



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**COMPARACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS DATOS CLIMÁTICOS  
DE LA NASA CON LAS MEDICIONES DEL SENAMHI PARA LA  
MICROCUENCA TANANA DEL DISTRITO DE POMATA  
(CAMPAÑA AGRÍCOLA 2020-2021)**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. DANTE EUCLIDES QUISPE MARTÍNEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*A mi pareja: Mery Luz Vilca Vilca,  
amiga y compañera de vida.*

*A mi hija: Marie Damaris Quispe  
Vilca, mi pequeña engreída*

*A mi abuela: Guadalupe  
Palacios Ancco, quien con amor  
supo criarme.*

*Dante Euclides Quispe Martínez*



## AGRADECIMIENTO

*A la vida y la salud por ser el motor de continuar con los retos, las proyecciones y metas de superación constante en el mundo académico que necesita de nuevas propuestas, perspectivas e ideales orientadas a la lucha por la aceptación de las diferencias sociales y culturales ante los poderes hegemónicos.*

*A mi pareja, Mery Luz Vilca, por ser parte de esta tesis a través de su apoyo incondicional y motivador para la conclusión del presente trabajo de investigación.*

*A mi amigo, Ruud Boris Blanco Gallegos, sombra de la gramática, la retórica y la fonología de ayer, hoy y siempre.*

*A los productores agropecuarios de la región de Puno, quienes con su esfuerzo y dedicación fortalecen la seguridad alimentaria del país y el mundo, a pesar de las inclemencias climáticas que día a día tienden a enfrentarse durante estos nuevos tiempos de inestabilidad y cambio climático.*

*A mi asesor, M.Sc. Julio Mayta Quispe, quien en paz descansa en el más allá. Aunque, no haya dado por concluido su asesoramiento en esta tesis, es un hecho lamentable haber presenciado su deceso por este malvado virus del Covid-19.*

*A mi jurado: Dr. Manuel Alfredo Callohuanca Pariapaza, M.Sc. Juan Larico Vera, Ing. Juan Esteban Araoz Barrios y M.Sc. Abdón Charaja Villalta (Asesor/Director), quienes aportaron en la consolidación del proceso de esta investigación y el informe final.*

*A todos mis amigos y amigas de Antropología e Ingeniería Agronómica, con quienes compartimos experiencias, aventuras y locuras dentro y fuera de la universidad.*

**D: El pensamiento crítico: una perspectiva (anti)hegemónica (DEQM, 2022).**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTO**

**ÍNDICE GENERALi**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT..... 13**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. OBJETIVO GENERAL ..... 15**

**1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... 15**

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LITERATURA**

**2.1. ANTECEDENTES ..... 16**

2.1.1. Internacionales ..... 16

2.1.2. Nacionales ..... 17

2.1.3. Regionales ..... 18

**2.2. MARCO TEÓRICO ..... 20**

2.2.1. Importancia de la meteorología en el campo de la agricultura ..... 20

2.2.1.1. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)..... 21

2.2.1.2. Visor de Acceso a Datos Power (NASA) ..... 22

2.2.2. Variables climáticas ..... 24

2.2.2.1. Temperatura ..... 24



2.2.2.2. Humedad relativa .....	26
2.2.2.3. Precipitación.....	27

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>29</b>
<b>3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>30</b>
<b>3.5. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>31</b>
<b>3.6. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO.....</b>	<b>31</b>
<b>3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....</b>	<b>31</b>
3.7.1. Población.....	31
3.7.2. Muestra.....	31
<b>3.8. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>3.9. LIMITACIONES EN LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>3.10. VARIABLES .....</b>	<b>33</b>
<b>3.11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>3.12. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>34</b>
3.12.1. Hipótesis de decisión estadística.....	35

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. COMPARACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DIARIAS REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA .....</b>	<b>36</b>
4.1.1. Temperatura máxima diaria .....	36
4.1.1.1. Resultados para meses sin diferencia estadística .....	37



4.1.1.2. Resultados para meses con diferencia estadística .....	42
4.1.2. Temperatura mínima diaria .....	46
4.1.2.1. Resultados para meses sin diferencia estadística .....	47
4.1.2.2. Resultados para meses con diferencia estadística .....	53
<b>4.2. COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA .....</b>	<b>57</b>
4.2.1. Resultados para meses sin diferencia estadística .....	58
4.2.2. Resultado para meses con diferencia estadística.....	64
<b>4.3. COMPARACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA .....</b>	<b>67</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>78</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>83</b>

**Área:** Ciencias agrarias

**Línea:** Cambio climático y agricultura

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 11 de febrero de 2022



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Microcuenca Tanana del distrito de Pomata .....	29
<b>Figura 2.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).....	37
<b>Figura 3.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021). ....	38
<b>Figura 4.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021). ....	39
<b>Figura 5.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021).....	40
<b>Figura 6.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021). ....	41
<b>Figura 7.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021). ....	42
<b>Figura 8.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021). ....	43
<b>Figura 9.</b> Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021). ....	44
<b>Figura 10.</b> Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).....	47
<b>Figura 11.</b> Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021). ....	48
<b>Figura 12.</b> Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021). ....	49



- Figura 13.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021)... 50
- Figura 14.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021)... 51
- Figura 15.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021)... 53
- Figura 16.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021)... 54
- Figura 17.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021)... 55
- Figura 18.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021)... 58
- Figura 19.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021)... 59
- Figura 20.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021)... 60
- Figura 21.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021)... 61
- Figura 22.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021)... 62
- Figura 23.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021)... 63
- Figura 24.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021)... 64





- Figura 25.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 65
- Figura 26.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021). ... 68
- Figura 27.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 69
- Figura 28.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021)... 70
- Figura 29.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021). ... 71
- Figura 30.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 72
- Figura 31.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 73
- Figura 32.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 74
- Figura 33.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021). ..... 75



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Grupos independientes y variables de análisis, 2021.....	33
<b>Tabla 2.</b>	Comparación de dos grupos independientes sobre la temperatura máxima diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).....	36
<b>Tabla 3.</b>	Comparación de dos grupos independientes sobre la temperatura mínima diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).....	46
<b>Tabla 4.</b>	Comparación de dos grupos independientes sobre la precipitación pluvial diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).....	57
<b>Tabla 5.</b>	Comparación de dos grupos independientes sobre la humedad relativa diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).....	67



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>°C</b>	: Grados centígrados
<b>DAV</b>	: Data Access Viewer
<b>DE</b>	: Desviación estándar
<b>GPS</b>	: El Sistema de Posicionamiento Global
<b>GL</b>	: Grados de libertad
<b>HR</b>	: Humedad relativa
<b>IC</b>	: Intervalo de Confianza
<b>M</b>	: Media/promedio
<b>NASA</b>	: Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
<b>p-valor</b>	: Significancia bilateral
<b>RH</b>	: Humedad Relativa
<b>H<sub>0</sub></b>	: Hipótesis nula
<b>H<sub>a</sub></b>	: Hipótesis alterna
<b>SENAMHI</b>	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
<b>SIG</b>	: Sistema de Información Geográfica
<b>S<sup>2</sup></b>	: Prueba de Levene
<b>t</b>	: Prueba t de Student
<b>UTM</b>	: Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator



## RESUMEN

La agricultura altiplánica frecuentemente corre el riesgo de ser afectada por las heladas, granizadas, sequías e inundaciones. Estos riesgos climáticos preocupan a los productores, investigadores e instituciones por las incertidumbres que se tienen con respecto al clima, ya que se desconocen de los datos hidrometeorológicos precisos por la inexistencia de una estación meteorológica en la microcuenca Tanana; sin embargo, existen mediciones satelitales poco conocidas como los de la NASA, que proporcionan datos según las coordenadas geográficas. A raíz de ello, este estudio tuvo como objetivo general validar la consistencia de la base de datos climáticos de la NASA con las mediciones diarias del SENAMHI. La metodología se quedó enmarcada en el enfoque cuantitativo no experimental del tipo transversal-comparativo, a partir del cual se analizaron las mediciones diarias reportadas por la NASA y el SENAMHI, así como también para el análisis estadístico de la comparación de los grupos independientes se empleó estadístico paramétrico t de Student y para la prueba de homogeneidad de varianzas se utilizó el estadístico de Levene. En los resultados, las temperaturas máximas diarias son similares para los meses de setiembre, octubre, enero, febrero y marzo y son significativamente diferentes para los meses de noviembre, diciembre y abril; en tanto, para la temperatura mínima diaria, estas son significativamente diferentes para los meses de enero, febrero y abril. Por otro lado, para la precipitación pluvial se llegó a determinar que estos son similares para los meses de setiembre, octubre, noviembre, enero, febrero y abril, aunque son significativamente diferentes para los meses de diciembre y marzo. Finalmente, para la humedad relativa no hay diferencia estadística significativa para ningún mes de la campaña agrícola 2020-2021.

**Palabras Clave:** Datos climáticos, humedad relativa, precipitación pluvial, temperatura.



## ABSTRACT

Altiplano agriculture frequently runs the risk of being affected by frosts, hailstorms, droughts and floods. These climatic risks concern producers, researchers and institutions due to the uncertainties regarding the climate, since precise hydrometeorological data are unknown due to the non-existence of a meteorological station in the Tanana micro-basin; however, there are little-known satellite measurements such as those from NASA, which provide data according to geographic coordinates. As a result, this study had the general objective of validating the consistency of the NASA climate database with the daily measurements of SENAMHI. The methodology was framed in the non-experimental quantitative approach of the transversal-comparative type, from which the daily measurements reported by NASA and SENAMHI were analyzed, as well as for the statistical analysis of the comparison of the independent groups. Student's t parametric statistic and Levene's statistic was used for the variance homogeneity test. In the results, the maximum daily temperatures are similar for the months of September, October, January, February and March and are significantly different for the months of November, December and April; meanwhile, for the minimum daily temperature, these are significantly different for the months of January, February and April. On the other hand, for rainfall it was determined that these are similar for the months of September, October, November, January, February and April, although they are significantly different for the months of December and March. Finally, for relative humidity there is no significant statistical difference for any month of the 2020-2021 agricultural campaign.

**Keywords:** Climatic data, relative humidity, rainfall, temperature.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Las dinámicas climáticas y geospaciales son fenómenos que tienen lugar en el entorno ambiental y están conformados por un conjunto de factores meteorológicos, hidrológicos y topográficos (Churata, 2019). Puntualmente, la temperatura, la precipitación pluvial y la humedad relativa son algunos de estos componentes que dinamizan el entorno de una microcuenca. Los comportamientos climáticos son relativos, porque a veces estos son influenciados por algunos fenómenos termorreguladores, así como los cuerpos de agua o cerros que modifican las condiciones climáticas de un determinado contexto geográfico (Morales et al., 2013). Sin embargo, la intensa variabilidad climática con la que hoy se presentan, es a causa de las irresponsables actividades antropogénicas, que ponen en riesgo la producción agrícola y la seguridad alimentaria. En ese sentido, si bien se sabe que la agricultura del altiplano puneño es altamente dependiente del comportamiento climático, pues esta se verá afectada intensamente en sus niveles de rendimiento si el cambio climático continúa en nuestro planeta tal como ha venido sucediendo durante los últimos tiempos (Mamani, 2021).

Por otro lado, el estudio se justifica por mismo hecho de la necesidad de contar con datos mucho más precisos como los que nos proporciona la NASA (Visor de Acceso a Datos Power), ya que dicho sistema de información satelital emite las mediciones de acuerdo a las coordenadas geográficas y espaciales. Sin embargo, en torno a ello, no se registra información científica sobre su validez y confiabilidad de uso para los procesos de investigación e intervención, por lo que con este estudio se buscó validar la consistencia de la base de datos climáticos de la NASA con las mediciones diarias del SENAMHI para la microcuenca Tanana del distrito de Pomata (Campaña agrícola 2020-



2021). Por lo que en el presente trabajo de investigación se planteó alcanzar los siguientes objetivos:

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Comparar y validar la consistencia de la base de datos climáticos de la NASA con las mediciones diarias del SENAMHI para la microcuenca Tanana del Distrito de Pomata (Campaña agrícola 2020-2021).

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar el ajuste de la media para la temperatura mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI.
- Comparar el ajuste de la media para la precipitación mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI.
- Comparar el ajuste de la media para la Humedad Relativa mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Internacionales

Morales et al. (2013), a través del monitoreo de 10 estaciones meteorológicas automáticas distribuidas en la bahía de Banderas del Estado de México, han observado que el comportamiento a lo largo del año de las principales variables meteorológicas (como el viento y la temperatura) están determinadas alternadamente por procesos a escala local (brisa marina) y a macro-escala (presencia del anticiclón del Pacífico Norte y Variabilidad de los vientos Alisios, principalmente).

Goerlich (2012), hace un estudio comparativo entre la base de datos mundial del Climate Research Unit de la Universidad de East Anglia con los de una Estación Meteorológica para la comunidad española. A partir de la cual, se infiere que los datos reportados por ambos medios son similares y que pueden ser empleados para cualquier tipo de proyección climática o investigación. Así como también, la información estadística española de base podría ser combinada con la grid CRU TS 2.1 para conseguir una mayor resolución espacial, sobre todo en lo que hace referencia a las variables precipitación y temperatura media, que son las más fiables desde un punto de vista de las series temporales.

Carlón & Mendoza (2007), a través de un análisis hidrometeorológico con los datos de un grupo de estaciones de la cuenca del lago de Cuitzeo, indican que el reporte de datos coincide en algunas variables climáticas; mientras que, en otras hay diferencias significativas que se deben a un cambio en los registros en los últimos años. En palabras





del mismo autor, se reporta lo siguiente: “todas las estaciones registran las temperaturas más altas durante los meses de abril, mayo y junio (20 a 22° C); mientras que las precipitaciones se concentran en julio y agosto. La estación de Zinapécuaro registró la mayor precipitación anual (890 mm), la cual se caracteriza por un marcado aumento con respecto a las otras estaciones en los meses de julio y agosto (210 mm)” (pág. 75).

### **2.1.2. Nacionales**

Velasquez (2020), después de la implementación y testeo de equipo de evaluación climática en el nevado de Palcacocha, se identificó que los datos registrados por este instrumento se asemejan a los de la estación meteorológica de la zona. Así pues, la prueba de hipótesis de la correlación de temperatura, humedad y precipitación con la de una estación meteorológica concluye que tiene correlación lineal directa.

Luna & Lavado (2015), con el propósito de evaluar diferentes métodos para la complementación de datos faltantes de una estación meteorológica durante el periodo de 1992-2007 de la cuenca del río Jequetepeque, los autores hace ver que el mejor método para la complementación de datos es la regresión lineal y la regresión múltiple que se presenta como mejor resultado en la estación Llapa, en los valores obtenidos del R2 y EEE el mejor método es el vector regional en todas las estaciones.

Moya et al. (2015), a través de la evaluación del modelo climático global y estaciones de temperatura y precipitación en el Perú, como resultado se obtuvo un incremento de las precipitaciones hacia la zona norte del país (27,6 % hacia 2100), que incluye la zona costera y la región de Iquitos, al tiempo que puede esperarse una disminución hacia el sector sur. Para la temperatura se prevé un incremento en todo el país, pero las tendencias más pronunciadas se esperan en el sector sur del territorio. Hacia el 2030 para el escenario RCP 8.5 se estiman incrementos de hasta 1,16 °C para Pucallpa



y 0,22 °C para Piura. Se concluye que las precipitaciones se incrementarán en el norte y disminuirán en el sur, mientras las temperaturas se incrementarán en todo el país, pero más significativamente en el sector sur.

### **2.1.3. Regionales**

Caira et al. (2021), a través del análisis de datos histórico de 48 años atrás del reporte de diferentes estaciones meteorológicas de la región de Puno, ha arribado a los siguientes resultados: las temperaturas máximas tienden a incrementar en 0.05 °C anualmente, las temperaturas medias muestran un incremento anual de 0.028 °C con evidencia leve y las mínimas no muestran cambios significativos; mientras que las precipitaciones pluviales tienden a disminuir, y estos generan impactos significativos en los cultivos. Por lo tanto, no hay datos de rendimiento de los cultivos, se concluye que el cambio climático viene afectando a los parámetros de temperaturas y precipitaciones, y esto influye negativamente en el rendimiento de los cultivos.

Mamani (2021) a través de una comparación de las observaciones hechas por el SENAMHI y la base de datos del Sistema de información de imágenes satelitales espaciales (TRMM3B43v7), determinó que en épocas de lluvia hay cierta diferencia; mientras que, en las épocas secas estas diferencias son menores. Sin embargo, el producto TRMM3B43v7, presenta una buena bondad de ajuste y estimación adecuada de precipitaciones, con resultados del coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) es considerado como “satisfactorio” por estar dentro del rango (0.6968 – 0.8606).

Churata (2019) en su estudio de medias comparadas sobre las variables climáticas reportadas por el SENAMHI y un sensor arduino en la región de Puno, llegó a la siguiente conclusión: la investigación refiere que no existe una diferencia significativa mayor al 10% entre las mediciones del índice de radiación ultravioleta, temperatura y humedad



relativa, realizadas por el sistema de monitoreo en tiempo real y los datos reportados por el SENAMHI. En ese sentido, el investigador refiere que su sistema de medición a tiempo real es óptimo para el reporte climatológico de la región de Puno, ya que los datos que registra tienen mucha similitud a los registrados por el SENAMHI.

Lujano et al. (2015), con el objetivo de validar la precipitación estimada por el satélite TRMM con los datos de 16 estaciones meteorológicas del SENAMHI, se hizo entrever que son fiables las lluvias estimadas por el satélite y pueden utilizarse como alternativa en zonas sin información. Dado que el coeficiente de determinación en la validación de precipitación es igual a 0.86 con un sesgo porcentual de +21.7 % y como datos de entrada en la modelación hidrológica para transformar lluvia en esorrentía, es aceptable con eficiencias de Nash-Sutcliffe igual a 0.78 en la etapa de calibración y 0.75 en la validación.

Laqui (2017), en el estudio que realizó en la provincia del Collao de la región de Puno, refiere que las estaciones meteorológicas reportan datos climatológicos con mayor exactitud para las zonas donde se encuentran instaladas. Así, las Estaciones que se encuentran en la zona alta tienden a pronosticar el clima del lugar con mayor precisión en función de los datos históricos correspondientes a 50 años y, de la misma forma, las Estaciones Meteorológicas que se encuentran en la zona baja, estas también proyectan el comportamiento climático de acuerdo a su entorno.



## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. Importancia de la meteorología en el campo de la agricultura**

La Meteorología es la ciencia que estudia los fenómenos que se producen en la atmósfera y como ciencia, podría ocuparse fundamentalmente de entender cómo se producen esos fenómenos; sin embargo, desde el comienzo de la era moderna, la Meteorología se encarga de la predicción del tiempo. En sus comienzos, la predicción meteorológica intentaba conocer con antelación aquellos fenómenos que podían producir daños materiales o personales en la población, lo que se conoce con el nombre de fenómenos adversos (Carlón & Mendoza, 2007).

Para dichas predicciones se empleaban diferentes métodos estadísticos que permitían proyectar la ocurrencia del fenómeno en el futuro. Así pues, la meteorología tiene como objetivo estudiar y analizar científicamente los distintos fenómenos atmosféricos (dinámicos, termodinámicos, ópticos, eléctricos, entre otros) y también pronostica el estado de la atmósfera en un tiempo y lugar dado (Reyes, 2002). Aquí cabe mencionar que la meteorología también se encarga de analizar los datos reportados por las estaciones meteorológicas automáticas instaladas en cada ámbito del planeta tierra.

Hoy por hoy, la disciplina ha ido avanzando a razón del avance de la tecnología ciberespacial. En ese sentido, la obtención de datos meteorológicos no solo se ha visto centrada en las estaciones meteorológicas, sino que ahora está interconectada a los satélites y radares espaciales. En el que el internet y los ordenadores son los intermediarios para el almacenamiento, distribución y uso de la información meteorológica relacionada con el comportamiento de los fenómenos atmosféricos (Goerlich, 2012).



La atmósfera es un espacio en el cual habitan los seres vivos y está constituida por un conjunto de gases que si no se combinan permanecen independientemente las unas de las otras. Ledesma (2011), por su parte, indica que la composición de la atmósfera es bastante homogénea en relación con los componentes físicos permanentes que son el nitrógeno, oxígeno, argón, criptón, neón, xenón, helio e hidrógeno, pero varía notablemente con la cantidad de vapor de agua y con la presencia de muchas sustancias producidas por causas antropogénicas, así como provocados por la propia naturaleza.

En conclusión, la meteorología es una disciplina científica encargada del estudio del comportamiento atmosférico a través de instrumentos tradicionales, modernos e informáticos. Esta disciplina se ha integrado con otras ciencias como la informática, que facilita los procesos de análisis y pronóstico del comportamiento climático. Una de las tecnologías más usadas en este campo es la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG), cuyo fin es explicar los fenómenos climáticos relacionándolos con las variables espaciales y temporales a través de las imágenes captadas por los satélites espaciales (Mamani, 2021).

#### **2.2.1.1. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)**

Esta institución es un organismo que forma parte del Ministerio del Ambiente. Su creación se remonta a 1969 y queda regulada por la Ley N° 24031 del 14 de Diciembre de 1984, su modificatoria aprobada por Ley N° 27188 del 25 de Octubre de 1999, el Reglamento de su Ley establecida con D.S.N° 005-85-AE del 26 de Julio de 1985. Pues, esta entidad tiene como propósito generar y proveer información y conocimiento meteorológico, hidrológico y climático de manera confiable, oportuna y accesible en beneficio de la sociedad peruana (Mamani, 2021).



En ese sentido, el servicio climático se define como el suministro de información climática de tal manera que ayude a las personas y organizaciones a adoptar decisiones. La prestación de un servicio climático requiere un nivel de participación suficiente, así como un mecanismo de acceso eficaz y debe responder a las necesidades de los usuarios (Puza, 2021). En concreto, esta se encarga de recopilar, almacenar, procesar información climática con la finalidad de crear productos y servicios orientados a tomadores de decisiones.

La mayoría de las instituciones, personas e investigadores hacen uso de los datos hidrometeorológicos para comprender las dinámicas de las variables climáticas e hidrológicas que se dan en el entorno ambiental, ya que su influencia tiene un impacto directo en todas las actividades humanas. La agricultura andina es la actividad que se ve mucho más relacionada con el comportamiento climático y la variación hidrológica, porque esta depende de ambos componentes para su crecimiento, desarrollo y producción (Ledesma, 2011).

#### **2.2.1.2. Visor de Acceso a Datos Power (NASA)**

La aplicación de cartografía en la red POWER Data Access Viewer (DAV) contiene parámetros relacionados con la nube, meteorológicos y relacionados con la nube, geoespaciales, formulados para evaluar y diseñar sistemas de energía renovable (Cuenca-Satama & Benavides-Muñoz, 2020).

POWER DAV es una aplicación basada en widgets de respuesta que se ejecuta en todos los dispositivos (PC, computadora portátil, tableta, teléfono inteligente) y en todas las plataformas (Apple, Android y Windows). Este diseño proporciona a los usuarios acceso a los datos de POWER en la oficina o en el campo (Groch et al., 2020).



Los conjuntos de datos POWER y los servicios WPS son extensibles e integrales más allá de la aplicación de mapeo web. POWER proporciona varios conjuntos de datos y archivos geospaciales, tabulares y de texto que los usuarios pueden descargar y/o integrar en software y aplicaciones personalizadas para su posterior procesamiento, análisis y visualización (Jiménez et al., 2008).

POWER aprovecha la API de ArcGIS para JavaScript y se basa en el framework Web AppBuilder para ArcGIS. Este marco integral proporciona las herramientas y la interfaz para desarrollar aplicaciones y widgets personalizados para la interacción de datos geospaciales, subconjuntos, geoprocesamiento y análisis (Sayago et al., 2017).

Esta nueva capacidad ayuda a extender la funcionalidad de los parámetros y proporciona flujos de datos casi en tiempo real para usuarios técnicos, ahorrando tiempo de la manipulación de datos. Las organizaciones ahora pueden dedicar más tiempo a su investigación y menos tiempo en la gestión de datos (Rosales et al., 2020).

Estos servicios web se pueden agregar a cualquier software de análisis y a la interfaz de programación de aplicaciones que pueda aceptar y recuperar datos WPS a través de una URL. Esto les brinda a los usuarios la capacidad de usar rápidamente las herramientas de scripting para completar su investigación y crear software útil con acceso a los datos de POWER (Quiñonez et al., 2019).

POWER utiliza ArcGIS for Server para alojar y proporcionar acceso a servicios web GIS a través de puntos finales REST. Estos servicios web permiten a los usuarios integrar los conjuntos de datos POWER en aplicaciones personalizadas y software de escritorio para una mayor visualización, análisis, procesamiento y desarrollo de datos a través de una única URL (Groch et al., 2020).



Esta nueva capacidad ayuda a extender la funcionalidad de los datos de POWER y proporciona capacidades listas para SIG para usuarios técnicos de SIG, ahorrando tiempo de la consolidación y manipulación de datos. Los usuarios finales ahora pueden dedicar más tiempo a su investigación y menos tiempo en la gestión de datos (Sayago et al., 2017).

Los servicios web de POWER se pueden agregar y ver en ArcGIS Desktop / Pro, ArcGIS Earth, ArcGIS Online, ArcGlobe, así como en otros programas de código abierto y de propiedad para el mapeo y el análisis. Esto les brinda a los usuarios la capacidad de usar rápidamente herramientas de geoprocesamiento, modelado y script para acceder a los datos y completar su investigación (Quiñonez et al., 2019).

Por último, en la sociedad de la información y la agricultura contemporánea, esta aplicación facilita a los productores tener la información meteorológica a disposición inmediata con las coordenadas que se le indique procesarlas. Pues así, la información se hace mucho más precisa, aunque no difiere mucho de los datos del SENAMHI (Rosales et al., 2020).

## **2.2.2. Variables climáticas**

### **2.2.2.1. Temperatura**

En 1976, Croiset refiere que, la temperatura está íntimamente relacionada con el estado de equilibrio térmico entre dos sistemas. Así, dos sistemas en equilibrio térmico tienen la misma temperatura. Si dos sistemas se ponen en contacto y, al hacerlo, sus variables termodinámicas comienzan a cambiar, entonces los sistemas no estaban a la misma temperatura; sin embargo, llegarán a estar a una temperatura común cuando se alcance el equilibrio térmico. El principio cero es la base de las medidas termométricas.





Dos cuerpos A y B están a igual temperatura cuando puestos por separado en contacto con un termómetro C, éste indica valores iguales en su escala.

Las temperaturas, en las dos últimas décadas han resultado ser las más cálidas del pasado siglo y los tres años más cálidos del siglo han tenido lugar en la década de los noventa (Carlón & Mendoza, 2007). Así, los cambios que se avecinan están estrechamente relacionados con esta variable climática, en vista de que esta es definitoria para evaluar si hay cambios progresivos a lo largo del tiempo.

El reciente interés por el cambio climático, y los retos que el mismo plantea para la sociedad global en un futuro más o menos cercano ha hecho crecer las publicaciones relacionadas con este tema, desde una perspectiva realmente interdisciplinar, de forma exponencial en los últimos años (Goerlich, 2012).

Para Romero et al. (2017), la temperatura de punto de rocío ( $T_d$ ) es la temperatura a la cual el aire se satura si se enfría a presión constante. La  $T_d$  está únicamente determinada por la presión de vapor del aire y por lo tanto es la temperatura a la cual la presión de vapor es igual a la presión de saturación del aire, es decir,  $e=e_s(T_d)$ . Mientras que, la Temperatura de bulbo seco es la temperatura que tiene la mezcla (con vapor de agua). Generalmente es medida por un termómetro. La singularidad del nombre será explicada más adelante, cuando se emplee la variable. La temperatura de bulbo húmedo: Es la temperatura de equilibrio que se alcanza en la superficie de una película de agua que se evapora sin aplicarle calor (proceso adiabático), éste concepto está vinculado con el anterior, por lo que será explicado posteriormente.

Por tales consideraciones, la forma de medir la temperatura del aire es mediante un termómetro colocado a la sombra y con una ventilación mínima. Las estaciones climatológicas o meteorológicas miden la temperatura dentro de un abrigo meteorológico,



que es una caseta o garita de madera blanca, con paredes en forma de persiana entreabierta. Los termómetros electrónicos modernos tienen igualmente un abrigo de material plástico que simula las antiguas garitas. Los termómetros de los sondeos atmosféricos van igualmente protegidos de los rayos del sol y de la ventilación excesiva (Tejada-Martínez et al. 2018).

Finalmente, desde la perspectiva de Churata (2019), la temperatura es una magnitud referida a las nociones comunes de calor medible mediante un termómetro o sensor de temperatura. Ambos instrumentos son importantes, pero la última es la que está comenzando a tener mayor auge gracias al avance de la electrónica y la informática basada en sensores del tipo Arduino.

#### **2.2.2.2. Humedad relativa**

Para Romero et al. (2017) la humedad relativa (Hr) es el porcentaje de la presión de vapor de saturación que representa la presión de vapor real del agua, es decir la relación de la cantidad de agua contenida en un espacio saturado. La medida y cuantificación de la humedad relativa es importante para diversos usos de aplicación como confort humano (ambientación), industria textil, papelera y de pieles, industria maderera, industria alimenticia, industria farmacológica, meteorología, investigación científica, conservación y almacenamiento de productos y agricultura y ganadería.

En términos de Churata (2019), la humedad relativa es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura dada. La humedad relativa depende de la temperatura y la presión del sistema de interés. La misma cantidad de vapor de agua produce una mayor humedad relativa en el aire frío que en el aire caliente.



Las variaciones espaciales de la humedad atmosférica en niveles bajos están asociadas directamente al tipo de superficies por debajo del aire. Los cuerpos de agua (océanos, lagos y ríos) al igual que selvas y cubiertas vegetales densas, dejarán sentir su influencia al inyectar vapor de agua a la atmósfera, pero su área de influencia dependerá de hasta dónde el viento pueda llevar el vapor de agua, y en la vertical se propagará hasta donde se alcance la saturación y se formen las nubes, en el caso de que la atmósfera esté inestable y permita el ascenso de burbujas de aire con alto contenido de humedad (convección). Por el contrario, donde la atmósfera sea estable o incluso se presenten descensos de aire (subsistencia), será escasa la formación de nubes y la dispersión del vapor alcanzará sólo la vecindad de la superficie (Tejada-Martínez et al. 2018).

Por último, la humedad relativa es la razón entre la presión parcial de vapor actual, y la presión de vapor de saturación, expresada generalmente en porcentaje. O de otra manera, es la cantidad de agua que contiene un gas expresada en tanto por ciento de la cantidad que el gas tendría en estado de saturación, a la misma temperatura y presión absoluta (Romero et al. 2017).

### **2.2.2.3. Precipitación**

La precipitación es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo. De acuerdo a esta definición, la precipitación puede ser en forma de lluvias, granizadas, garúas y nevadas (Mamani, 2021). Pues, estos patrones de precipitación también están cambiando en muchas partes del globo (Carlón & Mendoza, 2007).

En misma línea, Segerer & Villodas (2006) indican que se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida (nieve, granizo). Estos diversos tipos de son



normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua. Así mismo, la precipitación se mide por la altura que el agua caída alcanzaría sobre una superficie plana y horizontal, en la que no existieran pérdidas por infiltración y evaporación; tal altura se expresa en milímetros y las medidas se llevan a una aproximación de los décimos de mm.

La precipitación incide también , de manera indirecta sobre la degradación y erosión del suelo. La cantidad de precipitación determina el crecimiento de las plantas, es decir influye sobre la cubierta vegetal, que a su vez constituye el factor más importante en los procesos considerados (Schnabel, 1998).

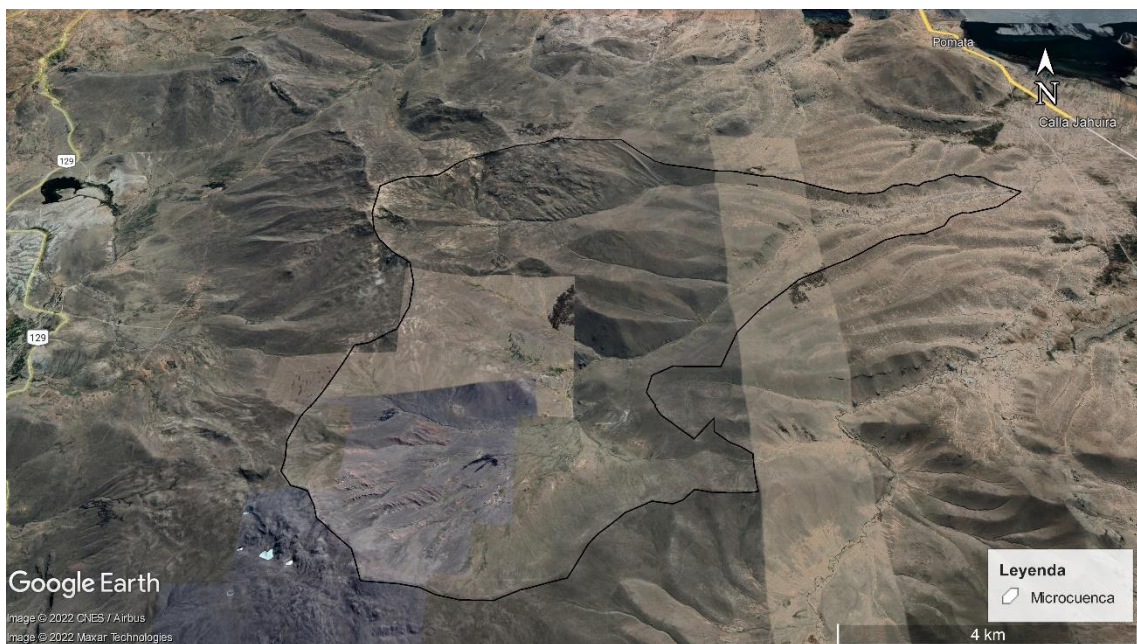
## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

La microcuenca del Tanana se encuentra localizada en el distrito de Pomata de la provincia de Chucuito Juli del departamento de Puno, Perú. Aproximadamente, el distrito se localiza a 100 kilómetros de la ciudad de Puno y se encuentra a una elevación de 3.876 msnm. Asimismo, tiene una superficie de 382.6 km<sup>2</sup> (Quispe & Blanco, 2018). La microcuenca se localiza bajo las siguientes coordenadas geográficas: 16°20'45"S 69°20'54"O / -16.3458, -69.3484. De otro lado, esta tiene un perímetro de 41.960 metros y un área total de 6.125 hectáreas.

**Figura 1.** Microcuenca Tanana del distrito de Pomata



*Nota:* Imagen elaborada en base a Google Earth Pro. Elaboración propia.

#### 3.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se enmarca en el enfoque cuantitativo, transversal-comparativo (Carrasco, 2009; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), porque se evalúa variables



cuantitativas, así como la temperatura, la humedad relativa y la precipitación pluvial. A partir de los cuales, se pretende validar la consistencia de la base de datos climáticos de la NASA con respecto a los reportes diarios del SENAMHI para la microcuenca del Tanana del distrito de Pomata (Campaña agrícola 2020-2021).

Puntualmente, el diseño de investigación empleado fue el no experimental del tipo transversal-comparativo, ya que con el estudio se compararon dos grupos independientes, asumiendo que estos tienen varianzas iguales (Carrasco, 2009).

Como ya se ha mencionado, el primer grupo independiente está constituido por la base de datos provenientes de la NASA y el segundo grupo independiente está conformado por las mediciones del SENAMHI.

### **3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método empleado en la investigación es el comparativo, que tiene como propósito validar los datos para determinar si existe alguna similitud o diferencia de las variables evaluadas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Así, en este caso, se buscó determinar si los datos de la NASA tienen alguna similitud con las mediciones del SENAMHI, en función a tres variables climáticas: temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial. Todo ello, con la finalidad de validar y considerar confiable los datos reportados por la NASA con respecto a los del SENAMHI para la microcuenca del Tanana del distrito de Pomata (Campaña agrícola 2020-2021).

### **3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN**

Los datos se recolectaron a través de las páginas web oficiales de ambas instituciones. Las variables priorizadas fueron las siguientes: temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial, con esta información se procedió a construir una data en



columnas y filas del Excel. Una vez concluida con este paso, la información se ha clasificado según las variables y los meses de la campaña agrícola 2020-2021.

### **3.5. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO**

Este estudio tuvo una duración de 08 meses con el reporte climático diario de cada una de las instituciones durante la campaña agrícola 2020-2021. La misma que se ha evaluado por meses a propósito de tener una mayor exactitud en la comparación del comportamiento climático reportado por ambas entidades.

### **3.6. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO**

La data se ha construido en base a las mediciones diarias reportadas por el SENAMHI y la NASA, durante la campaña agrícola 2020-2021. Puntualmente, las mediciones del SENAMHI proceden de la estación meteorológica más próxima a la microcuenca Tanana, que se encuentra localizado en el distrito de Juli y, en cuanto a las mediciones de la NASA, estas se obtuvieron a través de las coordenadas geográficas de la microcuenca, las mismas que fueron insertadas en la plataforma **POWER Data Access Viewer**. Por último, el lugar de estudio se encuentra localizado a 25 kilómetros de la estación meteorológica, aproximadamente.

### **3.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO**

#### **3.7.1. Población**

La población estuvo constituida por el reporte histórico de datos hidrometeorológicos que hacen referencia desde 1956 a la actualidad.

#### **3.7.2. Muestra**

La muestra está representada por los reportes mensuales correspondientes a los meses de setiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril. Estos



meses constituyen la campaña agrícola 2020-2021, según el calendario agrícola Andino-Altiplánico. A esta forma de seleccionar la muestra se le denomina muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que solo nos centramos en un grupo determinado de datos hidrometeorológicos para la comparación y validación de las pruebas estadísticas (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

### **3.8. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se ha centrado en el análisis de datos cuantitativos de la variable temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial. Las mismas que se obtuvieron de la página oficial del SENAMHI y la NASA. Datos que posteriormente fueron llevados al Excel para su comparación y validación. Asimismo, estos criterios se han realizado por variables y meses a fin de tener una data mucho más ordenada y sistemática.

Una vez concluida la organización de los datos, se procedió a cargarlas en el programa estadístico SPSS Statistics Versión 22 para la ejecución de la prueba de normalidad. A partir de esta prueba se decidió emplear el estadístico t de Student para muestras independientes y para la prueba de homogeneidad de varianzas se utilizó el estadístico de Levene. De la misma forma, para la prueba de hipótesis se empleó este paquete estadístico con la finalidad de hacer las pruebas de hipótesis.

Finalmente, se organizaron los resultados de la prueba estadística en un formato mucho más presentable y entendible para el lector, considerando los criterios establecidos por la organización científica American Psychological Association (APA).



### 3.9. LIMITACIONES EN LA INVESTIGACIÓN

La principal limitante de esta investigación fue la inexistencia de una estación meteorológica en la microcuenca Tanana, que ha obligado a extrapolar los datos a través de las mediciones hechas por los satélites de la NASA.

### 3.10. VARIABLES

**Tabla 1.** Grupos independientes y variables de análisis, 2021

Grupos	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES		
	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<b>Grupo 1:</b> SENAMHI	Temperatura Humedad relativa Precipitación pluvial	Grados Centígrados % de vapor de agua mm/día	Estación Meteorológica de Juli (SENAMHI)
<b>Grupo 2:</b> NASA	Temperatura Humedad relativa Precipitación pluvial	Grados Centígrados % de vapor de agua mm/día	Visor de acceso a datos power (NASA)

*Nota:* En esta tabla se muestran los grupos independientes y las variables analizadas en el estudio. Elaboración propia.

### 3.11. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los resultados se analizaron a través del estadístico t de Student para grupos independientes suponiendo que sus varianzas son iguales. Pues así, como ya se mencionó, el software estadístico empleado en el análisis de datos es el SPSS Statistics versión 22. Por otro lado, las tablas y figuras se presentan por objetivos y variables; mientras que, para la interpretación se tomó en cuenta los siguientes criterios:



- Objetivo
- Descripción de resultados
- Interpretación de resultados
- Comprobación de hipótesis
- Contrastación de los resultados con otros autores
- Análisis reflexivo

### 3.12. DISEÑO ESTADÍSTICO

Puntualmente, el estudio se enmarca en el diseño no experimental-transversal, que tiene como propósito comparar y validar los datos hidrometeorológicos registrados por el SENAMHI y la NASA. En este caso, los grupos de comparación vienen a ser estas dos entidades y los reactivos son la temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial. En tanto, los datos de análisis son los reportes climáticos diarios de cada mes.

A continuación, se muestra el estadístico de contraste (t de Student), que está dado por la siguiente ecuación:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{S^2 * \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

**Donde:**

$t$  = valor estadístico de la prueba t de Student

$\bar{X}_1$  = valor promedio del grupo 1 (SENAMHI)

$\bar{X}_2$  = valor promedio del grupo 2 (NASA)

$S^2$  = desviación estándar ponderada de ambos grupos

$n_1$  = tamaño de muestra del grupo 1

$n_2$  = tamaño de muestra del grupo 2



### 3.12.1. Hipótesis de decisión estadística

#### a) Para temperatura máxima diaria

$H_0$  = La temperatura máxima diaria reportada por la NASA no es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

$H_a$  = La temperatura máxima diaria reportada por la NASA es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

#### b) Para temperatura mínima diaria

$H_0$  = La temperatura mínima diaria reportada por la NASA no es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

$H_a$  = La temperatura mínima diaria reportada por la NASA es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

#### c) Para precipitación pluvial diaria

$H_0$  = La precipitación pluvial diaria reportada por la NASA no es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

$H_a$  = La precipitación pluvial diaria reportada por la NASA es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

#### d) Para humedad relativa diaria

$H_0$  = La humedad relativa diaria reportada por la NASA no es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI

$H_a$  = La humedad relativa diaria reportada por la NASA es diferente estadísticamente a las mediciones del SENAMHI.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. COMPARACIÓN DE LAS TEMPERATURAS DIARIAS REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA

##### 4.1.1. Temperatura máxima diaria

La temperatura máxima es una variable termodinámica que se mide en °C. Para su medición se utiliza un termómetro calibrado, el cual mide los ascensos y descensos de un determinado cuerpo (Croiset, 1976). Las estaciones meteorológicas tienen incorporado un termistor basado en una resistencia que responde a los cambios de temperatura. Esta variable es importante en la agricultura, porque afecta a la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua (Churata, 2019).

**Tabla 2.** Comparación de dos grupos independientes sobre la temperatura máxima diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).

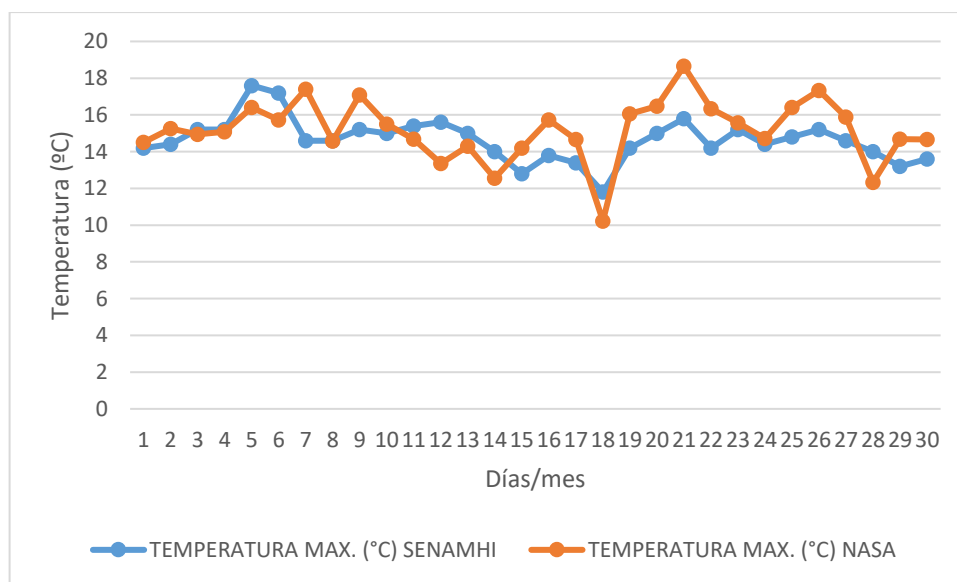
Variables	Grupos independientes				gl	t	Sig.(S <sup>2</sup> )	p-valor	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	SENAMHI n=30		NASA n=30						Inferior	Superior
<b>Temperatura max. (°C)</b>										
Setiembre	14.64	1.15	15.18	1.66	58	-1.46	.132	.151	-1.27666	.20132
Octubre	15.25	1.50	16.00	1.93	60	-1.71	.273	.092	-1.63084	.12762
Noviembre	17.22	0.85	18.65	1.61	43.9	-4.30	.002	.000	-2.10275	-.76125
Diciembre	15.38	1.60	16.61	2.30	60	-2.45	.058	.017	-2.23491	-.22573
Enero	14.65	1.12	15.18	2.38	42.6	-1.13	.001	.267	-1.48136	.42072
Febrero	15.39	1.15	15.64	1.94	43.9	-0.61	.016	.547	-1.11561	.59918
Marzo	13.91	1.00	14.59	1.63	60	-1.99	.055	.051	-1.37212	.00438
Abril	14.37	0.94	15.53	1.85	42.9	-3.04	.001	.004	-1.91685	-.38781

*Nota:* M = media; DE = desviación estándar; gl = grados de libertad; t = prueba t; Sig.(S<sup>2</sup>) = prueba de Levene; p-valor = significancia bilateral. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1.1. Resultados para meses sin diferencia estadística

En este apartado, se muestran los resultados correspondientes a los meses de setiembre, octubre, enero, febrero y marzo, cuyas diferencias estadísticas de p-valor son mayores a 0.05. El cual significa que no hay diferencia estadística altamente significativa. Las mismas que a continuación son corroboradas con las figuras y las descripciones estadísticas.

**Figura 2.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).



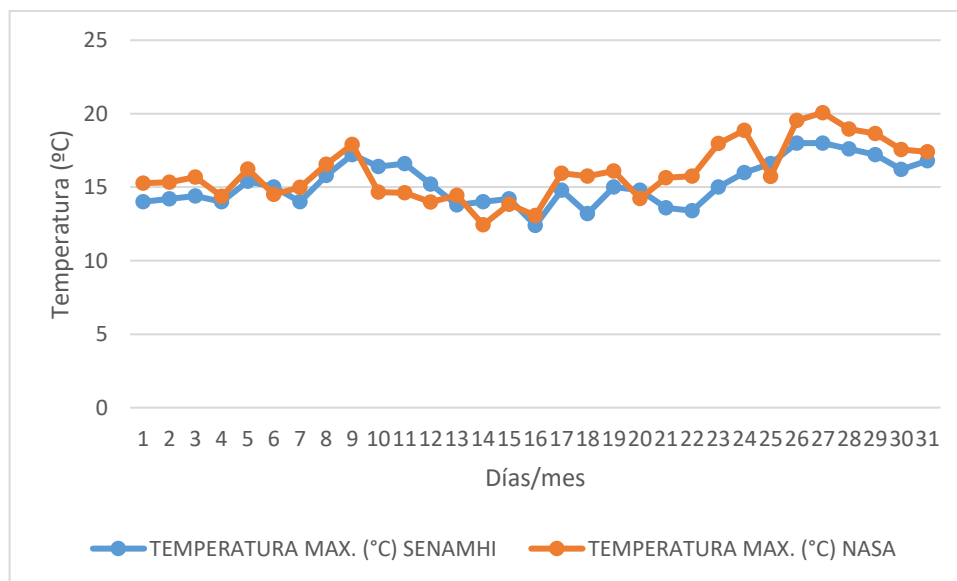
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

#### **Interpretación:**

En la Tabla 2 y Figura 2, se encontró una  $t(58) = -1.46$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .132$ ;  $p\text{-valor} = .151$ ; IC 95 %  $[-1.27666, .20132]$  una media para el primer grupo de 14.64 y para el segundo grupo una media de 15.18. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba de t de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Pues, ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que la base datos de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 3.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

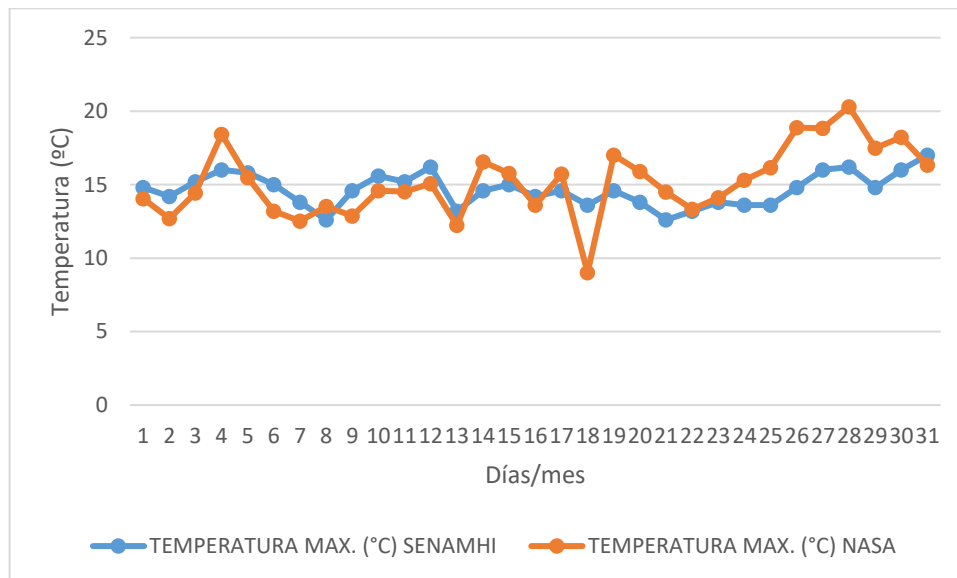
### Interpretación:

En la Tabla 2 y Figura 3, se encontró una  $t(60) = -1.71$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .273$ ;  $p\text{-valor} = .092$ ; IC 95 %  $[-1.63084, .12762]$  una media para el primer grupo de 15.25 y para el segundo grupo una media de 16.00. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, por otro lado, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que

las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 4.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021).



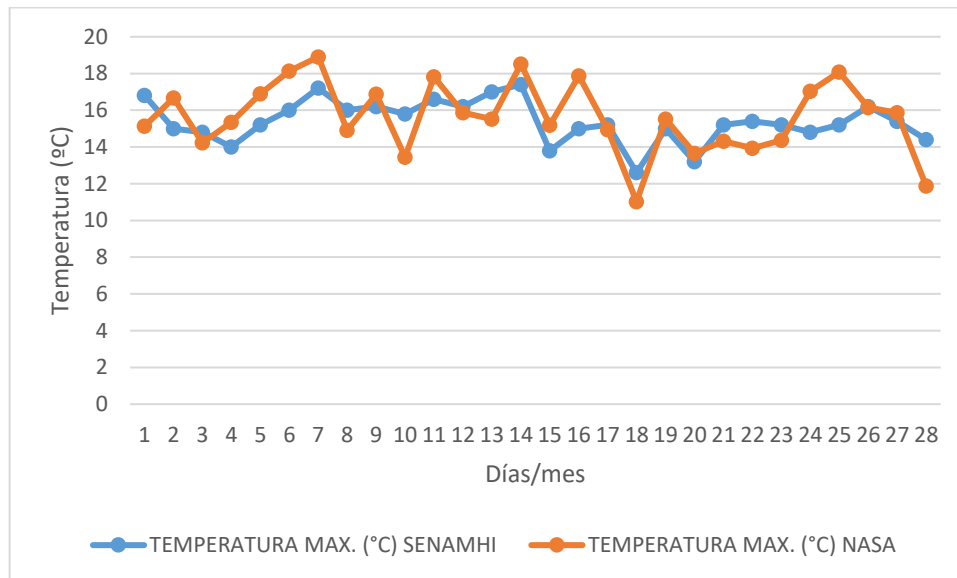
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 2 y Figura 4, se encontró una  $t(42.6) = -1.13$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .001$ ;  $p\text{-valor} = .267$ ;  $\text{IC } 95\% [-1.48136, .42072]$  una media para el primer grupo de 14.65 y para el segundo grupo fue de 15.18. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, se asume que las varianzas son diferentes ( $P < 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de enero son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones realizadas por ambas entidades son próximas.

**Figura 5.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

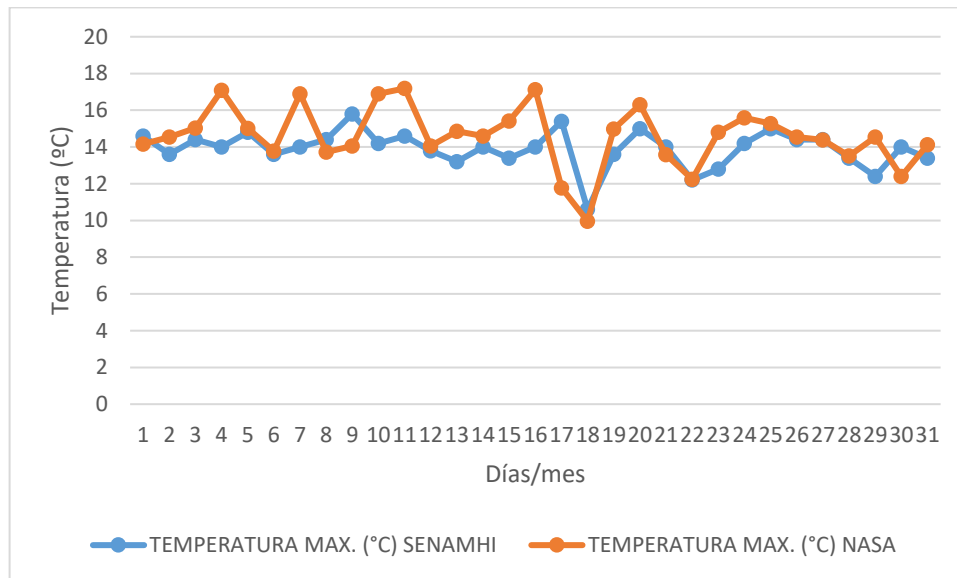
### **Interpretación:**

Para febrero, tal como puede verse en la Tabla 2 y Figura 5, al comparar el ajuste de la media para la temperatura máxima mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI, se encontró una  $t(54) = -0.61$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .016$ ;  $p\text{-valor} = .547$ ; IC 95 %  $[-1.11561, .59918]$  una media para el primer grupo de 15.39 y para el segundo grupo una media de 15.64. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, se asume que las varianzas son diferentes ( $P < 0.05$ ); por otro lado, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Al respecto, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de febrero son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.



**Figura 6.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### **Interpretación:**

En la Tabla 2 y Figura 6, se encontró una  $t(60) = -1.99$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .055$ ;  $p\text{-valor} = .051$ ; IC 95 %  $[-1.37212, .00438]$  una media para el primer grupo de 13.91 y para el segundo grupo una media de 14.59. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Pues, ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por ambos sistemas son próximas.

Finalmente, los resultados correspondientes a este apartado son corroborados por Velasquez (2020), quien en su investigación llega a concluir que la temperatura registrada durante esta temporada son casi similares debido a la ausencia de lluvias. Esto hace que

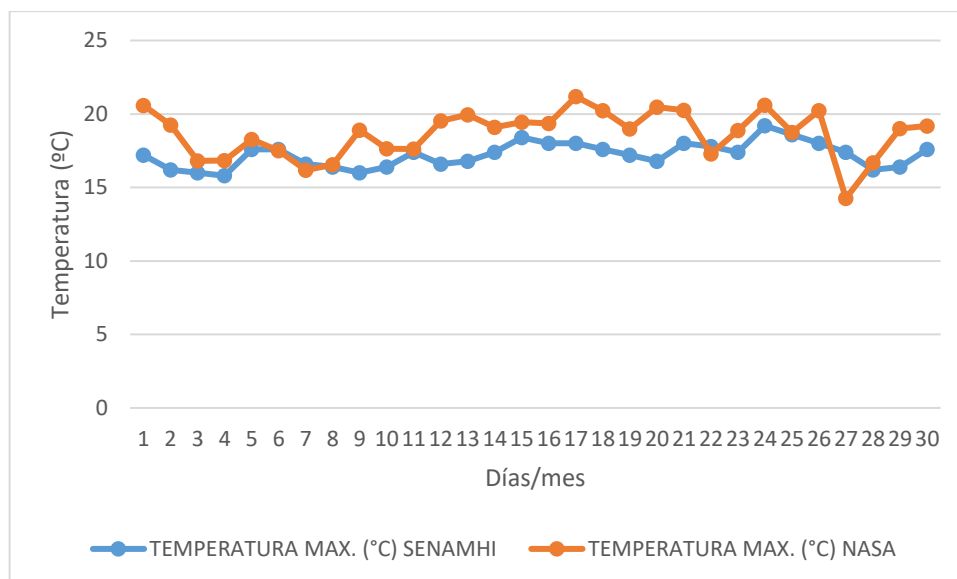
la temperatura sea homogénea en gran parte de la región altiplánica, tal como se muestra en las figuras arriba descritas.

Mamani (2021) y Churata (2019), llegaron a concluir que la temperatura registrada por un sistema de monitoreo digital (sensor) es muy similar a las mediciones del SENAMHI. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que los datos reportados por la NASA son tan válidos como los del SENAMHI.

#### 4.1.1.2. Resultados para meses con diferencia estadística

En este acápite, se refleja los resultados correspondientes a los meses de noviembre, diciembre y abril, cuyas diferencias estadísticas fueron altamente significativas; es decir, p-valor ha sido menor a 0.05. Pues, ello significa que las mediciones comparadas fueron distintas, tal como se muestra a continuación en las figuras y las descripciones estadísticas.

**Figura 7.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021).



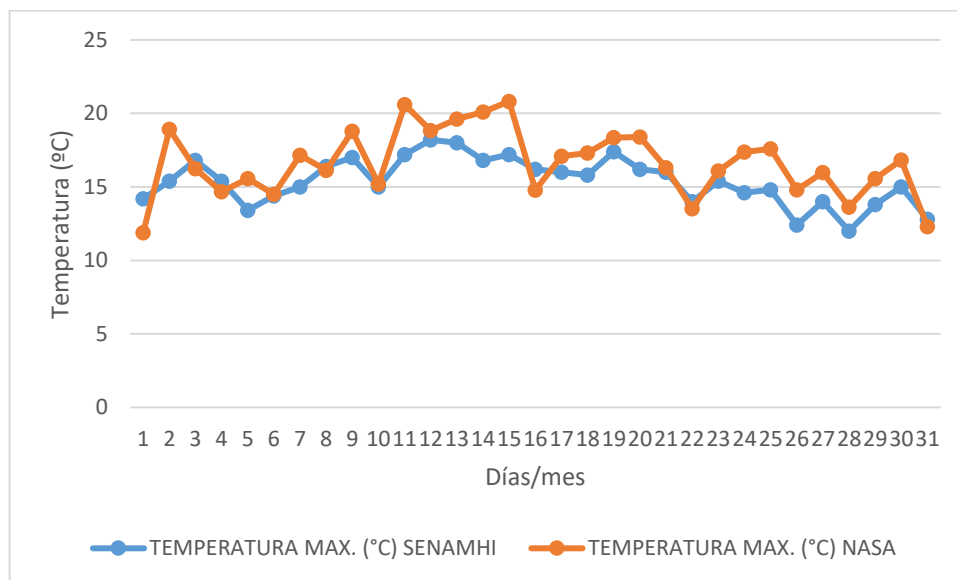
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Respecto al mes de noviembre, tal como puede verse en la Tabla 2 y Figura 7, se encontró una  $t$  calculada de  $(43.9) = -4.30$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .002$ ;  $p\text{-valor} = .002$ ;  $\text{IC } 95\% [-2.10275, -.76125]$  una media para el primer grupo de 17.22 y para el segundo grupo fue de 18.65. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas no son iguales ( $P < 0.05$ ) y, por otro lado, según la prueba del  $t$  de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

En tal sentido, a partir de este estudio, se afirma que las temperaturas máximas reportadas por la NASA y el SENAMHI presentan diferencias estadísticas altamente significativas ( $P < 0.05$ ). Por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son diferentes a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 8.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021).



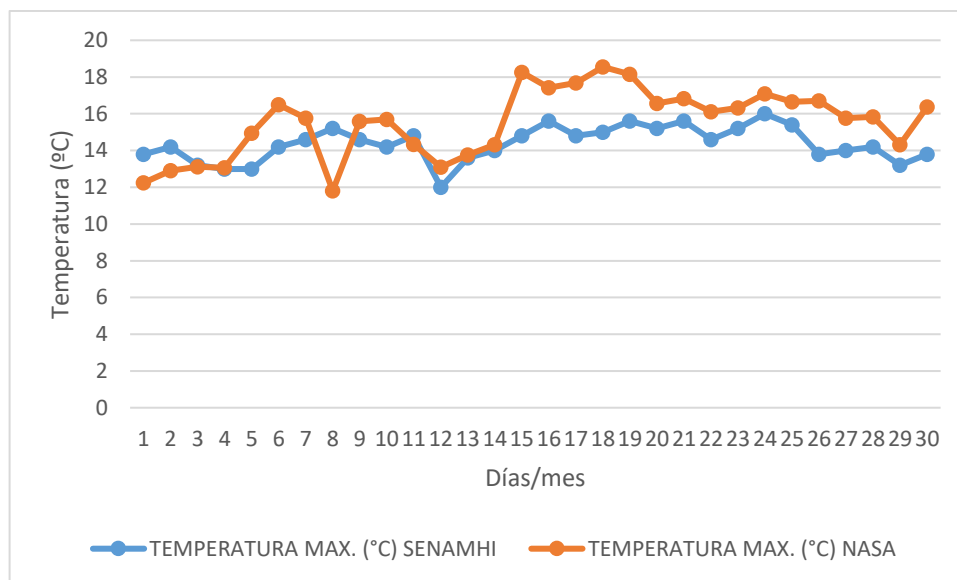
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 2 y Figura 8, se encontró una  $t(60) = -2.45$  Sig.( $S^2$ ) = .058; p-valor = .017; IC 95 % [-2.23491, -.22573] una media para el primer grupo de 15.38 y para el segundo grupo una media de 16.61. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del t de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

A partir de los cuales, se confirma que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de diciembre son diferentes. Frente a lo mencionado, existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la NASA son diferentes a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 9.** Comparación de la temperatura máxima de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 2 y Figura 9, se encontró una  $t(42.9) = -3.04$ ; Sig.( $S^2$ ) = .001; p-valor = .004; IC 95 % [-1.91685, -.38781] una media para el primer grupo de 14.37 y para el



segundo grupo una media de 15.53. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas no son iguales ( $P < 0.05$ ) y, según la prueba del t de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

Pues, ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de abril son diferentes. Frente a lo mencionado, existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA no son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que los datos reportados por la NASA son completamente diferentes al del SENAMHI.

Con respecto a los resultados arribados en este apartado, Lujano et al. (2015) refieren que existe diferencia estadística altamente significativa por la presencia de las lluvias, nubes y fuertes vientos de la época. Estos fenómenos se presentan de forma relativa y variada en el territorio de una región, provincia o distrito.

Caira et al. (2021), por su parte, refiere que ello se debe al cambio de estación. El cual suele ser relativa para cada entorno, así los lugares más abrigados o cercanos a un cuerpo de agua presentan cambios distintos con referencia a otros que no tienen las mismas condiciones, ya que ello funciona como un fenómeno termorregulador. Así también, la altitud es otro factor que influye en el comportamiento de las temperaturas máximas.

Por otro lado, en la investigación de Mamani (2021), se concluye que ello se debe al cambio de estación y las condiciones topográficas. Ambos elementos influyen directa e indirectamente en el comportamiento de las temperaturas de una determinada región ecológica.

En corroboración a dichos reportes, los resultados de esta investigación dieron a conocer que las mediciones pueden variar de mes en mes, dependiendo del comportamiento de los vientos, la humedad relativa y la precipitación, que no suele presentarse uniformemente de la misma forma en el entorno de un espacio geográfico.

#### 4.1.2. Temperatura mínima diaria

La temperatura mínima, al igual que la temperatura máxima, es una variable climática que se mide en °C. Su importancia se debe a la influencia que esta tiene en los sistemas de producción agrícola. A continuación, se presentan los resultados de validación de las mediciones realizadas por la NASA en función a los reportes del SENAMHI, tal como se muestra en las siguientes tablas y figuras de esta investigación.

**Tabla 3.** Comparación de dos grupos independientes sobre la temperatura mínima diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).

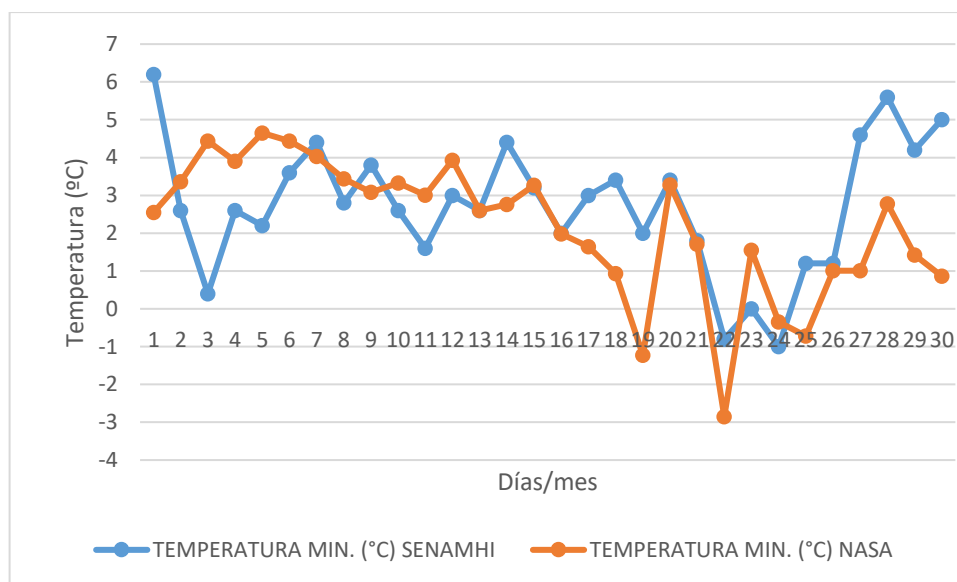
Variables	Grupos independientes				gl	t	Sig.(S <sup>2</sup> )	p-valor	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	SENAMHI n=30		NASA n=30						Inferior	Superior
<b>Temperatura min. (°C)</b>	M	DE	M	DE						
Setiembre	2.27	1.74	2.19	1.80	58	1.15	.675	.254	-.38820	1.44087
Octubre	3.88	1.64	3.19	1.59	60	1.70	.871	.094	-.12271	1.51949
Noviembre	3.92	1.67	3.29	2.17	58	1.25	.242	.215	-.37332	1.62666
Diciembre	5.45	0.98	5.14	1.02	60	1.21	.959	.231	-.20156	.81898
Enero	4.70	1.32	3.48	1.70	60	3.15	.232	.003	.44460	1.99218
Febrero	4.86	1.19	4.02	1.51	54	2.32	.142	.024	.11379	1.57264
Marzo	3.88	1.15	4.07	0.94	60	-.72	.187	.473	-.72513	.34061
Abril	3.58	1.92	2.30	2.26	58	2.36	.329	.022	.19384	2.36016

*Nota:* M = media; DE = desviación estándar; gl = grados de libertad; t = prueba t; Sig.(S<sup>2</sup>) = prueba de Levene; p-valor = significancia bilateral. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2.1. Resultados para meses sin diferencia estadística

Puntualmente, la información que se muestra a continuación, corresponde a los meses de setiembre, octubre, noviembre, diciembre y marzo, cuyos datos estadísticos se comportaron de forma similar. O sea, p-valor es mayor a 0.05, lo cual significa que no existe diferencia estadística altamente significativa. En respaldo a ello, se muestran las siguientes figuras con sus respectivas descripciones estadísticas.

**Figura 10.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).



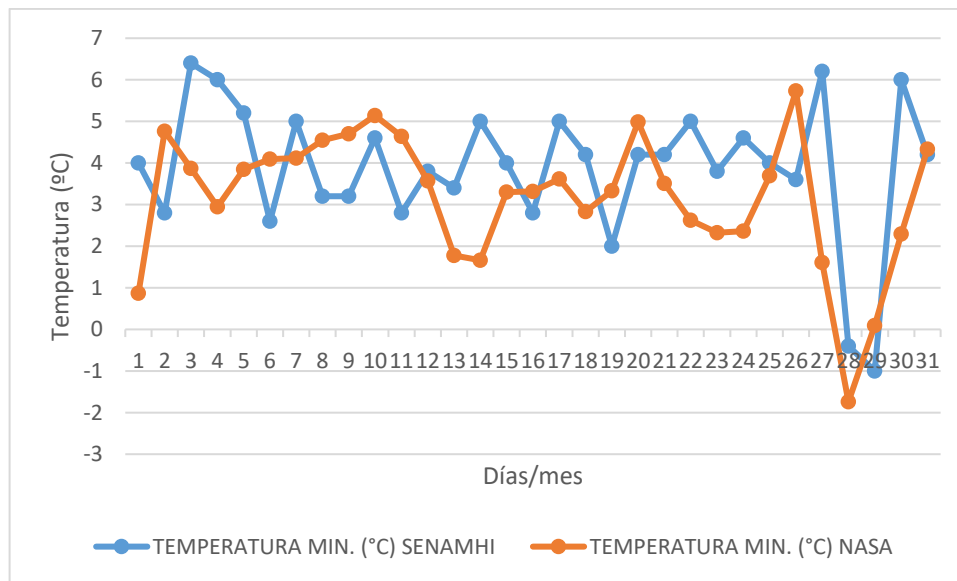
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

#### Interpretación:

Respecto al mes de setiembre, tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 10, se encontró una  $t(58) = 1.15$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .675$ ;  $p\text{-valor} = .254$ ;  $\text{IC } 95\% [-.38820, 1.44087]$  una media para el primer grupo de 2.27 y para el segundo grupo una media de 2.19. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

De ese modo, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Pues, con ello se afirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 11.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

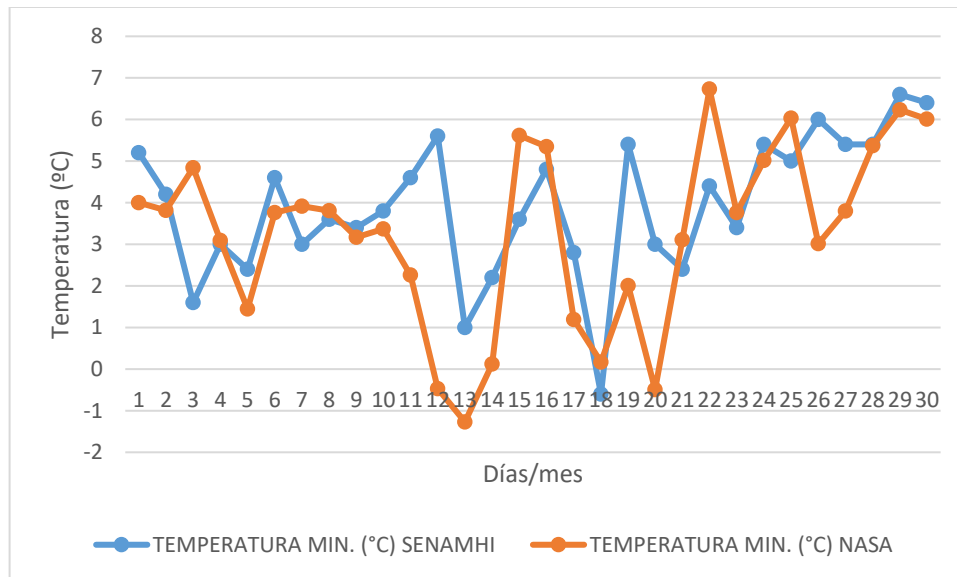
Tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 11, se encontró una  $t(60) = 1.70$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .871$ ;  $p\text{-valor} = .094$ ; IC 95 %  $[-.12271, 1.51949]$  una media para el primer grupo de 3.88 y para el segundo grupo una media de 3.19. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de octubre son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis



nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura mínima realizadas por ambas entidades son relativamente similares.

**Figura 12.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021).



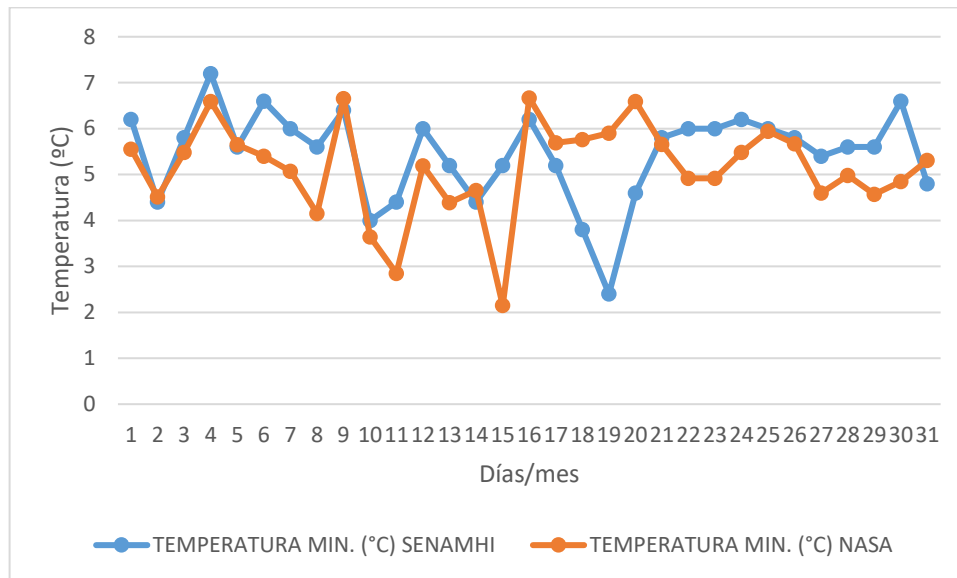
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 3 y Figura 12, se encontró una  $t(58) = 1.25$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .242$ ;  $p\text{-valor} = .215$ ;  $\text{IC } 95\% [-.37332, 1.62666]$  una media para el primer grupo de 3.92 y para el segundo grupo una media de 3.29. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de noviembre son similares. Con ello se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 13.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021).



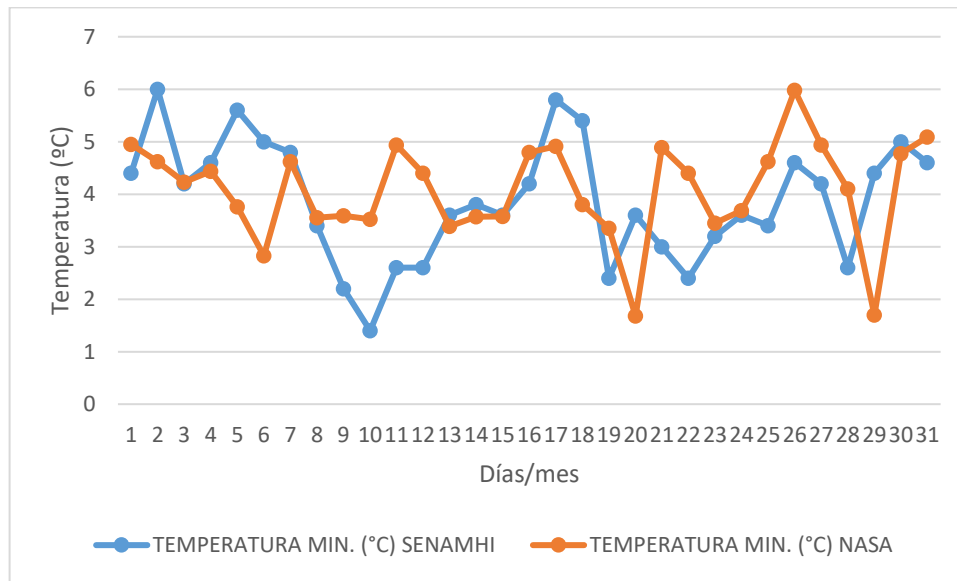
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Respecto al mes de diciembre, tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 13, al comparar el ajuste de la media para la temperatura mínima mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI, se encontró una  $t(60) = 1.21$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .959$ ;  $p\text{-valor} = .231$ ; IC 95 %  $[-.20156, .81898]$  una media para el primer grupo de 5.45 y para el segundo grupo una media de 5.14. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, se indica que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 14.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Respecto al mes de marzo, tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 14, al comparar el ajuste de la media para la temperatura mínima mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI, se encontró una  $t(60) = -0.72$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .187$ ;  $p\text{-valor} = .473$ ;  $\text{IC } 95\% [-0.72513, .34061]$  una media para el primer grupo de 3.88 y para el segundo grupo una media de 4.07. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba de  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Pues, con respecto a los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, estas son similares. Esto indica que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por ambos sistemas son próximas.



Por último, estos resultados son corroborados por Velasquez (2020), quien en su investigación llega a concluir que la temperatura registrada por un sistema de monitoreo a tiempo real es muy similar a las mediciones realizadas por los instrumentos meteorológicos del SENAMHI.

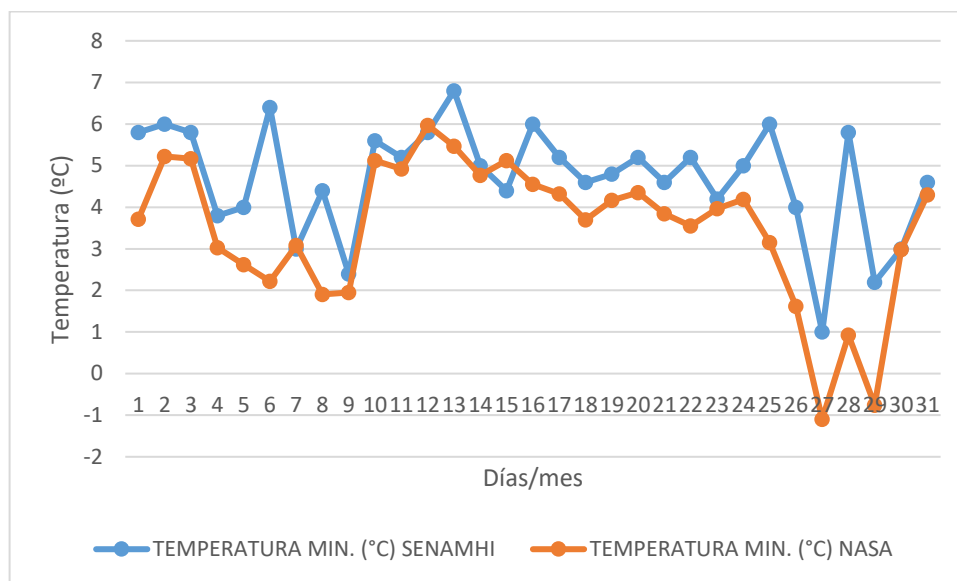
En la misma línea, Cuenca-Satama & Benavides-Muñoz (2020) sostienen que las mediciones de un satélite no presentan diferencias con respecto a los datos reportados por una estación meteorológica, aunque ello es relativo cuando existe cierta variabilidad climática. Asimismo, este autor recomienda que los proyectos productivos y de investigación pueden tener como referencia las mediciones satelitales, ya que estas se consiguen a través de las coordenadas geográficas.

En tal sentido, bajo lo referido anteriormente por estos investigadores y al analizar los resultados de este estudio, confirmamos que los datos reportados por la NASA son tan válidos como los del SENAMHI. Aunque hay que precisar que las mediciones de la NASA se obtienen a través de las coordenadas geográficas, haciendo que estas sean más precisas y válidas cuando se trata de obtener los datos climatológicos de un lugar o espacio específico.

#### 4.1.2.2. Resultados para meses con diferencia estadística

Para los meses de enero, febrero y abril, el p-valor ha sido menor a 0.05. Por los que se indica que existe diferencia estadística altamente significativa. Pues, a partir de lo señalado, se presentan las figuras y se describen los resultados obtenidos para cada mes correspondientes a este apartado.

**Figura 15.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

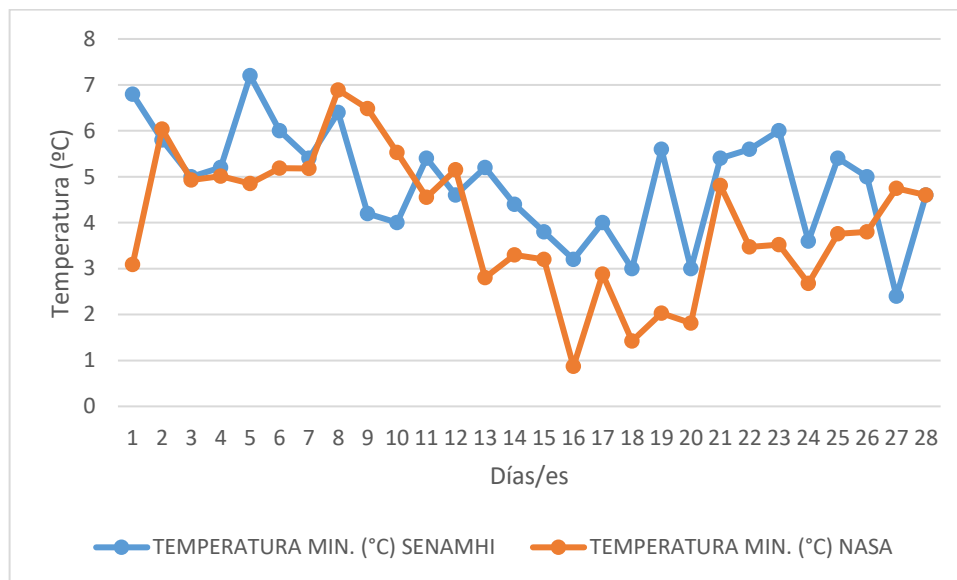
#### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 15, se encontró una  $t(60) = 3.15$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .232$ ;  $p\text{-valor} = .003$ ; IC 95 % [.44460, 1.99218] una media para el primer grupo de 4.70 y para el segundo grupo una media de 3.48. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del  $t$  de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

Pues, a partir de ello, se afirma que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de enero no son similares. Frente a lo mencionado, existe

diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por ambos sistemas son diferentes.

**Figura 16.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021).



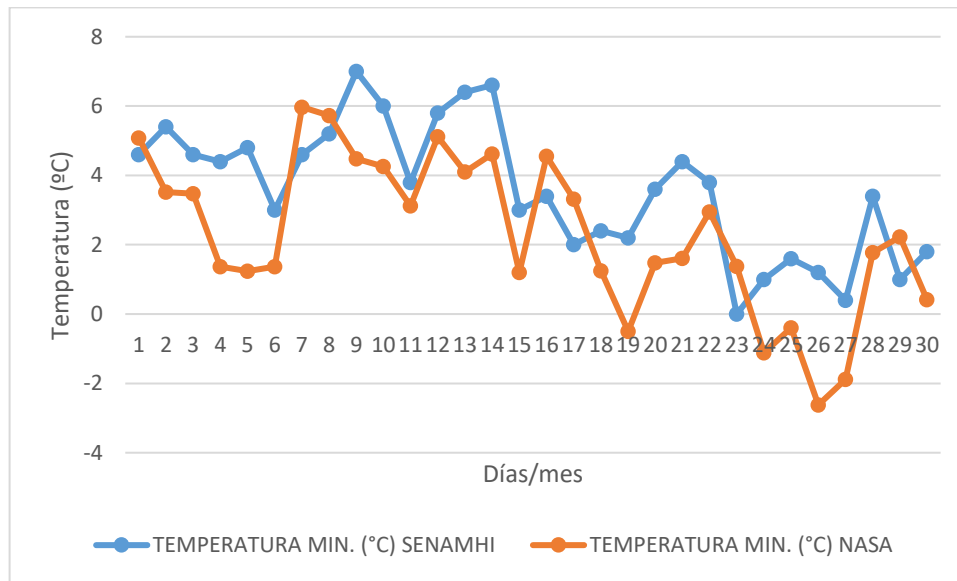
*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 3 y Figura 16, se encontró una  $t(54) = 2.32$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .142$ ;  $p\text{-valor} = .024$ ;  $\text{IC } 95\% [-1.11379, 1.57264]$  una media para el primer grupo de 4.86 y para el segundo grupo una media de 4.02. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del  $t$  de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

De ese modo, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de febrero son diferentes. Frente a lo mencionado, existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA no son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 17.** Comparación de la temperatura mínima de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la temperatura de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 3 y Figura 17, se encontró una  $t(58) = 2.36$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .329$ ;  $p\text{-valor} = .022$ ; IC 95 %  $[-.19384, 2.36016]$  una media para el primer grupo de 3.58 y para el segundo grupo una media de 2.30. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del  $t$  de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de abril son diferentes. A partir de ello, se afirma que existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la temperatura realizadas por el sistema de la NASA no son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.



A corroboración de estos resultados, Morales et al. (2013) señala que las mediciones emitidas por las estaciones meteorológicas son diferentes porque se encuentran espacialmente dispersas; mientras que la mediciones satelitales son más precisas, porque nos proporcionan mediciones de acuerdo a determinadas coordenadas geográficas. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que los datos reportados por ambas entidades podrían sufrir variaciones a consecuencia de los vientos, las nubes o por las condiciones topográficas.



## 4.2. COMPARACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIAL REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA

La precipitación pluvial es una variable hidrometeorológica que tiene como unidad de medida al milímetro/día (mm/día). En el Altiplano-peruano se presenta a partir del mes de setiembre y aumenta de intensidad desde el mes de enero hasta marzo. Ello es muy importante para el inicio de las actividades agrícolas, así como también permite la germinación, el crecimiento y la madurez de las plantas. La agricultura altiplánica es altamente dependiente de esta variable, por lo que es necesario tener más de una base de datos validados y de libre acceso para la toma de decisiones. En ese sentido, con este estudio se trata de validar estadísticamente los datos reportados por la NASA en función a las mediciones del SENAMHI, tal como se muestra a continuación.

**Tabla 4.** Comparación de dos grupos independientes sobre la precipitación pluvial diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).

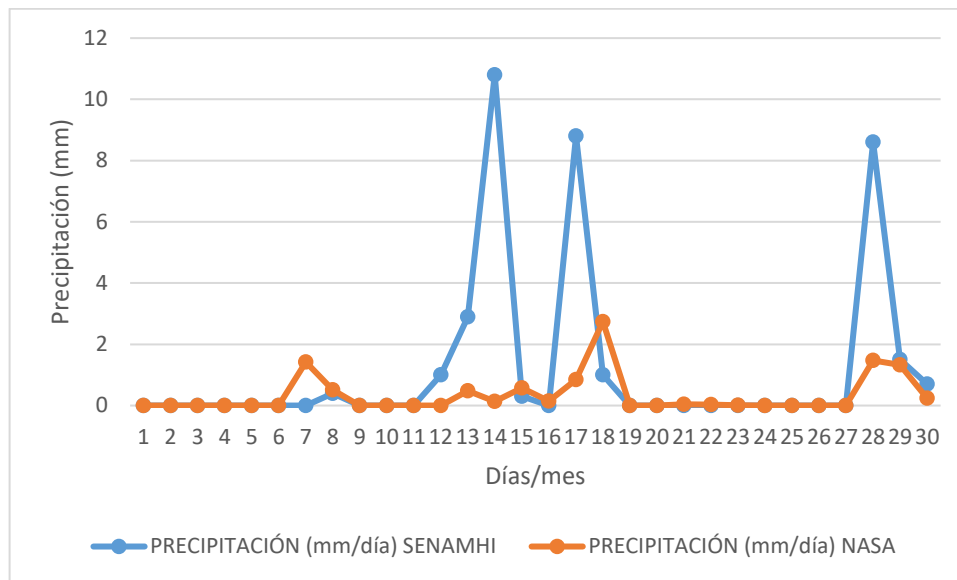
Variables	Grupos independientes				gl	t	Sig. (S <sup>2</sup> )	p- valor	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	SENAMHI n=30		NASA n=30						Inferior	Superior
<b>Precipitación (mm/día)</b>										
Setiembre	1.20	2.87	0.33	0.64	31.9	1.62	.002	.115	-.22414	1.96014
Octubre	2.12	4.17	1.00	2.76	60	1.24	.044	.219	-.68144	2.91176
Noviembre	0.54	1.96	0.63	1.74	58	-.19	.848	.848	-1.04968	.86568
Diciembre	8.08	10.22	3.16	4.89	43.4	2.41	.000	.020	.81889	9.01627
Enero	6.05	8.29	3.79	3.98	43.2	1.37	.001	.178	-1.06992	5.59250
Febrero	15.39	1.15	15.64	1.94	30.2	1.53	.003	.137	-.84432	5.87218
Marzo	7.70	11.97	2.35	3.09	33.9	2.41	.000	.022	.83928	9.86717
Abril	1.65	4.55	0.89	2.25	58	0.82	.116	.414	-1.09363	2.61830

*Nota:* M = media; DE = desviación estándar; gl = grados de libertad; t = prueba t; Sig.(S<sup>2</sup>) = prueba de Levene; p-valor = significancia bilateral. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1. Resultados para meses sin diferencia estadística

En el caso de los meses de setiembre, octubre, noviembre, enero, febrero y abril, se obtuvo un p-valor mayor a 0.05. Esto indica que no existe diferencia estadística altamente significativa; es decir, las comparaciones de las mediciones de ambas entidades son similares, tal y como se muestran en las figuras e interpretaciones de la prueba estadística correspondiente a los meses ya mencionados.

**Figura 18.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).



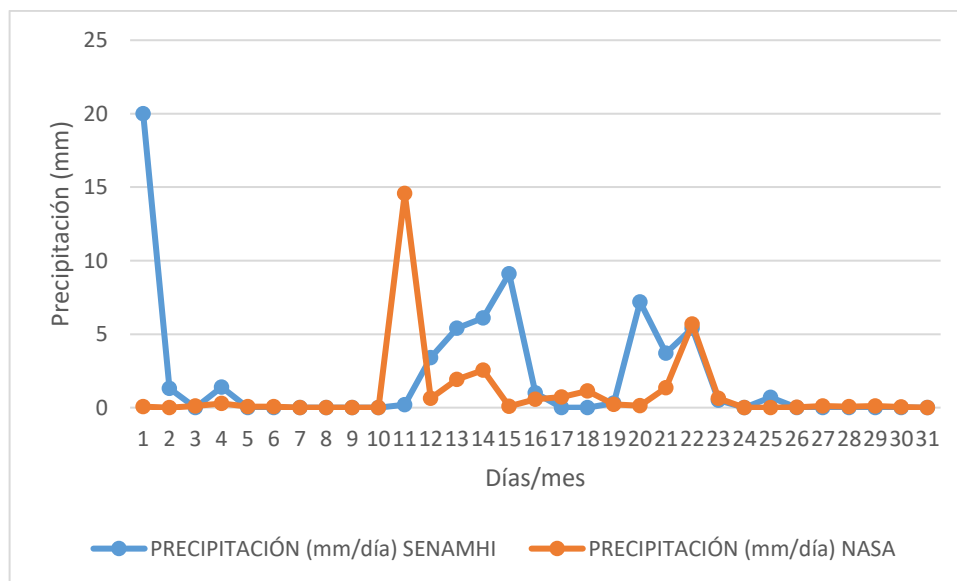
*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

#### **Interpretación:**

En la Tabla 4 y Figura 18, se encontró una  $t(31.9) = 1.62$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .002$ ; p-valor = .115; IC 95 % [-.22414, 1.96014] una media para el primer grupo de 1.20 y para el segundo grupo una media de 0.33. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, no se asumen varianzas iguales ( $P < 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del t de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de setiembre son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por el sistema de ambas entidades son próximas.

**Figura 19.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021).



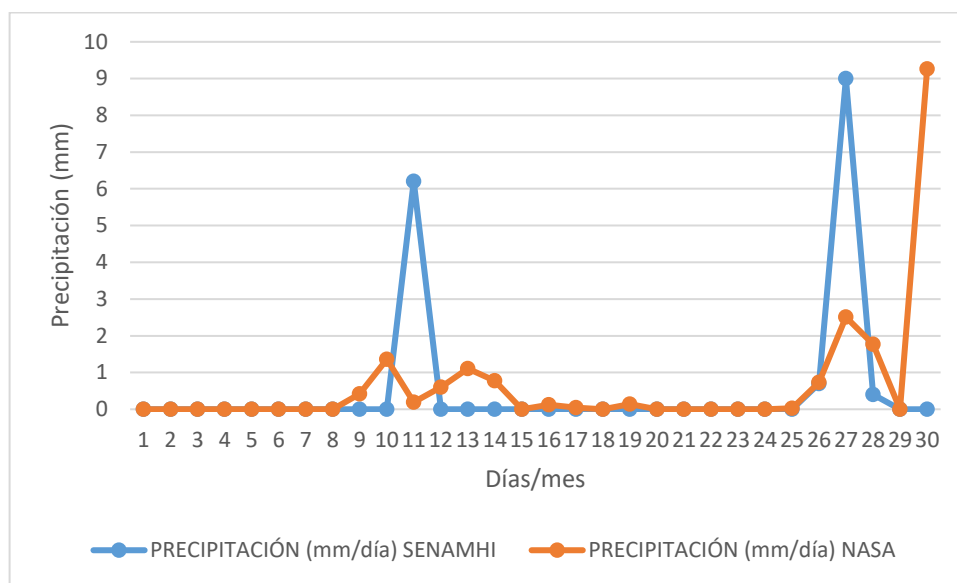
*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Respecto al mes de octubre, tal como puede verse en la Tabla 4 y Figura 19, al comparar el ajuste de la media para la precipitación pluvial en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI, se encontró una  $t(60) = 1.24$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .044$ ;  $p\text{-valor} = .219$ ; IC 95 %  $[-.68144, 2.91176]$  una media para el primer grupo de 2.12 y para el segundo grupo una media de 1.00. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, se asume que las varianzas son diferentes ( $P < 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de octubre son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 20.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

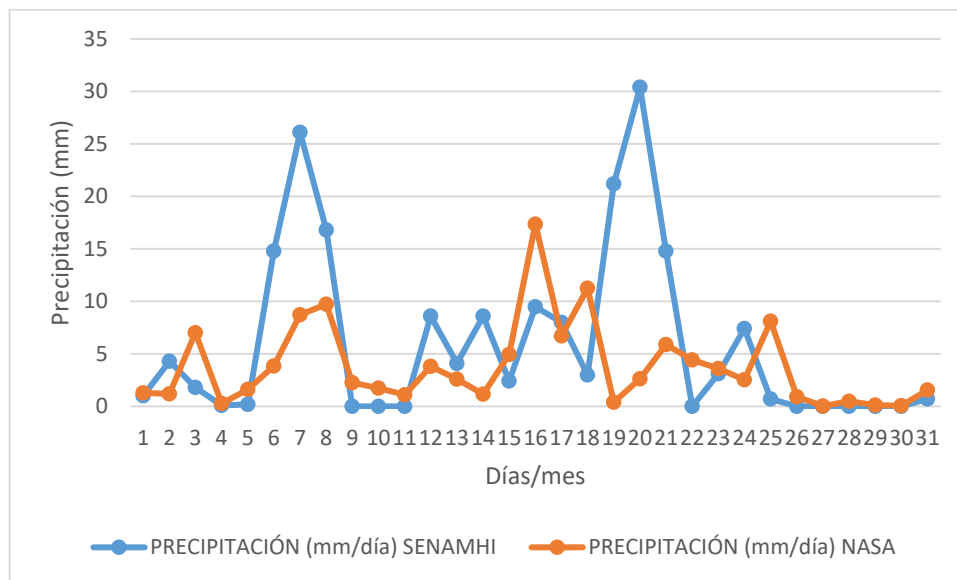
### Interpretación:

En la Tabla 4 y Figura 20, se encontró una  $t(58) = -.19$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .848$ ;  $p\text{-valor} = .848$ ; IC 95 % [-1.04968, .86568] una media para el primer grupo de 0.54 y para el segundo grupo una media de 0.63. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

De ese modo, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de noviembre son similares. A partir de ello, se confirma que no existe diferencia

estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por la NASA y el SENAMHI son próximas.

**Figura 21.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

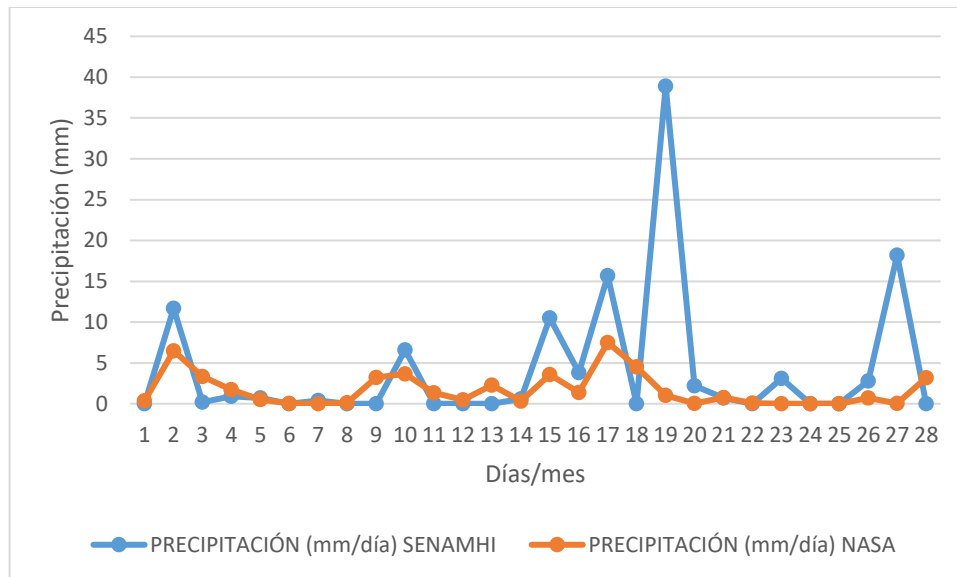
### Interpretación:

En la Tabla 4 y Figura 21, se encontró una  $t(43.2) = 1.37$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .001$ ;  $p\text{-valor} = .178$ ;  $\text{IC } 95\% [-1.06992, 5.59250]$  una media para el primer grupo de 6.05 y para el segundo grupo una media de 3.79. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, no se asumen varianzas iguales ( $P < 0.05$ ); mientras que, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Con referencia a los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de enero son similares. Frente a lo mencionado, se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la

precipitación pluvial realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 22.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021).



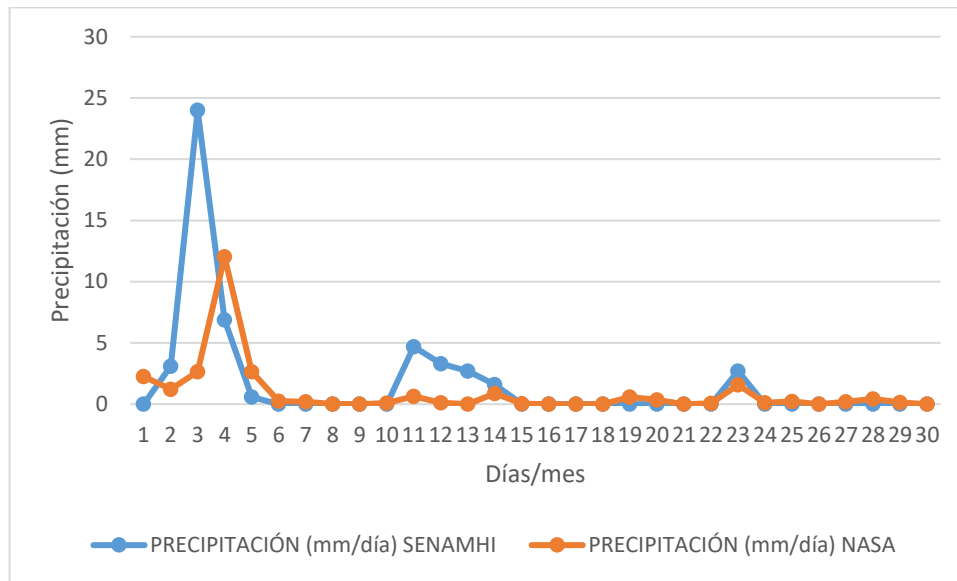
*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 4 y Figura 22, se encontró una  $t(30.2) = 1.53$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .003$ ;  $p\text{-valor} = .137$ ;  $\text{IC } 95\% [-.84432, 5.87218]$  una media para el primer grupo de 15.39 y para el segundo grupo una media de 15.64. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, no se asumen varianzas iguales ( $P < 0.05$ ); mientras que, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Pues, a partir de los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de febrero se confirma que son similares. Esto indica que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por ambos sistemas son próximas.

**Figura 23.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 4 y Figura 23, se encontró una  $t(58) = 0.82$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .116$ ;  $p\text{-valor} = .414$ ;  $\text{IC } 95\% [-1.09363, 2.61830]$  una media para el primer grupo de 1.65 y para el segundo grupo una media de 0.89. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por el sistema de la NASA son casi similares a las mediciones hechas por el SENAMHI.

Pues, con respecto a los resultados arribados en este acápite, Churata (2019) y Laqui (2017) llegaron a concluir que la precipitación pluvial registrada por un sistema de

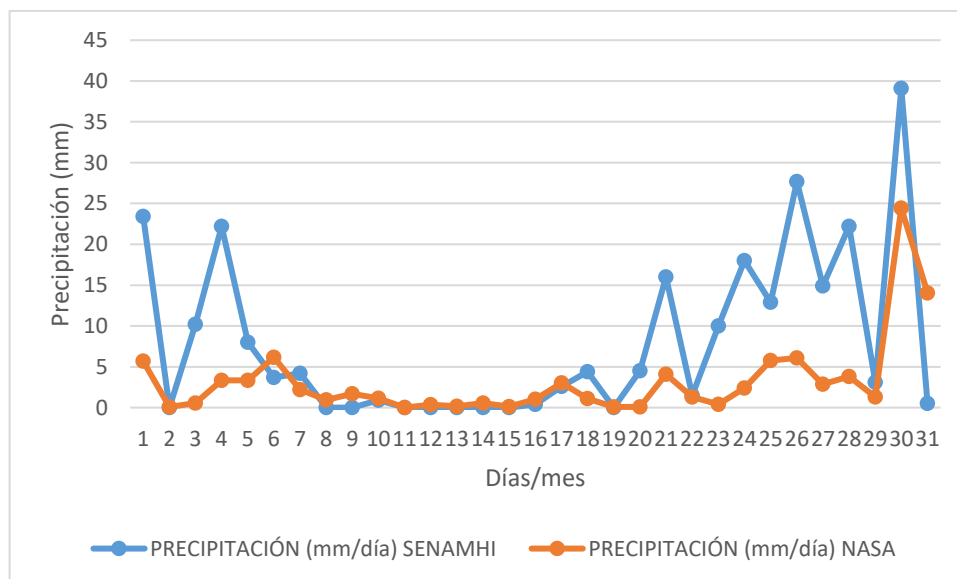
monitoreo a tiempo real es muy similar a las mediciones realizadas por los instrumentos meteorológicos del SENAMHI, siempre en cuando no haya variabilidad del viento en más de 50 kilómetros de radio.

Cuenca-Satama & Benavides-Muñoz (2020), por su parte, refiere que las mediciones proporcionadas por la NASA tienen mayor precisión espacial, ya que los datos que brindan se dan de acuerdo con las coordenadas geográficas UTM. Sin embargo, estos datos también pueden ser obtenidos a través de una interpolación de varianzas por dos o tres estaciones meteorológicas.

#### 4.2.2. Resultado para meses con diferencia estadística

Los resultados que se muestran aquí corresponden a los meses de diciembre y marzo, cuyas diferencias estadísticas son altamente significativas. Es decir, el comportamiento de los datos difiere relativamente entre las mediciones proporcionadas por ambas entidades, así como se detalla en la descripción de las siguientes figuras.

**Figura 24.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

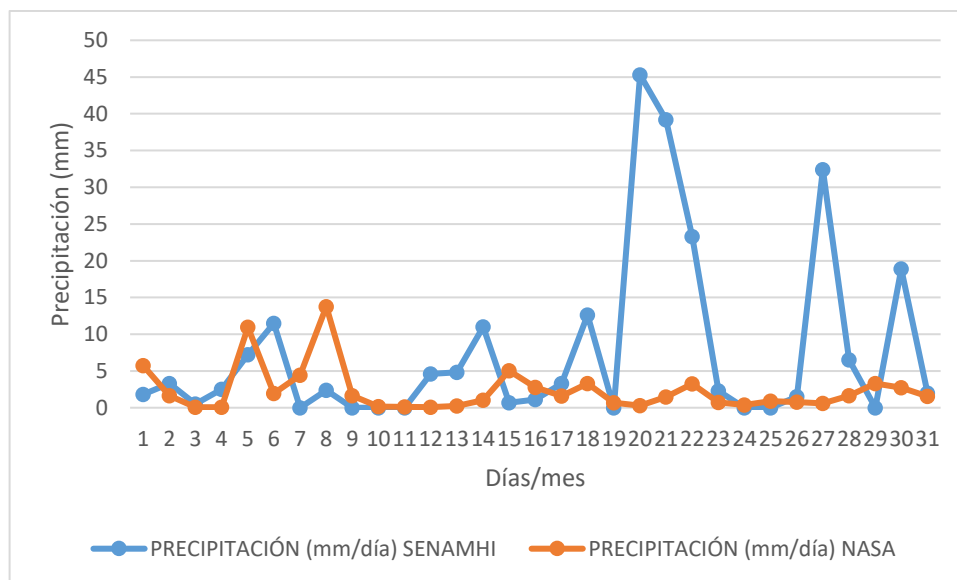


### Interpretación:

En la Tabla 4 y Figura 24, se encontró una  $t(43.4) = 2.41$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .000$ ;  $p\text{-valor} = .020$ ; IC 95 % [.81889, 9.01627] una media para el primer grupo de 8.08 y para el segundo grupo una media de 3.16. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, no se asumen varianzas iguales ( $P < 0.05$ ); mientras que, según la prueba del  $t$  de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

Con ello se demuestra que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de diciembre son diferentes. Esto significa que existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por ambos sistemas son casi similares.

**Figura 25.** Comparación de la precipitación pluvial de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la precipitación de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 4 y Figura 25, se encontró una  $t(33.9) = 2.41$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .000$ ;  $p\text{-valor} = .022$ ; IC 95 % [-.83928, 9.86717] una media para el primer grupo de 7.70 y para el



segundo grupo una media de 2.35. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, no se asumen varianzas iguales ( $P < 0.05$ ) y, según la prueba del t de Student, hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P < 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son diferentes. Frente a lo mencionado, se confirma que existe diferencia estadística altamente significativa ( $P < 0.05$ ), por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la precipitación pluvial realizadas por el sistema de la NASA no son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

Frente a los resultados descritos, Romero (2017) llega a concluir que la precipitación pluvial difiere de zona en zona de acuerdo a los factores topográficos y climatológicos.

Sin embargo, Velasquez (2020) señala todo lo contrario, indicando que la precipitación pluvial registrada por un satélite a tiempo real es muy similar a las mediciones realizadas por los instrumentos meteorológicos del SENAMHI. Sin embargo, con los resultados obtenidos en este estudio, se puede afirmar que para algunos meses las mediciones varían debido a la procedencia geoespacial con el que se recolectan los datos.

### 4.3. COMPARACIÓN DE LA HUMEDAD RELATIVA REPORTADOS POR EL SENAMHI Y LA NASA

Esta variable es importante al igual que las anteriores, porque forma parte del comportamiento climático de un determinado nicho ecológico. La unidad de medida empleada en su evaluación es el porcentaje (%) de la presión de vapor de saturación que representa la presión de vapor real del agua, es decir la relación de la cantidad de agua contenida en un espacio saturado (Romero et al., 2017). En tal sentido, con este estudio se pretende validar los datos reportados por la NASA con las mediciones del SENAMHI.

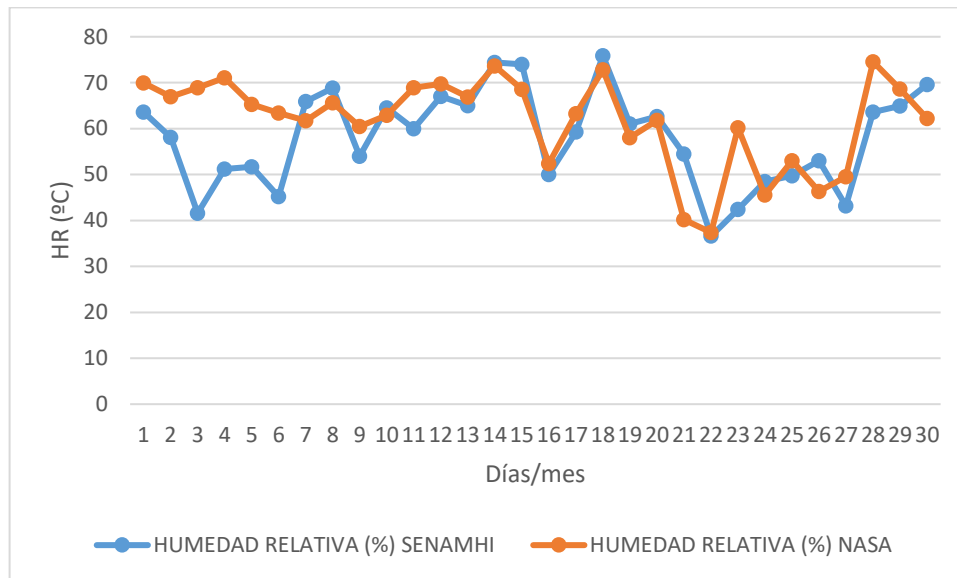
**Tabla 5.** Comparación de dos grupos independientes sobre la humedad relativa diaria de la microcuenca Tanana (Campaña agrícola 2020-2021).

Variables	Grupos independientes				gl	t	Sig.(S <sup>2</sup> )	p-valor	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	SENAMHI n=30		NASA n=30						Inferior	Superior
	M	DE	M	DE						
<b>Humedad Relativa (%)</b>										
Setiembre	57.99	10.49	61.65	9.86	58	-1.39	.407	.169	-8.92263	1.59997
Octubre	60.22	10.21	60.99	11.44	60	-.28	.520	.779	-6.28513	4.73222
Noviembre	46.19	10.33	50.15	13.54	58	-1.27	.037	.208	-10.18279	2.26812
Diciembre	66.46	12.15	65.06	10.30	60	0.48	.150	.626	-4.32305	7.12241
Enero	68.71	10.33	70.46	10.13	60	-.67	.629	.503	-6.94514	3.44643
Febrero	65.64	14.21	69.55	5.86	54	-1.35	.190	.184	-9.7326	1.9140
Marzo	71.91	7.08	73.62	5.26	60	-1.08	.071	.286	-4.87415	1.46189
Abril	59.25	19.26	60.74	14.95	58	-.34	.972	.739	-10.40008	7.42008

Nota: M = media; DE = desviación estándar; gl = grados de libertad; t = prueba t; Sig.(S<sup>2</sup>) = prueba de Levene; p-valor = significancia bilateral. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5, se reporta que no existe diferencia estadística altamente significativa para ningún mes, ya que el p-valor es mayor a 0.05. De esa forma, a continuación, se detallan los gráficos y los resultados obtenidos con esta investigación.

**Figura 26.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de setiembre (Campaña agrícola 2020-2021).



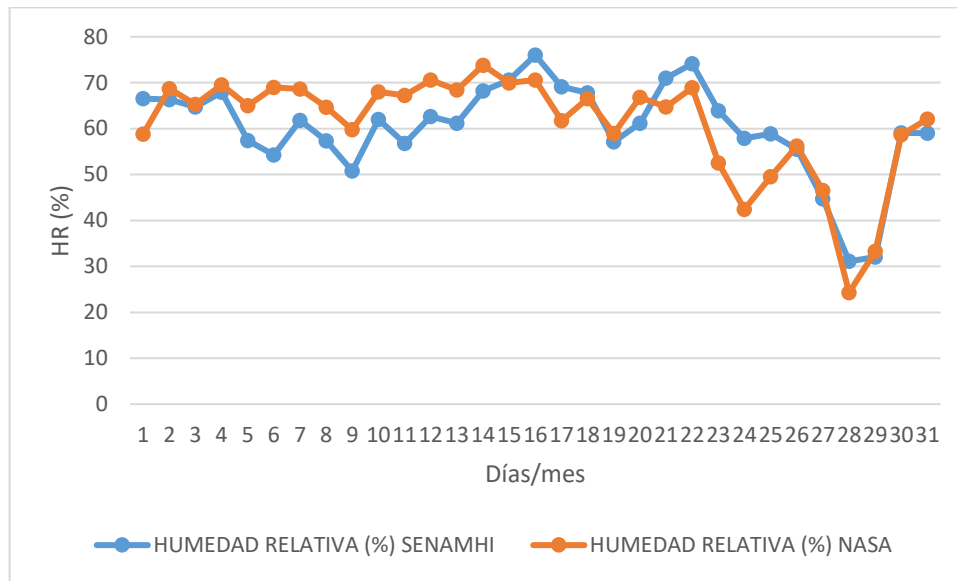
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### **Interpretación:**

En la Tabla 5 y Figura 26, se encontró una  $t(58) = -1.39$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .407$ ;  $p\text{-valor} = .169$ ;  $\text{IC } 95\% [-8.92263, 1.59997]$  una media para el primer grupo de 57.99 y para el segundo grupo una media de 61.65. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

En tal sentido, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de setiembre son similares. Esto demuestra que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 27.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de octubre (Campaña agrícola 2020-2021).



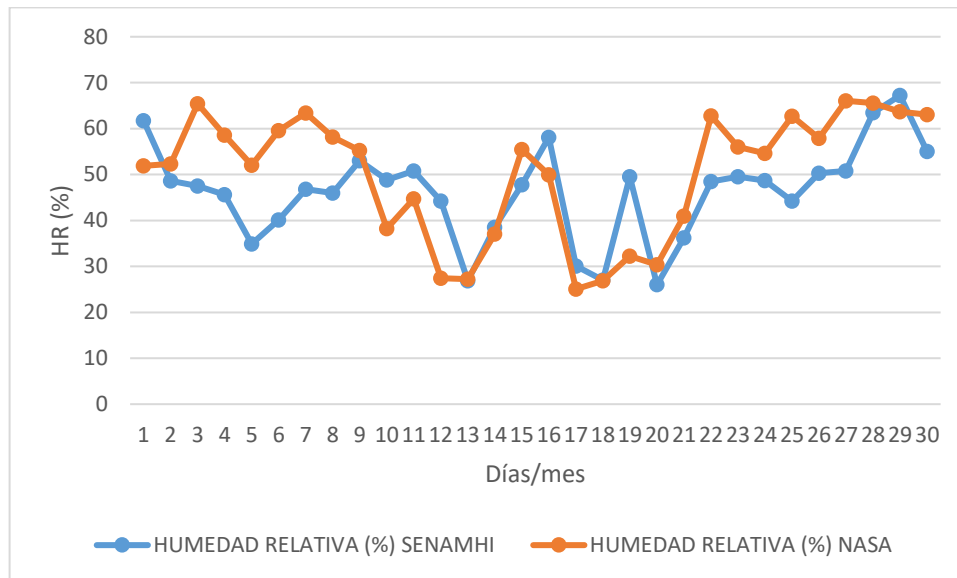
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 5 y Figura 27, se encontró una  $t(60) = -.28$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .520$ ;  $p\text{-valor} = .779$ ; IC 95 %  $[-6.28513, 4.73222]$  una media para el primer grupo de 60.22 y para el segundo grupo una media de 60.99. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de octubre son similares. Frente a lo mencionado, se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por ambas entidades son casi similares.

**Figura 28.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de noviembre (Campaña agrícola 2020-2021).



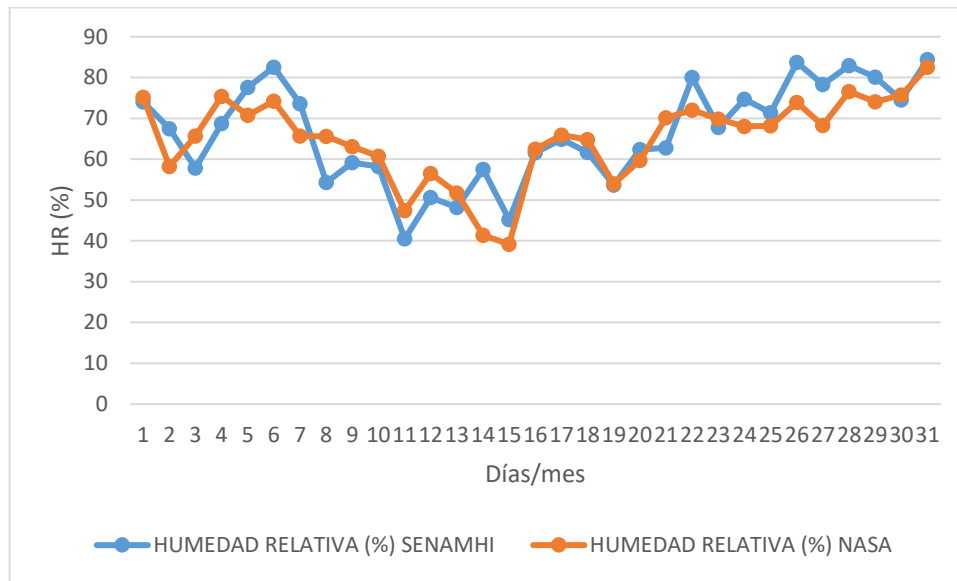
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Respecto al mes de noviembre, tal como puede verse en la Tabla 5 y Figura 28, al comparar el ajuste de la media para la humedad relativa en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI, se encontró una  $t(58) = -1.27$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .037$ ;  $p\text{-valor} = .208$ ; IC 95 % [-10.18279, 2.26812] una media para el primer grupo de 46.19 y para el segundo grupo una media de 50.15. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas no son iguales ( $P < 0.05$ ); sin embargo, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

De ese modo, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. A partir de esto se indica que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 29.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de diciembre (Campaña agrícola 2020-2021).



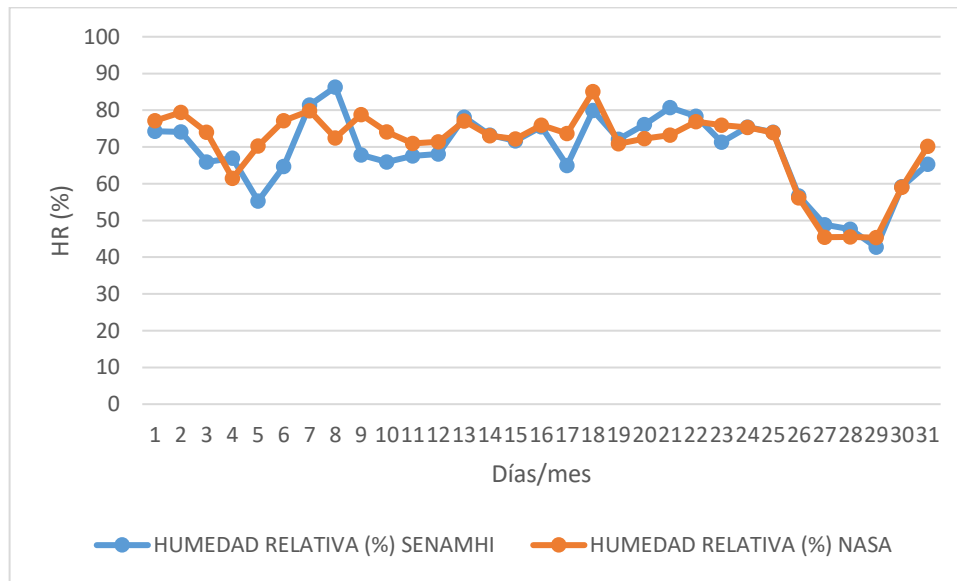
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 5 y Figura 29, se encontró una  $t(60) = 0.48$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .150$ ;  $p\text{-valor} = .626$ ;  $\text{IC } 95\% [-4.32305, 7.12241]$  una media para el primer grupo de 66.46 y para el segundo grupo una media de 65.06, a través de la prueba paramétrica del  $t$  de Student. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Pues, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de diciembre son similares. Frente a lo mencionado, se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por ambos sistemas son próximas.

**Figura 30.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de enero (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

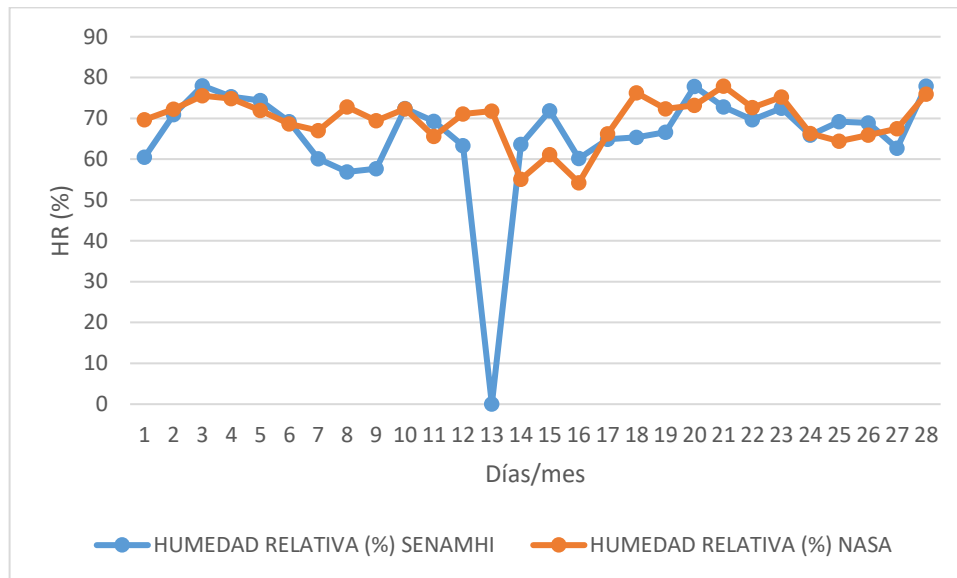
### Interpretación:

Para enero, tal como puede verse en la Tabla 5 y Figura 30, se encontró una  $t(60) = -.67$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .629$ ;  $p\text{-valor} = .503$ ; IC 95 % [-6.94514, 3.44643] una media para el primer grupo de 68.71 y para el segundo grupo una media de 70.46. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Frente a lo ya descrito, se confirma que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.



**Figura 31.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de febrero (Campaña agrícola 2020-2021).



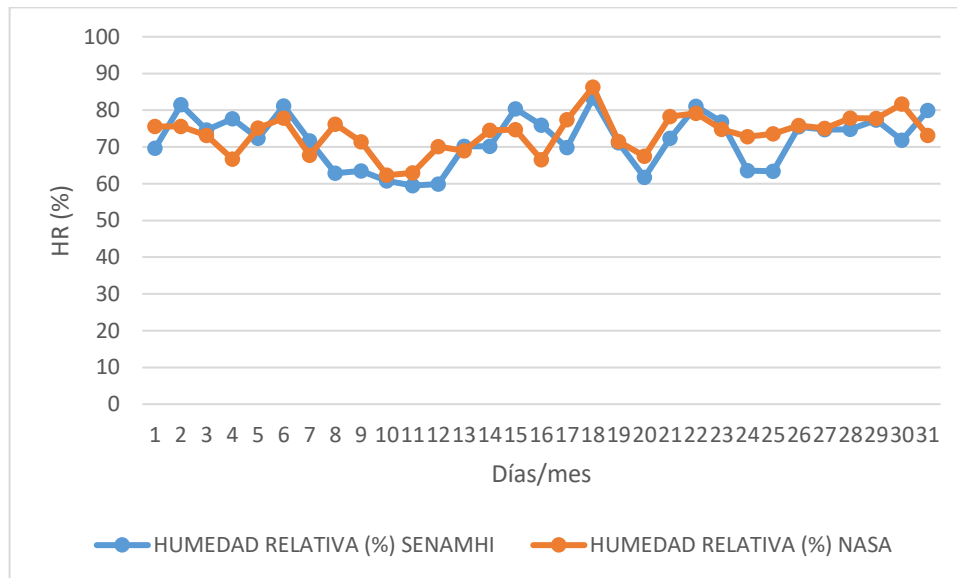
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 5 y Figura 31, se encontró una  $t(54) = -1.35$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .190$ ;  $p\text{-valor} = .184$ ;  $\text{IC } 95\% [-9.7326, 1.9140]$  una media para el primer grupo de 65.64 y para el segundo grupo una media de 69.55. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Todo ello quiere decir que los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de febrero son similares. Pues, a partir de ello se confirma que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde indica que las mediciones de la humedad relativa realizadas por ambas entidades son casi similares.

**Figura 32.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de marzo (Campaña agrícola 2020-2021).



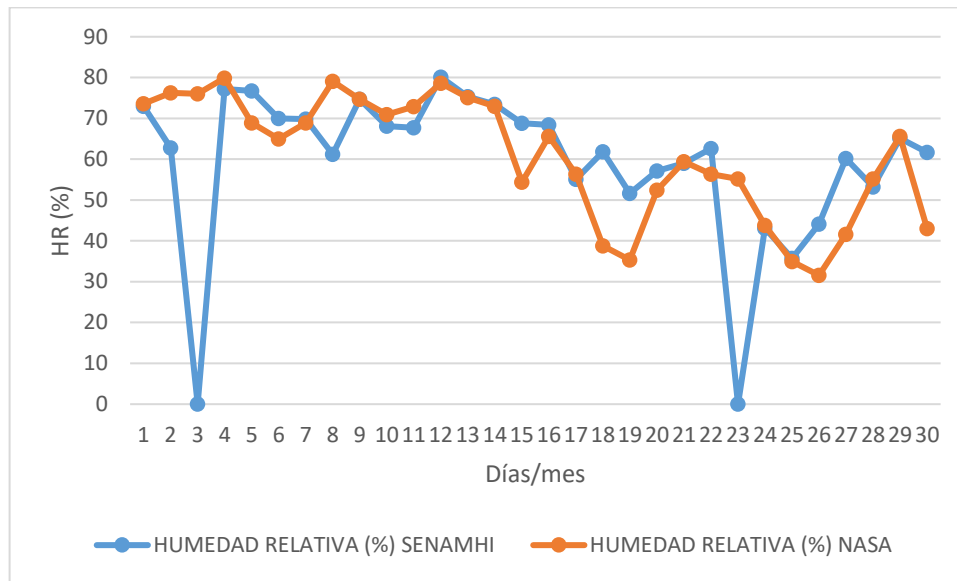
*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

Tal como puede verse en la Tabla 5 y Figura 32, se encontró una  $t(60) = -1.08$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .071$ ;  $p\text{-valor} = .286$ ; IC 95 %  $[-4.87415, 1.46189]$  una media para el primer grupo de 71.91 y para el segundo grupo una media de 73.62. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

De ese modo, los datos registrados por el SENAMHI y la NASA son similares. Frente a lo mencionado, no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, donde refiere que las mediciones de la humedad relativa realizadas por el sistema de la NASA son próximas a las mediciones hechas por el SENAMHI.

**Figura 33.** Comparación de la Humedad Relativa de dos grupos independientes correspondientes al mes de abril (Campaña agrícola 2020-2021).



*Nota:* La comparación de la HR. de dos grupos independientes es realizada en función de los reportes meteorológicos del SENAMHI y la NASA.

### Interpretación:

En la Tabla 5 y Figura 33, se encontró una  $t(58) = -.34$ ;  $\text{Sig.}(S^2) = .972$ ;  $p\text{-valor} = .739$ ; IC 95 % [-10.40008, 7.42008] una media para el primer grupo de 59.25 y para el segundo grupo una media de 60.74. Lo que da a entender que, según la prueba de Levene, las varianzas son iguales ( $P > 0.05$ ) y, según la prueba del  $t$  de Student, no hay diferencias entre ambos grupos comparados ( $P > 0.05$ ).

Con respecto a los datos registrados por el SENAMHI y la NASA, correspondientes al mes de abril se muestra que son similares. En ese sentido, se reporta que no existe diferencia estadística altamente significativa ( $P > 0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna, en el que se indica que las mediciones de la humedad relativa realizadas por el sistema de la NASA son casi similares a las mediciones hechas por el SENAMHI.



Pues, para estos datos, Velasquez (2020), Moya et al. (2015) y Churata (2019) tienen toda la razón al concluir que la humedad relativa registrada por un sistema de monitoreo a tiempo real es muy similar a las mediciones realizadas por los instrumentos meteorológicos del SENAMHI. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, confirmamos que los datos reportados por la NASA son tan válidos como los del SENAMHI (Cuenca-Satama & Benavides-Muñoz. 2020). En ese entender, los datos obtenidos con este estudio, no son tan diferentes a las mediciones reportadas por estos investigadores.



## V. CONCLUSIONES

- Al comparar el ajuste de la media para las temperaturas diarias en función a la base de datos climáticos de la NASA con las mediciones del SENAMHI para el caso de la microcuenca Tanana del distrito de Pomata, se determinó que las mediciones medidos por ambas entidades son similares para algunos meses. En cuanto a las temperaturas máximas, estas son similares para los meses de setiembre, octubre, enero, febrero y marzo y son significativamente diferentes para los meses de noviembre, diciembre y abril. En tanto, para la temperatura mínima son significativamente diferentes para los meses de enero, febrero y abril.
- Al comparar el ajuste de la media para la precipitación pluvial en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI para el caso de la microcuenca Tanana del distrito de Pomata, se llegó a determinar que estos son similares para los meses de setiembre, octubre, noviembre, enero, febrero y abril, aunque son significativamente diferentes para los meses de diciembre y marzo.
- Al comparar el ajuste de la media para la humedad relativa mensual en función a la base de datos climáticos de la NASA con los reportes diarios del SENAMHI para el caso de la microcuenca Tanana del distrito de Pomata, se ha establecido que son similares para todos los meses considerados, por lo que es confiable utilizar los datos de ambas instituciones indistintamente.



## VI. RECOMENDACIONES

- Debido a la comparación de temperaturas máximas y mínimas, las mediciones indican que son equivalentes para cinco meses de la campaña agrícola; en tanto, tres meses muestran diferencias significativas, por lo que se recomienda realizar investigaciones incluyendo otras variables meteorológicas como insolación, velocidad del viento, entre otros.
- De la misma forma, en cuanto a la comparación de la precipitación pluvial, se recomienda validar y realizar investigaciones para hallar los factores de ajuste.
- Se recomienda utilizar indistintamente los datos reportados por ambas instituciones con respecto a la humedad relativa, por cuanto no muestran diferencias significativas para los meses considerados en el estudio.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caira, C. M., Lopez, C., & Carhuarupay, Y. F. (2021). Efecto de la temperatura y precipitación sobre la agricultura en la cuenca Coata-Puno, Perú. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*, 5(14), 285-296. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.118>.
- Carlón, T., & Mendoza, M. (2007). Análisis hidrometeorológico de las estaciones de la cuenca del lago de Cuitzeo. *Investigaciones Geográficas*, 63, 56-76.
- Carrasco, S. (2009). *Metodología de la investigación científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: San Marcos.
- Churata, J. C. (2019). *Diseño de un sistema de monitoreo en tiempo real del índice de radiación violeta, temperatura y humedad relativa para la Región Puno (Tesis de Licenciatura)*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Croiset, M. (1976). *Humedad y temperatura en los edificios*. Barcelona: Editores técnicos asociados, S.A.
- Cuenca-Satama, J., & Benavides-Muñoz, H. (2020). Disponibilidad hídrica de la cuenca del río Catamayo. Uso comparativo de información satelital y estaciones hidrometeorológicas. En H. Benavides-Muñoz, & F. Pucha-Cofrep, *Efectos del cambio climático en el hábitat de las especies y los O.D.S.* (págs. 67-72). Ecuador: Ediloja.
- Goerlich, F. J. (2012). Datos climáticos históricos para las regiones españolas. *CRU TS 2.1. Investigaciones de Historia Económica*, 8, 29-40. <https://doi.org/10.1016/j.ihe.2011.07.001>.



- Groch, D., Cogliati, M. G., & Finessi, F. G. (2020). Influencia de ENOS en la hidrometeorología de la cuenca alta del Río Neuquén. *Geograficando*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.24215/2346898Xe066>.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill education.
- Jiménez, J. F., Ramírez, C. J., Ochoa, A., Poveda, G., Zapata, C. M., & Marín, M. I. (2008). Red piloto de información hidrometeorológica para el Valle de Aburrá. *Avances en Recursos Hidráulicos*, 18, 57-66.
- Laqui, V. Y. (2017). *Efecto de la variación de los elementos climáticos en la producción de quinua, en la cuenca del río Ilave-Puno (Tesis de Licenciatura)*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Ledesma, M. (2011). *Principios de meteorología y climatología*. Madrid: Paraninfo.
- Lujano, E., Felipe, O. G., Lujano, A., & Quispe, J. P. (2015). Validación de la precipitación estimada por satélite TRMM y su aplicación en la modelación hidrológica del río Ramis Puno Perú. *Rev. Investig. Altoandin.*, 17 (2), 221-228. <http://dx.doi.org/10.1827/ria.2015.116>.
- Luna, E., & Lavado, W. (2015). Evaluación de métodos hidrológicos para la completación de datos faltantes de precipitación en estaciones de la cuenca Jetepeque, Perú. *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, 28(3), 42-52.
- Mamani, C. J. (2021). *Comportamiento de las precipitaciones medias mensuales, utilizando sistema de información de las imágenes satelitales espaciales, con las estaciones meteorológicas de la cuenca del río Ilave-Puno (Tesis de Licenciatura)*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.





- Morales, J. C., Carrillo, F. M., Cornejo, V. M., Téllez, J., & Farfán, L. M. (2013). Campo de viento y temperatura en Bahía de Banderas (México): análisis espacial y temporal. *Investigaciones Geográficas*, 81, 7-17. <https://doi.org/10.14350/rig.36494>.
- Moya, A. S., Ortega, J. M., & Jurado, X. (2015). Evaluación del Modelo Climático Global MIROC5 y estimaciones de temperatura y precipitaciones para las zonas sur y norte del Perú. *Apunt. cienc. soc.*, 05(02), 188-195. <http://dx.doi.org/10.18259/acs.2015028>.
- Puza, M. A. (2021). *Desarrollo del servicio climático brindado por SENAMHI para Tambos del Programa Nacional Plataformas de Acción para la Inclusión Social-PAIS (Tesis de Licenciatura)*. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Quiñonez, J., Huanca, E., & Holguino, A. (2019). Caracterización del recurso eólico en la ciudad de Juliaca. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 21(1), 57-68. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.445>.
- Quispe, D. E., & Blanco, R. B. (2018). *Etnoecología de los pastores de puna: un estudio de caso en la comunidad de Sisipa, Pomata (Tesis de Licenciatura)*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Reyes, S. (2002). *Introducción a la meteorología*. México: Universidad Autónoma de Baja California.
- Romero, R., Nieto, C., Chávez, M., & Julián, E. (2017). Variabilidad climática estacional de la humedad relativa y su correlación con el gradiente de temperatura por efectos



del calentamiento global en Madre de Dios durante los años 2011-2015. *Mentor Forestal*, 01, 46-52.

Rosales, J. S., Bravo, L., Turraca, D., Bocco, M., & Sayago, S. (2020). Evaluación de datos obtenidos del producto MERRA-2 (NASA) con estaciones meteorológicas de las provincias de Catamarca y La Rioja (Argentina) para estimar temperaturas en zonas nogaleras. *XII Congreso de AgroInformática (CAI 2020) - JAIIO 49 (Modalidad virtual)* (págs. 129-138). Argentina: Universidad Nacional de la Plata.

Sayago, S., Ovando, G., & Bocco, M. (2017). Estimación de radiación solar diaria a partir de imágenes NASA-POWER con distintos índices de claridad. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 21, 49-58. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/averma/article/view/1272/1227>.

Schnabel, S. (1998). La precipitación como factor en los procesos hidrológicos y erosivos: Análisis de datos de Cáceres Capital. *Norba Geografía*, 10, 137-153.

Segerer, C. D., & Villodas, R. (2006). *Hidrología I*. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.

Tejada-Martínez, A., Méndez, I. R., Catalina, N., & Tejada-Zacarías, E. (2018). *La humedad en la atmósfera: Bases físicas, instrumentos y aplicaciones*. México: Universidad de Colima.

Velasquez, Y. K. (2020). *Diseño e implementación de un equipo de medición de temperatura, humedad y precipitación IOT en el nevado de Palcacocha, Huaraz*. Lima: Universidad Nacional Tecnológica Lima Sur, Lima, Perú.



## ANEXOS

**Anexo 1.** Data correspondiente al mes de setiembre de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	SETIEMBRE							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	14.2	14.51	6.2	2.55	0	0	63.6	69.94
2	14.4	15.25	2.6	3.36	0	0	58.1	66.94
3	15.2	14.94	0.4	4.44	0	0	41.6	68.88
4	15.2	15.08	2.6	3.9	0	0	51.2	71.06
5	17.6	16.4	2.2	4.65	0	0	51.7	65.25
6	17.2	15.73	3.6	4.44	0	0	45.2	63.38
7	14.6	17.4	4.4	4.03	0	1.42	65.9	61.69
8	14.6	14.58	2.8	3.44	0.4	0.51	68.8	65.62
9	15.2	17.08	3.8	3.08	0	0	54	60.44
10	15	15.5	2.6	3.33	0	0	64.5	62.94
11	15.4	14.69	1.6	3.01	0	0	60	68.88
12	15.6	13.36	3	3.93	1	0	67	69.75
13	15	14.3	2.6	2.6	2.9	0.48	65	66.88
14	14	12.55	4.4	2.76	10.8	0.13	74.4	73.62
15	12.8	14.2	3.2	3.27	0.3	0.57	74	68.56
16	13.8	15.73	2	1.98	0	0.14	50	52.38
17	13.4	14.67	3	1.64	8.8	0.85	59.3	63.25
18	11.8	10.23	3.4	0.93	1	2.74	75.9	72.81
19	14.2	16.06	2	-1.23	0	0	61	58
20	15	16.48	3.4	3.28	0	0	62.6	61.81
21	15.8	18.65	1.8	1.71	0	0.04	54.5	40.19
22	14.2	16.34	-0.8	-2.85	0	0.03	36.6	37.38
23	15.2	15.58	0	1.55	0	0.01	42.4	60.19
24	14.4	14.71	-1	-0.35	0	0	48.5	45.56
25	14.8	16.41	1.2	-0.72	0	0	49.7	53
26	15.2	17.33	1.2	1.01	0	0	53	46.31
27	14.6	15.88	4.6	1.01	0	0	43.2	49.56
28	14	12.33	5.6	2.78	8.6	1.47	63.6	74.56
29	13.2	14.69	4.2	1.42	1.5	1.33	64.9	68.62
30	13.6	14.67	5	0.86	0.7	0.24	69.6	62.19



**Anexo 2.** Data correspondiente al mes de octubre de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	OCTUBRE							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	14	15.27	4	0.87	20	0.07	66.5	58.81
2	14.2	15.34	2.8	4.76	1.3	0	66.3	68.69
3	14.4	15.69	6.4	3.87	0	0.1	64.7	65.31
4	14	14.37	6	2.95	1.4	0.28	67.9	69.5
5	15.4	16.24	5.2	3.85	0	0.06	57.4	65
6	15	14.5	2.6	4.09	0	0.06	54.3	68.94
7	14	14.98	5	4.12	0	0.01	61.8	68.62
8	15.8	16.56	3.2	4.55	0	0	57.3	64.62
9	17.2	17.91	3.2	4.7	0	0	50.8	59.75
10	16.4	14.67	4.6	5.14	0	0	62	68
11	16.6	14.61	2.8	4.64	0.2	14.57	56.8	67.25
12	15.2	13.99	3.8	3.57	3.4	0.63	62.6	70.56
13	13.8	14.45	3.4	1.78	5.4	1.92	61.2	68.44
14	14	12.44	5	1.66	6.1	2.54	68.2	73.81
15	14.2	13.83	4	3.3	9.1	0.09	70.6	69.94
16	12.4	13.08	2.8	3.32	1	0.56	76	70.56
17	14.8	15.94	5	3.62	0	0.73	69.1	61.69
18	13.2	15.74	4.2	2.83	0	1.13	67.8	66.56
19	15	16.1	2	3.33	0.3	0.22	57.1	58.94
20	14.8	14.23	4.2	4.99	7.2	0.14	61.2	66.81
21	13.6	15.65	4.2	3.51	3.7	1.36	71	64.69
22	13.4	15.76	5	2.62	5.4	5.69	74.1	68.88
23	15	17.98	3.8	2.32	0.5	0.64	63.9	52.5
24	16	18.87	4.6	2.36	0	0	57.9	42.44
25	16.6	15.73	4	3.69	0.7	0	58.9	49.5
26	18	19.54	3.6	5.73	0	0.02	55.5	56.25
27	18	20.07	6.2	1.61	0	0.11	44.7	46.5
28	17.6	18.95	-0.4	-1.74	0	0.06	31.1	24.31
29	17.2	18.65	-1	0.09	0	0.1	32	33.25
30	16.2	17.56	6	2.29	0	0.04	59.1	58.69
31	16.8	17.4	4.2	4.33	0	0	59	62.06



**Anexo 3.** Data correspondiente al mes de noviembre de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	NOVIEMBRE							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	17.2	20.58	5.2	4	0	0	61.7	51.88
2	16.2	19.24	4.2	3.82	0	0	48.6	52.31
3	16	16.81	1.6	4.84	0	0	47.5	65.44
4	15.8	16.83	3	3.09	0	0	45.6	58.56
5	17.6	18.26	2.4	1.45	0	0	34.9	52.06
6	17.6	17.51	4.6	3.76	0	0	40.1	59.56
7	16.6	16.17	3	3.92	0	0	46.8	63.38
8	16.4	16.56	3.6	3.81	0	0	46	58.19
9	16	18.91	3.4	3.17	0	0.42	53	55.25
10	16.4	17.63	3.8	3.37	0	1.36	48.8	38.25
11	17.4	17.62	4.6	2.26	6.2	0.19	50.8	44.69
12	16.6	19.53	5.6	-0.47	0	0.6	44.2	27.44
13	16.8	19.94	1	-1.27	0	1.11	26.9	27.25
14	17.4	19.1	2.2	0.12	0	0.78	38.5	37.06
15	18.4	19.44	3.6	5.62	0	0	47.8	55.44
16	18	19.36	4.8	5.35	0	0.12	58.1	49.94
17	18	21.18	2.8	1.19	0	0.04	30.1	25.06
18	17.6	20.24	-0.6	0.17	0	0	27	26.88
19	17.2	19	5.4	2.01	0	0.14	49.5	32.25
20	16.8	20.47	3	-0.49	0	0	26	30.38
21	18	20.26	2.4	3.11	0	0	36.2	40.94
22	17.8	17.29	4.4	6.73	0	0	48.5	62.75
23	17.4	18.87	3.4	3.76	0	0	49.5	56
24	19.2	20.61	5.4	5.02	0	0	48.7	54.62
25	18.6	18.76	5	6.03	0	0.03	44.2	62.69
26	18	20.24	6	3.02	0.7	0.73	50.3	57.88
27	17.4	14.26	5.4	3.8	9	2.51	50.8	66.06
28	16.2	16.69	5.4	5.37	0.4	1.77	63.5	65.56
29	16.4	19.01	6.6	6.23	0	0	67.2	63.69
30	17.6	19.19	6.4	6.01	0	9.26	55	63.06



**Anexo 4.** Data correspondiente al mes de diciembre de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	DICIEMBRE							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	14.2	11.89	6.2	5.55	23.4	5.68	74.1	75.19
2	15.4	18.92	4.4	4.51	0	0.07	67.5	58.19
3	16.8	16.25	5.8	5.48	10.2	0.54	57.8	65.69
4	15.4	14.67	7.2	6.59	22.2	3.32	68.7	75.38
5	13.4	15.57	5.6	5.65	8	3.34	77.6	70.81
6	14.4	14.49	6.6	5.4	3.7	6.14	82.5	74.25
7	15	17.15	6	5.07	4.2	2.21	73.6	65.69
8	16.4	16.13	5.6	4.15	0	0.94	54.3	65.62
9	17	18.8	6.4	6.65	0	1.68	59.2	63.06
10	15	15.19	4	3.64	0.9	1.15	58.2	60.75
11	17.2	20.6	4.4	2.85	0	0	40.5	47.44
12	18.2	18.83	6	5.19	0	0.34	50.6	56.5
13	18	19.62	5.2	4.39	0	0.17	48.2	51.75
14	16.8	20.09	4.4	4.65	0	0.55	57.5	41.38
15	17.2	20.82	5.2	2.15	0	0.14	45.2	39.19
16	16.2	14.79	6.2	6.67	0.4	1.02	61.6	62.44
17	16	17.08	5.2	5.69	2.6	3.02	64.9	65.94
18	15.8	17.31	3.8	5.76	4.4	1.12	61.7	64.81
19	17.4	18.35	2.4	5.9	0	0.1	53.7	54
20	16.2	18.4	4.6	6.59	4.5	0.09	62.4	59.75
21	16	16.3	5.8	5.66	16	4.08	62.8	70.12
22	14	13.51	6	4.92	1.5	1.3	80	72
23	15.4	16.09	6	4.92	10	0.39	67.8	69.81
24	14.6	17.37	6.2	5.48	18	2.4	74.7	68.06
25	14.8	17.59	6	5.94	12.9	5.76	71.4	68.19
26	12.4	14.81	5.8	5.67	27.7	6.1	83.7	73.94
27	14	15.99	5.4	4.6	14.9	2.87	78.3	68.25
28	12	13.63	5.6	4.98	22.2	3.82	82.9	76.56
29	13.8	15.57	5.6	4.57	3.1	1.3	80.1	74.06
30	15	16.83	6.6	4.85	39.1	24.44	74.5	75.69
31	12.8	12.3	4.8	5.31	0.5	14.03	84.4	82.5



**Anexo 5.** Data correspondiente al mes de enero de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	ENERO							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	14.8	14.04	5.8	3.71	1	1.27	74.3	77.19
2	14.2	12.7	6	5.22	4.3	1.2	74.1	79.38
3	15.2	14.44	5.8	5.17	1.8	7.03	65.9	74.06
4	16	18.42	3.8	3.03	0.1	0.28	67	61.5
5	15.8	15.49	4	2.62	0.2	1.62	55.3	70.31
6	15	13.2	6.4	2.22	14.8	3.85	64.7	77.12
7	13.8	12.52	3	3.08	26.1	8.74	81.4	79.88
8	12.6	13.52	4.4	1.9	16.8	9.74	86.3	72.44
9	14.6	12.88	2.4	1.95	0	2.27	67.8	78.81
10	15.6	14.58	5.6	5.12	0	1.74	65.9	74.12
11	15.2	14.52	5.2	4.92	0	1.1	67.6	70.94
12	16.2	15.06	5.8	5.97	8.6	3.81	68.1	71.38
13	13.2	12.24	6.8	5.47	4.1	2.59	78.1	77.06
14	14.6	16.56	5	4.77	8.6	1.15	73.2	73.06
15	15	15.76	4.4	5.12	2.4	4.95	71.7	72.19
16	14.2	13.6	6	4.55	9.5	17.37	75.5	75.94
17	14.6	15.72	5.2	4.32	8	6.72	65	73.69
18	13.6	9.01	4.6	3.7	3	11.27	79.9	85.06
19	14.6	17.01	4.8	4.17	21.2	0.41	72.1	70.88
20	13.8	15.9	5.2	4.35	30.4	2.64	76.1	72.25
21	12.6	14.5	4.6	3.84	14.8	5.89	80.7	73.25
22	13.2	13.32	5.2	3.55	0	4.41	78.4	76.88
23	13.8	14.12	4.2	3.97	3.1	3.61	71.3	75.94
24	13.6	15.31	5	4.19	7.4	2.54	75.4	75.31
25	13.6	16.16	6	3.15	0.7	8.11	74	73.94
26	14.8	18.88	4	1.62	0	0.92	56.7	56.19
27	16	18.84	1	-1.1	0	0.03	48.8	45.44
28	16.2	20.3	5.8	0.93	0	0.5	47.6	45.56
29	14.8	17.48	2.2	-0.76	0	0.12	42.7	45.31
30	16	18.23	3	2.98	0	0.05	59.2	59.06
31	17	16.33	4.6	4.3	0.7	1.57	65.3	70.19



**Anexo 6.** Data correspondiente al mes de febrero de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	FEBRERO							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	16.8	15.13	6.8	3.09	0	0.34	60.5	69.69
2	15	16.66	5.8	6.04	11.7	6.47	70.9	72.25
3	14.8	14.23	5	4.93	0.2	3.34	78	75.56
4	14	15.35	5.2	5.01	0.9	1.72	75.3	74.88
5	15.2	16.9	7.2	4.85	0.7	0.53	74.4	71.94
6	16	18.13	6	5.19	0	0.03	69.2	68.69
7	17.2	18.9	5.4	5.18	0.4	0	60.1	67
8	16	14.9	6.4	6.89	0	0.11	56.9	72.81
9	16.2	16.88	4.2	6.48	0	3.23	57.7	69.44
10	15.8	13.44	4	5.53	6.6	3.65	72.4	72.38
11	16.6	17.82	5.4	4.55	0	1.35	69.3	65.56
12	16.2	15.86	4.6	5.15	0	0.46	63.3	71.06
13	17	15.51	5.2	2.8	0	2.26	S/D	71.81
14	17.4	18.51	4.4	3.3	0.6	0.32	63.6	55.06
15	13.8	15.19	3.8	3.2	10.5	3.56	71.9	61.12
16	15	17.87	3.2	0.87	3.8	1.36	60.2	54.25
17	15.2	14.94	4	2.88	15.7	7.5	64.9	66.19
18	12.6	11.03	3	1.42	0	4.52	65.4	76.25
19	15	15.51	5.6	2.03	38.9	1.04	66.6	72.38
20	13.2	13.66	3	1.81	2.2	0.05	77.8	73.19
21	15.2	14.31	5.4	4.81	0.7	0.76	72.8	77.88
22	15.4	13.94	5.6	3.47	0	0.09	69.7	72.69
23	15.2	14.37	6	3.52	3.1	0	72.5	75.25
24	14.8	17.03	3.6	2.68	0	0	65.9	66.31
25	15.2	18.08	5.4	3.76	0	0	69.2	64.44
26	16.2	16.14	5	3.8	2.8	0.72	68.9	65.94
27	15.4	15.86	2.4	4.75	18.2	0.03	62.7	67.5
28	14.4	11.88	4.6	4.6	0	3.17	77.9	75.94





**Anexo 7.** Data correspondiente al mes de marzo de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	MARZO							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	14.6	14.16	4.4	4.95	1.8	5.72	69.7	75.56
2	13.6	14.54	6	4.62	3.3	1.64	81.5	75.56
3	14.4	15.03	4.2	4.23	0.5	0.09	74.6	73.12
4	14	17.08	4.6	4.44	2.5	0.09	77.7	66.69
5	14.8	15.01	5.6	3.76	7.2	10.94	72.4	75.19
6	13.6	13.77	5	2.83	11.5	1.94	81.2	77.88
7	14	16.9	4.8	4.62	0	4.43	71.7	67.75
8	14.4	13.73	3.4	3.55	2.4	13.77	62.9	76.19
9	15.8	14.05	2.2	3.59	0	1.65	63.5	71.38
10	14.2	16.89	1.4	3.52	0	0.14	60.8	62.31
11	14.6	17.19	2.6	4.94	0	0.1	59.5	62.94
12	13.8	14.05	2.6	4.4	4.6	0.08	59.9	70.12
13	13.2	14.85	3.6	3.39	4.8	0.24	70.2	68.94
14	14	14.6	3.8	3.57	11	1.02	70.2	74.5
15	13.4	15.41	3.6	3.58	0.7	5.05	80.4	74.75
16	14	17.12	4.2	4.8	1.1	2.75	75.9	66.56
17	15.4	11.77	5.8	4.91	3.3	1.61	69.8	77.44
18	10.6	9.96	5.4	3.8	12.6	3.31	83.3	86.31
19	13.6	14.98	2.4	3.35	0	0.7	71.1	71.5
20	15	16.31	3.6	1.68	45.3	0.29	61.7	67.5
21	14	13.59	3	4.89	39.2	1.45	72.4	78.25
22	12.2	12.24	2.4	4.4	23.3	3.23	81.1	79.19
23	12.8	14.8	3.2	3.45	2.3	0.71	76.8	74.81
24	14.2	15.58	3.6	3.69	0	0.36	63.6	72.81
25	15	15.28	3.4	4.62	0	0.89	63.4	73.56
26	14.4	14.55	4.6	5.98	1.5	0.75	75.5	75.81
27	14.4	14.38	4.2	4.94	32.4	0.59	74.7	75.06
28	13.4	13.51	2.6	4.1	6.5	1.66	74.8	77.88
29	12.4	14.55	4.4	1.7	0	3.28	77.3	77.75
30	14	12.4	5	4.77	18.9	2.71	71.8	81.69
31	13.4	14.12	4.6	5.09	2	1.56	79.9	73.19



**Anexo 8.** Data correspondiente al mes de abril de la campaña agrícola 2020-2021.

DIAS	ABRIL							
	TEMPERATURA MAX. (°C)		TEMPERATURA MIN. (°C)		PRECIPITACIÓN (mm/día)		HUMEDAD RELATIVA (%)	
	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA	SENAMHI	NASA
1	13.8	12.25	4.6	5.08	0	2.25	73	73.56
2	14.2	12.9	5.4	3.52	3.1	1.21	62.8	76.25
3	13.2	13.11	4.6	3.47	24	2.64	S/D	76
4	13	13.07	4.4	1.37	6.9	12.04	77.2	79.88
5	13	14.95	4.8	1.24	0.6	2.64	76.7	68.88
6	14.2	16.49	3	1.37	0	0.25	70	65
7	14.6	15.77	4.6	5.97	0	0.2	69.8	68.88
8	15.2	11.81	5.2	5.73	0	0.01	61.2	79.06
9	14.6	15.59	7	4.48	0	0	74.7	74.69
10	14.2	15.7	6	4.26	0	0.1	68.1	70.94
11	14.8	14.33	3.8	3.12	4.7	0.64	67.7	72.88
12	12	13.09	5.8	5.12	3.3	0.13	80.1	78.62
13	13.6	13.76	6.4	4.1	2.7	0	75.3	75.06
14	14	14.32	6.6	4.62	1.6	0.87	73.4	72.94
15	14.8	18.25	3	1.2	0	0.04	68.8	54.38
16	15.6	17.42	3.4	4.55	0	0	68.4	65.62
17	14.8	17.68	2	3.32	0	0	55.1	56.38
18	15	18.55	2.4	1.25	0	0	61.8	38.81
19	15.6	18.15	2.2	-0.5	0	0.59	51.6	35.31
20	15.2	16.56	3.6	1.48	0	0.34	57.1	52.44
21	15.6	16.83	4.4	1.61	0	0	59	59.38
22	14.6	16.12	3.8	2.95	0	0.07	62.6	56.31
23	15.2	16.33	S/D	1.38	2.7	1.59	S/D	55.19
24	16	17.09	1	-1.12	0	0.13	43.1	43.81
25	15.4	16.66	1.6	-0.4	0	0.21	35.7	34.94
26	13.8	16.71	1.2	-2.62	0	0	44.1	31.56
27	14	15.76	0.4	-1.88	0	0.2	60.2	41.62
28	14.2	15.84	3.4	1.77	0	0.44	53.2	55.19
29	13.2	14.31	1	2.23	0	0.14	65.1	65.62
30	13.8	16.37	1.8	0.42	0	0	61.7	43

**Anexo 9.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de setiembre (campana agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo					
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Set_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	30	14,6400	1,15239	,21040
	NASA	30	15,1777	1,66155	,30336
Set_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	30	2,7200	1,73531	,31682
	NASA	30	2,1937	1,80299	,32918
Set_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	30	1,2000	2,86621	,52330
	NASA	30	,3320	,63739	,11637
Set_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	30	57,9933	10,49285	1,91572
	NASA	30	61,6547	9,85665	1,79957

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Set_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	2,339	,132	-1,456	58	,151	-,53767	,36918	-1,27666	,20132
	No se asumen varianzas iguales			-1,456	51,657	,151	-,53767	,36918	-1,27859	,20326
Set_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	,177	,675	1,152	58	,254	,52633	,45688	-,38820	1,44087
	No se asumen varianzas iguales			1,152	57,915	,254	,52633	,45688	-,38823	1,44090
Set_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	10,216	,002	1,619	58	,111	,86800	,53608	-,20508	1,94108
	No se asumen varianzas iguales			1,619	31,861	,115	,86800	,53608	-,22414	1,96014
Set_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	,696	,407	-1,393	58	,169	-3,66133	2,62839	-8,92263	1,59997
	No se asumen varianzas iguales			-1,393	57,775	,169	-3,66133	2,62839	-8,92307	1,60040

**Anexo 10.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de octubre (campana agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo						
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Oct_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	31	15,2516	1,50286	,26992	
	NASA	31	16,0032	1,93152	,34691	
Oct_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	31	3,8839	1,64339	,29516	
	NASA	31	3,1855	1,58833	,28527	
Oct_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	31	2,1194	4,17017	,74898	
	NASA	31	1,0042	2,75997	,49570	
Oct_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	31	60,2194	10,20932	1,83365	
	NASA	31	60,9958	11,44016	2,05471	

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Oct_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	1,224	,273	-1,710	60	,092	-,75161	,43955	-1,63084	,12762
	No se asumen varianzas iguales			-1,710	56,581	,093	-,75161	,43955	-1,63194	,12871
Oct_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	,026	,871	1,701	60	,094	,69839	,41049	-,12271	1,51949
	No se asumen varianzas iguales			1,701	59,930	,094	,69839	,41049	-,12273	1,51951
Oct_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	4,225	,044	1,242	60	,219	1,11516	,89816	-,68144	2,91176
	No se asumen varianzas iguales			1,242	52,051	,220	1,11516	,89816	-,68710	2,91742
Oct_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	,419	,520	-,282	60	,779	-,77645	2,75393	-6,28513	4,73222
	No se asumen varianzas iguales			-,282	59,239	,779	-,77645	2,75393	-6,28658	4,73368

**Anexo 11.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de noviembre (campana agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo					
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Nov_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	30	17,2200	,84910	,15502
	NASA	30	18,6520	1,61298	,29449
Nov_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	30	3,9200	1,66638	,30424
	NASA	30	3,2933	2,17030	,39624
Nov_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	30	,5433	1,95848	,35757
	NASA	30	,6353	1,74102	,31786
Nov_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	30	46,1933	10,33304	1,88655
	NASA	30	50,1507	13,54260	2,47253

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Nov_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	10,311	,002	-4,303	58	,000	-1,43200	,33280	-2,09817	-,76583
	No se asumen varianzas iguales			-4,303	43,926	,000	-1,43200	,33280	-2,10275	-,76125
Nov_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	1,398	,242	1,254	58	,215	,62667	,49957	-,37332	1,62666
	No se asumen varianzas iguales			1,254	54,374	,215	,62667	,49957	-,37475	1,62808
Nov_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	,037	,848	-,192	58	,848	-,09200	,47843	-1,04968	,86568
	No se asumen varianzas iguales			-,192	57,215	,848	-,09200	,47843	-1,04996	,86596
Nov_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	4,567	,037	-1,272	58	,208	-3,95733	3,11006	-10,18279	2,26812
	No se asumen varianzas iguales			-1,272	54,219	,209	-3,95733	3,11006	-10,19205	2,27738



**Anexo 12.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de diciembre (campana agrícola 2020-2021).

**Estadísticas de grupo**

	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Dic_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	31	15,3806	1,59612	,28667
	NASA	31	16,6110	2,29595	,41236
Dic_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	31	5,4516	,98383	,17670
	NASA	31	5,1429	1,02440	,18399
Dic_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	31	8,0774	10,22088	1,83572
	NASA	31	3,1648	4,88896	,87808
Dic_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	31	66,4645	12,15296	2,18274
	NASA	31	65,0648	10,29756	1,84950

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Dic_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	3,736	,058	-2,450	60	,017	-1,23032	,50222	-2,23491	-,22573
	No se asumen varianzas iguales			-2,450	53,507	,018	-1,23032	,50222	-2,23743	-,22322
Dic_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	,003	,959	1,210	60	,231	,30871	,25510	-,20156	,81898
	No se asumen varianzas iguales			1,210	59,902	,231	,30871	,25510	-,20158	,81900
Dic_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	17,843	,000	2,414	60	,019	4,91258	2,03492	,84213	8,98303
	No se asumen varianzas iguales			2,414	43,045	,020	4,91258	2,03492	,80889	9,01627
Dic_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	2,128	,150	,489	60	,626	1,39968	2,86094	-4,32305	7,12241
	No se asumen varianzas iguales			,489	58,425	,627	1,39968	2,86094	-4,32623	7,12558

**Anexo 13.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de enero (campana agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo						
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Ene_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	31	14,6516	1,11710	,20064	
	NASA	31	15,1819	2,37549	,42665	
Ene_emperatura mínima (°C)	SENAMHI	31	4,7032	1,32249	,23753	
	NASA	31	3,4848	1,69998	,30533	
Ene_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	31	6,0516	8,28999	1,48893	
	NASA	31	3,7903	3,98469	,71567	
Ene_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	31	68,7129	10,32511	1,85444	
	NASA	31	70,4623	10,12671	1,81881	

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Ene_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	11,200	,001	-1,125	60	,265	-,53032	,47147	-1,47341	,41276
	No se asumen varianzas iguales			-1,125	42,650	,267	-,53032	,47147	-1,48136	,42072
Ene_emperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	1,460	,232	3,150	60	,003	1,21839	,38684	,44460	1,99218
	No se asumen varianzas iguales			3,150	56,578	,003	1,21839	,38684	,44363	1,99314
Ene_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	11,198	,001	1,369	60	,176	2,26129	1,65199	-1,04319	5,56577
	No se asumen varianzas iguales			1,369	43,160	,178	2,26129	1,65199	-1,06992	5,59250
Ene_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	,236	,629	-,673	60	,503	-1,74935	2,59751	-6,94514	3,44643
	No se asumen varianzas iguales			-,673	59,977	,503	-1,74935	2,59751	-6,94518	3,44647

**Anexo 14.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de febrero (campaña agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo					
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Feb_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	28	15,3857	1,14818	,21698
	NASA	28	15,6439	1,93616	,36590
Feb_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	28	4,8643	1,19139	,22515
	NASA	28	4,0211	1,51225	,28579
Feb_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	28	4,1786	8,45867	1,59854
	NASA	28	1,6646	2,04791	,38702
Feb_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	28	65,643	14,2105	2,6855
	NASA	28	69,552	5,8554	1,1066

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Feb_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	6,243	,016	-,607	54	,546	-,25821	,42540	-1,11109	,59466
	No se asumen varianzas iguales			-,607	43,900	,547	-,25821	,42540	-1,11561	,59918
Feb_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	2,215	,142	2,318	54	,024	,84321	,36382	,11379	1,57264
	No se asumen varianzas iguales			2,318	51,195	,025	,84321	,36382	,11287	1,57356
Feb_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	9,826	,003	1,528	54	,132	2,51393	1,64472	-,78354	5,81140
	No se asumen varianzas iguales			1,528	30,154	,137	2,51393	1,64472	-,84432	5,87218
Feb_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	1,758	,190	-1,346	54	,184	-3,9093	2,9046	-9,7326	1,9140
	No se asumen varianzas iguales			-1,346	35,911	,187	-3,9093	2,9046	-9,8006	1,9820

**Anexo 15.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de marzo (campaña agrícola 2020-2021).

**Estadísticas de grupo**

	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Mar_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	31	13,9097	1,00112	,17981
	NASA	31	14,5935	1,63333	,29335
Mar_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	31	3,8774	1,14738	,20607
	NASA	31	4,0697	,93994	,16882
Mar_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	31	7,7000	11,97417	2,15062
	NASA	31	2,3468	3,09079	,55512
Mar_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	31	71,9129	7,07751	1,27116
	NASA	31	73,6190	5,25997	,94472

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Mar_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	3,846	,055	-1,988	60	,051	-,68387	,34407	-1,37212	,00438
	No se asumen varianzas iguales			-1,988	49,753	,052	-,68387	,34407	-1,37505	,00731
Mar_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	1,778	,187	-,722	60	,473	-,19226	,26640	-,72513	,34061
	No se asumen varianzas iguales			-,722	57,763	,473	-,19226	,26640	-,72555	,34104
Mar_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	17,992	,000	2,410	60	,019	5,35323	2,22111	,91034	9,79611
	No se asumen varianzas iguales			2,410	33,980	,022	5,35323	2,22111	,83928	9,86717
Mar_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	3,371	,071	-1,077	60	,286	-1,70613	1,58377	-4,87415	1,46189
	No se asumen varianzas iguales			-1,077	55,393	,286	-1,70613	1,58377	-4,87957	1,46732



**Anexo 16.** Resultados obtenidos con el programa SPSS Statistics 22 para las variables climáticas del mes de abril (campana agrícola 2020-2021).

Estadísticas de grupo						
	Grupos_independientes	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
Abr_Temperatura máxima (°C)	SENAMHI	30	14,3733	,93769	,17120	
	NASA	30	15,5257	1,85251	,33822	
Abr_Temperatura mínima (°C)	SENAMHI	30	3,5800	1,92146	,35081	
	NASA	30	2,3030	2,25658	,41199	
Abr_Precipitación (mm/día)	SENAMHI	30	1,6533	4,55501	,83163	
	NASA	30	,8910	2,24545	,40996	
Abr_Humedad Relativa (%)	SENAMHI	30	59,2500	19,25948	3,51628	
	NASA	30	60,7400	14,94901	2,72930	

**Prueba de muestras independientes**

Prueba de Levene de calidad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Inferior	Superior
Abr_Temperatura máxima (°C)	Se asumen varianzas iguales	13,458	,001	-3,040	58	,004	-1,15233	,37908	-1,91115	-,39352
	No se asumen varianzas iguales			-3,040	42,945	,004	-1,15233	,37908	-1,91685	-,38781
Abr_Temperatura mínima (°C)	Se asumen varianzas iguales	,968	,329	2,360	58	,022	1,27700	,54111	,19384	2,36016
	No se asumen varianzas iguales			2,360	56,563	,022	1,27700	,54111	,19326	2,36074
Abr_Precipitación (mm/día)	Se asumen varianzas iguales	2,540	,116	,822	58	,414	,76233	,92718	-1,09363	2,61830
	No se asumen varianzas iguales			,822	42,309	,416	,76233	,92718	-1,10840	2,63306
Abr_Humedad Relativa (%)	Se asumen varianzas iguales	,001	,972	-,335	58	,739	-1,49000	4,45122	-10,40008	7,42008
	No se asumen varianzas iguales			-,335	54,638	,739	-1,49000	4,45122	-10,41177	7,43177