



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO
SANTA Y EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, CENTRO POBLADO LA RINCONADA-
ÁNCASH, PERÚ

Línea de investigación:

Condiciones oceanográficas y su impacto en los Recursos hídricos

Tesis para Optar el grado académico de Doctor en Medio Ambiente y
Desarrollo Sostenible

Autor (a):

Pérez Campomanes, Giovene

Asesor (a):

Iannacone Oliver, José Alberto
(ORCID: 0000-0002-7568-895X)

Jurado:

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Coveñas Lalupu, José

Ramos Vera, Juana Rosa

Lima - Perú

2021



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Referencia:

Pérez Campomanes, G. (2021). *Efectos del cambio climático en las aguas superficiales del Río Santa y en la producción agrícola, Centro Poblado La Rinconada- Áncash, Perú*. [Tesis de posgrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5185>



ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL
RÍO SANTA Y EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, CENTRO POBLADO LA
RINCONADA- ÁNCASH, PERÚ

Línea de Investigación:

Condiciones oceanográficas y su impacto en los Recursos hídricos

Tesis para Optar el grado académico de

Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible

Autor:

Pérez Campomanes, Giovane

Asesor:

Iannacone Oliver, José Alberto

Jurado:

Jave Nakayo, Jorge Leonardo

Coveñas Lalupu, José

Ramos Vera, Juana Rosa

Lima - Perú

2021

Agradecimiento

Agradezco al Gerente Técnico y a los directivos de la Junta de usuarios de Santa, y a la comisión de regantes de Rinconada, por todo el apoyo brindado y que forma parte de la presente investigación realizada.

Al Dr. José Alberto Innacone Oliver por las recomendaciones y la asesoría brindada durante todo el desarrollo de la presente investigación.

Y a todos los colegas que con sus recomendaciones y sugerencias hicieron posible la culminación de la presente investigación.

Dedicatoria

A mis padres Clemente Pérez y Natalia Campomanes, por sus enseñanzas y por hacerme una persona de bien, y que hoy desde el cielo estarán felices por mis logros obtenidos.

A mis hermanos y hermanas, por su apoyo constante que me brindaron en el desarrollo de la presente investigación.

A mi esposa Angie por sus consejos, a mis hijos por su paciencia, que me permitió realizar la tesis en tiempos de pandemia.

Un agradecimiento muy especial a todos los familiares, compañeros de aulas y amigos que han perdido la vida en esta pandemia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRAC.....	X
I. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	3
1.2. Descripción del problema	7
1.3. Formulación del problema	8
- Problema general	8
- Problema específicos	8
1.4. Antecedentes	10
1.5. Justificación de la investigación	16
1.6. Limitaciones de la investigación.....	18
1.7. Objetivos.....	21
- Objetivos generales.....	21
- Objetivos específicos.....	21
1.8. Hipótesis	22
II. Marco Teórico	23
2.1. Marco conceptual.....	23
III. Método.....	30

3.1.	Tipo de investigación.....	30
3.2.	Población y muestra.....	30
3.3.	Operacionalización de variables (Tabla 1)	31
3.4.	Instrumentos.....	34
3.5.	Procedimientos.....	34
3.6.	Análisis de datos	36
3.7.	Consideraciones éticas	37
IV.	Resultados.....	38
V.	Discusión de resultados	48
VI.	Conclusiones.....	57
VII.	Recomendaciones	58
VIII.	Referencias.....	60
IX.	Anexos.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables para evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.	31
Tabla 2. Resultados del consolidado del juicio de cinco expertos que validaron la encuesta para evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río santa y en la producción agrícola, centro poblado la Rinconada- Ancash, Perú.....	37
Tabla 3. Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.....	38
Tabla 4. Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable Agua superficial vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.....	39
Tabla 5. Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable cambio climático y producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.....	40
Tabla 6. Calculo del Alfa de Cronbach.	41
Tabla 7. Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. Tmin = temperatura mínima. Tmax = temperatura máxima. Tprom = temperatura promedio. Pmin = precipitac	42
Tabla 8. Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables agua superficial vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.	43
Tabla 9. Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables cambio climático vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.	44
Tabla 10. Evaluación anual de la Relación de variables de cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. Tmin = temperatura	

mínima. Tmax = temperatura máxima. Tprom = temperatura promedio. Pmin = precipitación promedio. Pmax =	45
Tabla 11. Evaluación mensual de la Relación de variables de cambio climático y producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. MMC= Millones de metros cúbicos de agua. Ha = Hectárea.	46
Tabla 12. Evaluación anual de la Relación de variables de cambio climático vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.....	47
Tabla 13. Descargas mensuales Rio santa – Bocatoma La Víbora	73
Tabla 14. Respuestas de los expertos para la validación del instrumento aplicado.....	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consolidado de las respuestas de las variables Cambio climático vs aguas superficiales	75
Figura 2. Consolidado de las respuestas de las variables aguas superficiales vs producción agrícola	76
Figura 3. Consolidado de las respuestas de las variables cambio climático vs producción agrícola	77
Figura 4. Consolidado de las demandas agrícolas en la comisión de regantes de Rinconada – Junta de usuarios de Santa	78
Figura 5. Temperatura mínima en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco(SENAMHI)	79
Figura 6. Temperatura máxima en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco(SENAMHI)	80
Figura 7. Temperatura acumulada en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco(SENAMHI)	81
Figura 8. Información consolidada en la zona de Rinconada para evaluar el cambio climático– Información de la estación Pisco(SENAMHI)	82

Resumen

El objetivo de la presente investigación se realizó para evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado de Rinconada - en el distrito de Santa, Áncash, Perú. Se analizaron las variables cambio climático, aguas superficiales, y producción agrícola. Se trabajó con la información recabada de Senamhi (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú), a través de base de datos Pisco, la Junta de usuarios de Santa, la Comisión de Regantes de Rinconada y el sistema integrado de estadística agraria de la región Ancash. El cambio climático se modeló entre 2006 y 2015, a través de la temperatura, y la precipitación histórica frente a las aguas superficiales y la producción agrícola, y se seleccionaron las mejores ecuaciones de regresión. Se observa que los agricultores muestran preocupación por el cambio climático, se demuestra la relación entre las aguas superficiales y la producción agrícola. Existe una gran preocupación de parte de los agricultores, ante la presencia del cambio climático, con el aumento de la temperatura y la disminución de la cantidad de agua disponible, pero se sienten preparados ante la presencia de las bajas temperaturas y disminución de las lluvias en la parte alta de la cuenca del Río Santa. Es posible predecir la disponibilidad hídrica a través del cambio climático aplicando las diversas ecuaciones de regresión.

Palabras clave: Aguas superficiales, Ancash, Cambio climático, Perú, Producción agrícola

Abstract

The objective of this research was carried out to evaluate the effects of climate change on the surface waters of the Santa River and on agricultural production, Rinconada town center - in the Santa district, Ancash, Peru. The variables climate change, surface waters, and agricultural production were analyzed. We worked with the information collected from Senamhi (National Service of Meteorology and Hydrology of Peru), through the Pisco database, the Santa User Board, the Rinconada Irrigation Commission and the integrated agricultural statistics system of the region. Ancash. Climate change was modeled between 2006 and 2015, through temperature, and historical precipitation versus surface waters and agricultural production, and the best regression equations were selected. It is observed that farmers show concern about climate change, the relationship between surface waters and agricultural production is demonstrated. There is great concern on the part of farmers, in the presence of climate change, with the increase in temperature and the decrease in the amount of available water, but they feel prepared in the presence of low temperatures and decreased rainfall in the upper part of the Rio Santa basin. It is possible to predict water availability through climate change by applying the various regression equations.

Keywords: Surface waters, Ancash, Climate change, Peru, Agricultural production

I. Introducción

El cambio climático se ha convertido en un elemento importante del análisis de los recursos hídricos, porque está generando modificaciones en la disponibilidad hídrica a nivel de cuenca, y eso se refleja en el aumento o disminución de las aguas superficiales, y en las aguas subterráneas, las que satisfacen la demanda hídrica de los cultivos instalados.

La presente investigación, busco evaluar la relación entre las 3 variables: Cambio climático vs aguas superficiales, cambio climático vs producción agrícola, y aguas superficiales vs producción agrícola.

Para obtener los resultados esperados, se trabajó de la siguiente manera: Iniciamos realizando una encuesta, que antes fue valida por 5 expertos, la cual se aplicó al grupo objetivo (102 agricultores) pertenecientes al valle de Rinconada, posteriormente se analizó la información disponible: Precipitación mínima, precipitación máxima, y precipitación promedio, así como la temperatura, mínima, temperatura máxima, y temperatura promedio, que se empleó para evaluar la variable cambio climático.

Para evaluar la variable aguas superficiales, se trabajó con las demandas totales que maneja la Junta de usuarios de Santa, y de acuerdo al consumo de agua de los 3 cultivos principales: Arroz, Algodón y maíz. Y finalmente para el cálculo de la variable producción agrícola: se tomó en cuenta la producción y rendimiento de los principales cultivos instalados.

Luego de obtener los resultados, se realizó la discusión de los resultados, usando en su mayoría artículos científicos recientes. Esto me ha permitido demostrar el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto de investigación.

1.1. Planteamiento del problema

El uso del agua ha venido aumentando un 1% anual en todo el mundo. La demanda mundial de agua se espera que siga aumentando a un ritmo parecido hasta 2050, lo que representa un incremento del 20 al 30% por encima del nivel actual de uso del agua. Más de 2.000 mills de personas viven en países que sufren una fuerte escasez de agua, y aproximadamente 4.000 mills de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año (La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, 2019).

Además, durante el período 1995–2015, en el mundo, se han generado inundaciones que representaron el 43% de todos los desastres naturales, afectando a 2.300 mills de personas ocasionando la muerte de 157.000 y causando daños por 662.000 mills de dólares.

Ya hemos elevado la temperatura en al menos un grado desde la era preindustrial y de no reducir las emisiones de efecto invernadero, existiría un aumento de entre 1.5 a 3.0 ° al 2050, lo que influirá en la reducción del área geográfica de los vertebrados en un 8 %, de las plantas en un 16 % y de los insectos en un 18 % (Gates, 2021).

La disponibilidad del agua superficial cambia significativamente en respuesta a la interacción entre las fuerzas naturales y antropogénicas, manifestada por la disminución de la precipitación, y concluyendo que Irán no tiene más remedio que reducir su consumo de agua, particularmente a través de reformas importantes en su sector agrícola para evitar una considerable escasez física de agua en el futuro, particularmente para cuencas ya estresadas como la cuenca del lago Urmia (Ashraf *et al.*, 2018).

El estado actual de los recursos de agua dulce a nivel mundial es motivo de una gran preocupación. Esta situación del mundo atrapado en una crisis del agua atrae tanto a los productores como a los usuarios a elaborar modelos de simulación, generando proyecciones futuras, en el campo de la gestión sostenible del agua (Bhatt & Mall, 2015). Una reducción media se espera que ocurra una precipitación de 7,2% para 2050: Por lo tanto, el déficit de agua disponible puede aumentar, lo que lleva a la sustitución en el futuro cercano de la alfalfa por otros menos exigentes en el consumo de agua en cultivos como el maíz (Medina *et al.*, 2020). Este déficit en el agua de riego generada por acción del cambio climático es el escenario menos favorable, que serán compensados por un aumento en la proporción de recursos regenerados junto con la desalinización (Jiménez *et al.*, 2019).

En los países del Magreb (Argelia, Marruecos y Túnez) hay una situación preocupante con respecto a la disponibilidad del agua manifestada por la sequía que acentúa el fenómeno de desertificación, el aumento de la salinidad del suelo y la disminución de los niveles piezométricos de las capas freáticas (Ouhamdouch *et al.*, 2016).

Existen evidencias importantes de que el cambio de las variables climáticas, en la temperatura media superficial, y en los niveles de precipitación promedio influyen en los procesos de degradación de los suelos en Cuba. A los efectos climáticos se le han adicionado más de 50 años de prácticas agrícolas inadecuadas y de explotación y uso de los recursos de forma irracional, lo que hace que su agro productividad sea muy vulnerable a los cambios y variaciones del clima (González *et al.*, 2017). Se ha analizado el acceso al agua en Chile en relación a los marcos legales nacionales e internacionales, así como las medidas estatales ante posibles efectos del cambio climático. Se ha mostrado que existen numerosas instituciones que se relacionan con la gestión del agua, pero su coordinación para el uso

sustentable y equitativo presenta grandes deficiencias. El cambio climático global afectará al ciclo hidrológico completo; por ello, las medidas de adaptación deben considerar los posibles efectos sobre los diversos componentes del ciclo (Delgado *et al.*, 2015).

Se debe recuperar la práctica de la cosecha de agua a través del pago por servicios ecosistémicos, como medida para enfrentar en mejores condiciones los impactos del cambio climático. Se pretende permanecer en esta línea para que en un futuro no muy lejano se construyan áreas piloto que permitan el desarrollo de modelos de cosecha de agua por medio del pago por servicios ecosistémicos, que sean flexibles ante las diversas condiciones de la cuenca, y por tanto, alcanzar la construcción de acuerdos sociales que permitan una mayor adaptabilidad al cambio climático (González, 2013), el cultivo a gran escala de caña de azúcar en Piura ha producido así múltiples impactos ambientales y sociales en el entorno de pequeños y medianos usuarios de tierras y agua, los agricultores y las comunidades campesinas (Urteaga, 2013).

Según el Banco Mundial, el planeta ha perdido más de un millón trescientos de metros cuadrados de cubierta forestal desde 1990, esto tiene efectos negativos inmediatos y evidentes, si los árboles se queman dejan escapar rápidamente todo el dióxido de carbono que encierran.

Será necesario producir un 70 % más de alimentos y a la vez reducir las emisiones de efecto invernadero con vistas a eliminarlas por completo, esto hace necesario generar nuevas ideas sobre las diversas maneras de fertilizar las plantas, criar ganado, y desperdiciar menos comida y en el caso de los habitantes de los países ricos, deben modificarse algunos hábitos como por ejemplo comer menos carne (Gates, 2021).

La población de Boyacá (Colombia), no ha recibido capacitación sobre estrategias de uso eficiente del recurso hídrico. La realización de las encuestas dejó constancia de la inobservancia de los conocimientos de sostenibilidad en temas de ahorro y uso eficiente del recurso hídrico, y por lo tanto no es un tema de interés o relevancia hasta el momento. La población en general se mostró interesada en recibir asesoría, capacitación y aplicación de estrategias en temas afines al uso eficiente del recurso hídrico (Villalobos & Ruiz, 2019).

En el Perú, y de acuerdo a las cifras del Ministerio de ambiente, 14 mills de peruanos son vulnerables a la inseguridad alimentaria. Se tiene 5,5 mills de peruanos que son vulnerables a las lluvias intensas, 2,6 mills están expuestos a las sequias y 5,6 mills los están a las heladas y friajes (Lanegra, 2017). El impacto del cambio climático se manifestará en el Perú a través de los efectos del retroceso glaciar, que actualmente se evidencia una disminución del 22 % de la superficie glaciar en los últimos 22 a 35 años, y un aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómenos del Niño. En el Perú, el impacto global de los fenómenos del Niño 82-83 y 97- 98 ascendió a 11,6 % y 6,2 % del PBI anual de 1983 y 1998, respectivamente. Así el menor impacto para el período 97-98 a pesar de presentar características más intensas, se explica principalmente por una menor pérdida agropecuaria, debido a que no se produjo una gran sequía en el sur peruano, y por la existencia de una previsión temprana que permitió ejecutar acciones de prevención y mitigación de los efectos negativos (Vargas, 2009). Por todo esto se calcula que las pérdidas económicas por efecto del cambio climático llegarán a ser al 2025 del orden de 9,906 mills de dólares anuales.

La mayor producción de cultivos, en la zona de estudio incluyen al maíz, arroz, y algodón y en menor porcentaje al pallar, palta, camote, alcachofa, hortalizas y caña de azúcar, todas importantes en la canasta familiar, y que repercute en las poblaciones aledañas

(MINAGRI, 2017). En el valle de Santa, producto del Niño costero del 2017, se perdió 7 km en el canal de derivación, 15 km de drenes colectores, 5 km de obras de arte, y 10 km de defensas ribereñas, y que para su rehabilitación se necesitó S/. 123 mills (Ministerio de Agricultura, MINAGRI, 2017).

1.2. Descripción del problema

El 15 de marzo de 2017, a 07:30 h aproximadamente, a consecuencia de intensas precipitaciones pluviales se produjo la activación de las quebradas en el centro poblado de Rinconada, San Juan, Valle El Progreso y el Establo, afectando la vida y salud de las personas en las localidades de Santa y Castillo del Distrito de Santa, Áncash, Perú (INDECI, 2017). De igual forma, INDECI (2017), nos señala que, por efectos del fenómeno de Niño costero, la población del centro poblado de Rinconada, vivió un desgarrador drama debido a los “huaycos” que se presentaron por el efecto del cambio climático. Este centro poblado tiene 2331 hab de los cuales, 1108 son mujeres y 1223 son hombres, que viven en las 584 viviendas. De acuerdo al informe de Defensa Civil, unas 450 viviendas quedaron destruidas, las personas se quedaron sin agua potable, y sin energía eléctrica.

El centro poblado de Rinconada cuenta con dos colegios, uno de educación primaria y otro de educación secundaria, un centro de salud y una comisaría. De toda la población de Rinconada, solo 1361 habitantes que representan el 58,4 % y se dedican a la agricultura, como propietarios de minifundos o como peones, en los campos de cultivo de zonas vecinas.

En el ámbito de la comisión de regantes de Rinconada, se encuentra el centro poblado, que producto de los “huaycos”, han afectado la zona de estudio, y ha generado un impacto

en los canales de conducción y derivación, que llevan las aguas y garantizan el riego de los cultivos instalados, los “huaycos” afectaron directamente en su desarrollo y rendimiento de los cultivos, en su producción final.

A consecuencia del desplome de los canales laterales en el 2017, que abastecen al centro poblado del valle de Rinconada, este se quedó sin agua, lo que afectó el desarrollo de los cultivos en su periodo vegetativo, que generó futuras pérdidas en los cultivos y disminución en su rendimiento, ocasionando pérdidas en los ingresos económicos de los agricultores, lo que generaría a corto plazo un aumento de sus precios, una elevación en el costo de la canasta familiar de la población del Santa y de Chimbote. Por lo cual es importante tener en cuenta que los niveles de escasez siguen aumentando a medida que crezca la demanda de agua y se intensifiquen los efectos del cambio climático.

1.3. Formulación del problema

- Problema general

¿Cómo afectó el cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado de Rinconada - Distrito de Santa, Áncash, Perú?

- Problema específicos

¿Cómo afectó el cambio climático a las aguas superficiales del río Santa al valle del centro poblado de Rinconada, Distrito de Santa, Áncash, Perú?

¿Cómo afectó el cambio climático en la producción agrícola del valle del centro poblado de Rinconada, Distrito de Santa, Áncash, Perú?

¿Cómo afectó las aguas superficiales del río Santa, en la producción agrícola al valle del centro poblado de Rinconada, Distrito de Santa, Áncash, Perú?

1.4. Antecedentes

Al evaluar los métodos, modelos y procesos, así como el impacto del cambio climático en los recursos hídricos se ha encontrado que, la integración de los métodos, procesos, y herramientas, en la asignación del agua, en los modelos de planteamiento de riego, en el modelo de la economía hidrológica de la cuenca, mediante el manejo de voluntades concertadas de todos los actores interesados, en la gestión y el uso eficiente de los recursos hídricos (Jesus & Mejia, 2014). Salas (2017) evaluó los modelos estocásticos con potencial de acuerdo a las características particulares del río Santa, para conocer el comportamiento temporal de las descargas medias anuales, de las principales subcuencas, con el modelo estocástico autoregresivo. Fernández (2002) señala que “se ha identificado el impacto ocasionado por el cambio de variables de entrada como la precipitación y la temperatura, en respuesta hidrológica a su aportación, en el balance anual en su distribución mensual en todo el año”. Finalmente, Lenzi (2017) ha “evaluado el impacto del cambio climático en la cuenca arroyo Feliciano en Argentina, y encontró que estos eventos extremos, que en algunos casos presentaban períodos de retorno de hasta cien años, se volverán cada vez más frecuentes y, por lo tanto, los tiempos de recurrencia disminuirán, de acuerdo al resultado de las simulaciones realizadas”.

En el tema de los recursos hídricos, se ha dado a “conocer que la precipitación en relación con la productividad en varios cultivos agrícolas posee una demanda de agua diferente y presentan sensibilidades al estrés hídrico en cada etapa fenológica” (Lopes *et al.*, 2019). Otro investigador ha “discutido la utilidad de los indicadores para comprender la vulnerabilidad ante el cambio climático, y lo relacionó con el papel de la producción, transferencia y distribución del conocimiento científico.

En este sentido, es imprescindible abogar a la honestidad científica y remarcar la necesidad de explicar los supuestos teóricos y epistemológicos de cada decisión” (Mussetta *et al.*, 2017). El análisis del ingreso condicional ante los escenarios alternativos muestra una reducción de los ingresos condicionales para la alfalfa, el arroz, el café y el maíz amarillo duro y aumentos para ambas especies de papa, el maíz amiláceo, el plátano y la uva para ambos modelos climáticos, con resultados mixtos para la yuca, siendo el arroz y el café los que perciben las mayores pérdidas; mientras que la papa nativa es el cultivo que exhibe la mayor ganancia (Galindo & Alatorre, 2015), se menciona que: “la eficiencia en el uso del agua en la agricultura es precaria, por lo que uno de los retos más importantes del Perú es incrementar la producción de alimentos reduciendo la sobreexplotación de los cuerpos de agua, lo cual puede lograrse con la introducción de tecnologías apropiadas, reutilización del agua, capacitación y un mayor control de las asignaciones para riego” (Martínez *et al.*, 2019).

Por lo cual, luego de analizar 30 años de precipitaciones entre 1977–2006, “se han aplicado métodos de análisis de la serie temporal como porcentaje medio, promedios móviles y suavización exponencial, y se comprobó que la función normal fue la más apropiada para ajustar los datos experimentales y se construyó el climograma de la localidad. Es así que se determinaron las evidencias del cambio climático mediante anomalías climáticas, patrones de desplazamiento y la curva acumulada de las variables estudiadas. Los resultados demuestran una tendencia a la disminución de las precipitaciones y el número de días con lluvia a partir del año 2000, no solo a nivel anual sino también en el periodo húmedo” (Brown *et al.*, 2015).

Milla (2013) argumenta que “la esorrentía simulada ha sido calibrada con cuatro modelos hidrológicos con los registros históricos de la estación la Balsa, que se encuentra ubicado en la parte alta de la cuenca del río Santa, ha permitido validar la simulación. Se aplicó el criterio de decisión y observación gráfica, en la relación temperatura – precipitación, con ausencia de correlación significativa estadísticamente y la observación de la ecuación de la tendencia, se concluye que a mayor temperatura se produce mayor precipitación”. También “existe una correlación entre las variables, que se corrobora con observación de la ecuación de tendencia, que indica que, a mayor temperatura, mayor escurrimiento”.

Pérez (2018) prevé que la precipitación experimentará descensos del 15% en los escenarios menos negativos, y que la evapotranspiración (ETO) mostrará un ascenso generalizado superior al 5% respecto a los registros actuales. También menciona que existe una reducción en la disponibilidad hídrica de las cuencas analizadas a través del modelo hidrológico, proporciona valores significativos, con tasas de variación negativas que entre el 30 y 50 % para los escenarios más realistas. Son evidentes las pérdidas producidas en los recursos hídricos debidos al cambio climático, con un gran impacto en la región mediterránea que presenta una mayor vulnerabilidad por su actual escasez de agua.

Otros investigadores mencionan que la adaptación al cambio climático en una ciudad requiere involucrar los aspectos concernientes a la acción internacional y regional, la pobreza y el género. Se impone retos en que concierne a la restauración ecológica, el desarrollo de obras de infraestructura ecourbana, el control y la eliminación de sustancias contaminantes, y la vinculación de los actores territoriales. Siendo ejes necesarios para reducir la

vulnerabilidad de la población de Pedernales ante los impactos del cambio climático (Cevallos & Parrado, 2018).

Por consiguiente, se ha demostrado que el comportamiento de la variabilidad estacional e interanual de la lluvia de modo general y su posible influencia en la agricultura de secano desarrollada en la cuenca del Lago de Valencia, Carabobo, Venezuela, permite obtener un conocimiento básico y amplio sobre este elemento climático, lo cual permitirá una aproximación mucho más asertiva en la toma de decisiones estratégicas en territorios agrícolas (Cevallos & Parrado, 2018).

Por otra parte, las sequías en la cuenca del río Santa, son en su mayoría moderadas y no están directamente relacionadas con los eventos cálidos del fenómeno del niño (ENOS). La sequía más intensa se registró en 1991/92, pero también hubo sequías muy intensas, principalmente agrometeorológicas e hidrológicas, en los años de 1980 y 1995. En la escala hidrológica las sequías son más extensas y antes del año 2000, aproximadamente, estas no ocurrieron en toda la cuenca, como es determinada por los desvíos estándar. Al contrario, después de esta época la variabilidad interanual de la precipitación fue mucho más homogénea.

De acuerdo a López *et al.* (2018), los principales resultados de este estudio muestran que el cambio climático, específicamente los cambios en temperatura y precipitación, pueden tener impactos importantes en la producción agrícola de los países de la región del Caribe. El mismo autor menciona que nivel regional hacia el 2050, los impactos esperados del cambio climático agregados para todos los cultivos representan una caída del 7% respecto a la producción promedio del período 1961-2014. Sin embargo, los cambios en

patrones de temperatura y precipitaciones no afectarán de manera similar a todos los cultivos. Así, hacia el 2050 se espera en los frutales una disminución de la producción de 24,32%, mientras que las oleaginosas podrían incrementar su producción en 15%. Este autor concluye que el impacto del cambio climático sobre la agricultura puede incluso ser mayor, de incluirse los potenciales efectos de eventos climáticos extremos.

Las proyecciones del clima en la cuenca del río Santa al 2030, se resumen de la siguiente manera, un progresivo incremento de las temperaturas mínima y máxima anuales en toda la cuenca, con valores promedio de 0,4 °C y 0,55 °C, respectivamente, siendo mayor este calentamiento en zonas altas de la cuenca (0,45 – 0,70 °C); reducción de las precipitaciones anuales y durante el período lluvioso entre 3 – 16 % en la parte media y baja de la cuenca, así como un ligero incremento de 3 – 6 % en las partes altas (Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, PNUD, Ministerio del Ambiente, MINAM & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI, 2009).

El déficit en el agua de riego generada en un cambio climático menos favorable en los escenarios serán compensados por un aumento en la proporción de recursos regenerados junto con la desalinización, como alternativa (Jiménez *et al.*, 2019), los factores de propensión a las emisiones de efecto invernadero (GEI), tienen soluciones alternativas amigables con el clima que podrían ser puesto en práctica (Adekunle, 2019), los efectos del cambio climático en el ozono superficial en verano en la región Yangzhou(China) se estudian utilizando el modelo WRF-Chem. Este estudio nos proporciona un alcance para comprender cómo el clima futuro afecta la superficie del ozono (Gao *et al.*, 2019), para toda la cuenca, la variación climática disminuyó dentro de la superficie en un 73%, mientras tanto, la del cambio en el uso del suelo disminuyó el agua del suelo en un 51%. Para evitar la

degradación del ecosistema y mantener las funciones ecológicas inherentes de los ríos, es importante para evaluar la capacidad de restauración de la vegetación en términos de temperatura regional y características hidrológicas (Kang *et al.*, 2019).

De igual modo, se han recabado nuevos modelos de desarrollo en Chile que dan prioridad a la infraestructura verde, a la mejora la conservación del agua y a la eficiencia de su uso mediante la creación de incentivos o sanciones. La promoción de un desarrollo urbano eficiente respecto del uso del agua y la utilización de nuevas tecnologías de riego y programas de agricultura sostenible, proporcionar una estructura formal para que los usuarios de aguas subterráneas puedan organizarse, colaborar y gestionar conflictos, e integrar la cuenca (Becerra *et al.*, 2018). También el mejoramiento genético de las especies forrajeras y el incremento de la diversidad en cuanto a estructura y composición son las principales estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático (Morales *et al.*, 2016).

Por todo esto, el modelo hidrológico de Témez, implementado el programa EvalHid permite simular el 80 % de los caudales medios mensuales en el río San Diego, aguas arriba del embalse La Juventud - Cuba. El acople del modelo hidrológico con la información de los modelos de cambio climático y los escenarios de forzamiento radiactivo (RCP) 4,5 y 8,5 $W \cdot m^{-2}$, muestra reducciones en los volúmenes medios mensuales del orden de -6 a -21%, en comparación con los valores medios históricos; sin que el aumento que se proyecta en los volúmenes medios mensuales resulte significativo como para compensar los déficits proyectados. Los resultados reflejan la vulnerabilidad de esta zona de estudio a los impactos del cambio climático en la disponibilidad de los recursos hídricos, imprescindibles para el desarrollo de la agricultura de regadío (Hervís *et al.*, 2019).

Los resultados indican que las condiciones hidrológicas prevalecientes en y antes de una ocasión de muestreo son importantes para el resultado, que debe ser tenidos en cuenta al diseñar programas de muestreo en los que las evaluaciones y las decisiones deben basarse (Frogner, Göransson, & Haeger, 2020)

El modelo WEAP (“Water Evaluation and Planning System”) se inserta como una excelente herramienta para el apoyo en la toma de decisión en la gestión integral de los recursos hídricos ante los desafíos del clima futuro. Por la cantidad de información que se puede procesar (ofertas y demandas), las potencialidades de su uso para el trazado de estrategias de adaptación del sector agropecuario al cambio climático, apuntan a su robustez para resolver problemas concretos en la planificación de los recursos hídricos y la posibilidad de su implementación en otras cuencas del país (Hervis *et al.*, 2018).

El propósito de este trabajo es examinar el nexo entre el agua y la producción de los alimentos, mediante la evaluación de los efectos del cambio climático en la producción agrícola, y en las aguas superficiales, evaluando las respuestas al ajuste y el consumo de energía resultante y la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI) (Yan *et al.*, 2018).

1.5. Justificación de la investigación

En la presente investigación, se evaluó el impacto del cambio climático en el medio ambiente y en el desarrollo sostenible en el distrito de Santa. Este estudio buscó aportar, al conocimiento científico al formular instrumentos, generar modelos operacionales de recojo y síntesis de información para contribuir al uso apropiado de recursos hídricos y de los cultivos agrícolas, como parte de los objetivos de desarrollo sostenible del milenio hacia el

2030, los cuales son, objetivo 12 “producción y consumo responsable”, que se analizan a través de la producción agrícola y rendimiento de los cultivos principales del Arroz, algodón y Maíz. El objetivo 13 “acción por el clima”, que se evalúa en la variación de la Precipitación y temperatura, los que son planteados y desarrollados en los objetivos de la presente investigación.

Es así que esta investigación nos permitió conocer la influencia del cambio climático, en las aguas superficiales del Rio Santa, del impacto del cambio climático en la producción agrícola y del impacto de las aguas superficiales del río Santa en la producción agrícola, en el centro poblado de Rinconada ubicado en el distrito de Santa. Se evaluó sus impactos, en el valle del centro poblado de Rinconada, en la agricultura (producción, rendimiento, etc.), por efecto del cambio climático, se generó una información importante para la población del centro poblado de Rinconada y para el país.

En la presente investigación, nos enfocamos en evaluar el impacto de las aguas superficiales del río Santa en el distrito de Santa, debido a los cambios en la disponibilidad hídrica, e investigar el impacto en el cambio climático, evaluando la temperatura (promedio, mínima y máxima) y en la precipitación (promedio, mínima y máxima). De acuerdo a la ley de recursos hídricos, en la prevención ante efectos de cambio del climático, menciona: “La Autoridad Nacional, en coordinación con la Autoridad del Ambiente, deben desarrollar estrategias y planes para la prevención y adaptación a los efectos del cambio climático y sus efectos sobre la cantidad de agua y variaciones climáticas de orden local, regional y nacional. Asimismo, se realizó el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico, glaciares, lagunas y flujo hídrico frente a este fenómeno” (MINAM, 2009). De acuerdo a la ley general del ambiente, en los artículos III y VI del derecho a la participación en la gestión ambiental toda

persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. Y del principio de prevención la gestión ambiental tiene como objetivos prioritarios prevenir, vigilar y evitar la degradación ambiental. Por consiguiente, cuando no sea posible eliminar las causas que la generan, se adoptaran las medidas de mitigación, recuperación, restauración o eventual compensación, que correspondan (Ley N° 28611, 2005).

1.6. Limitaciones de la investigación

Este estudio se desarrolló en el periodo del 2019 – 2020, en la región Ancash, en el distrito de Santa, dentro del valle del centro poblado de Rinconada, que forma parte de la Comisión de regantes de Rinconada- Junta de usuarios de Santa.

Al recopilar la información de la encuesta sobre la apreciación de la población dedicada a la agricultura, influye la actitud de la población encuestada, en el momento de la recopilación de la información recabada.

Al recopilar la información de la Junta de usuarios de Santa, se dependió del acceso de la información y de la disponibilidad ante su requerimiento y la atención.

Con respecto a la recopilación de los datos se visitó al SENAMHI, para recoger datos históricos de temperatura y precipitación. El SENAMHI contaba con la Estación Rinconada, que fue paralizada en el año 1961; es por ello que busco la información de la estación San Luis, del Centro Experimental de la Universidad San Pedro de Chimbote, pero esta estaba

incompleta para la investigación, así que se decidió trabajar con la base de datos PISCO (“Peruvian Interpolated data of the SENAMHI’s Climatological and hydrological Observations”), para la validación de la información Pisco, y al no tener estaciones cercanas al área de estudio, pertenecientes a Senamhi y en general en toda la costa del Perú, se usó la estación Meteorológica Chimbote que la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHN).

Para el desarrollo de la presente investigación se usaron los decretos leyes, reglamentos, normativas, directivas, que tengan que ver con el tema, tales como: (1) La ley de recursos hídricos, (2) Ley N° 29388 (Congreso de la Republica, 2009) y su reglamento de los recursos hídricos, (3) Ley N.° 29338 (Ministerio de agricultura, MINAGRI, 2010), la Constitución Política del Perú, (Congreso de la República, 1993), Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, (4) Ley N.° 27446, (Ministerio de Medio ambiente, MINAM, 2001), (5) Ley General del Ambiente Ley N° 28611 (MINAM, 2005), (6) Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD) Ley N° 29664 (Congreso de la República, 2011). (7) Ley marco sobre el cambio climático Ley N° 30754 (Congreso de la República, 2018). (8) Reglamento de la ley marco sobre el cambio climático Ley N° 30754 (Congreso de la Republica, 2019).

Cabe señalar, que la estrategia nacional al cambio climático considera que el principal reto asociado al cambio climático en el Perú es la reducción de los riesgos e impactos previsibles mediante acciones de gestión integrada de los sectores y regiones para la reducción de la vulnerabilidad, el aprovechamiento de las oportunidades y el fortalecimiento de capacidades para enfrentarlo. La estrategia reconoce el potencial nacional para la captura, la conservación de reservas de carbono, y la mejor gestión de las emisiones de los gases del

efecto invernadero, lo que permitiría sentar las bases para una economía baja en carbono (MINAM, 2014).

Esta investigación se inició en el año 2019, y se recopiló la mayor cantidad de datos e información hasta los primeros días de marzo del 2020, es decir antes del inicio de la pandemia.

Con la presencia, de la pandemia se limitó las actividades de campo y la posibilidad de ampliar los años de información: pluviométrica, hidrométrica y de temperaturas.

Debo indicar que al respecto se hizo todas las gestiones ante la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de guerra del Perú para poder ampliar la información: pluviométrica y de temperaturas hasta el año 2020, sin resultados positivos. Esta investigación se concluyó en enero del 2021.

1.7. Objetivos

- **Objetivos generales**

Evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado de Rinconada - en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

- **Objetivos específicos**

Evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa, en el valle del centro poblado de Rinconada, en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

Evaluar los efectos de las aguas superficiales del río Santa, en la producción agrícola, en el valle del centro poblado de Rinconada, en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

Evaluar los efectos del cambio climático en la producción agrícola del maíz, algodón y arroz, en el valle del centro poblado de Rinconada, en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

1.8. Hipótesis

- **Hipótesis general**

El cambio climático afecta las aguas superficiales del río Santa y a la producción agrícola, centro poblado de Rinconada- en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

- **Hipótesis específica**

El cambio climático afecta las aguas superficiales del río Santa, en el valle del centro poblado de Rinconada- en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

Las aguas superficiales del río Santa, afectan a la producción agrícola del maíz, algodón y arroz, en el valle del centro poblado de Rinconada- en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

El cambio climático afecta la producción agrícola del maíz, algodón y arroz, en el valle del centro poblado de Rinconada- en el distrito de Santa, Áncash, Perú.

II. Marco Teórico

2.1. Marco conceptual

• **Agua superficial:** Es la que se almacena o se encuentra fluyendo sobre la superficie de la tierra (Chow *et al.*, 1994). El agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (Gamez, 2009). También la definimos como aquella que fluye por debajo de la superficie del suelo (Mejia, 2012). Finalmente podemos concluir que el agua superficial es todo aquello que circula sobre la superficie terrestre y que se puede observar en las cuencas hidrográficas y en los ríos que reciben el recurso hídrico.

• **Caudal:** El caudal puede mirarse desde dos puntos de vista, producción y transporte. El caudal que recorre un canal en un instante y que tuvo su origen más remoto en algún evento de precipitación a lo largo y ancho de la cuenca a la que pertenece se trata pues, del denominado caudal de escorrentía, en transporte, en síntesis, el caudal que se observa dentro de él en cualquier instante y el que intervendría en los cálculos relacionados con el proyecto de un canal (Cadavid, 2006). Se define como la cantidad de agua que atraviesa determinada sección de una corriente durante una unidad de tiempo concreta expresada en m^3/s (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2013). También se entiende como el volumen de agua que pasa por una sección en un instante dado. Finalmente lo podemos definir como la cantidad de agua que circula en una sección determinada, y que es el producto de la velocidad multiplicada por el área o sección definida.

• **Cambio climático:** Se entiende al cambio climático, como a las modificaciones en el medio ambiente físico o en la biota resultantes del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humano. También el "cambio climático" se entiende al 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 períodos de tiempo comparados (Organización de las Naciones Unidas, (ONU), 1992).

• **Temperatura:** “Es considerado como el factor determinante y decisivo de las diversas etapas del ciclo hidrológico en el estudio de la evaporación. El efecto de los diversos procesos de intercambio de calor en el sistema Tierra- Atmósfera conduce a una distribución de temperatura según la dirección vertical, o sea, un decremento de la temperatura con la altitud de $6,5\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ en la troposfera y condiciones aproximadamente isotérmicas en la estratosfera” (Mejía, 2012).

En la vida cotidiana, estos valores están íntimamente ligados al cambio climático, por los efectos directos que genera al tener temperaturas máximas o mínimas, en los cambios climáticos.

• **Precipitación:** Es “la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua” (Aparicio, 2008). La precipitación es una variable hidrológica que se manifiesta más claramente en su carácter aleatorio, variando drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Esta característica típica de la

precipitación es la que introduce ciertas dificultades en su evaluación correcta (Mejia, 2012). También se define como la caída del agua en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve y granizo) hacia la superficie terrestre.

Es un fenómeno que sucede como producto de la condensación del vapor de agua (Gámez, 2009), observó que los impactos del cambio climático, se puede conocer las modificaciones presentadas en las precipitaciones, y en algunos casos máximas precipitaciones que generan los eventos extremos, como huaycos e inundaciones, o las mínimas precipitaciones que crean procesos de sequía, en ambos casos hay un efecto directo en la producción de los cultivos instalados, observándose en los resultados de la producción agrícola.

• **La evapotranspiración:** Es la cantidad del agua utilizada por las plantas para realizar sus funciones de transpiración, más el agua que se evapora de la superficie del suelo en el cual se desarrolla (Gamez, 2009). También se refiere a la parte del ciclo hidrológico que combina el proceso de la evaporación directa del suelo y la transpiración de los vegetales (Fattorelli & Fernandez, 2011). La evapotranspiración es una consecuencia de 2 conceptos la evaporación que se define como el proceso por el cual el agua líquida se convierte en vapor de agua (vaporización) y se retira de la superficie evaporante (remoción de vapor). El agua se evapora de una variedad de superficies, tales como lagos, ríos, caminos, suelos y la vegetación mojada. La transpiración que consiste en la vaporización del agua líquida contenida en los tejidos de la planta y su posterior remoción hacia la atmósfera (FAO, 2006).

El concepto de la evapotranspiración sufre los efectos directos de los cambios climáticos, debido a que al aumentar la temperatura y al no tener la presencia de la precipitación, aumentan los requerimientos de los cultivos instalados, y por lo tanto es necesaria una mayor cantidad de agua superficial disponible.

- **El ciclo hidrológico:** Es la interminable circulación que siguen las partículas de agua en cualquiera de sus tres estados físicos, cuya circulación se efectúa en forma natural, sufriendo transformaciones físicas (Gamez, 2009). También se define al ciclo hidrológico como la secuencia de fenómenos por medio de los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida (Fattorelli & Fernandez, 2011).

- **Cuenca:** Es una zona de la superficie terrestre en donde, las gotas de lluvia caen sobre ella y tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Aparicio, 2008). Se puede definir como las unidades territoriales de drenaje, donde todas las aguas fluyen hacia un mismo río que actúa como un dren colector común denominado río principal, el cual fluye hacia su evacuación final por una única desembocadura, que es otro río, lago u océano. No son solo espacios físicos, sino también espacios sociales donde coexisten actividades comerciales, productivas, políticas, culturales y hasta religiosas. Son los que constituyen el ámbito territorial básico para la planificación de la gestión del agua Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2013).

Finalmente podemos definirla como la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y, eventualmente, lagos por una única desembocadura.

- **Junta de usuarios:** Son los que se organizan sobre la base de un sistema hidráulico común, de acuerdo con los criterios técnicos del ANA. Tienen las siguientes principales funciones: (a) operación y mantenimiento de la infraestructura hidráulica, (b) distribución del agua, (c) cobro y administración de las tarifas de agua (ANA, 2013).

- **Comisión de regantes:** Organizaciones dependientes de la Junta de usuarios. Sus principales funciones son recaudar los aportes (tarifa) que pagan los usuarios por el servicio de agua de riego, velar por la dotación de agua para los usuarios; realizar el mantenimiento de las obras de infraestructura menor de riego y coordinar la ejecución del plan de cultivo y riego (ANA, 2013).

- **Seguridad alimentaria:** Es el proceso que se realiza para “Asegurar que todas las personas tengan en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias a fin de llevar una vida activa y sana” Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2013. También se define a la seguridad alimentaria como la situación en la que todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias para desarrollar una vida saludable (Banco interamericano de desarrollo (BID), 2019).

- **Regresión:** Son el medio para estimar los parámetros de un modelo matemático que expresa la relación de una variable dependiente o respuesta, la relación fija para un conjunto de datos experimentales se caracteriza por una ecuación de predicción que recibe el nombre de ecuación de regresión (Escalante & Reyes, 2002). También se dice que es un modelo matemático que relaciona una variable aleatoria llamada variable dependiente(criterio) con una variable llamada independiente(predictora), la ecuación de regresión puede ser cualquier función factible de ajustarse a una nube de puntos (Apaclla, 2017).

Se dice que la confiabilidad de ecuación de regresión, deben ser evaluados para evaluar el modelo, a través del coeficiente de correlación, el error estándar de los estimados y la racionalidad de los coeficientes y la importancia relativa de las variables predictoras, los cuales pueden ser evaluados usando coeficientes de regresión parcial estandarizados (Apacla, 2017).

- **Correlación:** Se define como una medida de dependencia lineal entre una variable aleatoria y otra u otras variables, para nuestro caso tenemos la relación de temperatura, precipitación, agua superficial y producción agrícola, que son las variables que son evaluadas estadísticamente (Escalante & Reyes, 2002). La correlación además calcula el grado de dependencia o asociación entre dos o más variables, representado numéricamente por el llamado coeficiente de correlación. Lo correlación es, pues, un proceso que define el grado de asociación entre dos o más variables (Apacla, 2017).

- **Validación y consistencia de la información:** Según Gámez (2009), cuando en una estación pluviométrica tiene lugar algún cambio en las condiciones de medición, como por ejemplo cambio de operador, de localización o de las condiciones adyacentes, las tendencias del registro sufren normalmente alteraciones que pueden llegar a ser importantes en cuanto a su homogeneidad. (Gámez, 2009) indica que para detectar y corregir estas alteraciones se puede usar una técnica llamada “curva masa doble”, que se basa en observaciones hechas en el sentido de que la precipitación acumulada media para varias estaciones no es muy sensible a cambios en una de ellas, debido a que muchos de los errores se compensan, mientras que la lluvia acumulada de una estación particular se afecta de inmediato ante la presencia de cambios importantes.

• **Base de datos PISCO:** La base de datos PISCO (“Peruvian Interpolated data of the SENAMHI’s Climatological and hydrological Observations”). El producto PISCO de precipitación en su versión diaria y mensual es el resultado de la combinación de datos de estaciones terrenas con climatologías, de análisis y productos satelitales de estimación de lluvias para obtener una base de datos grillada a nivel nacional de alta resolución espacial (5*5 km); los datos grillados abarcan una serie temporal que se inicia el 1^{ro} de enero 1981 hasta el 31 de diciembre del 2016, facilitando de este modo una mayor disponibilidad de los datos de precipitación para su uso en diferentes actividades ligadas al análisis hidrológico (SENAMHI, 2017).

En ese contexto, desde el 2016 se ha generado el producto PISCO precipitación diaria. Utilizado actualmente con éxito en la calibración de modelos hidrológicos de lluvia-escorrentía que operacionalmente utiliza la DHI para el pronóstico de caudales de corto plazo, elaboración de los productos del Sistema de Observación de Inundaciones del SENAMHI (SONICS), Monitoreo Decadario de Precipitaciones del SENAMHI (MIDAS), elaboración de los Mapas de Umbrales de Precipitaciones extremas a nivel nacional, Mapas hidroclimáticos de cuencas, Vigilancia Nacional de la Sequía, para la elaboración de estudios e investigaciones hidroclimáticas entre otros (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI, 2017).

III. Método

3.1. Tipo de investigación

La investigación es de tipo no experimental, cuantitativa, descriptiva y explicativa.

3.2. Población y muestra

La población estuvo compuesta por 267 usuarios de la Comisión de Regantes de Rinconada (CRR), Ancash, Perú, que está dedicada a la producción agrícola de los cultivos instalados en sus terrenos agrícolas, y su vinculación con los canales de derivación, laterales; que permiten el uso de las aguas superficiales. La muestra se escogió en base a métodos estadísticos convenientes.

P: Todos los usuarios de la comisión de Regantes de Rinconada (CRR).

M: Muestra.

La muestra fue de tipo probabilístico (Pino, 2018). Para determinar la muestra de manera técnica se utilizó la siguiente fórmula:

$$m = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + z^2 * p * q}$$

De donde:

m: Muestra

N: población

z^2 : Margen de confianza o número de desviaciones consideradas en el estudio. Una confianza de 95 % o dos $\sigma = 1,96$ equivale a un 95 %.

p: Es la probabilidad que se calcule bien la determinación de muestra. El estudio se fija en un 80 % = 0,80.

q: $1-0,80 = 0,20$.

e^2 : El error establecido para la determinación de la muestra es de 7 % = 0,0049.

Desarrollando la ecuación anterior, se obtiene:

M: 102 usuarios

3.3. Operacionalización de variables (Tabla 1)

Variable 1 (V1): Cambio climático:

Variable 2 (V2): Aguas superficiales.

Variable 3 (V3): Producción agrícola.

Tabla 1.

Operacionalización de variables para evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

Variables	Dimensiones	Indicadores	Items
V1: Cambio climático	D1: Temperatura	I1: Temperatura mínima.	➤ Consecuencias que han generado las temperaturas mínima, en la instalación de cultivos.
			➤ Preparación para el cambio climático, producido por las temperaturas promedio.
		I2: Temperatura máxima.	➤ Consecuencias que han generado las máximas temperaturas, en la instalación de cultivos.

			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Preparación para el cambio climático, producido por las máximas temperaturas.
		I1: Precipitación mínima.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consecuencias que han generado las precipitaciones mínima, en la instalación de cultivos.
	D2: Precipitación		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Preparación para el cambio climático, producido por las precipitaciones promedio.
		I2: Precipitación máxima.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consecuencias que han generado las máximas precipitaciones, en la instalación de cultivos.
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Preparación para el cambio climático, producido por las máximas precipitaciones.
V2: Aguas superficiales	Aguas superficiales	Uso Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> ➤ La cantidad de agua que reciben los canales es adecuada y oportuna.
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ La cantidad de agua satisface la demanda de los cultivos instalados.
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ausencia de agua, en los canales por efectos del cambio climático.
V3: Producción Agrícola	Producción Agrícola	Producción de Maíz	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de agua disponible cubre la demanda de los cultivos instalados.
			<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cantidad de agua que reciben los canales, perjudicó la producción agrícola del maíz.

- Producción de Algodón
- Cantidad de agua que reciben los canales satisface la demanda agrícola de sus cultivos instalados.
 - Cantidad de agua disponible en sus canales ha disminuido por efecto del cambio climático.
 - La cantidad de agua que recibe, beneficia a la producción agrícola de los cultivos de algodón.
 - Cantidad de agua disponible a aumentado en sus canales por efecto del cambio climático.
 - Cantidad de agua disponible en sus canales ha disminuido por efecto del cambio climático.
- Producción de Arroz
- Cantidad de agua que recibe, beneficia a la producción agrícola del arroz.
 - Cantidad de agua disponible a aumentado en sus canales por efecto del cambio climático.
-

3.4. Instrumentos

Se elaboró un cuestionario con 18 preguntas. Esta encuesta se aplicó en el mes de enero del 2020, con el apoyo de tres personas que pertenecían a la Comisión de regantes de Rinconada (CRR). Se consultó sobre la relación de las tres variables a investigar: Cambio climático, agua superficial, y producción agrícola.

Para la variable cambio climático y para validar la información de Pisco, se trabajó con los datos del SENAMHI de la base de datos Pisco, en el mismo lugar en donde está ubicado la estación Chimbote, que pertenece a la dirección de hidrografía y navegación de la Marina (DHN).

Para la variable agua superficial se analizó la información recabada de la Junta de usuarios de Santa.

Para la variable producción agrícola se trabajó con la información de la Junta de usuarios del valle de Santa, y con la información del sistema integrado de estadística agraria de la región Ancash.

3.5. Procedimientos

En la encuesta, se analizó la variable independiente (cambio climático) y las dos variables dependientes (agua superficial y producción agrícola). Para realizar los cálculos descriptivos e inferenciales se usó las ecuaciones de regresión lineales múltiples del software SPSS 25,0. Se empleó el software Curveexpert professional para seleccionar entre 64 diferentes ecuaciones, solo las dos mejores para evaluar la relación entre cambio climático

vs aguas superficial, tres ecuaciones para la relación cambio climático vs producción agrícola y finalmente se usó el software Hidroesta-2.

El análisis de las variables se realizó de la siguiente manera:

La variable cambio climático vs aguas superficiales:

Se trabajó con la precipitación (Máxima, mínima, y promedio), y con la temperatura (máxima, mínima y promedio). La información que fue validada con la data de la estación Meteorológica Chimbote de la DHN. Dicha información se relacionó con el consumo de agua superficial de manera anual para los principales cultivos instalados en la zona de Rinconada, que nos proporcionó la Junta de usuarios de Santa.

Variable cambio climático vs producción agrícola: Se empleó inicialmente como instrumento una encuesta, en base a los lineamientos de García de Yebenes & Carmona (2009). Se realizó la recopilación de la información, encuestando a los 102 agricultores, que forman parte de la muestra y que pertenecen a la CRR, al personal técnico de los comités riego, a la comisión de regantes y a la Junta de usuarios del valle de Santa. Para conocer directamente la percepción de los agricultores sobre el impacto del cambio climático. Para ver la producción agrícola, área bajo riego y sus rendimientos, se solicitó información a la junta de usuarios de Santa y a la Comisión de Regantes de Rinconada y al sistema integrado de estadística agraria de la región Ancash.

Con la información de las demandas agrícolas, cultivos instalados y producción agrícola, se evaluó la relación entre la producción y rendimiento de los cultivos: Arroz, algodón y maíz, a la Junta de usuarios del valle de Santa, y al sistema integrado de

estadísticas agrarias de la región Ancash, la que se relacionó con la información con los datos históricos de temperatura y precipitación entre los años 2006-2015.

Variable agua superficial vs producción agrícola:

La información de las demandas agrícolas, cultivos instalados y producción agrícola, se evaluó en base a la relación áreas de siembra, producción y rendimiento de los cultivos de arroz, algodón y maíz, se relacionó con la información de datos históricos de los volúmenes de agua superficial empleados para satisfacer la demanda existente de todos los cultivos instalados.

3.6. Análisis de datos

Se recopiló la información con un cuestionario, tipo encuesta el cual pasó por un proceso de viabilidad, que se realizó a partir de un estudio, previo piloto en un grupo de agricultores de alrededor de 30 personas, y sus resultados fueron utilizados para efectuar las correcciones adecuadas y oportunas al instrumento de medición. Para la fiabilidad fue usado el alfa de Cronbach (García de Yebenes & Carmona, 2009). Para la validez de los instrumentos se empleó el juicio de cinco expertos en base a cinco criterios: Congruencia del ítem, amplitud del contenido, redacción del ítem, claridad-precisión y finalmente pertinencia (García de Yebenes & Carmona, 2009) (Tabla 2).

Tabla 2.

Resultados del consolidado del juicio de cinco expertos que validaron la encuesta para evaluar los efectos del cambio climático en las aguas superficiales del río Santa y en la producción agrícola, centro poblado la Rinconada- Ancash, Perú.

Criterios*	Deficiente	Aceptable	Bueno	%	Excelente	%	Observaciones
Congruencia de ítem			32	35,56	58	64,44	
Amplitud del contenido			39	43,33	51	56,67	
Redacción de ítems		Ninguna	23	25,56	67	74,44	Ninguna
Claridad y precisión			29	32,58	60	67,42	
Pertinencia			30	34,48	57	65,52	

(*) = Representan la suma de los valores de las respuestas, a las 18 preguntas de la encuesta evaluada por los cinco expertos. Cada pregunta se evaluó en base a los criterios señalados en la tabla 2.

Del análisis de la tabla 2, existen más respuestas en redacción de ítems como bueno y en amplitud de contenido como excelente.

3.7. Consideraciones éticas

Para tener acceso a los datos históricos temperatura y precipitación, se hizo una solicitud de la información a la DHN. De la Junta de usuarios de Santa, y en la Comisión de regantes de Rinconada, se recabó la información de los cultivos instalados durante el periodo de estudio, que fue usada exclusivamente para la investigación a realizarse, la cual fue autorizada. Se realizó la encuesta a los agricultores de la comisión de regantes de Rinconada con el consentimiento informado de los mismos. Del sistema integrado de estadísticas agrarias de la Región Áncash la información recabada solo fue empleada para esta investigación.

IV. Resultados

De acuerdo al análisis de las encuestas de las 18 preguntas del cuestionario, y en base a las variables, se obtuvo lo señalado en la Tabla 3.

Tabla 3.

Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

Nº	Preguntas	1: Totalmente en desacuerdo		2 En desacuerdo		3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo		4: De acuerdo		5: Totalmente de acuerdo	
1	Le preocupa el cambio climático.	1	1,0	0	0	16	15,7	0	0	85	83,33
2	Se encuentra Ud. preparado ante el cambio climático, producido por las bajas temperaturas.	8	7,8	0	0	1	1	73	71,57	20	19,61
3	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las altas temperaturas.	7	6,9	0	0	3	2,9	31	30,39	61	59,8
4	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las leves lluvias.	8	7,8	0	0	1	1	83	81,37	10	9,8
5	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las fuertes lluvias.	6	5,9	4	4	3	2,9	78	76,47	11	10,78
6	Tuvo dificultad en el abastecimiento de agua, en los canales por consecuencia del cambio climático.	16	15,7	1	1	2	2	73	71,57	10	9,8
7	La cantidad de agua disponible en los canales ha disminuido por el efecto del cambio climático.	28	27,5	1	1	0	0	68	66,67	5	4,9
8	La cantidad de agua disponible ha aumentado por efecto del cambio climático.	19	18,6	3	3	0	0	77	75,49	3	2,94

De la tabla 3, se muestra que el mayor número de personas está totalmente de acuerdo, y muestran preocupación por el cambio climático, y existen una menor cantidad de personas que aún no son están conscientes de las consecuencias del cambio climático.

Tabla 4.

Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable Agua superficial vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

N°	Preguntas	1: Totalmente en desacuerdo		2: En desacuerdo		3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo		4: De acuerdo		5: Totalmente de acuerdo	
1	Conoce las consecuencias que han generado las fuertes lluvias, en la producción de los cultivos.	24	23,53	0	0	0	0	76	74,51	2	1,96
2	Conoce las consecuencias que han generado las leves lluvias, en la producción de los cultivos.	18	17,65	0	0	0	0	56	54,90	28	27,45
3	Considera Ud. que la cantidad de agua que recibe los canales es adecuada y oportuna.	4	3,92	0	0	8	7,84	27	26,47	63	61,76
4	Considera Ud. que la cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del maíz.	5	4,90	2	1,96	7	6,86	59	57,84	29	28,43
5	Considera Ud. que la cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del algodón.	23	22,55	3	2,94	2	1,96	65	63,73	9	8,82
6	Considera Ud. que la cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del arroz.	20	19,61	6	5,88	4	3,92	58	56,86	14	13,73

De la tabla 4, se muestra un mayor número de personas que conocen las consecuencias que han generado las fuertes lluvias, en la producción de los cultivos y una menor cantidad de personas que considera que existe una disminución de la cantidad de agua que reciben en los canales y que está perjudicando la instalación de los cultivos.

Tabla 5.

Respuestas del cuestionario de la relación entre la variable cambio climático y producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

Nº	Preguntas	1: Totalmente en desacuerdo		2: En desacuerdo		3: Ni de acuerdo ni en desacuerdo		4: De acuerdo		5: Totalmente de acuerdo	
1	Conoce las consecuencias que han generado las altas temperaturas, en los cultivos.	19	18,63	7	6,86	1	0,98	59	57,84	16	15,69
2	Considera Ud. que la presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del maíz.	16	15,69	3	2,94	2	1,96	59	57,84	22	21,57
3	Considera Ud. que la presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del Algodón.	15	14,71	4	3,92	2	1,96	59	57,84	22	21,57
4	Considera Ud. que la presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del arroz.	16	15,69	6	5,88	1	0,98	45	44,12	34	33,33

De la tabla 5, se muestra un mayor número de personas que están de acuerdo en las consecuencias que generan las altas temperaturas en los cultivos de maíz, algodón y arroz, y en menor cantidad existen aun los que están en desacuerdo y consideran que la presencia del cambio climático está perjudicándolos en la producción agrícola del algodón.

Confiabilidad del instrumento:

De la tabla 6, de la tabla de Cronbach, se obtienen valores de confiabilidad entre 0,65 a 0,85 los que muestran resultados entre cuestionables y buenos.

Tabla 6.

Calculo del Alfa de Cronbach.

Alfa de Cronbach	Para las 18 Preguntas	Para la dimensión cambio climático vs Aguas superficiales	Para la dimensión cambio climático vs Producción agrícola	Para la dimensión aguas superficial vs producción agrícola
K (número de ítems)	18	8	4	6
Vi (Varianza de cada ítem)	15,27	4,88	5,74	4,42
Vt (Varianza total)	78,66	12,79	12,67	11,91
	0,85	0,73	0,65	0,84

4.1 Evaluación de la relación de correlación entre las variables: Cambio climático, Agua superficial, y producción agrícola.

Tabla 7.

Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. Tmin = Temperatura mínima. Tmax = temperatura máxima. Tprom = Temperatura promedio. Pmin = Precipitación Mínima.

Relación	Ecuación	Tipo	Coefficiente de determinación R ²	Programa
Agua superficial (y) vs Precipitación promedio (x)	$y = 21,9025398 * X^{0,2148417}$	Potencia	0,32	Hidroesta 2
	$y = 0,119 * 0,083^x$	Exponencial	0,33	SPSS
Agua superficial (y) vs (x) Tmin, Tmax, Tprom, Pmin, Pmax, Pprom, evapo	$y = -4,091 - 0,30 * Tmin - 1,001 * Tmax + 1,466 * Tprom + 4,867 * Pmin - 0,155 * Pmax - 4,037 * Pprom - 0,37 * Evapo$	Lineal	0,54	SPSS
	$y = -208,208 - 0,643 * Tmin - 1,632 * Tmax + 33,594 * Tprom + 29,497 * Pmin + 0,864 * Pmax - 3,978 * Pprom - 5,291 * Evapo$	Lineal	0,74	SPSS

De la tabla 7, con el SPSS, se logró un mejor R² entre agua superficial vs las variables de cambio climático, así mismo con el Hidroesta 2 es el que nos entrega el más bajo R², entre el agua superficial vs precipitación promedio.

Tabla 8.

Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables agua superficial vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

Relación	Ecuación	Tipo	Coefficiente de determinación R ²	Programa
Agua superficial (y) vs (x) maíz: siembra, rendimiento o y producción	$y=7,089+0,01 * \text{Maiz}_{\text{siembra}}+0,003 * \text{Maiz}_{\text{rendimiento}}-6,23 * 10^{-5} * \text{maiz}_{\text{produccion}}$	Linea 1	0,26	SPSS
Agua superficial (y) vs (x) algodón: siembra, rendimiento o y producción	$y=16,224-0,011 * \text{Algodon}_{\text{siembra}}+0,03 * \text{algodon}_{\text{rendimiento}}+0,000 * \text{algodon}_{\text{produccion}}$	Linea 1	0,46	SPSS
Agua superficial (y) vs (x) arroz, siembra, rendimiento o y producción	$y=9,443+-0,26 * \text{arroz}_{\text{siembra}}+0,00 * \text{arroz}_{\text{rendimiento}}-2,45 * 10^{-5} * \text{arroz}_{\text{produccion}}$	Linea 1	0,53	SPSS

Se logró un mejor R² entre el agua superficial vs la siembra, rendimiento y producción de arroz, y el menor R² entre el agua superficial vs la siembra, rendimiento y producción del maíz (Tabla 8).

Tabla 9.

Ecuaciones de regresión que evalúan la relación entre las variables cambio climático vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

Relación	Ecuación	Tipo	Coefficiente de determinación R ²	Programa
Cambio climático (y) vs Siembra maíz (x)	$y = -658452,456 + 22,698 * T_{\min} + 179,756 * T_{\max} + 70545 * T_{\text{prom}} - 25665,857 * P_{\min} + 1161,314 * P_{\max} - 7237,117 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,55	SPSS
Cambio climático (y) vs rendimiento maíz (x)	$y = 12018,598 + 1,595 * T_{\min} - 7,143 * T_{\max} + 6,407 * T_{\text{prom}} + 73,706 * P_{\min} + 15,281 * P_{\max} + 116,773 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,68	SPSS
Cambio climático (y) vs producción maíz (x)	$y = 293568,874 + 46,492 * T_{\min} - 165,885 * T_{\max} + 124,277 * T_{\text{prom}} + 3707,978 * P_{\min} + 11,776 * P_{\max} - 3269,209 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,86	SPSS
Cambio climático (y) vs Siembra algodón (x)	$y = 186158,301 + 50,502 * T_{\min} + 217,703 * T_{\max} - 402,629 * T_{\text{prom}} - 10450,778 * P_{\min} + 193,303 * P_{\max} - 1779,966 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,96	SPSS
Cambio climático (y) vs producción algodón (x)	$y = -37167,090 - 7,583 * T_{\min} + 29,863 * T_{\max} - 19,693 * T_{\text{prom}} - 5512,235 * P_{\min} - 114,504 * P_{\max} + 688,876 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,99	SPSS
Cambio climático (y) vs Siembra arroz (x)	$y = -13329,345 + 32,060 * T_{\min} + 4,698 * T_{\max} + 0,633 * T_{\text{prom}} - 509,887 * P_{\min} + 987,356 * P_{\max} - 7014,380 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,84	SPSS

Cambio climático (y) vs producción arroz (x)	$y = -749,534 - 0,005 * T_{\min} + 1,47 * T_{\max} + 0,161 * T_{\text{prom}} - 19,068 * P_{\min} + 0,041 * P_{\max} + 0,782 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,80	SPSS
Cambio climático (y) vs Evapotranspiración (x)	$y = -62,593 - 0,0001 * T_{\min} + 0,06 * T_{\max} + 0,060 * T_{\text{prom}} + 0,227 * P_{\min} - 0,0061 * P_{\max} + 0,052 * P_{\text{prom}}$	Linea 1	0,99	SPSS

De la tabla 9, se logró un mejor R^2 entre el cambio climático vs producción agrícola del algodón y cambio climático vs evapotranspiración y el menor R^2 entre cambio climático vs la siembra del maíz con 0,12.

4.2 La variable cambio climático vs aguas superficiales

Tabla 10.

Evaluación anual de la Relación de variables de cambio climático vs agua superficial del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. T_{\min} = temperatura mínima. T_{\max} = temperatura máxima. T_{prom} = temperatura promedio. P_{\min} = precipitación promedio. P_{\max} = Precipitación Máxima.

AÑO	T_{\min}	T_{\max}	T_{prom}	P_{\min}	P_{\max}	P_{prom}	Agua superficial (MMC)
2006	7,61	30,70	21,52	0,1	1,5	0,5	19,19
2007	8,22	30,78	20,74	0,0	0,8	0,3	12,32
2008	12,04	30,69	20,78	0,0	2,0	0,6	21,48
2009	7,96	30,28	21,39	0,0	11,4	1,4	25,73
2010	8,90	31,90	21,42	0,1	3,1	0,6	15,48
2011	7,25	30,48	20,68	0,0	1,9	0,5	19,99
2012	12,59	31,49	21,66	0,0	1,2	0,4	20,45
2013	12,22	30,93	21,18	0,0	11,8	2,0	21,20
2014	13,26	30,51	21,72	0,0	1,8	0,5	22,91
2015	13,41	30,97	22,52	0,0	3,7	0,7	23,81

De tabla 10, se puede observar que, en el año 2009, se realizó el mayor consumo de agua anual de MMC, y la mínima en el año 2007. La temperatura máxima se presentó en el

año 2010 y la mínima en el año 2006. Con respecto a la precipitación se obtuvo el valor máximo de 11,8 mm y la mínima entre los años, 2007 al 2015.

4.3 La variable agua superficial vs producción agrícola

Tabla 11.

Evaluación mensual de la Relación de variables de agua superficial y producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú. MMC: Millones de metros cúbicos de agua. Ha : Hectárea. Rend: Rendimiento. Prod: Produccion.

N°	Agua superficial (MMC)	Maíz			Algodón			Arroz			
		Siembra (Ha)	Rend (kg/ha)	Prod. (ton)	Siembra (Ha)	Rend (kg/ha)	Prod (ton)	Siembra (Ha)	Rend (kg/ha)	Prod (ton)	
2006	1	19,19	236,4	5,084.7	66,177.0	562,4	3,783.1	2,459.0	132,9	7,549.7	23,155
2007	2	12,32	368,37	5,130.7	79,002.0	538,26	3,085.5	8,377.0	120,61	7,810.3	20,385
2008	3	21,48	536,65	5,074.3	45,344.0	691,71	3,762.6	6,404.0	222,43	7,705.9	32,650
2009	4	25,73	853,22	5,060.1	73,255.0	203,76	3,555.6	1,696.0	407,38	10,344.	49,310
2010	5	15,48	809,70	5,111.9	64,298.0	524,15	2,959.9	4,351.0	242,24	10,791.	49,250
2011	6	19,99	713,12	5,148.1	62,327.7	555,52	2,976.2	9,285.6	148,88	11,889.1	43,110
2012	7	20,45	527,12	5,166.7	70,247.0	550,88	3,186.3	6,028.5	192,51	11,786.8	57,048
2013	8	21,20	689,46	6,128.7	38,470.0	553,25	3,233.3	3,996.9	163,71	12,050.9	56,820
2014	9	22,91	763,10	7,455.7	112,261.0	428,60	2,938.5	2,468.3	264,75	11,821.	49,530
2015	10	23,81	989,28	6,580.0	103,951.0	158,06	2,852.4	1,449.0	387,78	9,587.9	65,150

De la tabla 3, se tiene el mayor consumo de agua se presentó en el año 2015(23.81 MMC) y la mayor área instalada del cultivo de maíz (989.28 has), en el año 2007 se tuvo el menor consumo de agua, y es en el año 2006 en el cual se obtiene la menor área de cultivos instalados (931.7 has) y es en el año 2010, en el cual se consigue la mayor área de cultivo instalado (1576.09 has).

4.4 La variable cambio climático vs producción agrícola:

Tabla 12.

Evaluación anual de la Relación de variables de cambio climático vs producción agrícola del centro poblado la Rinconada-Áncash, Perú.

N°	T _{min}	T _{max}	T _{prom}	P _{min}	P _{max}	P _{prom}	Maiz			Algodón			Arroz		
							Siem(Ha)	Ren(kg/ha)	Prod(ton)	Siem(Ha)	Ren(kg/ha)	Prod(ton)	Siem(Ha)	Ren(kg/ha)	Prod(ton)
2006	7,60	30,70	21,52	0,06	1,51	0,46	236,4	5,084.70	66,177.00	562,4	3,783.10	2,459.00	132,9	7,549.70	23,155
2007	8,21	30,78	20,74	0,00	0,78	0,30	368,37	5,130.70	79,002.00	538,26	3,085.50	8,377.00	120,61	7,810.30	20,385
2008	12,04	30,69	20,78	0,04	2,02	0,56	536,65	5,074.30	45,344.00	691,71	3,762.60	6,404.00	222,43	7,705.90	32,650
2009	7,96	30,28	21,39	0,00	11,38	1,35	853,22	5,060.10	73,255.00	203,76	3,555.60	1,696.00	407,38	10,344.00	49,310
2010	8,90	31,90	21,42	0,06	3,06	0,61	809,70	5,111.90	64,298.00	524,15	2,959.90	4,351.00	242,24	10,791.00	49,250
2011	7,25	30,48	20,68	0,00	1,91	0,48	713,12	5,148.10	62,327.70	555,52	2,976.20	9,285.60	148,88	11,889.10	43,110
2012	12,59	31,49	21,66	0,00	1,25	0,40	527,12	5,166.70	70,247.00	550,88	3,186.30	6,028.50	192,51	11,786.80	57,048
2013	12,22	30,93	21,18	0,00	11,83	1,96	689,46	6,128.70	38,470.00	553,25	3,233.30	4399.69	163,71	12,050.90	56,820
2014	13,26	30,51	21,72	0,00	1,85	0,52	763,10	7,455.70	112,261.00	428,60	2,938.50	2,468.30	264,75	11,821.00	49,530
2015	13,41	30,97	22,52	0,00	3,65	0,72	989,28	6,580.00	103,951.00	158,06	2,852.40	1,449.00	387,78	9,587.90	65,150

T_{min}: Temperatura mínima; T_{max}: Temperatura máxima; T_{prom}: Temperatura promedio, P_{min}: Precipitación mínima, P_{max}:

Precipitación máxima, P_{prom}: Precipitación promedio.

De la tabla 12, se tiene que la máxima temperatura promedio (22.52), en el año 2015 y la mayor siembra del cultivo del Maíz (989,28 has) con respecto a la producción (ton) en el maíz, la más alta se presentó en el año 2014, y la más baja en el año 2013, la más alta producción en el algodón (ton) en el año 2011 y la más baja en el año 2015, y en el arroz, la producción(ton), la más alta se presentó en el año 2015, y la más baja en el año 2007.

V. Discusión de resultados

Un estudio preparatorio podría detectar el desacuerdo semántico de los agricultores sobre conceptos. Si tal desacuerdo se encuentra, se puede contrarrestar asegurando consenso sobre los conceptos a través de una buena explicación o capturando el elemento subjetivo en las evaluaciones en un diferente modo (Steinke, Van Etten, & Mejía, 2017). El conjunto de datos especifica las características de los sistemas agrícolas que pueden ayudar a informar sobre la importancia de cada sistema para la producción agrícola de un país y su capacidad para hacer frente a cambios climáticos a corto y largo plazo o fenómenos meteorológicos extremos. Además, informa sobre la ubicación de pequeños agricultores y sistemas vulnerables y permisos que comparan las características de los sistemas agrícolas (Waha, Zipf, Kurukulasuriya, & Hassan, 2016)

De la encuesta realizada a los agricultores de la comisión de regantes de Rinconada, en base a las preguntas planteadas, se busca encontrar, la relación entre las variables cambio climático vs agua superficial, se conoció que una gran mayoría muestran preocupación por el cambio climático, y otro grupo similar afirmaron que están preparados ante el cambio climático con la presencia de las bajas temperaturas, y ante el cambio climático, producido por las leves lluvias, y la escasez de agua, en los canales. Así mismo, en las comunidades indígenas del Mundo y en México, existe la posibilidad de una percepción de alteraciones climáticas según la interacción del entrevistado con el ambiente local, puesto que los habitantes de las comunidades indígenas fueron quienes asociaron las variaciones en el clima con acciones concretas que lleva a cabo el ser humano en su región (González *et al.*, 2017). Además de la

opinión de los agricultores, en los últimos años las lluvias se han retrasado, lo que ha ocasionado que posterguen la fecha del inicio de siembra de los cultivos y se vean afectados por las heladas. (González *et al.*, 2017). De las investigaciones realizadas, se evidencia que es muy importante la percepción sobre los factores que contribuyen al cambio climático, el riesgo global, las medidas de mitigación y las medidas de adaptación por parte de los ciudadanos de Taganga-Santa Martha (Colombia) (Salazar, Freyle, Tamara, & Álvarez, 2016).

De la encuesta realizada a los agricultores de la comisión de regantes de Rinconada, en la relación a las variables agua superficial vs producción agrícola, existe un 74,51 % de los encuestados, que conocen las consecuencias que han generado las fuertes lluvias en la producción de los cultivos, el 63,73 % de los encuestados que considera que la cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del algodón, y el 61,76 % de los encuestados, consideran que la cantidad de agua que recibe los canales es adecuada y oportuna. Una reducción media en la precipitación de 7,2% para 2050. Otros autores señalan que el déficit de agua disponible puede aumentar, lo que lleva a la sustitución en el futuro cercano de la alfalfa por otros menos exigentes cultivos como el maíz (Medina *et al.*, 2020). La literatura científica señala que la disponibilidad del agua superficial cambia significativamente en respuesta a la interacción entre las fuerzas naturales y antropogénicas, manifestada por la disminución de la precipitación, y por ende no se tiene más remedio que reducir su consumo de agua, particularmente a través de reformas importantes en su sector agrícola para evitar una considerable escasez física de agua en el futuro, particularmente para cuencas ya estresadas como la cuenca del lago Urmia en Irán (Ashraf *et al.*, 2018). También es una medida de adaptación a los

cambios percibidos, que los calendarios agrícolas de siembra de la región se han ajustado, a los cambios climáticos que coinciden con el comportamiento cuantitativo para el periodo 1968-2007, en la temperatura y la precipitación media anual (González *et al.*, 2017). Es importante continuar las investigaciones para determinar otros desafíos que enfrentan los productores de arroz en la zona, de modo que se puedan ofrecer soluciones y asistencia adecuadas para mejorar sus operaciones agrícolas (Okeke & Oluka, 2017).

De la encuesta realizada a los agricultores de la Comisión de regantes de Rinconada, sobre la relación de las variables cambio climático *vs* producción agrícola, existe un 76,47 % de las personas encuestadas que consideran que la presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del maíz, algodón y el arroz. También 57,84 %, que conocen las consecuencias que han generado las altas temperaturas, en los cultivos. Existen diversos factores que están limitando nuestra capacidad de proyectar y detectar el cambio climático actual y futuro, así como la gestión sostenible de la tierra, el manejo forestal, y la degradación que está generando la reducción de la tierra, para poder mantener la productividad de la tierra y, revertir los impactos adversos del cambio climático en la tierra que sufren degradación (Fakana, 2020). Según Pérez (2018) se prevé que la precipitación experimentará descensos del 15% en los escenarios menos negativos, y que la evapotranspiración (ETO) mostrará un ascenso generalizado superior al 5% respecto a los registros actuales, es el cambio climático global que afectara al ciclo hidrológico completo; por ello, las medidas de adaptación deben considerar los posibles efectos sobre los diversos componentes del ciclo (Delgado *et al.*, 2015).

De tabla 10, se puede observar que, en el año 2009, se realizó el mayor consumo de agua anual de MMC, y la mínima en el año 2007. La temperatura máxima se presentó en el año 2010 y la mínima en el año 2006. Con respecto a la precipitación se obtuvo el valor máximo de 11,8 mm y la mínima entre los años, 2007 al 2015.

Así mismo, la cuenca del río Luanhe ubicado en el noreste de China, en los últimos 55 años (de 1963 a 2017), la temperatura media anual aumentó 0,69 C / 10 años. La precipitación media diaria varió alternativamente entre 0,5 y 1,6 mm. En los próximos 30 años (de 2020 a 2050), la temperatura media anual aumentará por encima de 0,58 C / 10 años respecto al período de referencia (de 1963 a 2017). La tasa de aumento de precipitación será diferente en el tramo medio y bajo de la cuenca (5% a 10%) (Bi, y otros, 2018). Hhasta el 2010, en el centro-norte de Quito se han incrementado las temperaturas medias en 1,2 °C, que viene acompañado por las mínimas medias en 1,1°C y finalmente la máxima media se ha incrementado 0,7 °C, con respecto a las precipitaciones, han disminuido en el orden de los 7 mm de lluvia por mes aproximadamente (Halliday *et al.*, 2015). También de las proyecciones del clima en la cuenca del río Santa al 2030, se resumen de la siguiente manera, un progresivo incremento de las temperaturas mínima y máxima anuales en toda la cuenca, con valores promedio de 0,4 °C y 0,55 °C, respectivamente, siendo mayor este calentamiento en zonas altas de la cuenca (0,45 – 0,70 °C); reducción de las precipitaciones anuales y durante el período lluvioso entre 3 – 16 % en la parte media y baja de la cuenca, así como un ligero incremento de 3 – 6 % en las partes altas (Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, PNUD, Ministerio del Ambiente, MINAM & Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI, 2009).

Además, el efecto del incremento de temperatura genera una mayor acumulación de grados-día de desarrollo, un incremento en la temperaturas diurna y nocturna, y una evapotranspiración potencial en las cinco zonas productoras de maíz; lo que reducirá el ciclo de madurez y el potencial de rendimiento del maíz, especialmente en las zonas tropical y subtropical. Con respecto a la precipitación acumulada promedio del período mayo-octubre disminuirá alrededor de 4% en todas las zonas productoras de maíz (Ruiz *et al.*, 2011). Podemos mencionar que es recién en las épocas de escasez del recurso hídrico cuando se inicia la planificación del recurso hídrico, así mismo debemos incluir las características de cada cuenca, los comportamientos y costumbres del poblador de la cuenca, así como a todos los usuarios involucrados en el uso del recurso hídrico, así mismo los autores, mencionan, que, en los países de Sudamérica, se han desarrollados modelos de simulación para evaluar los efectos del cambio climático; sin embargo, estos aún no están articulados con los planes de los gobiernos ni con las necesidades de las poblaciones (Perez & Iannacone, 2020).

Para reducir los requisitos computacionales y controlar la variabilidad climática natural, se han elaborado las simulaciones que son forzados con un ciclo estacional promedio, en lugar de un forzamiento completamente transitorio. Esperamos que pueda proporcionar una vía mediante la cual los modelos integrados a gran escala se puedan emplear de manera eficaz en los estudios de impacto del cambio climático (Erlert *et al.*, 2018). En resumen, a pesar de las limitaciones de este estudio, se centró en interpretar la desigualdad de las consecuencias económicas del cambio climático en regiones y sectores. Los resultados muestran que la distribución del efecto cascada de la economía (ECE), no solo está relacionada con las condiciones naturales, sino también con las condiciones socioeconómicas (Liu, *et al.*, 2020). Los resultados del

estudio revelan que los cambios de temperatura y precipitación tienen un efecto negativo en el sector agrícola, porque depende en gran medida de estos dos factores y tiene una asociación robusta entre sí. Además, los resultados obtenidos tienen la intención de proporcionar una justificación científica para la especialización de la producción agrícola en las regiones de Pakistán y la realización de las necesarias actividades agrícolas (Ali, et al., 2021).

El mayor consumo de agua se presentó en el año 2015 y la mínima en el año 2007; con respecto a la producción (ton) la más alta se presentó en el año 2015, y la más baja en el año 2007.

Los resultados obtenidos al estudiar los cultivos de arroz y maíz duro evidencian la existencia de rendimientos marginales decrecientes correlacionados al uso de pesticidas y fertilizantes químicos; por lo tanto, el desconocimiento de las cantidades de uso apropiadas para condiciones diversas de clima y suelo perjudica, en lugar de beneficiar, a la productividad agrícola (Bonilla & Singana, 2019); estos autores mencionan que los resultados difieren al estudiar los cultivos de arroz y maíz. En el cultivo de arroz, los predios pequeños son más productivos que los grandes; en el caso del maíz, los predios grandes son más productivos que los pequeños (Bonilla & Singana, 2019). Las potencialidades de su uso para el trazado de estrategias de adaptación del sector agropecuario al cambio climático, apuntan a su robustez para resolver problemas concretos en la planificación de los recursos hídricos y la posibilidad de su implementación en otras cuencas del país. (Hervis *et al.*, 2018). El propósito de este trabajo es examinar el nexo entre el agua y la producción de los alimentos, mediante la evaluación de los efectos del cambio climático en la producción

agrícola, evaluando las respuestas al ajuste y el consumo de energía resultante y Emisión de GEI (Yan *et al.*, 2018).

Hay perspectivas para el planeta que son mucho más nefastas: retroalimentaciones que se refuerzan a sí mismas en sistema terrestre que podría causar un calentamiento continuo en una la vía de la "Tierra del efecto invernadero", incluso cuando las emisiones humanas son reducidas, los impactos y las interrupciones a los sistemas alimentarios, las sociedades y las economías no lo van a soportan. A menos que redoblemos colectivamente los esfuerzos para frenar las emisiones de CO₂ y reducir la trayectoria de las emisiones, la agricultura tendrá dificultades para hacer frente (Thornton, Dinesh, & Cramer, 2018).

Las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial están aumentando el contenido de CO₂ en la atmósfera, elevando la temperatura global debido al efecto invernadero. El escenario de las precipitaciones se modifica y se prevé que se produzcan más fenómenos meteorológicos extremos. presenciado en un futuro próximo. Se prevé que el cambio climático tendrá un impacto perjudicial sobre la productividad agrícola (Singh, Kaur, & Kaushik, 2021). La comunidad internacional ha estado trabajando duro para abordar el cambio climático, la naturaleza de tal cambio puede ser a largo plazo y arduo, pero la dirección y el camino están claros. Gobiernos, empresas, y el público necesita trabajar juntos para practicar el concepto de "innovación, coordinación, verde, apertura y compartir", crear una nueva ruta de desarrollo sostenible en China, y hacer una mayor contribución al progreso de la humanidad civilización (Chao & Feng, 2018).

la máxima temperatura promedio, en el año 2014 y la mínima temperatura promedio fue en el año 2008, con respecto a la producción (ton) en el maíz, la más alta se presentó en el año 2014. La temperatura es la que permite lograr los mayores rendimientos en la producción de cultivos instalados es probable que ya haya sido rebasada por lo que los climas más cálidos tenderían a reducir su producción. Así mismo, con el cambio climático existan efectos benéficos sobre algunos cultivos y plantas, sobre todo aquéllos que requieren mayores niveles de temperatura, en general a largo plazo, algunos sectores serían afectados, tal es el caso del pecuario y de todos los cultivos en su conjunto (Ordaz *et al.*, 2010). Se conoce que la temperatura del periodo mayo-octubre se incrementará sostenidamente durante las próximas cinco décadas del siglo XXI, en las cinco zonas productoras de maíz estudiadas, hasta alcanzar un calentamiento aproximado de 2 °C en la década de 2051-2060. La superficie con condiciones agroclimáticas óptimas para producir maíz disminuirá en el trópico por incremento de la temperatura, en el subtropico por incremento de la temperatura y disminución de la precipitación, y en transición por reducción de la precipitación; y se incrementará en valles altos y muy altos, debido al aumento de la temperatura nocturna y a un balance hídrico positivo; a pesar de la reducción en la precipitación (Ruiz *et al.*, 2011).

Existe una variación en el impacto del cambio climático (variación en la precipitación y temperatura), en la agricultura en diferentes estaciones y zonas climáticas. Estos son necesarios al analizar las variaciones al formular la adaptación y la mitigación en las estrategias del impacto negativo del cambio climático (Thapa *et al.*, 2015). Cuando se evidencian los efectos del cambio climático, los agricultores intrínsecamente aumentan los insumos agronómicos (mano de obra, riego, plaguicidas

y otros) para adaptarse al mismo, las medidas de adaptación del agricultor por sí mismos son muy importantes para adaptarse al cambio climático, se debe tener en cuenta que lo único que debemos hacer es mantener los mercados libres y eliminar las barreras comerciales (Xiea *et al.*, 2018), de acuerdo a López *et al.* (2018), los principales resultados de este estudio muestran que el cambio climático, específicamente los cambios en temperatura y precipitación, pueden tener impactos importantes en la producción agrícola de los países de la región del Caribe. Estos autores mencionan que a un nivel regional hacia el 2050, los impactos esperados del cambio climático agregados para todos los cultivos representan una caída del 7% respecto a la producción promedio del período 1961-2014.

La agricultura climáticamente inteligente es un requisito importante para mejorar los rendimientos y la calidad de producción. El cambio climático y la agricultura están fuertemente co-relacionado. Está claro que el cambio climático tiene un impacto de gran alcance en los agroecosistemas y su productividad. Por lo tanto, ya es hora de que nos preparemos para los próximos desafíos para combatir el impacto del clima cambiar y garantizar la seguridad alimentaria no solo para los seres humanos sino para otros seres vivos también (Kumar Arora, 2019).

VI. Conclusiones

El cambio climático, si afecta a las aguas superficiales y esto se puede observar en los años 2007 y 2010, en los que se presentan las más altas temperaturas y el menor consumo de agua (MMC).

Las aguas superficiales, si afecta a la producción agrícola, y esto se observa en el incremento o disminución del volumen de consumo de agua (MMC), y además se observa en la producción de los cultivos instalados.

El impacto del cambio climático, si afecta a la producción agrícola, esto se observa en el aumento o disminución de la temperatura, y la producción agrícola de los cultivos instalados.

Se concluye que es posible predecir la disponibilidad de agua a través del cambio climático empleando diversas ecuaciones de regresión, y además existe la preocupación de los usuarios Comisión de regantes de Rinconada, ante la presencia del cambio climático.

VII. Recomendaciones

Se recomienda usar el instrumento de evaluación empleado en esta investigación, que fue aplicada a los usuarios de la Comisión de regantes de Rinconada, ya que está validado por los expertos en el tema y refrendada estadísticamente.

Se deberá elaborar estrategias para el mejoramiento de su producción agrícola en apoyo a los agricultores de la comisión de regantes, ante los efectos del cambio climático que deben ir acompañados de sensibilización, capacitación y campañas de incentivos económicos.

Es necesario seguir trabajando con los usuarios de agua de uso agrícola, quienes no están aprovechando eficientemente la mayor disponibilidad de los recursos hídricos, en el canal Chimbote, al sembrar cultivos como el arroz, que consumen mayor volumen de agua en su periodo vegetativo.

Ante la disminución de los recursos hídricos disponibles en la cuenca del Río Santa, se debe continuar desarrollando programas de capacitación, trabajando especialmente para sensibilizar y concientizar al agricultor incidiendo en el manejo eficiente de los recursos hídricos y en la instalación de cultivos que necesiten menor volumen de agua.

Será muy importante, que se incluya en el modelo de la estación Pisco, la información recopilada por las estaciones Meteorológicas de la costa que están a cargo

de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (DHN), así como las que están a cargo de los proyectos especiales (Chinecas y Chavimochic), que permitan validar eficientemente la información satelital de la estación Pisco.

Finalmente recomiendo, a todas las entidades del estado, que cuentan con información, pluviométrica e hidrométrica, pongan a disposición de los futuros investigadores, toda la información, para la realización de nuevos proyectos de investigación.

VIII. REFERENCIAS

- Adekunle Faiyetole, A. (2019). Outside-in perspectives on the socio-economic technological effects of climate change in Africa. *International Sociology, Vol. 34(6)*, 762–785.
- Ali, U., Jing, W., Zhu, J., Omarkhanova, Z., & Fahad, S. (2021). Climate change impacts on agriculture sector: A case study of Pakistan. *Ciência Rural, Santa Maria, 51*.
- Apaclla, R. (2017). *Metodos de analisis en hidrologia*. lima: Fondo editorial - UNALM.
- Aparicio, F. (2008). *Fundamentos de Hidrologia de Superficie*. Mexico, Mexico: Limusa.
- Ashraf, S., AghaKouchak, A., Nazemi, A. M., Mojtaba, A. M., Hassanzade, E., Chi-Yuan Miao: Madani, K., Anjileli, H. (2018). Compounding effects of human activities and climatic changes on surface water availability in Iran. *Springer Nature*.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2013). *Compendio Nacional de Estadísticas de Recursos Hídricos*. Lima, Peru.
- Banco interamericano de desarrollo(BID). (2019). *Seguridad Alimentaria en america latina y Caribe*. Copyright.
- Becerra, A., Jordan, C., & Amanda, P. (2018). *Gestion de sequias y lluvias en la Region Metropolitana de Santiago*. Santiago- Chile: NRDC.

- Bhatt, D., & Mall, R. (2015). Surface Water Resources, Climate Change and Simulation Modeling. *Aquatic Procedia*, 4, 730 – 738.
- Bi, W., Weng, B., Yuan, Z., Ye, M., Zhang, C., & Zhao, Y. (2018). Evolution Characteristics of Surface Water Quality Due to Climate Change and LUCC under Scenario Simulations: A Case Study in the Luanhe River Basin. *Environmental Research*, 15, 1-18.
- Bonilla, A., & Singana Tapia, D. (2019). La productividad agricola mas alla del rendimiento por hectarea: Analisis de los cultivos de arroz y maiz duro en Ecuador. *La Granja*, 29(1), 70-83.
- Brown Manrique, Oscar; Gallardo Ballat, Yuribel; Correa Santana, Amaury; Barrios García, Sergio. (2015). El Cambio Climático y sus evidencias en las precipitaciones. *Ingenieria Hidraulica y Ambiental.*, 36(1), 88-101.
- Cadavid, J. (2006). *Hidraulica de Canales -Fundamentos*. Medellin, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Cevallos, A., & Parrado, C. (2018). Condiciones tropicales de la lluvia estacional en la agricultura de secano de Carabobo, Venezuela. *La granja: Ciencias de la vida*, 27(1), pag. 86-102.
- Cevallos, A., & Parrado, C. (2018). Vulnerabilidad al Cambio Climático en Pedernales, Ecuador: Retos. *Letras Verdes*. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales, 83-104.
- Chao, Q., & Feng, A. (2018). Scientific basis of climate change and its response. *Global Energy Interconnection*, 1(4), 420-427.

- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). *Hidrologia Aplicada*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Cobos Alvarado, F., Mónica, P. L., & Ortiz Colon, A. M. (2016). Design and validation of a questionnaire to measure research skills: experience with engineering students. *Journal of Technology and Science Education*(6), 219-233.
- Congreso de la Republica. (1993). *Constitucion del Perú*. Lima, Lima, Peru.
- Congreso de la Republica. (2009). *Ley de recursos Hidricos*. Lima, Lima, Peru.
- Congreso de la Republica. (2011). *Ley que crea el Sistema Nacional de Gestion del Riesgo de Desastres*. Lima, Lima, Perú.
- Congreso de la republica. (18 de abril de 2018). *Ley Marco del Cambio climatico. Normas legales*. Lima, Lima, Lima.
- Congreso de la republica. (31 de Diciembre de 2019). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30754, Ley Marco sobre Cambio Climático*. Lima, Lima, Lima.
- De la cruz, P. (2012). *Tratamiento de las aguas acidas de mina por humedales artificiales CIA minera caudalosa*. peru.
- Delgado, L., Marcela, T.-G., Tironi-Silva, A., & Hernán Marín, V. (2015). estrategia de adaptación local al cambio climatico para el acceso equitativo al agua en zonas rurales de chile. *América Latina Hoy*, 69, 113-137.
- Erler1, A., Frey, S., XKhader, O., d'Orgeville, E., Frey, S., Khader1, O., . . . Sudicky, E. (2018). *Simulating Climate Change Impacts on Surface Water Resources within a Lake Affected Region using Regional Climate Projections*.

- Escalante, c., & Reyes, L. (2002). *Tecnicas hidrograficas en hidrologia*. Mexico: UNAM.
- Fakana, B. S. (2020). Causes of Climate Change: Review Article. *Global Journal of Science Frontier Research: H Environment & Earth Science*, 20.
- Falco, C., Donzelli, F., & Olper, D. A. (2018). Climate Change, Agriculture and Migration:A Survey. *Sustainability*(10), 2-21.
- FAO, O. d. (2006). *Evapotranspiracion del cultivo: Guías para la determinación de lo requerimientos de agua de cultivos*. Roma.
- Fattorelli, S., & Fernandez, P. (2011). *Diseño Hidrologico*. Zaragoza, España: Instituto Nacional del Agua (INA).
- Febles González, J., Somoza Cabrera, J. B., Amaral Sobrinho, N., Calderín García, A., & and Febles Díaz, J. (2017). Efectos del cambio climático en suelos de regiones ganaderas de la llanura cársica meridional Habana - Matanzas, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*. 51(1). 139-152.
- Fernandez, P. (2002). Estudio del impacto climatico sobre los recursos hidricos. Aplicacion en diecinueve cuencas en España. España.
- Frogner-Kockum, P., Göransson, G., & Haeger-Eugensson, M. (2020). Impact of Climate Change on Metal and Suspended Sediment Concentrations in Urban Waters. *Frontiers in Environmental Science*. 8(1-14).
- Galicia, L., Balderrama, J., & Edel, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*. 9(2). 42-53.

- Galindo, L. M., & Alatorre Bremont, J. E. (2015). Adaptacion al cambio climatico a traves de la eleccion de cultivos en el Peru. *El trimestre economico*, vol. 82 (327). pp. 489-519.
- Gamez Morales, W. R. (2009). *Texto Basico de Hidrologia*. Managua, Nicaragua: Editronic, S.A.
- Gao, D., Xie, M., Chen, X., Wang, T., Zhan, C., Ren, J., & Liu, Q. (2019). Modeling the Effects of Modeling climate change on surface Ozone during summer in the Yangtze River Delta Region, China. *Environ. Res. Public Health*. 16. 1-19.
- García de Yebenes-Prous, J. R., & Carmona Ortells, L. (2009). Validacion de Cuestionarios. *Reumatologia clinica*, 5(4), 171-177.
- Gates, B. (2021). *Como evitar un desastre climatico*. Plaza CJ Janes.
- Gonzales, S., Silva, J., Ávila, L., Moncayo, R., Cruz, G., & Ceja, L. (2017). El fenómeno de cambio climático en la percepción de la comunidad indígena purépecha del municipio de Chilchota, Michoacán, México. *La Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 33(4). 641-653.
- González Santana, O. (2013). El reto de la gestión del agua en las regiones de México ante los efectos del cambio climático: el caso de la cuenca del río Turbio. *Cuadernos de geografía*. 22(2). 125-144.
- Halliday, N., Battarbee, A. a., & Wade, R. A. (2015). The implications of climate change for the water environment in England. *Progress in Physical Geography*. 39. 93-120.

- Hervis, G., Geler, T., Diaz, R., Amestoy, I., & Cretaz, E. (Julio-Agosto -Setiembre de 2018). El modelo WEAP: Una herramienta para la planificación hidrológica en la adaptación al cambio Climático. *Revista Ingeniería Agrícola*, 08(3). 40-47.
- Hervís, G., Riverol, L. V., Torres, G., Duarte, C. G., & Herrera, J. (2019). Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca San diego ante escenarios de Cambio Climático. *Revista Ingeniería Agrícola*.21-31.
- INDECI, Intituto de defensa civil. (2017). *Precipitaciones pluviales en las provincias del Departamento de Ancash*. Lima.
- Jesus, J., & Mejia, A. (2014). Metodología de concertación concertada del agua. *Tecnología y Ciencias del Agua.*, 5(1). 165-174.
- Jiménez-Fernández, Pedro; Jiménez-Madrid, Alberto; Gemár, German. (2019). Effects of climate change on hydrological planning:Proposal actions in the Guadalhorce River Basin Efectos del cambio climático en la planificación hidrológica: propuesta de actuación en la cuenca del río. *Tecnologías y ciencias del agua*. 10(5). 226-240.
- Kang, Y., Gao, J., Shao, H., & Zhang, Y. (2019). Quantitative Analysis of Hydrological Responses to Climate Variability and Land-Use Change in the Hilly-Gully Region of the Loess Plateau, China. *water*. 12(82). 1-18.
- Kumar Arora, N. (2019). Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability*. (2) 95-96.
- KumarMisra, A. (2014). Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*. (3). 153-165.

- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. (2019). *Informe mundial sobre las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los Recursos Hidricos 2019 - No dejes nadie atras*. Paris - Francia.
- Lanegra, I. (2017). *¿Que es el cambio climatico? Calentamiento global y sociedad*. Lima, Peru. Planeta.
- Lenzi, M. (2017). Evaluacion del impacto del cambio climatico en los procesos hidrológicos de la cuenca del Arroyo Feliciano, entre Rios, Argentina. Argentina.
- Liu, Y., Li, N., Zhang, Z., Huang, C., Chen, X., & 1, 2. W. (2020). Climate Change effects on Agricultural Production: The Regional and Sectoral Economic Consequences in China.
- Lopes, L., Alves de Carvalho, A., Florentino de Moraes, J., & Alberto Silva, D. G. (2019). Pluviometria, balanço, hídrico e Productividad Agrícola para regiões da Bahia. *Revista Engenharia na Agricultura*. 27(3). 257-271.
- López, A., Torres, J. M., & Kerrigan Richard, G. (2018). *Estimación del impacto del cambio climático sobre los principales cultivos de 14 países del Caribe*. Santiago: Cepal- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- Martínez, P., Díaz, C., & Moeller, G. (2019). Seguridad hídrica en México: diagnóstico general y desafíos principales. *Ingeniería del Agua*. 23(2). 107-120.
- Medina, G., Ruiz Corral, J. A., Soria, R., & Díaz, P. G. (2016). Efecto del cambio climático en el potencial productivo del frijol en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*(13). 2465-2474.

- Medina-García, G., Echavarría-Cháirez, F., Ruiz-Corral, J., Rodríguez-Moreno, V., Soria-Ruiz, J., & De la Mora-Orozco, C. (2020). Global warming effect on alfalfa production in Mexico. *Revista científica de ciencias pecuarias*, (11), 24-38.
- Mejia, A. (2012). *Hidrología Aplicada* (Primera ed.). Lima-Peru: Universidad Agraria La Molina.
- Milla, A. (2013). Efecto del cambio climático en la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca alta del Río Santa – año 2013. Huaraz.
- Ministerio de agricultura, MINAGRI. (2010). Reglamento de la ley de recursos hídricos. Lima, Lima, Peru.
- Ministerio de Agricultura, MINAGRI. (2017). *Propuesta del MINAGRI: “Plan de reconstrucción del agro”*. Lima, Peru.
- Ministerio de medio ambiente. (2005). *Ley General de medio ambiente*. Lima, Lima, Perú.
- Ministerio de Medio ambiente, MINAM. (2001). *Ley del Sistema Nacional de Evaluación de impacto ambiental*. Lima, Lima, Perú.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Estrategia Nacional ante el Cambio Climático*. Lima.
- Morales, S., Vivas, N., & Teran, V. (2016). Ganadería eco-eficiente y la adaptación al Cambio Climático. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(01), 135-144.
- Mussetta, P., Barrientos, M., Acevedo, E., Turbay, S., & Ocampo, O. (2017). Vulnerabilidad al Cambio Climático: Dificultades en el uso de indicadores en dos

- cuencas de Colombia y Argentina. *EMPIRIA: Revista de metodología de Ciencias Sociales*(36). 119-147.
- Naeem Javed, M., & Wajid Khan, A. (2019). Climate Change in South Asia and Its Impacts on Pakistan: Causes, Threats and Measures. *Pakistan Journal of Social Sciences*. 39(4). 1571-1582.
- Okeke, C., & Oluka, I. (2017). A survey of rice production and processing in south east Nigeria. *Nigerian Journal of Technology*, 36(1).
- Ordaz, J. L., Ramírez, D., Mora, J., & Acosta, A. S. (2010). *Costa Rica: Efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Cepal. Mexico.
- Organización de las Naciones Unidas, (ONU). (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas*.
- Ouhamdouch, Bbahir, M., & Ccarreira, P. C. (2016). Impacto del cambio climático sobre los recursos hídricos en el marroquí; caso del cuenca de la alta marroquí. *Larhyss Journal*, 27, 221-237.
- Palau, A., Escofet, Folgueiras, P., & Luna, E. (2016). Elaboración y validación de un cuestionario para la valoración de proyectos de aprendizaje-servicio. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(70), 929-949.
- Perez Campomanes, G., & Innacone, J. (2020). Impacto en las aguas superficiales, en la disponibilidad de las aguas superficiales En Sudamérica. *Paideia*. 10(1). 173-202.

- Pérez, P. (2018). Consecuencias del cambio climático en la disponibilidad de agua en el sureste de la península ibérica. Evaluación del modelo hidrológico invest en escenarios futuros. *Papeles de Geografía*(64). 26-42.
- Pino, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. Lima, Peru: San Marcos,Segunda edición.
- Programa De Las Naciones Unidas Para El Desarrollo, PNUD, Ministerio del Ambiente, MINAM, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI. (2009). *Escenarios Climaticos en la Cuenca del Rio Santa para el año 2030*. Lima.
- Retes López, R., Moreno Medina, S., Denogean Ballesteros, F. G., Martín Rivera, M., & Ibarra Flores, F. (2015). Analisis de rentabilidad del cultivo de algodón en Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 36. 1156-1166.
- Robles, P., & Rojas, M. d. (2015). La validación por juicio de expertos: dos investigaciones cualitativas en Lingüística aplicada. *Revista Nebrija de Lingüística Aplicada*.
- Ruiz Corral, J., Medina García, G. R., Flores López, H., Ramírez Ojeda, G. M., Zarazúa Villaseñor, P. G., Díaz Padilla, G., & Mora Orozco, C. d. (2011). Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*. 309-323.
- Salas, A. (2017). *Modelo estocastico de los caudales en la cuenca del Rio Santa*. lima, Peru.

- Salazar, A., Freyle, N., Tamara, G., & Álvarez, L. (2016). Percepcion sobre el riesgo al cambio climatico como una amenaza para la salud humana, Taganga, Santa Marta, 2014. *Luna Azul*(43), 102-127.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, SENAMHI. (2017). Uso del producto grillado Pisco de precipitacion y en estudios, investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronostico hidrometeorologico. *Uso del producto grillado Pisco de precipitacion y en estudios, investigaciones y sistemas operacionales de monitoreo y pronostico hidrometeorologico*. Lima. Peru.
- Singh Malhi, G., Kaur, M., & Kaushik, P. (2021). Impact of Climate Change on Agriculture and Its Strategies: A Review. *sustainability*, 13.
- Steinke, J., Van Etten, J., & Mejía, P. (2017). The accuracy of farmer-generated data in an agricultural citizen science methodology. *INRA science & Impact*. 37(32). 1-12.
- Taherdoost, H. (2016). Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research. *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, 5(3), 28-36.
- Thapa, S., Joshi, G. R., & Joshi, B. (2015). Impact of Climate Change on Agricultural Production in Nepal. *Nepalese Journal of Agricultural Economics*, 2(3), 64-78.
- Thornton, P., Dinesh, D., & Cramer, L. (2018). Agriculture in a changing climate: Keeping our cool in the face of the hothouse. *Outlook on Agriculture*, 47(283-290).

- Urteaga Crovetto, P. (2013). Entre la abundancia y la escasez de agua: discursos, poder y biocombustibles en Piura, Perú. *Debates en Sociología*(38), 55-80.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y sus efectos en el Perú*. Lima, Peru. Banco Central de Reserva.
- Villalobos-Gualteros, J., & Ruiz-Martínez, L. (2019). Estrategias para la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico en el municipio de Pauna (Boyacá). *Ingeniería Solidaria*, 25(1), 1-30.
- Villavicencio, E., Ruiz, V., & Cabrera, A. (2016). Validación de cuestionarios. *Contribución didáctica docente*, 1(3), 71-76.
- Waha, K., Zipf, B., Kurukulasuriya, P., & Hassan, R. (2016). An agricultural survey for more than 9,500 African households. *Scientific Data*(20).
- Xiea, W., Huanga, J., Wanga, J., Cuia, Q., Robertsonb, R., & Chenb, K. (2018). Climate change impacts on China's agriculture: The responses from market and trade. *China Economic Review*.
- Yan, T., Wang, J., Huang, J., Xie, W., & Zhu, T. (2018). The impacts of climate change on irrigation and crop production in Northeast China and implications for energy use and GHG Emission. *Copernicus Publication*(379). 301–311.

IX. ANEXOS

Tabla 13.

Descargas mensuales Rio santa – Bocatoma La Víbora

MESES	AÑOS														TOTAL	PROM
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017			
ENERO	3.30	5.60	4.87	4.41	5.18	4.11	4.33	5.91	8.67	5.80	6.29	7.00	6.48	71.95	8.99	
FEBRERO	3.53	3.88	5.03	3.79	4.31	4.65	4.66	5.61	8.60	5.96	7.00	6.80	6.43	70.25	8.78	
MARZO	2.19	3.63	3.26	2.64	4.23	4.31	3.21	4.90	6.00	5.21	5.38	6.04	2.89	53.89	6.74	
ABRIL	1.94	2.75	3.07	1.94	3.17	2.75	1.98	3.40	5.45	4.82	4.45	4.71	4.30	44.73	5.59	
MAYO	2.09	3.38	3.78	2.09	2.76	2.84	2.22	3.00	5.48	3.48	3.39	3.27	4.74	42.52	5.31	
JUNIO	1.85	2.60	3.53	1.85	2.13	2.05	2.30	2.88	2.55	2.76	3.39	2.91	5.43	36.23	4.53	
JULIO	1.49	2.45	2.44	1.49	2.69	1.84	1.20	4.56	2.09	3.12	4.00	2.53		29.90	3.74	
AGOSTO	1.42	2.34	3.50	1.42	2.03	1.65	2.03	3.96	2.25	2.60	3.79	3.09		30.07	3.76	
SEPTIEMBRE	2.08	3.48	3.22	2.08	2.88	2.45	2.11	3.64	2.83	3.20	4.19	4.05		36.21	4.53	
OCTUBRE	2.61	3.32	3.70	2.62	3.68	3.37	3.50	4.58	4.00	3.20	5.40	4.95		44.93	5.62	
NOVIEMBRE	4.54	1.93	4.58	4.54	3.59	3.80	3.93	5.71	3.79	4.81	5.20	4.31		50.73	6.34	
DICIEMBRE	4.90	4.26	3.90	4.80	3.47	3.49	5.02	5.72	5.24	6.98	6.65	6.46		60.90	7.61	

Tabla 14.

Respuestas de los expertos para la validación del instrumento aplicado

EXP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	17	20	20	20	16	20	20	20	20	20	20	16	20	19	13	16	19	16
2	17	20	18	20	15	20	17	15	15	20	20	20	18	15	20	18	15	15
3	17	20	20	18	15	20	20	15	20	20	15	20	20	20	15	20	20	20
4	18	17	20	16	15	20	18	15	18	20	18	20	18	20	17	16	16	16
5	17	19	19	19	19	19	18	18	20	19	19	18	18	17	20	16	19	16

Figura 1.

Consolidado de las respuestas de las variables Cambio climático vs aguas superficiales

N°	Cuestionario sobre la relacion de variables V1 y V2	RELACION DE VARIABLES SEGÚN OBJETIVOS	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Consolidado
			1	%	2		3		4		5		
1	Le preocupa el cambio climático.	V1	1	1.0	0	0	16	15.7	0	0	85	83.33	102
2	Se encuentra Ud. preparado ante el cambio climático, producido por las bajas temperaturas.	V1 vs V2	8	7.8	0	0	1	1.0	73	71.57	20	19.61	102
3	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las altas temperaturas.	V1 vs V2	7	6.9	0	0	3	2.9	31	30.39	61	59.80	102
4	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las leves lluvias.	V1 vs V2	8	7.8	0	0	1	1.0	83	81.37	10	9.80	102
5	Se encuentra preparado para el cambio climático, producido por las fuertes lluvias.	V1 vs V2	6	5.9	4	4	3	2.9	78	76.47	11	10.78	102
6	Sufrió la escasez de agua, en los canales por consecuencia del cambio climático.	V1 vs V2	16	15.7	1	1	2	2.0	73	71.57	10	9.80	102
7	La cantidad de agua disponible en los canales a disminuido por el efecto del cambio climático.	V1 vs V2	28	27.5	1	1	0	0.0	68	66.67	5	4.90	102
8	La cantidad de agua disponible ha aumentado por efecto del cambio climático.	V1 vs V2	19	18.6	3	3	0	0.0	77	75.49	3	2.94	102

Figura 2.

Consolidado de las respuestas de las variables aguas superficiales vs producción agrícola

Cuestionario sobre la relacion de variables V2 y V3		Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Consolidado	
N°	RELACION DE VARIABLES SEGÚN OBJETIVOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	
1	Conoce las consecuencias que han generado las fuertes lluvias, en la produccion de los cultivos.	V2 vs V3	24	23.53	0	0	0	0	76		2	0	102
2	Conoce las consecuencias que han generado las leves lluvias, en la produccion de los cultivos.	V2 vs V3	18	17.65	0	0	0		56		28		102
3	Considera Ud que la cantidad de agua que recibe los canales es adecuada y oportuna.	V2 vs V3	4	3.92	0	0	8		27		63		102
4	La cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del maíz.	V2 vs V3	5	4.90	2	1.96	7		59		29		102
5	La cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del algodón.	V2 vs V3	23	22.55	3	2.94	2		65		9		102
6	La cantidad de agua que reciben los canales, perjudica la producción agrícola del arroz.	V2 vs V3	20	19.61	6	5.88	4		58		14		102

Figura 3.

Consolidado de las respuestas de las variables cambio climático vs producción agrícola

Cuestionario sobre la relacion de variables V2 y V3		RELACION DE VARIABLES SEGÚN OBJETIVOS	Totalmente en desacuerdo		En desacuerdo		Ni de acuerdo ni en desacuerdo		De acuerdo		Totalmente de acuerdo		Consolidado
N°			1	2	3	4	5						Total
1	Conoce las consecuencias que han generado las altas temperaturas, en los cultivos.	V1 vs V3	19	18.63	7	6.86	1	0.98	59	57.84	16	15.69	102
2	La presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del maíz.	V1 vs V3	16	15.69	3	2.94	2	1.96	59	57.84	22	21.57	102
3	La presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del Algodon.	V1 vs V3	15	14.71	4	3.92	2	1.96	59	57.84	22	21.57	102
4	La presencia del cambio climático, perjudica la producción agrícola del arroz.	V1 vs V3	16	15.69	6	5.88	1	0.98	45	44.12	34	33.33	102

Figura 4.

Consolidado de las demandas agrícolas en la comisión de regantes de Rinconada – Junta de usuarios de Santa

Año	DEMANDA HIDRICA MENSUAL MMC												Total
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
2006	1.717,866	1.280,925	344,633	749,970	1.777,644	2.732,658	1.769,406	1.437,485	1.525,608	2.054,325	2.014,075	1.783,116	19.19
2007	894,579	734,047	431,428	888,671	1.341,634	2.616,927	1.653,511	211,038	460,337	1.116,424	1.060,303	911,516	12.32
2008	2.229,825	2.169,882	1.780,369	1.102,274	1.551,537	2.670,197	1.741,711	1927228-279	1.143,056	1.877,776	2.730,483	2.479,220	21.48
2009	2.627,120	2.448,575	1.759,801	1.689,600	2.068,538	2.254,641	1.783,863	933,695	970,302	2.802,750	3.488,273	2.901,886	25.73
2010	1.408,634	1.316,624	883,723	1.155,370	1.279,025	1.536,537	1.133,404	1.068,272	739,169	1.666,839	1.853,324	1.438,324	15.48
2011	1.674,819	1.506,546	1.294,665	1.427,520	1.741,548	2.044,830	1.511,006	1.924,137	1.357,711	1.759,783	2.070,416	1.680,367	19.99
2012	1.785,432	1.713,948	1.478,349	1.155,561	1.531,906	2.280,938	1.584,835	1.813,721	1.183,294	1.483,449	2.537,810	1.902,527	20.45
2013	1.795,207	1.585,627	1.034,462	1.799,114	1.470,337	2.253,152	1.653,498	1.856,639	1.266,202	2.434,445	2.194,211	1.853,915	21.20
2014	915,297	2.097,817	1.360,544	1.519,438	1.287,515	2.038,274	1.006,196	3.897,467	2.161,233	2.314,066	2.277,637	2.033,411	22.91
2015	2.288,456	2.017,189	1.593,096	1.600,754	1.554,720	1.789,588	1.931,878	1.131,617	1.398,258	2.848,485	3.031,759	2.621,893	23.81
2016	2.115,034	1.783,377	1.482,115	1.589,777	1.376,956	1.565,847	2.046,271	1.490,671	1.662,325	2.768,957	2.647,005	2.377,589	22.91
2017	2.115,034	1.783,377	1.482,115	1.589,777	1.376,956	1.565,847	2.046,271	1.490,671	1.662,325	2.768,957	2.647,005	2.377,589	22.91
Total	21,565,304	20,437,932	14,925,301	16,267,825	18,358,316	25,349,436	19,861,851	17,255,412	15,529,820	25,896,255	28,552,300	24,361,354	

Fuente: Junta de usuarios de Santa

Figura 5.

Temperatura mínima en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco(SENAMHI)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Tmin
1981	11.92	14.63	10.80	11.73	12.10	12.08	10.02	10.47	11.97	12.33	12.39	12.43	10.02
1982	16.32	11.82	14.12	11.93	9.07	14.42	13.64	11.55	13.67	14.73	18.93	21.25	9.07
1983	21.81	23.99	24.19	24.37	19.43	21.33	16.00	14.90	15.14	14.78	15.26	15.11	14.78
1984	13.74	14.25	17.27	15.60	14.38	14.40	11.45	11.12	10.01	11.13	13.70	13.75	10.01
1985	16.42	15.22	15.06	12.31	10.59	8.94	7.87	13.02	7.67	6.84	11.90	13.94	6.84
1986	15.50	18.17	14.79	13.18	14.73	12.34	11.77	13.96	13.25	11.77	10.64	12.45	10.64
1987	17.87	20.76	19.71	17.27	11.00	12.84	12.60	11.42	14.31	15.38	14.36	15.45	11.00
1988	17.94	16.16	16.35	12.25	13.38	11.12	11.10	10.23	13.37	13.96	14.09	13.88	10.23
1989	15.66	18.84	15.54	11.48	13.36	13.68	9.60	13.03	11.62	12.77	13.15	12.10	9.60
1990	12.47	15.00	12.15	13.80	11.82	14.29	11.98	12.75	13.02	14.87	14.74	15.29	11.82
1991	16.62	16.75	15.03	13.93	14.51	14.07	12.75	10.82	13.34	14.07	12.83	16.20	10.82
1992	12.72	19.89	21.07	19.95	17.42	14.87	11.23	13.71	13.68	15.06	14.72	14.29	11.23
1993	13.95	14.35	17.81	17.02	16.08	14.77	14.04	11.76	14.37	14.49	14.37	15.04	11.76
1994	16.67	18.35	16.16	17.02	14.06	9.69	11.49	12.92	13.11	13.06	14.63	14.47	9.69
1995	18.73	17.27	17.23	11.39	12.11	12.79	12.64	13.51	12.26	11.52	12.54	11.25	11.25
1996	14.08	12.52	15.82	12.40	12.24	10.64	7.61	14.09	11.47	13.48	11.33	15.12	7.61
1997	8.22	13.76	9.25	15.36	17.47	17.00	15.08	14.58	16.62	15.52	15.61	19.83	8.22
1998	21.56	23.25	22.47	20.19	16.51	15.22	13.69	13.72	13.32	15.26	12.94	12.04	12.04
1999	14.39	17.63	15.65	14.10	14.42	11.71	7.96	12.65	8.01	15.36	14.99	14.64	7.96
2000	8.90	12.20	10.75	15.50	13.62	12.39	9.87	13.29	8.96	15.50	10.92	14.82	8.90
2001	16.62	16.75	15.03	13.93	14.51	14.07	12.75	10.82	13.34	14.07	12.83	16.20	10.82
2002	12.72	19.89	21.07	19.95	17.42	14.87	11.23	13.71	13.68	15.06	14.72	14.29	11.23
2003	13.95	14.35	17.81	17.02	16.08	14.77	14.04	11.76	14.37	14.49	14.37	15.04	11.76
2004	16.67	18.35	16.16	17.02	14.06	9.69	11.49	12.92	13.11	13.06	14.63	14.47	9.69
2005	18.73	17.27	17.23	11.39	12.11	12.79	12.64	13.51	12.26	11.52	12.54	11.25	11.25
2006	14.08	12.52	15.82	12.40	12.24	10.64	7.61	14.09	11.47	13.48	11.33	15.12	7.61
2007	8.22	13.76	9.25	15.36	17.47	17.00	15.08	14.58	16.62	15.52	15.61	19.83	8.22
2008	21.56	23.25	22.47	20.19	16.51	15.22	13.69	13.72	13.32	15.26	12.94	12.04	12.04
2009	14.39	17.63	15.65	14.10	14.42	11.71	7.96	12.65	8.01	15.36	14.99	14.64	7.96
2010	8.90	12.20	10.75	15.50	13.62	12.39	9.87	13.29	8.96	15.50	10.92	14.82	8.90
2011	16.57	14.13	7.25	13.28	12.93	14.17	11.77	13.15	11.46	10.22	15.35	16.50	7.25
2012	14.45	14.73	19.07	13.78	15.37	14.95	12.96	12.59	13.64	14.98	16.67	16.11	12.59
2013	15.67	18.98	18.58	14.40	15.09	13.96	12.34	14.24	12.22	14.86	14.91	15.20	12.22
2014	18.25	18.61	17.59	17.23	16.58	17.27	15.34	13.26	13.77	14.79	14.93	15.10	13.26
2015	16.62	13.99	18.05	17.32	16.52	16.63	13.62	13.41	15.70	16.24	14.73	17.31	13.41

Figura 6.

Temperatura máxima en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco (SENAMHI)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Tmax
1981	29.032	29.261	26.958	26.972	26.359	26.654	25.114	24.473	26.392	29.037	29.574	32.254	32.25
1982	34.49	32.55	34.13	33.89	33.19	34.46	33.65	34.05	31.51	32.49	30.29	31.67	34.49
1983	29.526	25.9875	25.7931	26.3602	23.8646	23.932	24.342	26.663	26.487	28.405	27.568	29.6333	29.63
1984	29.147	30.1424	32.134	26.4129	25.3671	23.628	24.357	23.252	23.095	25.068	24.82	27.7508	32.13
1985	27.366	31.838	32.012	25.864	26.041	25.15	23.553	22.013	22.64	25.282	25.335	28.32	32.01
1986	30.092	31.9605	32.3895	27.7237	25.7263	23.492	25.077	24.381	24.302	24.137	26.446	29.6494	32.39
1987	33.721	31.381	34.179	29.951	29.106	26.517	26.619	26.131	23.77	25.809	29.021	28.675	34.18
1988	28.631	30.764	28.797	27.332	27.118	24.833	22.133	23.832	22.453	23.09	24.56	27.489	30.76
1989	27.643	32.421	32.238	27.518	23.863	25.111	23.297	23.896	22.854	25.306	25.349	27.831	32.42
1990	30.067	32.178	31.206	27.909	28.458	25.062	24.3	24.102	25.087	24.789	27.203	27.349	32.18
1991	29.737	30.904	31.178	28.18	27.132	28.007	23.389	23.398	25.984	26.018	25.789	29.844	31.18
1992	31.938	30.762	32.449	31.192	29.35	26.01	23.537	23.367	23.994	25.419	25.889	28.273	32.45
1993	30.5707	31.1987	32.2008	29.2352	28.2497	28.623	26.996	26.45	24.933	25.533	24.813	27.1743	32.20
1994	28.4664	29.5611	29.9041	27.8741	28.4304	24.639	23.915	23.614	23.696	24.011	24.771	27.3438	29.90
1995	30.4373	30.9111	30.825	27.9421	26.7823	27.226	24.326	25.035	23.856	24.324	24.668	27.8124	30.91
1996	27.8194	29.5543	27.743	26.5419	26.0292	23.711	24.1	22.529	23.165	23.391	25.327	27.9948	29.55
1997	27.4563	29.954	31.0302	29.1843	31.184	27.388	29.018	26.553	24.096	26.816	26.605	30.7059	31.18
1998	31.9872	32.105	35.477	32.3777	30.491	26.612	25.048	23.732	23.128	25.456	24.848	26.0543	35.48
1999	27.6	29.4812	29.0716	26.4917	24.7124	23.558	23.471	23.196	22.747	23.192	24.891	25.4113	29.48
2000	28.3226	28.1627	28.6975	27.3515	26.3228	23.767	23.344	25.101	22.959	26.513	25.126	28.4149	28.70
2001	28.0145	30.647	30.289	28.9353	25.9081	23.755	23.961	24.936	22.1	24.357	24.52	27.2838	30.65
2002	30.065	31.0753	31.4255	29.7425	29.712	24.949	23.622	25.181	22.325	24.359	25.233	27.7866	31.43
2003	29.4844	30.8992	30.6365	28.2097	27.2483	25.067	24.329	24.633	22.565	24.435	26.588	28.5796	30.90
2004	29.8268	31.5218	31.5744	29.406	29.483	26.22	25.867	25.199	23.099	23.606	27.222	28.8497	31.57
2005	31.7884	31.1697	30.555	30.1567	26.6607	26.401	23.217	23.443	22.471	23.419	26.268	28.2067	31.79
2006	30.2075	30.2423	30.6977	27.3282	26.3948	26.437	24.913	24.659	22.578	24.675	27.288	29.0262	30.70
2007	30.7809	30.5264	30.3614	27.4129	27.5562	25.062	21.83	22.197	21.911	23.153	25.059	29.2352	30.78
2008	27.7138	29.494	30.6852	27.2397	26.0214	25.942	24.459	23.596	22.897	23.502	26.724	28.849	30.69
2009	28.2138	28.7892	30.2838	27.4714	27.0725	26.776	24.114	24.801	23.444	26.026	27.448	28.701	30.28
2010	30.4408	31.562	31.8963	30.7185	29.6035	25.31	22.514	23.709	22.539	24.005	25.452	27.7876	31.90
2011	27.6745	29.1376	30.478	26.8079	27.3486	26.702	24.326	24.864	22.212	23.051	26.684	28.5777	30.48
2012	28.6202	30.4035	31.4851	28.544	29.9455	27.771	25.438	24.884	22.887	24.483	26.998	29.0629	31.49
2013	29.6758	30.9293	30.8045	27.5695	26.0791	24.607	21.875	23.173	23.304	23.894	26.601	30.3747	30.93
2014	29.2813	29.9711	30.5129	28.2236	28.9376	28.249	26.082	24.546	22.664	24.036	25.198	29.4394	30.51
2015	29.1319	30.4107	30.9684	29.8064	28.6752	28.548	27.062	26.146	24.249	26.74	26.631	29.6101	30.97
Tmax	34.49	32.55	35.477	33.89	33.19	34.46	33.65	34.05	31.51	32.49	30.29	32.254	

Figura 7.

Temperatura acumulada en la zona de Rinconada – Información de la estación Pisco(SENAMHI)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pprom	Pmin	Pmax
1981	1.65	0.34	0.54	0.59	0.04	0.03	0.13	0.19	0.31	0.17	0.86	0.17	0.42	0.03	1.65
1982	0.41	0.25	0.13	0.79	0.11	0.08	0.15	0.07	0.33	0.13	0.79	0.40	0.30	0.07	0.79
1983	0.86	0.08	5.50	5.96	0.80	0.36	0.19	0.09	0.48	0.19	0.33	0.47	1.27	0.08	5.96
1984	0.05	0.61	0.27	0.36	0.22	0.44	0.27	0.22	0.51	0.25	0.86	0.21	0.35	0.05	0.86
1985	0.31	0.00	0.09	0.36	0.29	0.12	0.39	0.53	0.53	0.09	0.37	0.43	0.29	0.00	0.53
1986	1.55	0.02	0.41	0.38	0.38	0.00	0.12	0.30	0.29	0.06	0.49	0.16	0.35	0.00	1.55
1987	1.34	0.13	0.22	0.57	0.30	0.09	0.21	0.39	0.51	0.05	0.37	0.30	0.37	0.05	1.34
1988	1.03	0.05	0.10	0.31	0.79	0.26	0.07	0.09	0.35	0.01	0.67	0.14	0.32	0.01	1.03
1989	0.62	0.27	0.20	0.69	0.12	0.23	0.23	0.35	0.42	0.31	0.34	0.51	0.36	0.12	0.69
1990	0.74	0.00	0.11	0.29	0.47	0.33	0.10	0.12	0.09	0.04	1.17	0.31	0.31	0.00	1.17
1991	0.21	0.18	0.72	0.70	0.40	0.11	0.11	0.17	0.39	0.00	0.38	1.09	0.37	0.00	1.09
1992	0.24	0.09	0.14	0.59	0.20	0.38	0.13	0.36	0.61	0.02	0.40	0.37	0.29	0.02	0.61
1993	0.28	1.17	1.44	1.53	0.44	0.14	0.24	0.16	0.49	0.02	0.51	0.37	0.56	0.02	1.53
1994	0.55	0.49	0.46	1.06	0.52	0.10	0.05	0.09	0.45	0.10	0.72	0.70	0.44	0.05	1.06
1995	0.04	0.07	0.16	0.34	0.10	0.04	0.16	0.27	0.28	0.24	1.03	0.15	0.24	0.04	1.03
1996	0.58	0.23	0.33	0.49	0.17	0.08	0.03	0.33	0.21	0.18	0.32	0.24	0.27	0.03	0.58
1997	0.67	0.00	0.13	0.58	0.12	0.25	0.09	0.27	0.51	0.18	0.55	1.33	0.39	0.00	1.33
1998	2.10	5.55	6.62	0.46	0.38	0.16	0.04	0.17	0.67	0.01	0.38	0.80	1.45	0.01	6.62
1999	1.01	10.28	0.25	0.49	0.44	0.36	0.31	0.08	0.39	0.03	0.53	0.65	1.23	0.03	10.28
2000	0.46	0.14	0.53	0.73	1.03	0.44	0.12	0.29	0.67	0.09	0.38	1.16	0.50	0.09	1.16
2001	1.79	0.00	0.73	0.68	0.40	0.28	0.32	0.16	0.64	0.04	0.20	0.37	0.47	0.00	1.79
2002	0.11	1.77	0.34	0.55	0.40	0.11	0.15	0.13	0.00	2.03	2.67	0.38	0.72	0.00	2.67
2003	0.63	0.48	0.20	0.65	0.30	0.16	0.30	0.12	0.00	0.30	0.39	0.66	0.35	0.00	0.66
2004	0.39	0.26	0.85	0.40	0.64	0.08	0.25	0.05	0.14	1.30	0.44	0.25	0.42	0.05	1.30
2005	0.21	0.06	0.41	0.67	0.19	0.01	0.03	0.11	0.00	0.15	0.45	0.33	0.22	0.00	0.67
2006	0.31	1.51	0.65	0.33	0.10	0.30	0.06	0.37	0.10	0.85	0.51	0.41	0.46	0.06	1.51
2007	0.35	0.00	0.78	0.58	0.34	0.04	0.20	0.31	0.00	0.06	0.54	0.43	0.30	0.00	0.78
2008	1.17	0.23	0.36	0.62	0.48	0.44	0.04	0.89	0.04	0.10	2.02	0.35	0.56	0.04	2.02
2009	11.38	0.26	1.25	0.67	0.54	0.17	0.19	0.46	0.00	0.62	0.22	0.46	1.35	0.00	11.38
2010	0.45	3.06	1.20	0.72	0.28	0.16	0.11	0.25	0.36	0.06	0.51	0.21	0.61	0.06	3.06
2011	1.91	1.32	0.72	0.33	0.18	0.04	0.17	0.10	0.00	0.13	0.43	0.37	0.48	0.00	1.91
2012	1.25	0.57	0.37	1.09	0.24	0.09	0.06	0.18	0.00	0.11	0.34	0.54	0.40	0.00	1.25
2013	0.99	5.77	11.83	0.64	0.54	0.42	0.43	0.67	0.74	0.20	0.00	1.28	1.96	0.00	11.83
2014	0.57	0.00	1.39	1.85	0.37	0.16	0.32	0.21	0.63	0.25	0.00	0.49	0.52	0.00	1.85
2015	3.65	0.00	0.35	1.33	0.33	0.25	0.26	0.20	0.57	0.46	0.00	1.29	0.72	0.00	3.65
Prom	1.14	1.01	1.14	0.81	0.36	0.19	0.17	0.25	0.33	0.25	0.58	0.51			
Min	0.04	0.00	0.09	0.29	0.04	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.00	0.14			
Max	11.38	10.28	11.83	5.96	1.03	0.44	0.43	0.89	0.74	2.03	2.67	1.33			

Figura 8.

Información consolidada en la zona de Rinconada para evaluar el cambio climático–
Información de la estación Pisco (SENAMHI)

AÑO	Tmin	Tmax	Tprom	Pmin	Pmax	Pprom
1981	10.02	32.25	20.60	0.0	1.7	0.4
1982	9.07	34.49	24.47	0.1	0.8	0.3
1983	14.78	29.63	23.00	0.1	6.0	1.3
1984	10.01	32.13	20.27	0.0	0.9	0.4
1985	6.84	32.01	19.68	0.0	0.5	0.3
1986	10.64	32.39	20.47	0.0	1.6	0.3
1987	11.00	34.18	22.22	0.0	1.3	0.4
1988	10.23	30.76	19.81	0.0	1.0	0.3
1989	9.60	32.42	20.31	0.1	0.7	0.4
1990	11.82	32.18	20.66	0.0	1.2	0.3
1991	10.82	31.18	21.14	0.0	1.1	0.4
1992	11.23	32.45	21.99	0.0	0.6	0.3
1993	11.76	32.20	21.74	0.0	1.5	0.6
1994	9.69	29.90	20.70	0.1	1.1	0.4
1995	11.25	30.91	20.93	0.0	1.0	0.2
1996	7.61	29.55	20.02	0.0	0.6	0.3
1997	8.22	31.18	22.34	0.0	1.3	0.4
1998	12.04	35.48	22.79	0.0	6.6	1.4
1999	7.96	29.48	19.88	0.0	10.3	1.2
2000	8.90	28.70	20.20	0.1	1.2	0.5
2001	10.82	30.65	20.49	0.0	1.8	0.5
2002	11.23	31.43	21.10	0.0	2.7	0.7
2003	11.76	30.90	21.05	0.0	0.7	0.3
2004	9.69	31.57	21.48	0.1	1.3	0.4
2005	11.25	31.79	21.36	0.0	0.7	0.2
2006	7.61	30.70	21.52	0.1	1.5	0.5
2007	8.22	30.78	20.74	0.0	0.8	0.3
2008	12.04	30.69	20.78	0.0	2.0	0.6
2009	99.13	30.28	21.39	0.0	11.4	1.4
2010	8.90	31.90	21.42	0.1	3.1	0.6
2011	7.25	30.48	20.68	0.0	1.9	0.5
2012	12.59	31.49	21.66	0.0	1.2	0.4
2013	12.22	30.93	21.18	0.0	11.8	2.0
2014	13.26	30.51	21.72	0.0	1.8	0.5
2015	13.41	30.97	22.52	0.0	3.7	0.7