento de cultivo de papas por campo agrícola
 1.4. Autor(A) de Instrumento: PIERINA BERNY PALHECO

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %

Lima, 12 de noviembre del 2018


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP: 13600 DNI: 0755215
 DNI No: Telf:

FICHA DE RENDIMIENTOS DE CULTIVO DE PAPA POR CAMPAÑA AGRÍCOLA					
Campañas	2013 - 2014	2014-2015	2015 - 2016	2016 - 2017	2017 - 2018
Producción (ton)					
Ha Cosechada					
Rend (Ton/ha)					


CSP: 13600



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02
 Versión : 10
 Fecha : 10-06-2019
 Página : 1 de 2

Yo,Elmer Benites Alfaro....., docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ing. Ambiental, de la Universidad César Vallejo, Lima Norte (precisar filial o sede), revisor(a) de la tesis titulada:

" Escenarios de Cambio Climático en la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (solanum tuberosum) en Huancayo - Provincia de Canta

del (de la) estudiantePierina Bernuy Pacheco....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de .30. % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin. por el caso.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y Fecha.....13/01/2022.....



Firma de Docente

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Elmer Benites Alfaro

DNI: 07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

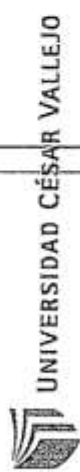
Resumen de coincidencias

30 %

se están viendo fuentes estándar

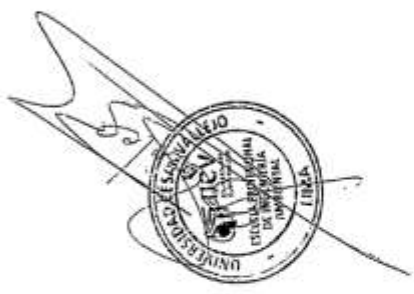
Ver fuentes en inglés (Beta)

- 1 repositorio lamolina en 4 %
- 2 Entregado a universidad 3 %
- 3 repositorio continental 2 %
- 4 documents mx 1 %
- 5 repositorio lasalle.edu en 1 %



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Escenarios de Cambio Climático en la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (Solentini Tuberosum) en Huancayo, Provincia de Cañari



TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

AUTOR: JHONATAN HERIBERTO PACURIO
ASESOR: ING. FLEMER GONZÁLEZ BENTINIS ALFARO, D.O.



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

1. Bernuy Pacheco, Piedad
D.N.I. : 75905856
Domicilio : Av. Pedro Silva N° 1034 San Juan de Miraflores
Teléfono : Fijo : Móvil : 997568197
E-mail : piedad.jpa@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Ambiental
Carrera : Ingeniería Ambiental
Título : Ingeniería Ambiental

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Bernuy Pacheco, Piedad

Título de la tesis:

Escencias de Cambio Climático en la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (Solanum tuberosum) en Huancayo - Provincia de Canta

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

Fecha :

30/12/19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

BERNUY PACHECO, PIERINA

INFORME TÍTULADO:

"Escenarios de Cambio Climático en la Huella Hídrica Verde del cultivo de papa (*Solanum
Tuberosum*) en Huaros - Provincia de Canta"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 06 de diciembre de 2018

NOTA O MENCIÓN: 16



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Elmer Benites Alfaro