

# UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD Y FINANZAS



**TESIS**

**INFLUENCIA DE EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) EN LOS PRECIOS  
DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN EL ALTIPLANO PUNEÑO (1996-2023)**

**PRESENTADA POR:**

**GENOVEVA SILVIA FLORES QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CONTADOR PÚBLICO**

**PUNO – PERÚ**

**2025**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



8.28%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 25 JUN 2025, 11:41 AM

### Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL  
1.72%

● CHANGED TEXT  
6.55%

## Report #27196241

GENOVEVA SILVIA FLORES QUISPE // INFLUENCIA DE EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) EN LOS PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN EL ALTIPLANO PUNEÑO (1996-2023) PRESENTADA POR: GENOVEVA SILVIA FLORES QUISPE RESUMEN Esta investigación analizó la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en seis provincias del Altiplano Puneño entre 1996 y 2023, una región agrícola vulnerable a la variabilidad climática. Se empleó un diseño no experimental y longitudinal, utilizando datos secundarios de la Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) de la región Niño 3.4 del pacífico ecuatorial y precios de cultivos. El análisis incluyó estadísticas descriptivas, pruebas de tendencia Mann-Kendall y correlaciones de Spearman, evaluando relaciones directas, con rezagos temporales (0-12 meses) y por fases del ENOS (El Niño, La Niña, Neutra). Los precios de la papa ( $\tau = 0.65$ , p-valor  $< 0.05$ ) y la quinua ( $\tau = 0.72$ , p-valor  $< 0.05$ ) mostraron una tendencia creciente significativa, mientras que la ATSM no presentó tendencia. Las correlaciones directas entre ATSM y precios fueron bajas y no significativas. Sin embargo, al considerar rezagos y fases del ENOS, surgieron patrones claros. Durante El Niño, la quinua mostró una fuerte correlación negativa significativa (hasta  $-0.86$ , p-valor  $< 0.05$ ) con rezagos de 1-2 meses, sugiriendo caída de precios. Para la papa, los efectos fueron negativos pero no significativos. En La Niña, se

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE CONTABILIDAD Y FINANZAS**  
**TESIS**

**INFLUENCIA DE EI NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) EN LOS PRECIOS  
DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN EL ALTIPLANO PUNEÑO (1996-2023)**

**PRESENTADA POR:**

**GENOVEVA SILVIA FLORES QUISPE**

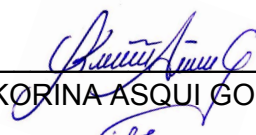
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CONTADOR PÚBLICO**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:

  
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

PRIMER MIEMBRO

:

  
Dr. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

:

  
Dr. HEBER NEHEMIAS CHUI BETANCUR

ASESOR DE TESIS

:

  
Dr. DAVID MOISÉS CALIZAYA ZEVALLOS

Área: Ciencias Económicas, Negocios

Sub área: Contabilidad y Finanzas

Línea de investigación: Economía

Puno, 09 de julio del 2025

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y permitir el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con todo mi afecto para las personas que siempre me guían por el camino correcto y hacen todo en la vida para que pueda lograr mis objetivos, a mi padre ANDRÉS (†) que siempre me acompañó y fue guía en mi camino.

A EFRAÍN, quien siempre ha estado brindándome su apoyo asimismo fortaleció las ganas de seguir adelante, por sus consejos, los ejemplos de perseverancia y por la motivación constante

A mi querida hija JEANIE MARIET, por brindarme su apoyo incondicional y sobre todo al cariño mostrado en los momentos críticos y es mi mayor motivo y fortaleza en mi vida.

**G. Silvia Flores Quispe**

## AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Privada San Carlos Puno, a la facultad de ciencias contables y administrativas mi alma mater, por ser el centro de estudios donde me formé y por la labor que cumple en el logro de mi formación profesional.
- A los docentes de la facultad de ciencias contables y administrativas que supieron guiarme y el más sincero agradecimiento por los conocimientos y los valores éticos y morales emitidos a lo largo de mi vida universitaria.
- A los miembros del jurado calificador. Presidente M.Sc KORINA ASQUI GOMEZ primer miembro Dr. MARLENE CUSI MONTESINOS, segundo miembro Dr. HEBER NEHEMIAS CHUI BETANCUR a esta investigación. Sus perspectivas y comentarios enriquecieron significativamente el contenido de este estudio .
- A mi asesor Dr. DAVID MOISES CALIZAYA ZEVALLOS, por su orientación, apoyo constante y dedicación a lo largo de este proceso, fueron fundamentales para la culminación exitosa de esta tesis.
- A todos mis queridos familiares y amigos, quienes siempre confiaron en mí y me brindaron apoyo incondicional, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida.

**G. Silvia Flores Quispe**

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	11
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>15</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>17</b>
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>21</b>

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1.1. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)	22
2.1.1. ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM)	24
2.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PRECIOS AGRÍCOLAS	27
2.1.3. AGRICULTURA EN EL ALTIPLANO PERUANO	28
2.1.4. IMPACTOS DEL ENOS EN EL CLIMA REGIONAL	28

<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>28</b>
2.2.1. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)	28
2.2.2. IMPACTOS CLIMÁTICOS	28
2.2.3. PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS	29
2.2.4. RESILIENCIA AGRÍCOLA	29
2.2.5. AGRICULTURA SOSTENIBLE	29
2.2.6. SISTEMAS AGRÍCOLAS	30
2.2.7. VARIABILIDAD CLIMÁTICA	30
2.2.8. MERCADO AGRÍCOLA	30
<b>2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>30</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>32</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA</b>	<b>33</b>
3.2.1. POBLACIÓN	33
3.2.2. MUESTRA	33
3.2.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA	34
<b>3.4. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>34</b>
3.4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	34
3.4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	34
<b>3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	<b>35</b>
3.6.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	35
3.6.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.6.3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE DATOS	37
3.6.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS	37
3.6.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL	

OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD). 38

3.6.6. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN PARA EXAMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD). 39

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD). 47**

4.1.1. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LA PAPA 47

4.1.2. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LA QUINUA 48

4.1.3. ANÁLISIS DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL 49

4.1.4. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LOS PRECIOS AGRÍCOLAS 49

4.1.5. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL 52

4.1.6. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS PRECIOS AGRÍCOLAS 53

4.1.7. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL 56

**4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN PARA EXAMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA**

<b>REGIÓN 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD).</b>	<b>58</b>
4.2.1. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE CULTIVOS	58
4.2.2. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL, CON REZAGOS TEMPORALES, Y LOS PRECIOS DE LOS CULTIVOS	59
4.2.3. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL CONSIDERANDO LAS FASES DE ENOS Y REZAGOS TEMPORALES, Y LOS PRECIOS DE CULTIVOS	61
4.2.4. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL CONSIDERANDO LAS FASES DE ENOS CON REZAGOS TEMPORALES Y PROMEDIO REGIONAL DE PRECIOS DE CULTIVOS	68
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>76</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 01:</b> Operacionalización de variables	35
<b>Tabla 02:</b> Descripción estadística del precio del cultivo de la papa	47
<b>Tabla 03:</b> Descripción estadística del precio del cultivo de la quinua	48
<b>Tabla 04:</b> Descripción estadística de la ATSM	49

## ÍNDICE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 01:</b> Diagrama esquemático de las condiciones oceánicas y atmosféricas durante El Niño, La Niña y fase neutral (Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA; <a href="https://www.pmel.noaa.gov/el-nino/schematic-diagrams">https://www.pmel.noaa.gov/el-nino/schematic-diagrams</a> ))	23
<b>Figura 02:</b> Anomalías de temperatura superficial del mar en un evento El Niño y en un evento La Niña (Fuente: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); <a href="https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-su/">https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-su/</a> ).	25
<b>Figura 03:</b> Evolución histórica de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA))	26
<b>Figura 04:</b> Distribución geográfica de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Abril-Salcedo et al., 2016)	27
<b>Figura 05:</b> Ubicación del área de estudio	33
<b>Figura 06:</b> Diagrama de flujo para evaluar el impacto de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño	42
<b>Figura 07:</b> Variación temporal de los precios de a) papa y b) quinua en relación con la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial	51
<b>Figura 08:</b> Variación temporal de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial	53
<b>Figura 09:</b> Diagrama de cajas e histograma de frecuencias para el precio de la papa	54
<b>Figura 10:</b> Diagrama de cajas e histograma de frecuencias para el precio de la quinua	56
<b>Figura 11:</b> Diagrama de cajas e histograma de frecuencias de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial	57

- Figura 12:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de los cultivos: a) papa, y b) quinua. 59
- Figura 13:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, con rezagos temporales y los precios de los cultivos: a) papa y b) quinua 61
- Figura 14:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la papa para diferentes fases: a) El Niño, b) La Niña, c) condiciones neutras y rezagos temporales (\*indica p-valor < 0.05) 64
- Figura 15:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la quinua, para diferentes fases: a) El Niño, b) La Niña, c) condiciones neutras y rezagos temporales (\*indica p-valor < 0.05) 67
- Figura 16:** Correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio mensual de la papa en seis provincias, según fase ENSO y rezagos temporales 69
- Figura 17:** Correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio mensual de la quinua en seis provincias, según fase ENSO y rezagos temporales 71

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo 01:</b> Matriz de consistencia	81
<b>Anexo 02:</b> Datos de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial	83
<b>Anexo 03:</b> Datos de precios (S/kg) de chacra de la papa	84
<b>Anexo 04:</b> Datos de precios (S/kg) de chacra de la quinua	90

## ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

ATSM	: Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial
ENOS	: El Niño-Oscilación del Sur
TSM	: Temperatura superficial del mar

## RESUMEN

Esta investigación analizó la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en seis provincias del Altiplano Puneño entre 1996 y 2023, una región agrícola vulnerable a la variabilidad climática. Se empleó un diseño no experimental y longitudinal, utilizando datos secundarios de la Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) de la región Niño 3.4 del pacífico ecuatorial y precios de cultivos. El análisis incluyó estadísticas descriptivas, pruebas de tendencia Mann-Kendall y correlaciones de Spearman, evaluando relaciones directas, con rezagos temporales (0-12 meses) y por fases del ENOS (El Niño, La Niña, Neutra). Los precios de la papa ( $\tau = 0.65$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) y la quinua ( $\tau = 0.72$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) mostraron una tendencia creciente significativa, mientras que la ATSM no presentó tendencia. Las correlaciones directas entre ATSM y precios fueron bajas y no significativas. Sin embargo, al considerar rezagos y fases del ENOS, surgieron patrones claros. Durante El Niño, la quinua mostró una fuerte correlación negativa significativa (hasta  $-0.86$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) con rezagos de 1-2 meses, sugiriendo caída de precios. Para la papa, los efectos fueron negativos pero no significativos. En La Niña, se encontraron correlaciones positivas significativas para la papa (hasta  $0.46$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) con rezagos de 4, 8 y 9 meses, y para la quinua (hasta  $0.66$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) con rezagos de 3-5 meses, indicando posibles aumentos de precios. La fase Neutra mostró patrones menos consistentes, con algunas correlaciones negativas significativas para la quinua (hasta  $-0.47$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) en rezagos de 2 y 9 meses. En conclusión, el ENOS influye en los precios agrícolas del Altiplano Puneño, pero de forma compleja, variando espacial y temporalmente según el fenómeno, cultivo y rezago, lo que valida parcialmente la hipótesis general.

**Palabras clave:** Anomalías de la TSM, Análisis de correlación; Índice Niño 3.4, Precios agrícolas; Producción agrícola.

## ABSTRACT

This research analyzed the influence of the El Niño–Southern Oscillation (ENSO) on the prices of potato (*Solanum tuberosum*) and quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) in six provinces of the Puno Altiplano between 1996 and 2023, an agricultural region vulnerable to climate variability. A non-experimental, longitudinal design was employed, using secondary data on Sea Surface Temperature Anomalies (SSTA) in the Niño 3.4 region of the equatorial Pacific and crop prices. The analysis included descriptive statistics, Mann-Kendall trend tests, and Spearman correlations, evaluating direct relationships, time lags (0–12 months), and ENSO phases (El Niño, La Niña, Neutral). Potato prices ( $\tau = 0.65$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) and quinoa prices ( $\tau = 0.72$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) showed a significant upward trend, while SSTA showed no trend. Direct correlations between SSTA and prices were low and not significant. However, when considering time lags and ENSO phases, clear patterns emerged. During El Niño, quinoa showed a strong, statistically significant negative correlation (up to  $-0.86$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) with 1–2 month lags, suggesting price declines. For potato, the effects were negative but not significant. During La Niña, significant positive correlations were found for potato (up to  $0.46$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) with lags of 4, 8, and 9 months, and for quinoa (up to  $0.66$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) with lags of 3–5 months, indicating potential price increases. The Neutral phase showed less consistent patterns, with some significant negative correlations for quinoa (up to  $-0.47$ ,  $p\text{-value} < 0.05$ ) at lags of 2 and 9 months. In conclusion, ENSO influences agricultural prices in the Puno Altiplano, but in a complex manner, varying spatially and temporally depending on the phenomenon, crop, and lag, which partially supports the general hypothesis.

**Keywords:** SST anomalies, Correlation analysis; Niño 3.4 index, Agricultural prices; Agricultural production.

## INTRODUCCIÓN

El impacto del Fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en la economía agrícola ha sido ampliamente estudiado debido a su influencia en las condiciones climáticas globales. En el Altiplano Puneño, donde la agricultura depende en gran medida de las condiciones climáticas, la variabilidad del ENOS puede alterar la producción y, en consecuencia, los precios de cultivos clave como la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Comprender la relación entre las fases del ENOS (El Niño, La Niña y fase neutra) y las fluctuaciones de precios es fundamental para anticipar riesgos y desarrollar estrategias de adaptación para productores y mercados locales.

Este estudio se enfocó en analizar la influencia del ENOS en la variabilidad de precios de la papa y la quinua en seis provincias del Altiplano Puneño entre 1996 y 2023. A través del análisis de series temporales y correlaciones con la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, se busca identificar patrones de impacto con distintos rezagos temporales. Los hallazgos de esta investigación contribuirán a la comprensión de cómo los eventos climáticos extremos afectan la seguridad alimentaria y la estabilidad económica en la región.

El documento se estructura en cuatro capítulos: el Capítulo I presenta el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación; el Capítulo II desarrolla el marco teórico, conceptual e hipótesis, abordando aspectos clave del ENOS, precios agrícolas y su relación con la variabilidad climática; el Capítulo III describe la metodología, zona de estudio, técnicas de recolección y análisis de datos utilizados para evaluar la relación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua; finalmente, el Capítulo IV expone, analiza y discute los resultados obtenidos, destacando la influencia de las fases del ENOS y los rezago temporales sobre los precios de la papa y quinua en las provincias seleccionadas.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El altiplano puneño, una región caracterizada por su elevada altitud y su dependencia histórica de la agricultura, enfrenta un desafío significativo relacionado con la variabilidad climática y, en particular, con El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El ENOS es un fenómeno climático que se caracteriza por variaciones anómalas de la presión atmosférica (oscilación del Sur) y la temperatura en la superficie del mar (El Niño en la fase cálida o La Niña en la fase fría) en el océano Pacífico ecuatorial, estas variaciones pueden tener un impacto significativo en el clima y el medio ambiente en todo el mundo (Abril-Salcedo *et al.*, 2016).

La agricultura en el altiplano peruano desempeña un papel vital en la economía y la subsistencia de las comunidades locales. Sin embargo, la región es vulnerable a las fluctuaciones climáticas, como un importante déficit de lluvias y sequías durante El Fenómeno de El Niño o las lluvias intensas durante el Fenómeno de la Niña Lavado-Casimiro & Espinoza (2014), que pueden afectar la producción agrícola y, en última instancia, los ingresos de los agricultores. A pesar de esta vulnerabilidad, no se ha llevado a cabo una investigación exhaustiva que examine de manera específica la relación entre El Niño y los precios de los productos agrícolas en esta región.

Esta falta de conocimiento es preocupante, ya que limita nuestra comprensión de cómo los eventos climáticos extremos, como el fenómeno de El Niño, afectan la economía agrícola del altiplano peruano. Se ha corroborado que la agricultura de pequeña escala

en el Altiplano peruano es muy susceptible a los riesgos climáticos y meteorológicos, principalmente debido a su ubicación en terrenos montañosos y a la variabilidad del clima de un año a otro, como señala Vargas (2009). Además, la necesidad de una gestión sostenible de los recursos hídricos y una agricultura resiliente se vuelve cada vez más apremiante en un contexto de cambio climático global. Por lo tanto, existe una necesidad urgente de investigar y analizar en profundidad la relación entre El Niño y los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño.

La investigación busca llenar esta brecha en el conocimiento y proporcionar información valiosa para los agricultores, las autoridades regionales y cualquier entidad interesada en la agricultura sostenible y la resiliencia climática en el altiplano peruano. Al abordar este problema, se espera contribuir a la toma de decisiones informadas y al desarrollo de estrategias que permitan afrontar los desafíos planteados por la variabilidad climática y fortalecer la seguridad alimentaria y la estabilidad económica en la región.

El trabajo de investigación propuesto sobre el "Impacto del fenómeno de El Niño sobre los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño" tendría utilidad y alcance a diferentes niveles:

A nivel global: Contribuiría al entendimiento de cómo los fenómenos climáticos, como El Niño, pueden afectar los precios de los productos agrícolas en regiones específicas, lo que sería relevante para la comprensión de las dinámicas globales del mercado de alimentos y la seguridad alimentaria.

A nivel nacional: Brindará información crucial para los responsables de la formulación de políticas agrícolas y económicas en el Perú. Al comprender mejor cómo El Niño afecta los precios de los productos agrícolas en el Altiplano Puneño, se podrían desarrollar estrategias para mitigar los impactos negativos y aprovechar las oportunidades que se presenten durante estos eventos climáticos.

A nivel regional: Tendría un impacto directo en la región de Puno al proporcionar datos y análisis específicos sobre cómo El Niño afecta los precios de los productos agrícolas locales. Esto sería valioso para los agricultores, comerciantes y autoridades locales,

permitiéndoles tomar decisiones más informadas sobre la gestión de riesgos y la planificación económica en momentos de eventos climáticos extremos.

### 1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996 a 2023?

### 1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo son las características climáticas de las anomalías de la temperatura superficial del mar y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) durante el período de estudio?
- ¿Cuál es la relación entre las anomalías de la temperatura superficial del mar y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)?

## 1.2. ANTECEDENTES

### Internacional

El clima ha sido fundamental en el desarrollo de las naciones, principalmente debido a su vínculo intrínseco con la producción y los precios agrícolas (Ubilava, 2017). El altiplano puneño, ubicado en la región andina del Perú, ha sido históricamente una de las áreas agrícolas más importantes del país. La economía de la región y la subsistencia de numerosas comunidades dependen en gran medida de la producción agrícola. Sin embargo, esta región se caracteriza por su vulnerabilidad a la variabilidad climática, que puede tener un impacto significativo en la producción y los precios de los productos agrícolas como la papa y la quinua.

Atems *et al.* (2020) en su investigación titulada "El impacto de El Niño-Oscilación del Sur en la rentabilidad de las acciones agrícolas y alimentarias de EE.UU.", cuyo objetivo fue examinar la respuesta de doce rendimientos de acciones agrícolas estadounidenses a los shocks de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), utilizando un modelo VAR recursivo. Los resultados revelaron que, para siete de los rendimientos de las acciones, un shock ENOS tuvo efectos positivos y significativos. Sin embargo, estos efectos fueron de corta duración y, en general, se volvieron estadísticamente indistinguibles de cero entre tres y

seis meses después del shock. Además, los análisis de descomposición de la varianza indicaron que los shocks ENOS tuvieron un poder explicativo limitado sobre las fluctuaciones en los rendimientos de las acciones agrícolas estadounidenses. La investigación también proporcionó evidencia histórica que sugiere que los movimientos en los rendimientos de las acciones de las empresas agrícolas y alimentarias estadounidenses han sido impulsados por otros factores, en lugar de los shocks ENOS.

Por otro lado, Ubilava (2017) en su estudio titulado "El efecto ENOS y las asimetrías en la dinámica de los precios del trigo", investiga la relación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y los precios internacionales del trigo, utilizando un modelo vectorial de transición suave y autorregresivo (VSTAR). Se encontró que los precios del trigo tienden a aumentar después de los eventos de La Niña y a disminuir después de los eventos de El Niño, evidenciando una dinámica dependiente del régimen. Estas respuestas de precios son más pronunciadas y persistentes durante las condiciones de La Niña, lo cual tiene implicaciones importantes para la economía del desarrollo y sugiere un canal adicional de adversidad debido a los shocks climáticos relacionados con ENOS, así como posibles efectos en la dinámica de programas internacionales de alimentos y efectivo durante episodios extremos de esta anomalía climática.

Aunque se ha explorado si "¿Hay señales de ENOS en la macroeconomía?" Berry & Okulicz-Kozaryn (2008) investiga la posible relación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y las variables macroeconómicas, como tasas de inflación y crecimiento económico, durante el período 1894-1999. Se concluye que no se observan señales de coccicidad ni de shocks aperiódicos del ENOS en estas variables. Aunque la literatura previa ha documentado la influencia breve de ENOS en sectores económicos específicos y regiones particulares, estos efectos locales parecen perderse en el contexto de las tendencias macroeconómicas en una economía tan vasta y compleja como la de Estados Unidos.

## **Nacional**

Las investigaciones existentes en Perú como el estudio "Impactos de El Niño y La Niña en las precipitaciones sobre el Perú (1965-2007)" Lavado-Casimiro & Espinoza (2014), evaluaron los efectos de El Niño (EN) y La Niña (LN) en las lluvias del Perú utilizando datos de 155 estaciones de lluvia distribuidas en las vertientes hidrográficas del país. Se clasificaron los años en diferentes categorías de eventos EN y LN y se encontró que durante los eventos EN fuertes y LN fuertes se observaron mayores anomalías de precipitación, especialmente en las vertientes del Pacífico y Titicaca entre diciembre y mayo. La región norte de la vertiente del Pacífico mostró aumentos en la lluvia durante los EN fuertes, mientras que la región sur andina presentó disminuciones (aumentos) durante EN fuertes (LN fuertes). La vertiente del Titicaca experimentó déficit de lluvias durante los EN fuertes. Además, se identificaron dos principales modos de variabilidad de las lluvias asociados con eventos EN extraordinarios y anomalías de temperatura superficial del mar en el Pacífico ecuatorial central. Se concluyó que la variabilidad del océano Pacífico no explica completamente la variabilidad pluviométrica en el Perú, sugiriendo la necesidad de considerar otras regiones como el Océano Atlántico Tropical.

En el estudio "La circulación atmosférica asociada a eventos de lluvias extremas en Piura, Perú, durante los eventos de El Niño de 1997-1998 y 2002" Takahashi (2004), se examinaron los patrones de lluvias extremas en Piura, Perú, durante dos períodos: diciembre de 1997 a abril de 1998 y marzo a abril de 2002, correspondientes a condiciones de El Niño muy fuertes y débiles a moderadas, respectivamente. El objetivo fue identificar diferencias en la circulación atmosférica que puedan explicar la variabilidad diaria de las precipitaciones en la región. Se analizaron perfiles verticales de vientos medidos por radares de perfiles de viento en Piura, así como campos de viento de reanálisis NCEP/NCAR. Los resultados sugieren que los días lluviosos están asociados con un mayor flujo terrestre en niveles bajos del oeste, lo que desencadena convección por levantamiento orográfico sobre la vertiente occidental de los Andes. Se observó un control sinóptico en el registro de lluvias de 1997-1998, mientras que en 2002 fue menos claro. Sin embargo, en ambos períodos, el flujo de bajo nivel sobre Piura, crucial para

desencadenar las lluvias, fue modulado por perturbaciones de escala sinóptica tropical, posiblemente relacionadas con ondas troposféricas como ondas Kelvin y  $n=1$  de Rossby.

### **Regional**

A pesar de la importancia económica y social del altiplano puneño, existe una brecha en el conocimiento sobre la relación específica entre el fenómeno de El Niño y la variación de precios de los productos agrícolas. Sin embargo, Casimiro & Arriaga (2018) enfocaron su estudio en la influencia de El Niño-Oscilación del sur (ENOS) en la ocurrencia de heladas, con el objetivo de determinar la influencia del ENOS en la ocurrencia de heladas en el Altiplano peruano mediante el análisis de la temperatura mínima del aire. Para ello, se utilizó el análisis de componentes principales (ACP) para identificar los patrones más significativos de variabilidad y se realizó un análisis de correlación entre los datos de temperatura mínima y la temperatura de la superficie del mar (TSM) en la región Niño 3.4. Las dos primeras componentes principales explican el 71.9% de la variabilidad total de los datos (con 61.9% atribuido a la primera componente y 10% a la segunda). La fase positiva (negativa) del fenómeno ENOS, caracterizada por un aumento (disminución) de la TSM en la región Niño 3.4, está vinculada a una menor (mayor) frecuencia de heladas en el Altiplano peruano durante el verano (invierno) debido al incremento (reducción) de las temperaturas mínimas del aire.

Aramayo (2019), se enfocó en estudiar la distribución espacial del riesgo de sequía en la región andina de Puno, con el fin de evaluar la distribución espacial del riesgo de sequía. El peligro de sequía en la región de Puno fue cuantificado utilizando el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) para medir el déficit de precipitaciones. La vulnerabilidad se determinó en función de las características socioeconómicas y físicas de la región puneña. Como resultado, se generaron mapas a escala de Unidades Hidrográficas (UH) que muestran el peligro, la vulnerabilidad y el riesgo de sequía. Se encontró que el 50% de las cuencas situadas en el norte, centro y suroeste de la región andina de Puno presentan un riesgo alto y muy alto, cubriendo el 82% del área de la región.

Por otro lado, Tello & Quevedo (2021), realizaron la caracterización de la sequía agrícola para los cultivos de papa y quinua en el departamento de Puno, se analizaron 35 campañas agrícolas y se examinó el comportamiento de la sequía en los distritos de producción agrícola. Se identificaron las campañas más afectadas por sequías agrícolas intensas, coincidiendo en los cultivos de papa y quinua. A nivel espacial, se determinaron los distritos más afectados, como Sinia, Quiaca, Corani, Cuyo Cuyo, Usicayos, entre otros, para el cultivo de papa, y Usicayos, Coasa, Crucero, Munani, entre otros, para el cultivo de quinua. Estos distritos mostraron los mayores valores de intensidad, frecuencia y severidad de sequías agrícolas. Se recomienda ampliar el estudio incluyendo otros índices de sequía agrícola y considerando otros eventos climáticos como heladas o lluvias intensas que afectan la producción de cultivos en el Altiplano.

### **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996 a 2023.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Describir las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*).
- Realizar un análisis de correlación para examinar la relación entre anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*).

## CAPÍTULO II

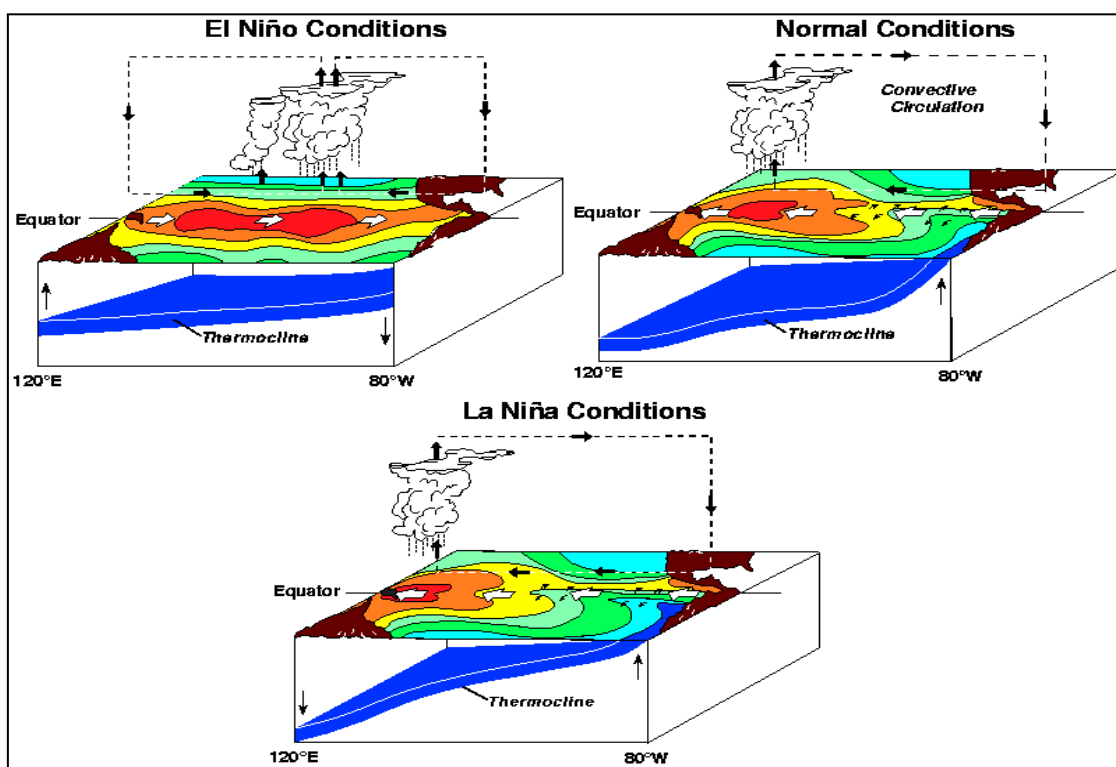
### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)

El Océano Pacífico tropical tiene dos cuerpos de agua, una capa superior, más cálida, separada por una termoclina de una capa de agua más profunda, más fría y más densa (Berry & Okulicz-Kozaryn, 2008). Una de las principales fuentes atmosféricas de variabilidad climática en el sistema climático global es la Oscilación del Sur (OS) (Trenberth, 1997), y los episodios extremos de este modo acoplado atmósfera-oceano se conocen como El Niño y La Niña (Vicente-Serrano, 2005). El término El Niño fue utilizado originalmente por los pescadores en Paita (5°S) para describir el calentamiento de las aguas del mar en el Pacífico norte en Perú (sur de Ecuador) y precipitaciones que se presentaban en el periodo navideño y durante varios meses. El Niño se refiere a temperaturas del agua inusualmente cálidas en el Océano Pacífico tropical, pero está asociado con grandes cambios en la atmósfera a través de un fenómeno llamado Oscilación del Sur (OS), por lo que los científicos llaman a todo el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Trenberth, 2019). El ENOS es un fenómeno meteorológico natural que se caracteriza por fluctuaciones en los vientos y las temperaturas de la superficie del Océano Pacífico ecuatorial, El Niño se refiere a la fase cálida del ciclo ENOS, mientras que La Niña se refiere a la fase fría (Atams et al., 2020). Más específicamente, El Niño es una fase de calentamiento cuasi periódica en el Pacífico ecuatorial, mientras que La Niña es una fase de enfriamiento en la misma región (Wei et al., 2022).

Los diagramas esquemáticos de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) (Figura 1) representan las condiciones oceánicas y atmosféricas asociadas a El Niño, La Niña y una fase neutral. En cada ilustración, el lado izquierdo corresponde al océano Pacífico occidental, cercano a Asia, y el derecho al Pacífico oriental, próximo a América del Sur. Los colores rojo y naranja indican aguas superficiales cálidas, mientras que los tonos amarillo y verde representan temperaturas más frías. La banda azul simboliza la termoclina, que marca aproximadamente la ubicación de aguas de 20 °C. Las nubes de lluvia se forman sobre la zona de aguas cálidas. Durante un evento El Niño, esta masa de agua cálida se desplaza hacia el este, y la pendiente de la termoclina se reduce. En contraste, durante La Niña, las aguas cálidas se concentran en el Pacífico occidental y la termoclina se inclina con mayor intensidad hacia el este.



**Figura 01:** Diagrama esquemático de las condiciones oceánicas y atmosféricas durante El Niño, La Niña y fase neutral (Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA; [https://www.pmel.noaa.gov/el\\_nino/schematic\\_diagrams](https://www.pmel.noaa.gov/el_nino/schematic_diagrams)))

Aunque los efectos climáticos del Oscilación del Sur (OS) se detectan principalmente en áreas intertropicales, este patrón de acoplamiento atmósfera-océano también afecta el

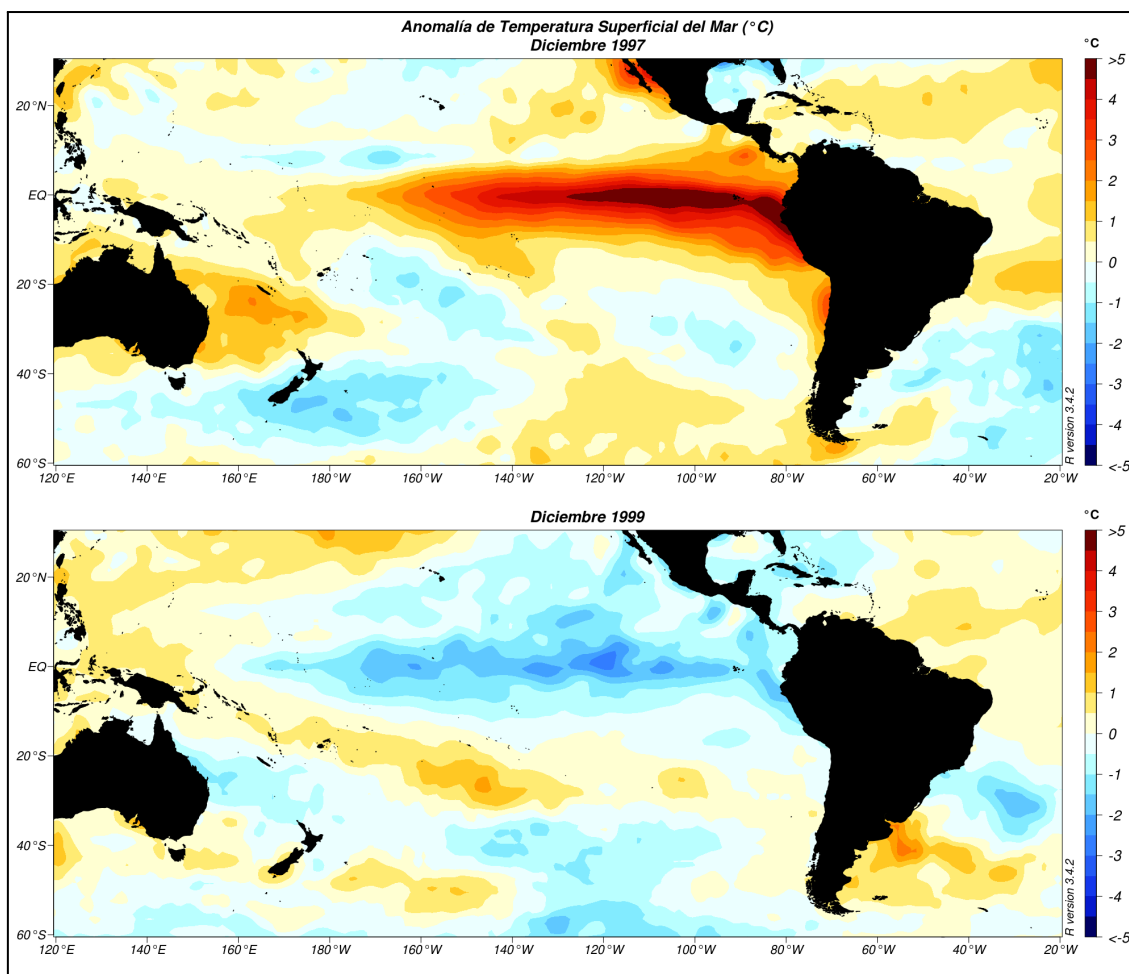
clima de otras regiones, incluyendo África (Rocha & Simmonds, 1997), Irán (Nazemosadat & Cordery, 2000), Turquía (Karabörk *et al.*, 2005), Estados Unidos (Mo & Schemm, 2008; Rajagopalan *et al.*, 2000), América del Sur y Europa.

A través de las teleconexiones climáticas globales, El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) influye fuertemente en las variables climáticas de las que dependen los productos agrícolas en diferentes partes del mundo, como en la hidrología (Abteu & Trimble, 2010), las precipitaciones (Córdoba-Machado *et al.*, 2015), sequía (Mo & Schemm, 2008; Vicente-Serrano, 2005).

### **2.1.1. ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM)**

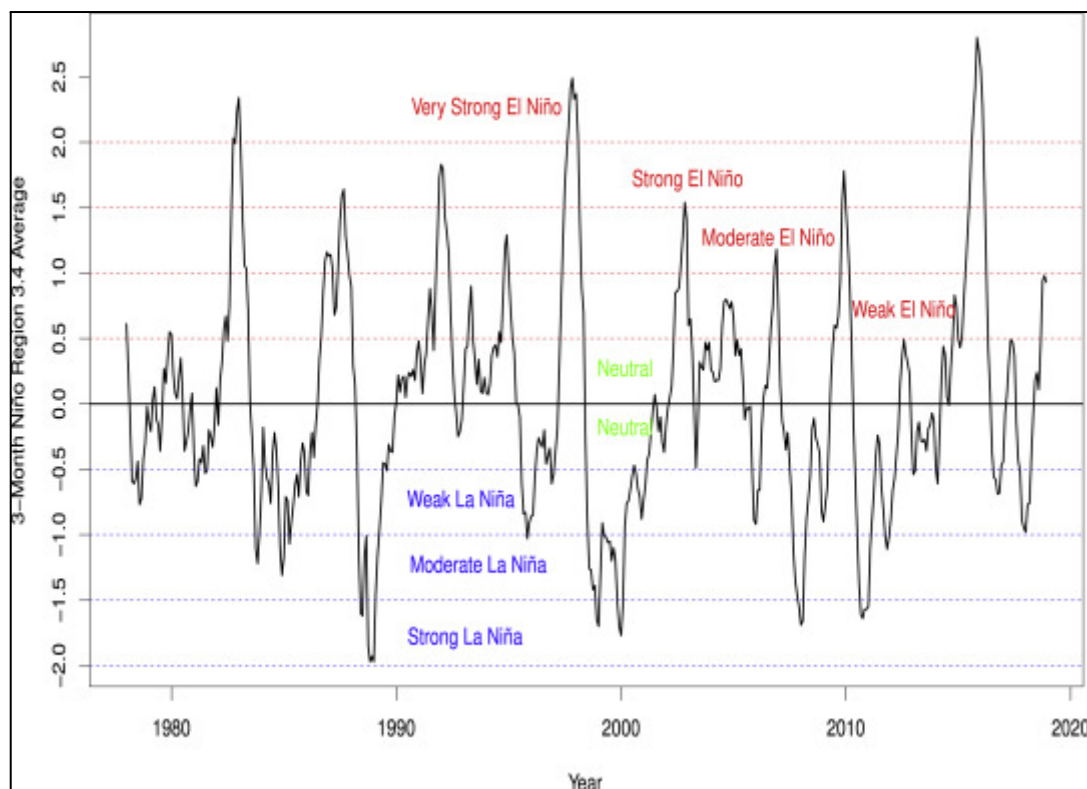
En el contexto del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) se refieren a la diferencia entre la temperatura promedio de la superficie del mar en un área específica y la temperatura promedio a largo plazo para esa misma área. Estas anomalías se calculan utilizando datos de temperatura superficial del mar recopilados durante varios años, generalmente al menos 30 años. La ATSM es un indicador importante de la actividad de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

Como ejemplo de ilustración, La Figura 2 presenta la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en dos condiciones opuestas: en la imagen superior, correspondiente a diciembre de 1997, se observa un evento El Niño de gran intensidad; en la imagen inferior, las condiciones de diciembre de 1999 reflejan un evento La Niña, caracterizado por el enfriamiento del Pacífico ecuatorial.



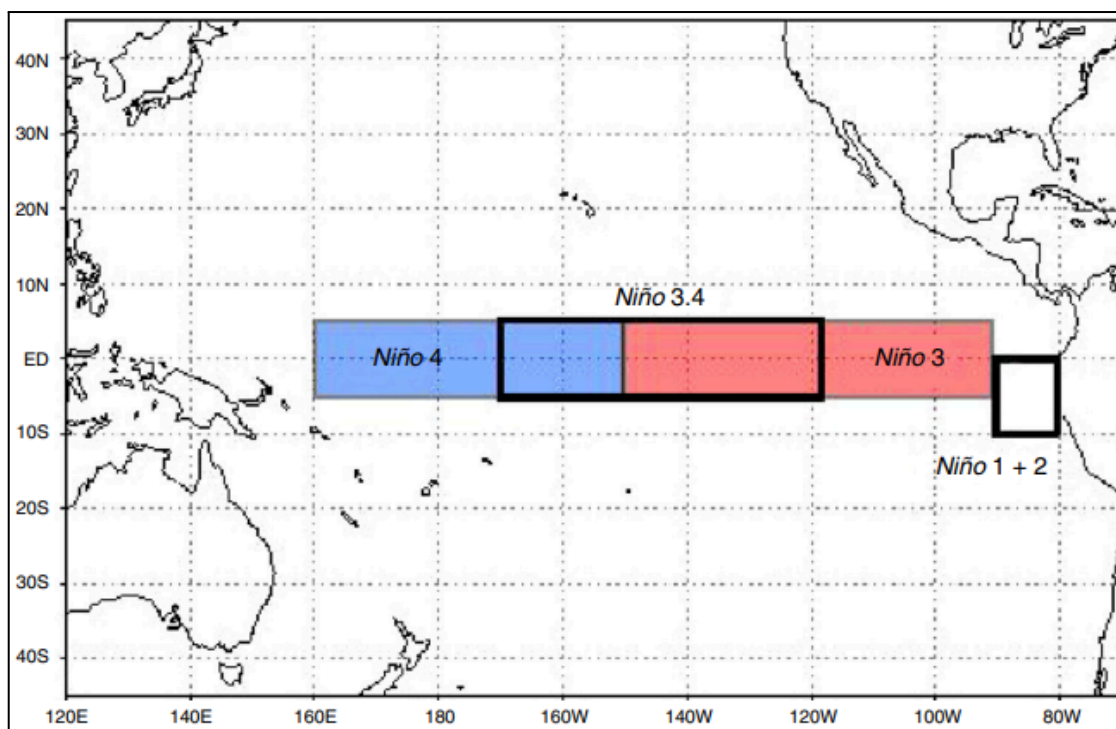
**Figura 02:** Anomalías de temperatura superficial del mar en un evento El Niño y en un evento La Niña (Fuente: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-su/> ).

La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA) define un evento de El Niño (cálido) como una ATSM promedio durante tres meses consecutivos de  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  o más, mientras que la ATSM promedio de tres meses consecutivos de  $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos representa la fase fría (La Niña) de ENOS (Figura 3). Cuando las ATSM durante tres meses consecutivos están entre  $-0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , se denominan eventos ENOS neutros. Los eventos ENOS se clasifican además como muy fuertes (ATSM superior a  $2.0^{\circ}$ ); fuerte (ATSM entre  $1.5^{\circ}$  y  $1.9^{\circ}$ ); moderado ( $1.0^{\circ}$ – $1.4^{\circ}$ ); y débil ( $0.5^{\circ}$ – $0.9^{\circ}$ ) (Atems *et al.*, 2020).



**Figura 03:** Evolución histórica de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA)

Para el monitoreo de las condiciones del ENSO la mayoría de las instituciones se centra principalmente en las anomalías en la temperatura superficial del mar, Para ello vigilan constantemente cuatro regiones geográficas del Pacífico ecuatorial a través de observaciones satelitales (Figura 4) (Abril-Salcedo et al., 2016).



**Figura 04:** Distribución geográfica de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) (Abril-Salcedo et al., 2016)

Nota: El NIÑO 1+2 (0-10S, 80-90W): es la primera región que presenta aumentos significativos en la temperatura al comenzar el fenómeno; NIÑO 3 (5S-5N; 150W-90W). es la región de del Pacífico tropical que posee la más alta variabilidad en la SST sobre la escala de El Niño; NIÑO 4 (5S-5N: 160E-150W): región en donde los cambios de la temperatura superficial del mar conducen a los valores totales alrededor de 27,5 °C, que se cree que es un umbral importante en la producción de lluvias, NIÑO 3.4 (5S-5N; 170W-120W): es la región que tiene gran variabilidad en las escalas de tiempo de El Niño, y que está más cerca de la región donde los cambios en la temperatura superficial del mar local son importantes para el desplazamiento de la lluvia normalmente ubicada en el Pacífico occidental (Abril-Salcedo *et al.*, 2016).

### 2.1.2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS PRECIOS AGRÍCOLAS

Según Hijmans *et al.* (2003) los precios agrícolas están determinados por una serie de factores como la oferta y la demanda, los costos de producción y los eventos climáticos extremos.

### **2.1.3. AGRICULTURA EN EL ALTIPLANO PERUANO**

La quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), un grano de los Andes, ha sido durante mucho tiempo sólo un ejemplo de miles de plantas poco conocidas y subutilizadas, hoy, sin embargo, la quinua es considerada un superalimento debido a su excelente valor nutricional y la demanda internacional ha aumentado (Bedoya-Perales *et al.*, 2018). Las tierras del altiplano peruano, también son aptas para la producción de otros cultivos, entre ellos: la papa (*Solanum tuberosum*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), haba y tarwi (*Lupinus mutabilis*).

### **2.1.4. IMPACTOS DEL ENOS EN EL CLIMA REGIONAL**

Los impactos del Fenómeno de El Niño describen anomalías negativas hasta de -30 mm en la precipitación anual (déficit de lluvias entre los meses de diciembre a mayo) en el altiplano peruano que son observadas en el 52 % del total de estaciones analizadas (11 de 21 estaciones), mientras que para los eventos del Fenómeno de la Niña es insignificante (se presentaron anomalías significativas positivas en 1 de 21 estaciones), pero que contrariamente a lo que sucede con el Fenómeno de el Niño, los eventos del Fenómeno de la Niña provocan sobre todo anomalías positivas (más lluvias de lo normal) (Lavado-Casimiro & Espinoza, 2014).

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)**

El ENOS se define como un fenómeno climático que se caracteriza por variaciones anómalas de la presión atmosférica (oscilación del Sur) y la temperatura en la superficie del mar (El Niño en la fase cálida o La Niña en la fase fría) en el océano Pacífico ecuatorial, estas variaciones pueden tener un impacto significativo en el clima y el medio ambiente en todo el mundo (Abril-Salcedo *et al.*, 2016).

### **2.2.2. IMPACTOS CLIMÁTICOS**

Según Adger *et al.* (2018) definen el impacto climático como los efectos de los cambios climáticos en los sistemas humanos y naturales, también sostienen que los impactos climáticos pueden ser negativos o positivos, los impactos negativos pueden incluir

pérdidas de vidas, daños a la propiedad, pérdidas de ingresos y disminución de la seguridad alimentaria, mientras que, los impactos positivos pueden incluir la creación de nuevas oportunidades económicas, como el desarrollo de nuevas tecnologías para adaptarse al cambio climático.

### **2.2.3. PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS**

Sánchez Castañeda (2017) define los precios de los productos agrícolas como el valor monetario de un producto agrícola en un momento y lugar determinado, y están determinados por una serie de factores, incluyendo la oferta y la demanda, los costos de producción, las políticas gubernamentales y los desastres naturales.

### **2.2.4. RESILIENCIA AGRÍCOLA**

La palabra resiliencia proviene del latín *resilio*, que significa rebotar (Urruty *et al.*, 2016). La resiliencia agrícola se define como la capacidad de un sistema agrícola para mantener su función y estructura en presencia de perturbaciones (Douxchamps *et al.*, 2017). La resiliencia agrícola se refiere a la capacidad de los sistemas agrícolas en el altiplano peruano para adaptarse y recuperarse de perturbaciones climáticas y otros desafíos sin comprometer la producción de alimentos y la sostenibilidad a largo plazo. Según Urruty *et al.* (2016) la resiliencia agrícola es la capacidad de los sistemas agrícolas para adaptarse y recuperarse de perturbaciones, como cambios climáticos, plagas y enfermedades, o condiciones adversas del mercado.

### **2.2.5. AGRICULTURA SOSTENIBLE**

En la literatura existente se pueden encontrar varias definiciones y mediciones de agricultura sostenible. Por ejemplo, Karaca & Ince (2023) definieron que la agricultura sostenible puede definirse como una forma de actividad agrícola diseñada para satisfacer las necesidades alimentarias y textiles de la sociedad actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Para Ray *et al.* (2022) la agricultura sostenible utiliza una gestión eficaz de los recursos biológicos del medio ambiente y puede utilizarse para satisfacer las necesidades humanas

manteniendo al mismo tiempo la protección de los recursos naturales, sin embargo, se centra en reducir la incidencia de plagas sin alterar el equilibrio natural.

#### **2.2.6. SISTEMAS AGRÍCOLAS**

Según Urruty *et al.* (2016), los sistemas agrícolas son el conjunto de elementos que interactúan para producir alimentos, fibras y otros productos agrícolas. Estos elementos incluyen 1) los recursos naturales: el suelo, el agua, el aire y el clima, 2) los factores biológicos: los cultivos, los animales y los microorganismos, 3) los factores socioeconómicos: las personas, las instituciones y las políticas.

#### **2.2.7. VARIABILIDAD CLIMÁTICA**

Según Yeleliere *et al.* (2023), la variabilidad climática se puede definir como las fluctuaciones en las condiciones climáticas que ocurren de forma natural y que pueden tener un impacto significativo en los sistemas agrícolas.

#### **2.2.8. MERCADO AGRÍCOLA**

El mercado agrícola es un sistema de intercambio de productos agrícolas entre productores, consumidores y otros actores (Sánchez, 2017). Este sistema está regulado por una serie de factores, como la oferta y la demanda, los precios, las políticas gubernamentales y las preferencias de los consumidores.

### **2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **HIPÓTESIS GENERAL**

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) influye en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996 a 2023.

#### **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Se espera que las características climáticas de anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) muestren variaciones significativas a lo largo del periodo de estudio.

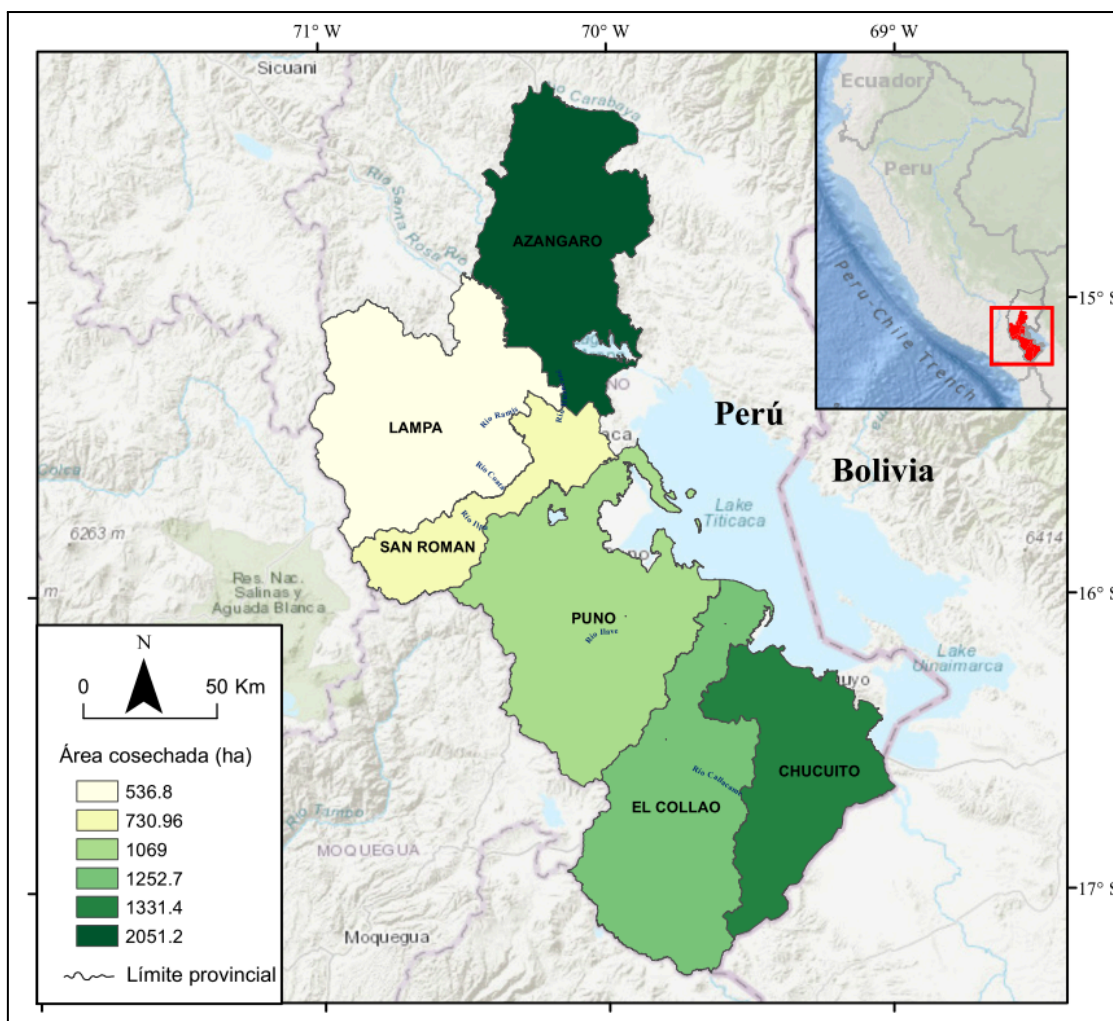
- Se espera que exista una correlación significativa entre anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*).

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El altiplano puneño se encuentra en la región hidrográfica del Titicaca en el lado de Perú. Se caracteriza como un sistema de cuenca endorreica rodeadas por las cordilleras oriental y occidental. Limita por el norte con la región hidrográfica del Amazonas, por el sur oeste con la región hidrográfica del Pacífico y por el este con la RHT de la República de Bolivia, con una altitud (Figura 5) que va desde 3804 a 5781 m s.n.m. Según la clasificación climática del Perú, la región hidrográfica del Titicaca (lado peruano) tiene un tipo de clima predominantemente lluvioso, con otoño e invierno seco (SENAMHI, 2020). La precipitación media anual va de 624.9 mm a 948.3 mm. La temperatura del aire máxima y mínima oscilan entre 10.5 y 17.8 °C, y -2.2 y 3.5 °C, respectivamente.



**Figura 05:** Ubicación del área de estudio

### 3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN

Precio de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de las provincias del altiplano puneño (Melgar, Azángaro, San Antonio de Putina, Huancané, Moho, Yunguyo, Chucuito, Puno, El Collao, San Román, Azángaro y Lampa) y datos climáticos de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial.

#### 3.2.2. MUESTRA

Precio de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de seis provincias de mayor producción (Chucuito, Puno, El Collao, San Román, Azángaro y Lampa) (Cayro & Rojas, 2013) del altiplano puneño y datos climáticos de anomalía de la

temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial para el periodo 1996 al 2023.

### **3.2.3. SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

Dado que este estudio implica el análisis de datos históricos climáticos y de precios de productos agrícolas en el altiplano peruano, el tipo de selección de la muestra fue no probabilística o de conveniencia. En este enfoque, los investigadores seleccionan los datos disponibles que mejor representen la población de interés, en este caso, las series de datos climáticos y de precios de productos agrícolas en el altiplano puneño durante los períodos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). Esta selección fue basada en la disponibilidad y accesibilidad de los datos necesarios para llevar a cabo el análisis.

## **3.4. TIPO DE ESTUDIO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

### **3.4.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación al que corresponde es cuantitativo y nivel descriptivo y correlacional.

Es descriptiva porque busca describir las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de los productos agrícolas en el altiplano peruano. También es correlacional porque busca establecer si existe una relación estadísticamente significativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de los productos agrícolas.

### **3.4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación fue no experimental de tipo longitudinal. Este diseño implicó recopilar datos a lo largo del tiempo para analizar cómo cambian las variables de interés en relación con anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y cómo estos cambios se correlacionan con la variación de precios de los productos agrícolas en el altiplano peruano. Este enfoque permite observar patrones y tendencias a lo largo del tiempo y establecer relaciones causales o correlaciones entre las variables.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 01:** Operacionalización de variables

Variable	Definición	Operacionalización
<b>Variable Independiente:</b> Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial.	Patrón climático que involucra fluctuaciones de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del Océano Pacífico ecuatorial.	Utilizar la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial para identificar los eventos ENOS (El Niño, La Niña)
<b>Variable Dependiente:</b> Precio de productos agrícolas	Valor monetario de la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) y la quinua ( <i>Chenopodium quinoa Willd</i> ).	Recopilar datos históricos de precios en soles peruanos por kilo para la papa ( <i>Solanum tuberosum</i> ) y la quinua ( <i>Chenopodium quinoa Willd</i> ).

### 3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.6.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Dado que se trabajó con datos históricos recopilados y procesados por instituciones como la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA) y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) fueron considerados como datos secundarios, debido a que no fueron obtenidos directamente por el investigador, sino que provienen de fuentes oficiales y bases de datos existentes.

Se utilizaron datos climáticos de anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) de la región 3.4 del pacífico ecuatorial de la Oficina Nacional de Administración Oceánica

y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA), una fuente reconocida internacionalmente por sus datos climáticos precisos y completos.

Por otro lado, los datos de precios agrícolas fueron obtenidos del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), una entidad gubernamental responsable de recopilar y mantener registros actualizados sobre los precios de los productos agrícolas en el Perú.

#### **a) Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM)**

Para examinar la relación entre ENOS y los precios de productos agrícolas, se utilizaron datos mensuales de la ATSM en la región del "Niño 3.4" (5°N a 5°S, 120°W a 170°W) que van desde 1996 hasta 2023. Los datos de ATSM fueron proporcionados por el Centro de Predicción Climática de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA).

Los eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) se clasifican en categorías según la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial o índice El Niño 3.4:

- Muy fuertes: ATSM superior a 2.0°C
- Fuertes: ATSM entre 1.5°C y 1.9°C
- Moderados: ATSM entre 1.0°C y 1.4°C
- Débiles: ATSM entre 0.5°C y 0.9°C

A los datos climáticos de ATSM se pueden acceder a través del siguiente enlace:

[https://www.cpc.ncep.Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica \(por sus siglas en inglés, NOAA\).gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt](https://www.cpc.ncep.Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA).gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/detrend.nino34.ascii.txt)

#### **b) Precios de productos agrícolas**

Los productos agrícolas incluidos son cultivos de papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) de la región. Los datos de precios de productos agrícolas fueron proporcionados por el Ministerio de Agricultura y Riego (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). Los precios se expresan en soles peruanos.

### 3.6.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para recolectar datos sobre las características climáticas y los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño, se utilizaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

#### **Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM)**

Datos de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial. Las ATSM son el indicador ENOS más utilizado en la investigación académica (Atems *et al.*, 2020).

#### **Registros de precios agrícolas**

Registros históricos de precios agrícolas para los productos seleccionados. Estos registros son de fuentes gubernamentales como el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) en formato digital e impreso.

### 3.6.3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS DE DATOS

**Software estadístico:** Para el análisis de datos, se consideró el uso de software estadístico como SPSS y Excel. Estas herramientas permitieron realizar análisis estadísticos y generar resultados significativos.

**Sistemas de Información Geográfica (SIG):** De forma complementaria se utilizó el programa ArcGIS para la representación del mapa.

### 3.6.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS

**Análisis de datos descriptivos de series temporales:** Este enfoque fue esencial para comprender cómo varía la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de los cultivos a lo largo del tiempo. Se consideraron análisis exploratorio de datos, medidas de tendencia central, así como medidas de dispersión y variabilidad.

**Análisis de correlación:** Para determinar si existe una relación entre El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y las fluctuaciones de precios agrícolas, se realizó un análisis de correlación. La correlación de Spearman ( $r_s$ ) fue utilizada para identificar asociaciones

monótonas entre variables, sin asumir normalidad ni linealidad. El análisis incluyó el cálculo de coeficientes de correlación para cada fase del ENSO (El Niño, La Niña y Neutro), considerando rezago temporales de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, respecto a las series de precios, con el fin de detectar posibles efectos diferidos. Para la evaluación de la normalidad de los datos, se utilizaron enfoques exploratorios, como los histogramas, los diagramas de caja y el coeficiente de asimetría. Según Hair et al. (2019), valores de asimetría fuera del rango de -1 a +1 sugieren una distribución considerablemente asimétrica.

### **3.6.5. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD).**

Se emplearon datos históricos de anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y precios mensuales de la papa y la quinua para el periodo 1996-2023. Con el fin de caracterizar estas variables, se realizó un análisis exploratorio de datos (AED), tanto gráfico como no gráfico.

El análisis no gráfico incluyó estadísticas descriptivas de tendencia central, como la media y la mediana, así como medidas de dispersión y variabilidad, como el valor máximo, valor mínimo, desviación estándar y rango, aplicadas tanto a las variables climáticas como a los precios agrícolas.

En el análisis exploratorio de datos (AED) gráfico, se utilizaron histogramas de frecuencia para analizar la distribución de los datos, complementados con el cálculo del coeficiente de asimetría, con el objetivo de evaluar si las distribuciones eran simétricas o asimétricas. Esta información fue clave para determinar el uso de pruebas estadísticas paramétricas (coeficiente de correlación de Pearson) o no paramétricas (coeficiente de correlación de Spearman) en los análisis de correlación. Los valores de asimetría fuera del rango de -1 a +1 indican una distribución considerablemente asimétrica (Hair et al., 2019). No se

utilizaron pruebas de normalidad específicas, pero la normalidad de los datos fue verificada con el coeficiente de asimetría y adicionalmente el histograma de frecuencias. Asimismo, se emplearon diagramas de cajas para detectar la presencia de valores atípicos. Gráficos de series temporales para examinar la evolución de las variables a lo largo del tiempo, estos gráficos permitieron identificar tendencias e identificar patrones preliminares en la relación entre las condiciones climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua.

Para verificar las variaciones significativas a lo largo del periodo de estudio de la ATSM y precios de la papa y la quinua, se realizó un análisis de tendencia mediante la prueba no paramétrica de Mann Kendall, con un nivel de significancia de 5% ( $\alpha=0.05$ ).

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existe una tendencia en la serie temporal (ni creciente ni decreciente). Es decir, los datos son independientes y están distribuidos aleatoriamente.

**Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existe una tendencia monótona significativa en la serie temporal (puede ser creciente o decreciente).

**Criterio de decisión:** Si  $\text{valor-}p \leq \alpha$  (0.05), se rechaza  $H_0$ : hay una tendencia significativa. Si  $\text{valor-}p > \alpha$ , no se rechaza  $H_0$ : no hay evidencia suficiente de tendencia.

### **3.6.6. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN PARA EXAMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (SOLANUM TUBEROSUM) Y LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD).**

Para analizar la relación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua en el Altiplano peruano, se aplicó el coeficiente de correlación de Spearman, debido a que la mayoría de las variables presentaron asimetrías superiores a +1, lo que indica una desviación significativa de la normalidad y justifica el uso de un enfoque no paramétrico. A diferencia de la correlación de Pearson, Spearman mide la fuerza y dirección de la

relación monótona entre dos variables, es decir, si al aumentar una variable la otra tiende a aumentar o disminuir, sin exigir una relación proporcional.

El coeficiente  $r_s$  varía entre -1 y 1, y su interpretación es la siguiente:

$r_s = 1$ : Correlación monótona positiva perfecta. A mayor valor en una variable, mayor valor en la otra.

$r_s = -1$ : Correlación monótona negativa perfecta. A mayor valor en una variable, menor valor en la otra.

$r_s = 0$ : No existe relación monótona entre las variables.

Se convierten los valores de cada variable en rangos, es decir, al menor se le da el rango de 1, al siguiente 2, etc. El cálculo de  $r_s$  se realiza a partir de la diferencia de rangos ( $d_i$ ) de cada par de observaciones, utilizando la siguiente fórmula:

$$d_i = \text{rango}(x_i) - \text{rango}(y_i)$$

$$d_i^2 = (\text{rango}(x_i) - \text{rango}(y_i))^2$$

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n(n^2-1)}$$

Donde  $d_i$  es la diferencia entre los rangos de cada par de observaciones, n es el número de pares de datos.

Se construyeron tres matrices de correlación gráfica:

1. Relación directa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua.
2. Relación con rezagos temporales de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial para capturar efectos diferidos de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) sobre los precios de la papa y la quinua.
3. Relación por fases de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) con rezago temporales de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano

Pacífico ecuatorial, considerando las fases cálida, fría y neutra y los precios de la papa y la quinua.

Clasificación del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS):

- El Niño (fase cálida):  $ATSM \geq +0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- La Niña (fase fría):  $ATSM \leq -0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Fase neutra:  $ATSM$  entre  $-0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Asimismo, se utilizó la clasificación de la intensidad del fenómeno El Niño según Atems *et al.* (2020):

- Muy fuerte:  $ATSM > +2.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Fuerte:  $ATSM$  entre  $+1.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+1.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Moderado:  $ATSM$  entre  $+1.0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+1.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Débil:  $ATSM$  entre  $+0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+0.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Para determinar si las correlaciones eran estadísticamente significativas, se utilizó el nivel de significancia del 5 % ( $\alpha=0.05$ ). Se utilizó el contexto de la prueba de hipótesis.

Hipótesis nula ( $H_0$ ): No existe correlación entre las variables ( $r_s = 0$ ).

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Existe correlación entre las dos variables ( $r_s \neq 0$ ).

El estadístico  $t$  se calculó mediante la fórmula:

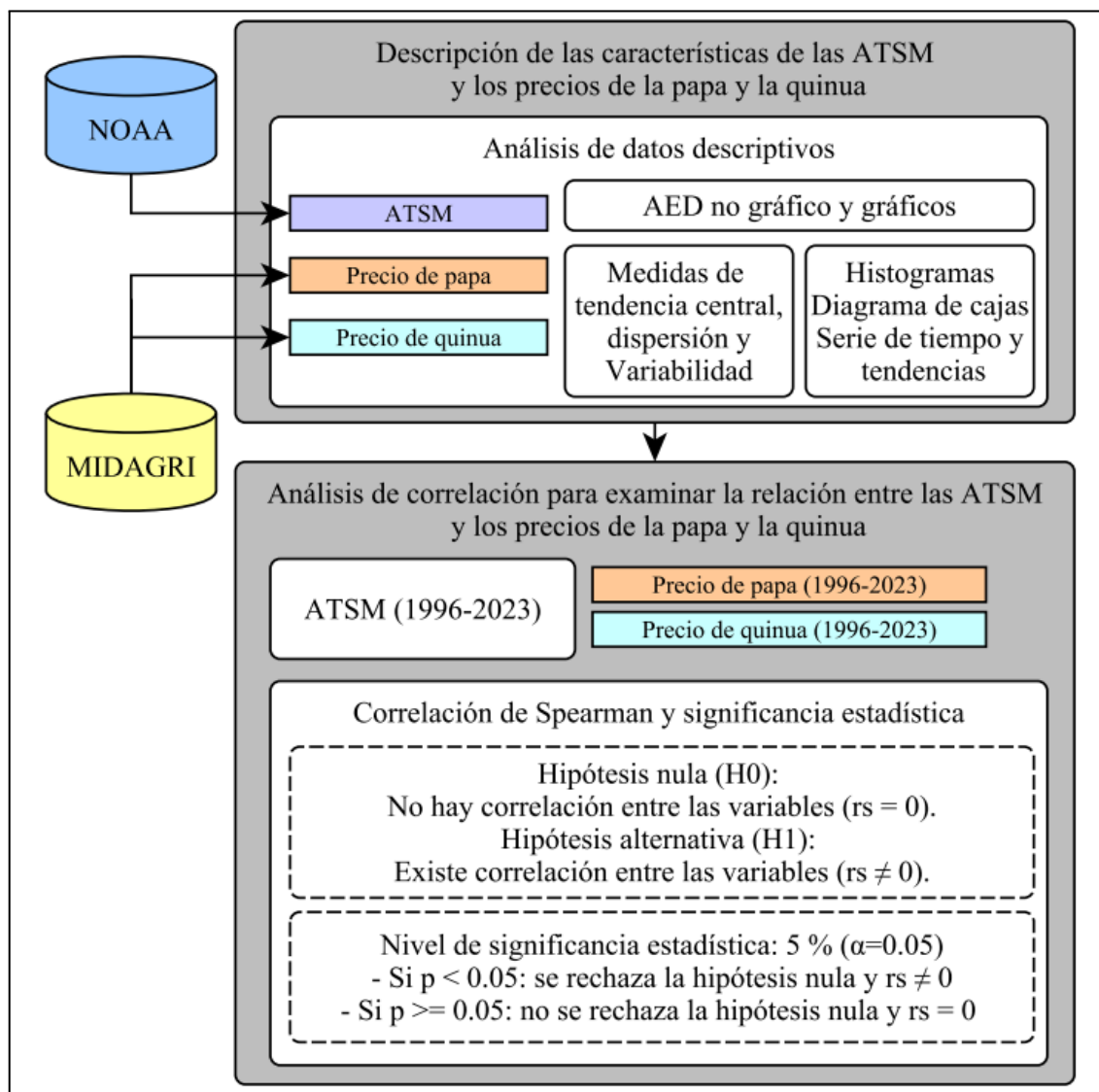
$$t = \frac{r_s \sqrt{n-2}}{\sqrt{n-r_s^2}}$$

Donde,  $r_s$  es el coeficiente de correlación de Spearman,  $n$  el número de observaciones.

Este valor calculado de  $t$  se comparó con la distribución  $t$  de Student con  $n - 2$  grados de libertad.

A partir del valor  $t$ , se obtuvo el valor  $p$  ( $p$ -value). Si el valor  $p$  es menor que 0.05, se rechazó la hipótesis nula, considerando que existe una correlación estadísticamente significativa entre las variables. Si el  $p$ -value fue mayor o igual a 0.05, no se rechazó la hipótesis nula, concluyendo que no hay evidencia suficiente para afirmar la existencia de una correlación significativa.

La Figura 6 presenta el diagrama de flujo metodológico utilizado para evaluar la influencia del fenómeno del El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) sobre la variación de precios de los productos agrícolas en el altiplano peruano.



**Figura 06:** Diagrama de flujo para evaluar el impacto de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño

## CAPÍTULO IV

### EXPOSICIÓN, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de esta investigación fue analizar la influencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período 1996-2023. Los resultados obtenidos mediante análisis exploratorios y correlacionales evidencian que las fluctuaciones de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, asociadas a las fases del ENOS, presentan efectos diferidos sobre los precios de la papa y la quinua, con diferencias entre provincias y cultivos.

En la fase de El Niño, se observó una correlación negativa significativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la quinua, especialmente entre los rezago de 2 y 3 meses, lo cual indica que este fenómeno puede generar reducción de precios a corto plazo. En el caso de la papa, los efectos también tienden a ser negativos, aunque más moderados, con correlaciones no significativas.

En contraste, la fase La Niña mostró correlaciones positivas y en algunas fueron significativas con los precios de ambos cultivos en rezagos temporales de cuatro meses, lo cual sugiere que esta condición climática podría estar relacionada con aumentos de precios en ciertas provincias, posiblemente por impactos sobre la oferta agrícola local. Durante la fase neutra, los efectos son menos claros y más variables, aunque también se observaron correlaciones diferidas y significativas en ciertos rezagos temporales.

En conjunto, estos hallazgos permiten confirmar que El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) influye en los precios agrícolas en el altiplano puneño, aunque con variaciones espaciales, temporales y según el tipo de cultivo.

### **Hipótesis general:**

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) influye en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño.

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** El fenómeno ENOS no influye significativamente en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el periodo 1996–2023.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** El fenómeno ENOS influye significativamente en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el periodo 1996–2023.
- **Criterio de decisión:** Si el valor  $p \leq 0.05$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Si  $p > 0.05$ , no se rechaza  $H_0$ .

### **Contraste de la hipótesis general**

Si bien las correlaciones directas fueron bajas en promedio, al incorporar rezagos temporales y distinguir por fase climática (El Niño, La Niña y Neutro), se identificaron correlaciones moderadas y significativas con algunos rezagos temporales. Esto respalda la hipótesis general, aunque los efectos no son uniformes ni lineales. Por tanto, se acepta la hipótesis general de forma parcial, al demostrarse que existe influencia del ENOS sobre los precios, pero dicha influencia es variable, dependiente del tipo de fenómeno, cultivo, rezago temporal y provincia.

### **Hipótesis específica 1:**

Se espera que las características climáticas de anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua muestren variaciones significativas a lo largo del periodo de estudio.

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existe una tendencia significativa en las series temporales de las ATSM ni en los precios de la papa y la quinua (Las series de tiempo no muestran un patrón sistemático de aumento o disminución).

- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existe una tendencia significativa (creciente o decreciente) en las series temporales de las ATSM y/o los precios de la papa y la quinua.
- **Criterio de decisión:** Se aplica la prueba no paramétrica de Mann-Kendall para detectar tendencias en cada serie temporal. Si  $p \leq 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se concluye que existe una tendencia significativa. Si  $p > 0.05$ , no se rechaza  $H_0$  y no se evidencia una tendencia significativa.

### **Contraste de la hipótesis específica 1**

Dado que los resultados de la prueba de Mann-Kendall evidencian una tendencia creciente estadísticamente significativa en los precios promedio mensuales de la papa ( $\tau = 0.65$ ,  $p$ -valor  $< 0.05$ ) y de la quinua ( $\tau = 0.72$ ,  $p$ -valor  $< 0.05$ ), se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, validando la hipótesis de investigación. Esto indica un cambio sostenido en los precios agrícolas durante el periodo analizado.

En cuanto a la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4, los resultados no muestran una tendencia estadísticamente significativa para la serie completa ( $\tau = -0.008$ ;  $p$ -valor = 0.834), ni al desagregar por fases del ENSO: El Niño ( $\tau = -0.14$ ;  $p$ -valor = 0.083), La Niña ( $\tau = 0.11$ ;  $p$ -valor = 0.068) y Neutral ( $\tau = 0.08$ ;  $p$ -valor = 0.156). Por tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula.

En conclusión, existe evidencia de tendencias significativas en los precios agrícolas, pero no en las anomalías de la temperatura superficial del mar (ATSM) del océano Pacífico ecuatorial. La hipótesis de investigación se valida parcialmente: se confirma para las variables económicas (precios), pero no para la variable climática (ATSM).

### **Hipótesis específica 2:**

Se espera que exista una correlación significativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y los precios de la papa y la quinua.

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** No existe correlación significativa entre la ATSM y los precios de la papa y la quinua.

- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** Existe una correlación significativa entre la ATSM y los precios de la papa y la quinua.
- **Criterio de decisión:** Si el coeficiente de correlación de Spearman tiene un valor  $\rho \leq 0.05$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . En caso contrario, no se rechaza  $H_0$ .

### **Contraste de la hipótesis específica 2**

Con base en los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis específica 2 de manera parcial. Si bien se identificaron correlaciones entre la ATSM y los precios agrícolas, estas no fueron consistentes ni estadísticamente significativas en todos los casos. La relación varía según el tipo de fenómeno ENSO (El Niño, La Niña o fase neutra), el cultivo analizado (papa o quinua), el rezago temporal considerado y, en análisis más detallados, la provincia de estudio. Por lo tanto, aunque se evidencia una influencia del ENOS sobre los precios agrícolas, esta no es uniforme ni suficientemente para sostener una aceptación total de la hipótesis planteada.

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) Y LA QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*).

##### 4.1.1. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LA PAPA

**Tabla 02:** Descripción estadística del precio del cultivo de la papa

Provincia	Promedio (S/kg)	Mediana (S/kg)	Máximo (S/kg)	Mínimo (S/kg)	Desviación Estándar (S/kg)	Rango (S/kg)
Azángaro	0.88	0.71	2.32	0.40	0.46	1.93
Chucuito	0.85	0.62	2.16	0.41	0.42	1.76
El Collao	0.76	0.63	2.00	0.40	0.35	1.60
Lampa	0.95	0.89	2.95	0.40	0.50	2.55
Puno	0.93	0.80	2.46	0.40	0.46	2.06
San Román	1.00	0.75	3.99	0.39	0.68	3.59

##### a) Tendencia central

El precio promedio de la papa en las seis provincias evaluadas varió entre 0.76 S/kg en El Collao y 1.0 S/kg en San Román. La mediana es notablemente menor al promedio, lo que sugiere la presencia de valores extremos elevados o una distribución sesgada hacia la derecha (Tabla 2).

##### b) Variabilidad y dispersión

La desviación estándar indica que las mayores fluctuaciones de precio se presentan en San Román (0.68 S/kg) y Lampa (0.50 S/kg), lo que sugiere provincias más inestables con variaciones significativas a lo largo del tiempo. En contraste, El Collao (0.35 S/kg) muestra la menor dispersión, reflejando precios más estables (Tabla 2).

El rango de precios confirma estas diferencias, siendo mayor en San Román (3.59 S/kg) y Lampa (2.55 S/kg), lo que indica mercados con oscilaciones de precios más amplias. Por otro lado, El Collao presenta el menor rango (1.60 S/kg), lo que refleja una menor fluctuación y un mercado más estable en comparación con otras provincias (Tabla 2).

#### 4.1.2. ANÁLISIS DEL PRECIO DE LA QUINUA

**Tabla 03:** Descripción estadística del precio del cultivo de la quinua

Provincia	Promedio (S/kg)	Mediana (S/kg)	Máximo (S/kg)	Mínimo (S/kg)	Desviación Estándar (S/kg)	Rango (S/kg)
Azángaro	3.15	3.57	10.01	0.87	2.17	9.14
Chucuito	2.96	3.20	10.16	0.91	2.15	9.25
El Collao	3.28	3.53	10.00	0.88	2.21	9.12
Lampa	3.02	3.43	9.84	0.93	2.03	8.91
Puno	2.95	3.27	9.80	0.95	2.14	8.85
San Román	3.16	3.62	10.22	0.94	2.20	9.27

##### a) Tendencia central

El precio de la quinua es significativamente más alto que el de la papa, con valores que oscilan entre 2.96 S/kg en Chucuito y 3.28 S/kg en El Collao. A diferencia de la papa, la mediana es mayor que el promedio, lo que sugiere una distribución sesgada hacia los precios más altos (Tabla 3).

##### b) Variabilidad y dispersión

La desviación estándar muestra que San Román (2.20 S/kg) y Azángaro (2.17 S/kg) presentan la mayor variabilidad en los precios de la quinua, lo que sugiere fluctuaciones más marcadas en estas provincias. En contraste, Lampa (2.03 S/kg) y Puno (2.14 S/kg) muestran una dispersión ligeramente menor, aunque aún considerable (Tabla 3).

El rango de precios confirma estas fluctuaciones: San Román (9.27 S/kg) y Chucuito (9.25 S/kg) presentan las mayores diferencias entre precios máximos y mínimos, indicando mercados más inestables con episodios de precios extremadamente altos o bajos. Por otro lado, El Collao muestra un rango de 9.12 S/kg, reflejando variaciones similares en el tiempo (Tabla 3).

#### 4.1.3. ANÁLISIS DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL

**Tabla 04:** Descripción estadística de la ATSM

Índice	Promedio (°C)	Mediana (°C)	Máximo (°C)	Mínimo (°C)	Desviación	Rango (°C)
					Estándar (°C)	
ATSM 3.4	-0.10	-0.22	2.71	-1.77	0.90	4.48

##### a) Tendencia central

La anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial presenta un promedio de -0.10 °C y una mediana de -0.22 °C, lo que indica que, en general, las condiciones oceánicas tienden a ser ligeramente más frías que el valor de referencia, reflejando una mayor ocurrencia de condiciones de La Niña en el período de estudio.

##### b) Variabilidad y dispersión

La desviación estándar de 0.90 °C sugiere fluctuaciones considerables en la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial. El rango de 4.48 °C, que abarca desde un mínimo de -1.77 °C hasta un máximo de 2.71 °C, confirma la presencia de eventos climáticos extremos en ambas direcciones, con episodios cálidos (El Niño) y fríos (La Niña) de distinta magnitud.

#### 4.1.4. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LOS PRECIOS AGRÍCOLAS

La Figura 7 muestra la variación temporal de los precios de la papa (Figura 7a) y la quinua (Figura 7b) en relación con la anomalía de la temperatura superficial del mar

(ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial desde agosto de 1996 hasta julio 2023, lo que permite visualizar su relación con los cambios en los precios agrícolas, de seis provincias: Azángaro, Chucuito, El Collao, Lampa, Puno y San Román.

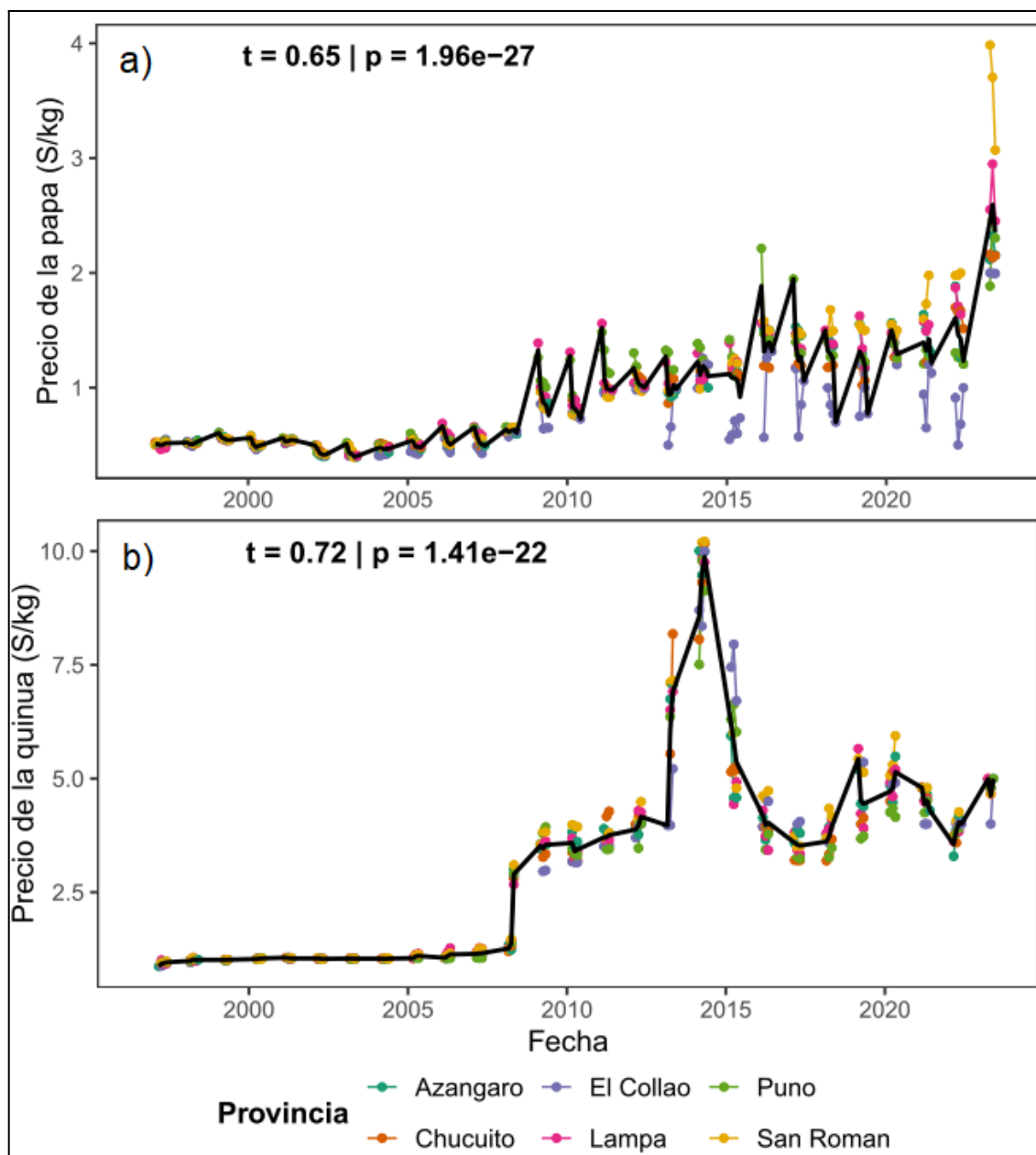
En general, se observa un aumento progresivo en los precios de ambos cultivos, con incrementos más pronunciados a partir del año 2009 (periodo de cosecha: marzo a junio). Desglosando en cuatro periodos de análisis (1996-1999, 2000-2009, 2010-2019 y 2020-2023), el precio de chacra promedio en conjunto para las seis provincias fueron:

- Papa: 0.53 S/kg, 0.55 S/kg, 1.14 S/kg y 1.65 S/kg, respectivamente.
- Quinua: 0.98 S/kg, 1.40 S/kg, 4.82 S/kg y 4.5 S/kg, respectivamente.

El precio más alto de la quinua se registró en el año 2014, entre los meses de marzo y mayo (cosecha), con un promedio de 9.4 S/kg en las seis provincias. Los precios máximos provinciales ordenados de mayor a menor, fueron: San Román 10.2 S/kg, Chucuto 10.16 S/kg, Azángaro 10.0 S/kg, El Collao 10 S/kg, Lampa 9.80 S/kg y Puno 9.13 S/kg.

Por otro lado, los precios más altos de la papa se registraron en el año 2023, entre los meses de abril y junio (cosecha), con un promedio de 2.47 S/kg en las seis provincias. Los valores máximos ordenados de mayor a menor fueron: San Román 3.99 S/kg, Lampa 2.95 S/kg, Puno 2.46 S/kg, Azángaro 2.32 S/kg, Chucuto 2.16 S/kg y El Collao 2.0 S/kg.

Asimismo, el análisis de tendencia mediante la prueba de Mann-Kendall evidenció un aumento significativo en el precio promedio mensual de la papa en el altiplano ( $\tau = 0.651$ ,  $p < 0.001$ ), lo que indica una tendencia creciente sostenida a lo largo del periodo analizado (Figura 7a). De manera similar, para el caso de la quinua también se identificó una tendencia creciente estadísticamente significativa en los precios promedio mensuales (Mann-Kendall:  $\tau = 0.722$ ,  $p < 0.0001$ ) (Figura 7b).



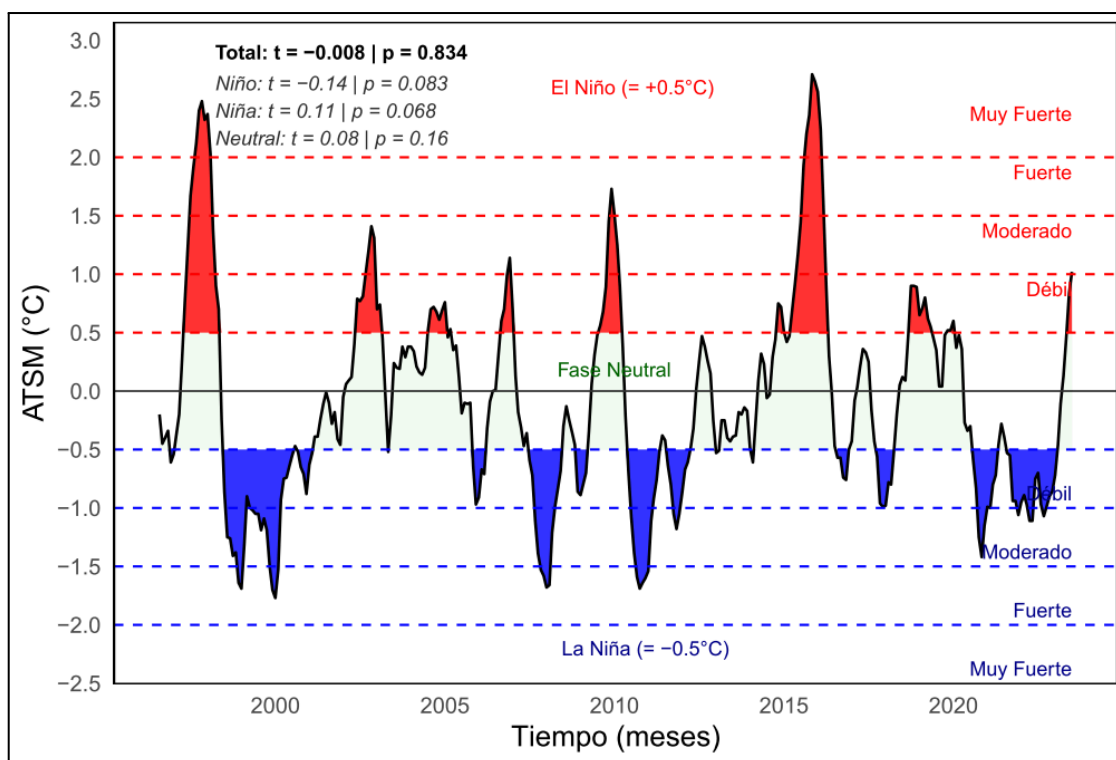
**Figura 07:** Variación temporal de los precios de a) papa y b) quinua en relación con la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial

#### 4.1.5. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL

Esta Figura 8 muestra la serie temporal mensual de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial desde agosto del año 1996 hasta el mes de julio del 2023, en el cual muestra claramente que durante el período de análisis ha habido más meses en fase Neutra y La Niña que en El Niño. Se observa que los eventos de El Niño (rojo), aunque menos frecuentes, tienden a alcanzar valores más altos (más de +2.0 °C), como ocurrió en 1997-1998 y 2015-2016. No obstante, los eventos de La Niña (azul) tienden a alcanzar valores más frecuentes y más bajos en magnitud (menor a -1.5 °C), como lo ocurrido en 1998-2000, 2007-2008 y 2010-2011.

Para el periodo de análisis, la fase El Niño 2015–2016 fue uno de los eventos más intensos y prolongados de la última década. Las fases de La Niña aparecen con más frecuencia, pero tienden a ser más menos intensas.

El análisis estadístico mediante la prueba de Mann-Kendall no evidenció una tendencia significativa en la serie completa de anomalías de temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 durante el periodo 1996–2023 ( $\tau = -0.0078$ ;  $p = 0.834$ ). Al desagregar por fases del ENSO, se observó una débil tendencia negativa para la fase El Niño ( $\tau = -0.14$ ;  $p = 0.083$ ) y una tendencia positiva incipiente para la fase La Niña ( $\tau = 0.11$ ;  $p = 0.068$ ), ambas con significancia marginal al 10 %. En cambio, la fase Neutral no presentó evidencia de tendencia significativa ( $\tau = 0.08$ ;  $p = 0.156$ ). Estos resultados sugieren que, a pesar de la marcada variabilidad interanual, no se ha producido un cambio estadísticamente consistente en la intensidad o frecuencia de las anomalías térmicas en ninguna de las fases del ENSO durante el periodo evaluado.



**Figura 08:** Variación temporal de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial

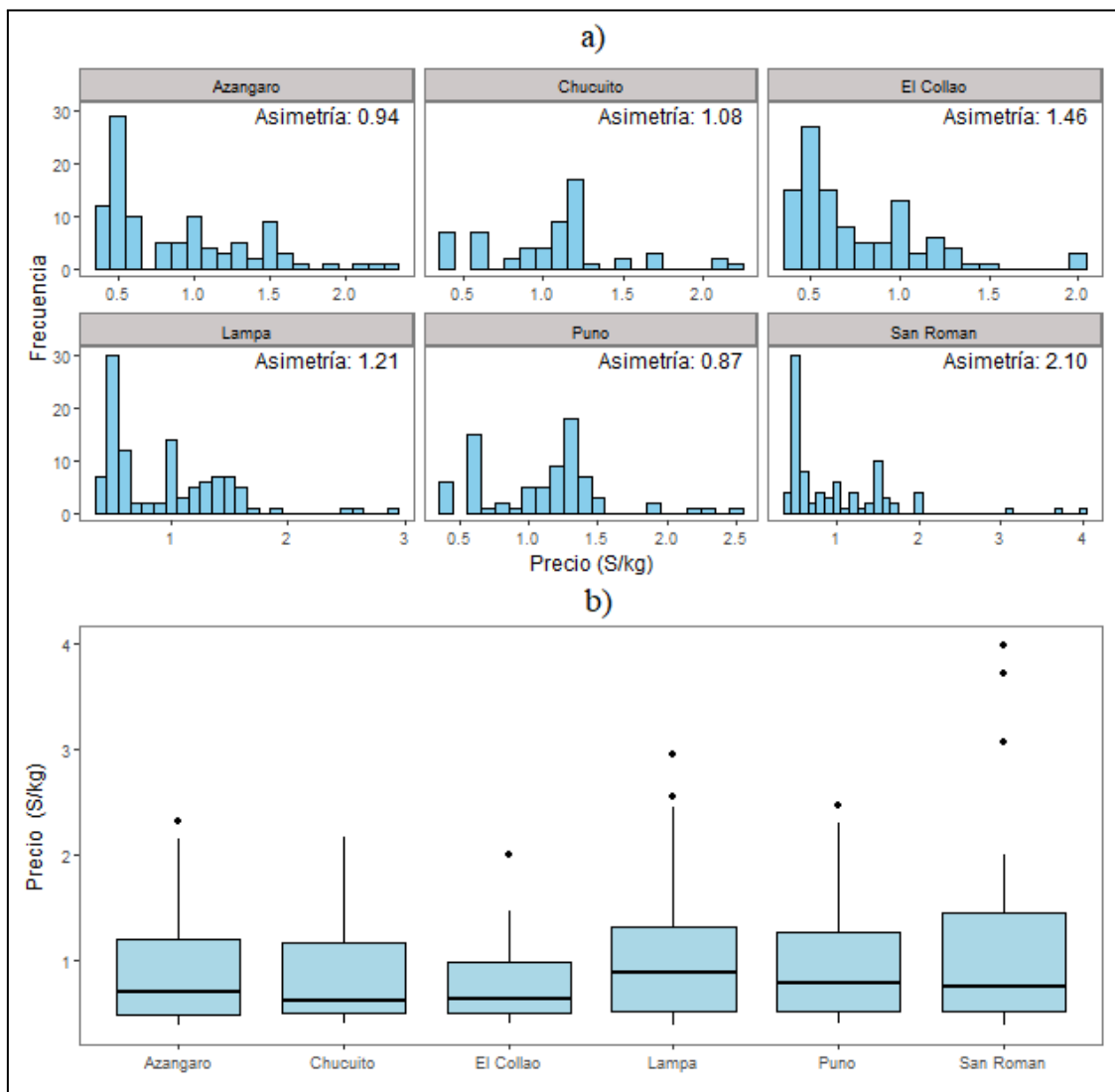
#### 4.1.6. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LOS PRECIOS AGRÍCOLAS

La Figura 9 muestra dos representaciones gráficas del precio de la papa en seis provincias: Azángaro, Chucuito, El Collao, Lampa, Puno y San Román. Histograma de frecuencias (Figura 9a) y diagrama de cajas (Figura 9b).

Los histogramas (Figura 9a) revelan que la distribución de los precios de la papa es asimétrica a la derecha en todas las provincias, lo que significa que hay una mayor frecuencia de precios bajos y algunos valores más altos que elevan la media. San Román (Asimetría: 2.10) presenta la mayor asimetría, indicando una fuerte concentración de precios bajos con pocos valores extremos elevados. El Collao (Asimetría: 1.46), Chucuito (1.08) y Lampa (1.21) también muestran una asimetría positiva marcada, aunque menos pronunciada. Puno (0.87) y Azángaro (0.94) presentan una asimetría menor, lo que sugiere una distribución más cercana a la normal.

En el diagrama de cajas (Figura 9b), se observa una variabilidad considerable en los precios de la papa, con San Román y Lampa mostrando una dispersión más amplia,

evidenciada por sus cajas más extendidas y la presencia de valores atípicos en la parte superior. El Collao presenta precios más concentrados, con menores diferencias entre el primer y tercer cuartil. La presencia de valores atípicos (puntos negros sobre las cajas) indica que en la mayoría de provincias ha habido episodios de precios extraordinariamente altos, mostrando más evidencia la provincia de San Román y Lampa.

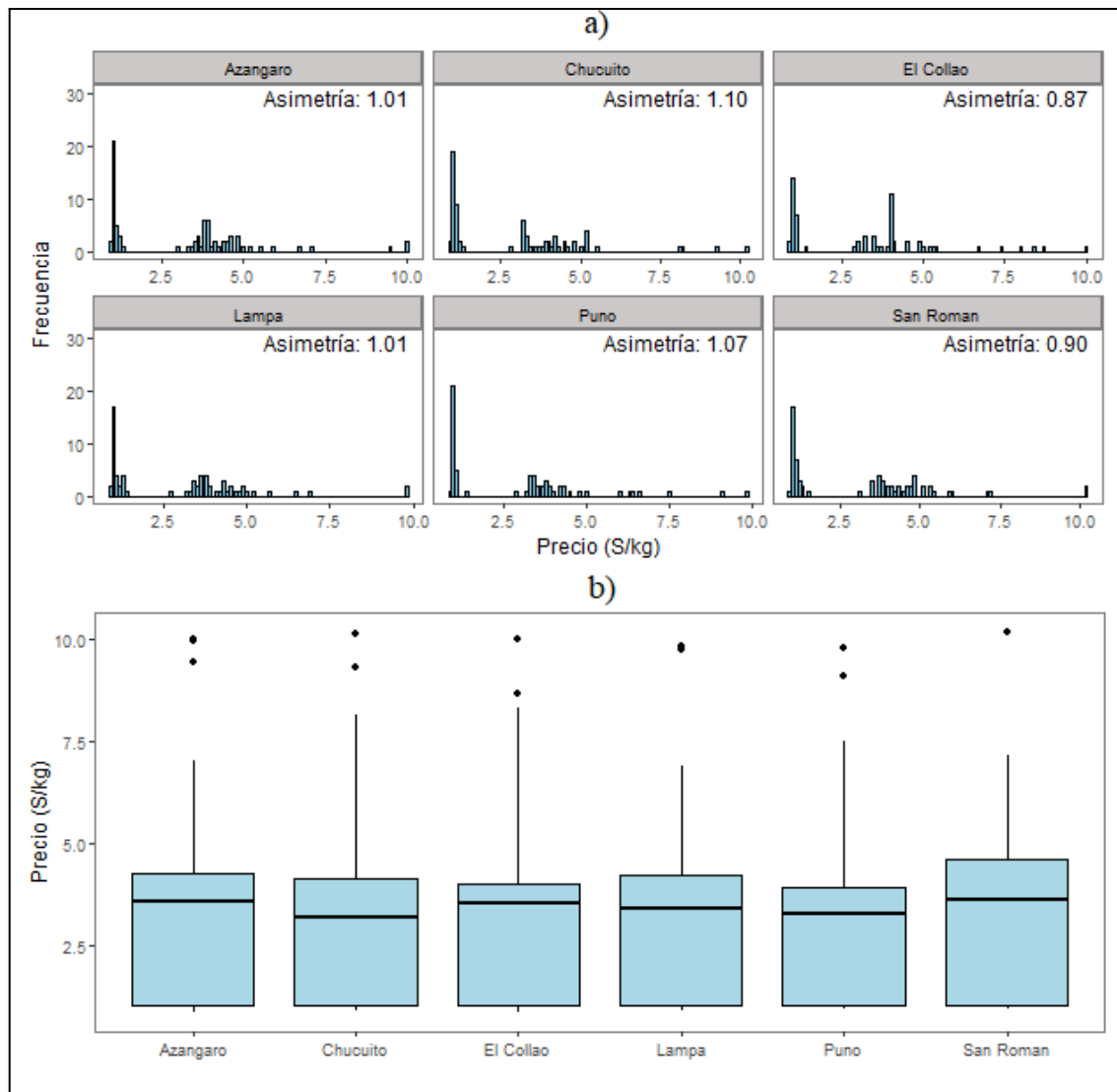


**Figura 09:** Diagrama de cajas e histograma de frecuencias para el precio de la papa

La Figura 10 muestra dos representaciones gráficas del precio de la quinua en seis provincias: Azángaro, Chucuito, El Collao, Lampa, Puno y San Román. Histograma de frecuencias (Figura 10a) y diagrama de cajas (Figura 10b).

Los histogramas (Figura 10a) revelan que la distribución de los precios de la quinua es asimétrica a la derecha en todas las provincias, lo que indica que la mayoría de los precios son relativamente bajos, con algunos valores elevados que influyen en la media. Chucuito (1.10), Puno (1.07) y Azángaro (1.01) presentan mayor asimetría, lo que sugiere una mayor frecuencia de precios bajos con algunos valores extremos altos. San Román (0.90) y El Collao (0.87) muestran menor asimetría, indicando una distribución más equilibrada en comparación con las otras provincias. En general, en todas las provincias los precios más frecuentes se encuentran en el rango bajo (entre 2 y 3 S/kg), con algunas observaciones dispersas en valores más altos.

En el diagrama de cajas (Figura 10b), se observa que el precio de la quinua presenta una alta dispersión en todas las provincias, reflejada en la amplitud de los diagramas de cajas y los valores atípicos en la parte superior. La mediana de los precios es similar en todas las provincias, situándose alrededor de 3 S/kg, lo que sugiere que la distribución central del precio es homogénea en la región. Los valores atípicos (puntos negros sobre las cajas) reflejan episodios de precios extremadamente altos en todas las provincias.



**Figura 10:** Diagrama de cajas e histograma de frecuencias para el precio de la quinua

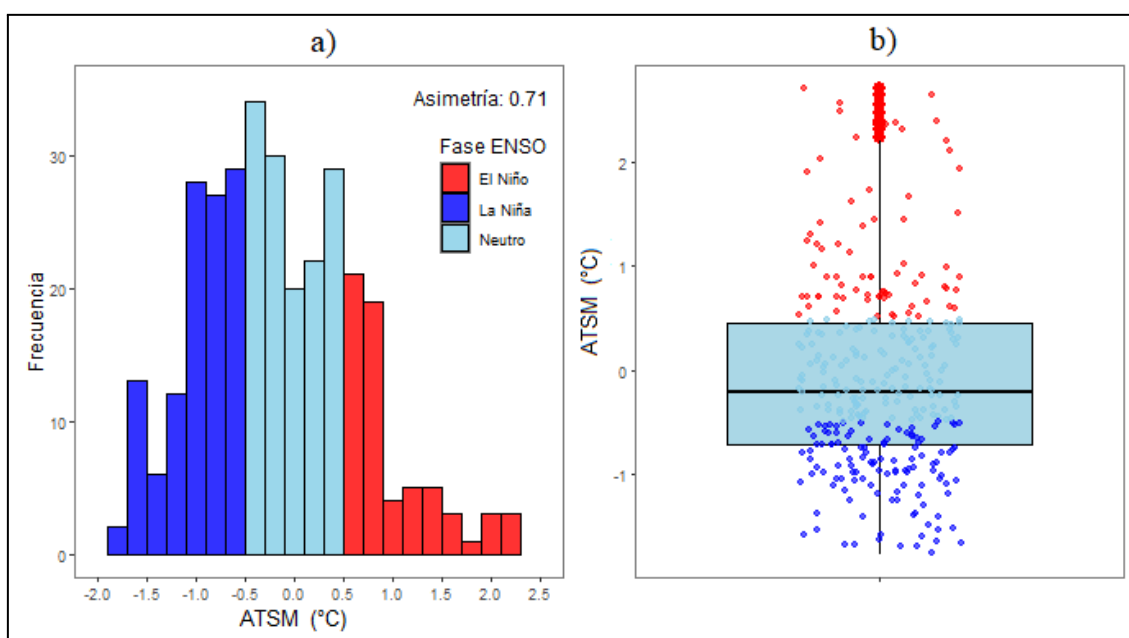
#### 4.1.7. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL

La Figura 11 presenta la distribución de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, utilizado para clasificar las fases del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

El histograma de frecuencias (Figura 11a) muestra una mayor frecuencia de valores negativos y cercanos a cero, lo que indica que la fase neutra y La Niña han sido más comunes que El Niño. La fase La Niña (azul) tiene una mayor concentración de valores en torno a  $-0.5^{\circ}\text{C}$  a  $-1.5^{\circ}\text{C}$ , lo que enmarca entre débil a moderado. La fase El Niño (rojo)

se observa en valores positivos  $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ , aunque con menor frecuencia en comparación con La Niña. La asimetría positiva (0.71) indica que hay valores extremos positivos más frecuentes que valores negativos extremos, lo que sugiere que los eventos de El Niño, aunque menos frecuentes, tienden a registrar valores más altos.

En el diagrama de cajas (Figura 11b) se encuentra centrada alrededor de  $0^{\circ}\text{C}$ , lo que confirma que la mayor parte del tiempo la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial se mantienen en condiciones neutras. Los valores atípicos positivos indican eventos fuertes de El Niño. La dispersión es considerable en ambas direcciones, pero los valores positivos parecen presentar más extremos, lo que es consistente con la asimetría positiva observada en el histograma.



**Figura 11:** Diagrama de cajas e histograma de frecuencias de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial

## 4.2. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN PARA EXAMINAR LA RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE LA PAPA (*SOLANUM TUBEROSUM*) Y LA QUINUA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*).

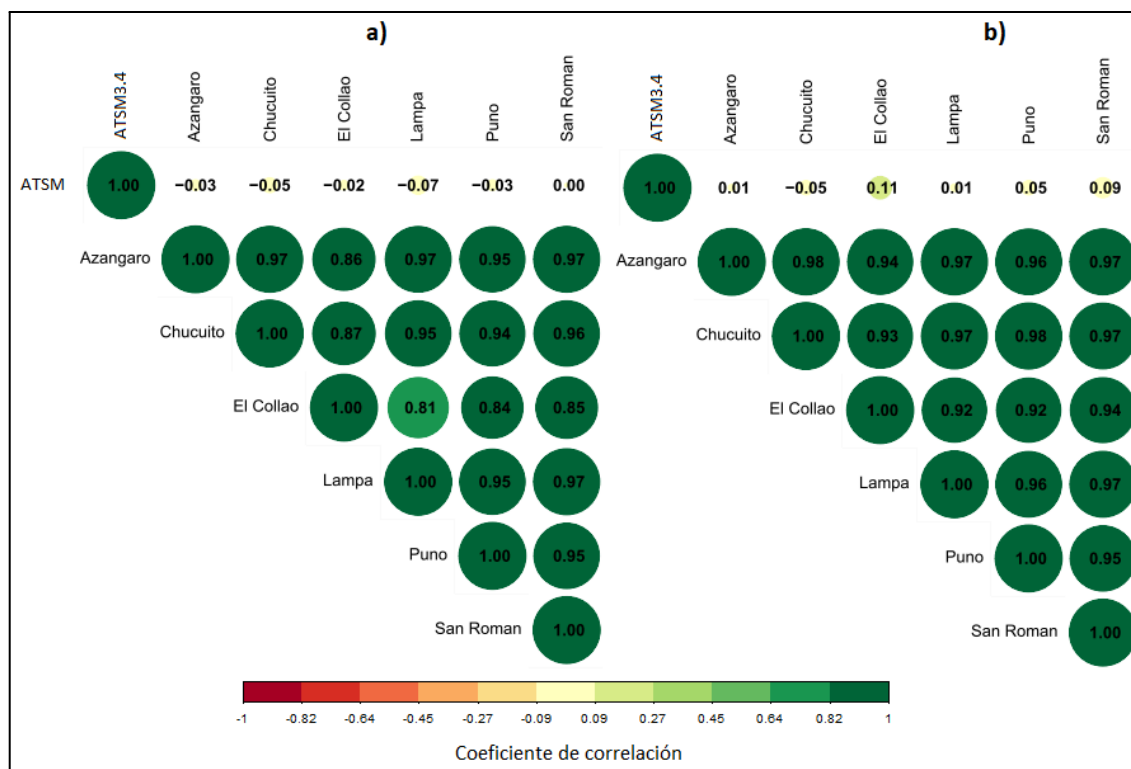
### 4.2.1. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL Y LOS PRECIOS DE CULTIVOS

La Figura 12 muestra la matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de dos cultivos: Papa (*Solanum tuberosum*) (Figura 12a) y Quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) (Figura 12b). En ambos casos, los coeficientes de correlación de Spearman entre la ATSM y los precios de la papa y la quinua fueron bajos ( $r_s \approx 0$ ). Esto sugiere que no hay una relación directa entre la ATSM y los precios de los cultivos en las provincias analizadas.

En particular, las correlaciones entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa en distintas provincias oscilaron entre -0.07 y 0.00, indicando una asociación muy débil y negativa. De forma similar, los coeficientes de correlación entre la ATSM y los precios de la quinua variaron entre -0.05 y 0.11. En todos los casos, el  $p$ -valor  $> 0.05$ , por lo que las correlaciones no resultaron estadísticamente significativas. Estos resultados indican que, durante el periodo analizado (1996–2023), no se evidenció una influencia directa de la ATSM sobre los precios de la papa y la quinua en el Altiplano puneño..

Por otro lado, las correlaciones entre los precios del mismo cultivo en distintas provincias fueron altas y estadísticamente significativas ( $p$ -valor  $< 0.05$ ), con coeficientes de correlación de Spearman cercanos a 1 ( $r_s \approx 1$ ). Esto sugiere que los precios presentan una dinámica común entre regiones, posiblemente explicada por factores compartidos

como la oferta y demanda del mercado, los costos de transporte o la influencia de políticas agrícolas a nivel regional.



**Figura 12:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de los cultivos: a) papa, y b) quinua.

#### 4.2.2. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL, CON REZAGOS TEMPORALES, Y LOS PRECIOS DE LOS CULTIVOS

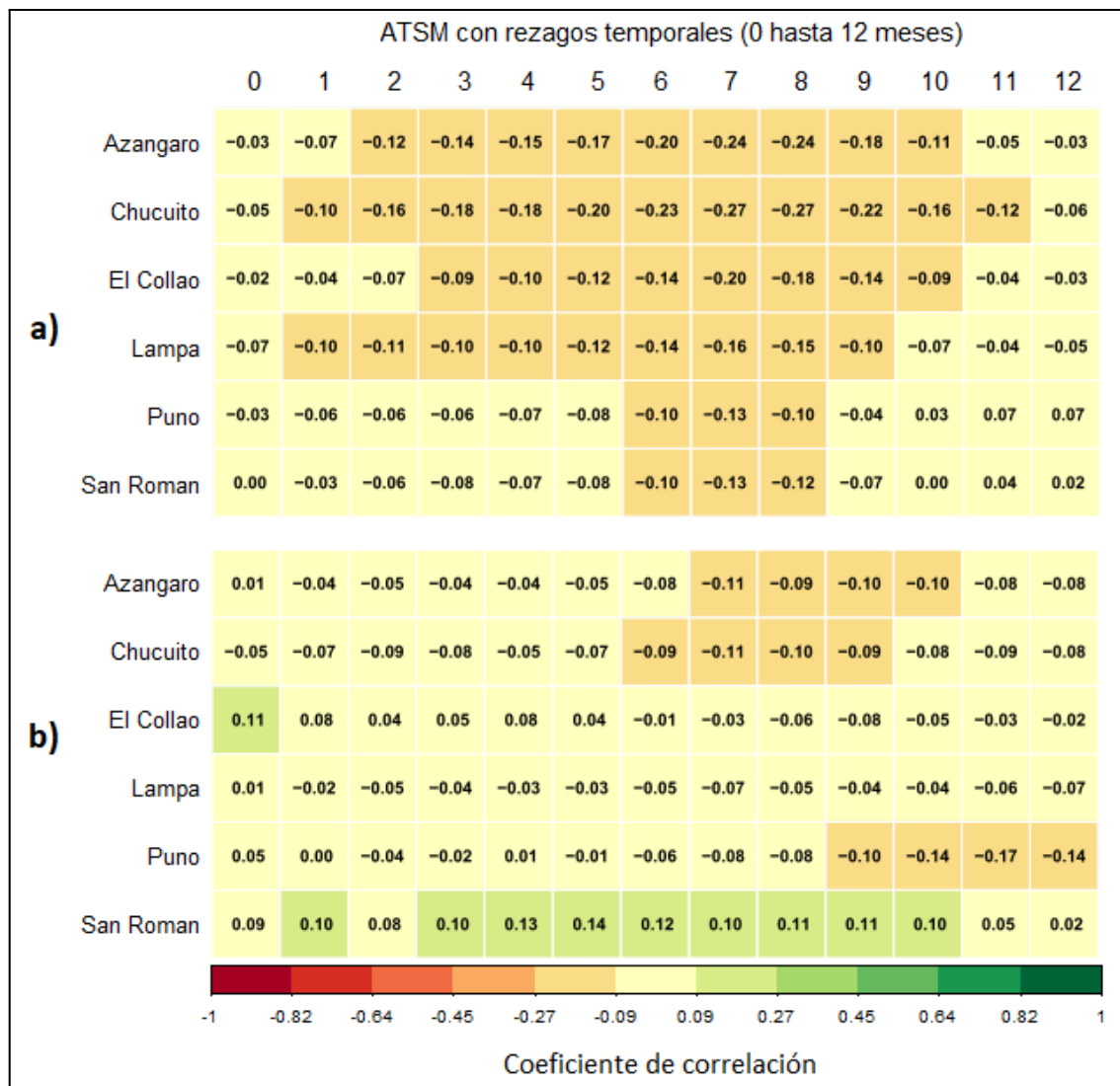
La Figura 13 muestra los coeficientes de correlación de Spearman entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (Figura 13a) y la quinua (Figura 13b), considerando distintos rezagos temporales (desde 0 hasta 12 meses).

En el caso de la papa, los coeficientes de correlación tienden a volverse progresivamente negativos conforme aumenta el rezago temporal (Figura 13a). En provincias como Azángaro y Chucuito, se observan los valores más bajos entre los rezagos de 6 a 8 meses, alcanzando hasta  $-0.27$ . Esto sugiere un posible efecto diferido de la ATSM sobre

el precio de la papa. Sin embargo, dichas correlaciones no son estadísticamente significativas ( $p\text{-valor} > 0.05$ ).

Para la quinua (Figura 13b), las correlaciones son generalmente más débiles y oscilan alrededor de  $-0.17$  y  $0.14$ . Aunque se evidencian ligeras correlaciones positivas en la provincia de San Román entre rezagos temporales de 3 a 10 meses, mientras que en el resto de provincias predominan correlaciones negativas y de baja magnitud. Esto indica que la relación entre la ATSM y los precios de la quinua es menos consistente y también carece de significancia estadística ( $p\text{-valor} > 0.05$ ).

En conjunto, no se identifica una relación fuerte entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua. Sin embargo, se observa un ligero efecto de retardo, en que la correlación se vuelve más negativa en ambos cultivos, especialmente en el caso de la papa. Esto sugiere que los precios agrícolas, posiblemente estén influenciados por factores locales como las condiciones de producción, el acceso a mercados o las políticas de comercialización, más que por la variabilidad climática asociada al ENOS.



**Figura 13:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, con rezagos temporales y los precios de los cultivos: a) papa y b) quinua

#### 4.2.3. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCEANO PACÍFICO ECUATORIAL CONSIDERANDO LAS FASES DE ENOS Y REZAGOS TEMPORALES, Y LOS PRECIOS DE CULTIVOS

##### a) Cultivo de papa

La Figura 14 muestra la matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la papa, considerando diferentes fases de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS): a) El

Niño, b) La Niña y c) Condiciones neutras. Se evaluaron rezagos temporales de 0 a 12 meses. Los valores marcados con un asterisco (\*) indican significancia estadística ( $p < 0.05$ ).

#### **- Fase El Niño**

Durante los eventos El Niño, las correlaciones entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa varían entre -0.38 y 0.47. Sin rezago (lag 0), se observan correlaciones positivas y moderadas, destacando Chucuito (0.47), Lampa (0.44) y Azángaro (0.40) (Figura 14a). No obstante, a partir de un rezago temporal de 2 a 8 meses, las correlaciones tienden a volverse negativas en todas las provincias, alcanzando valores de -0.38 en El Collao y -0.35 en Puno. Aunque ninguna de estas correlaciones es estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ), sugieren un posible efecto diferido en el que los precios de la papa podrían disminuir tras un evento El Niño. Esta tendencia coincide con los hallazgos de Ubilava (2017), quien encontró que los precios agrícolas, como los del trigo, tienden a caer tras eventos de El Niño, aunque la dinámica es dependiente del régimen y del contexto geográfico.

#### **- Fase La Niña**

En esta fase, los coeficientes de correlación fluctúan entre -0.16 y 0.46. Se observan correlaciones positivas en varias provincias, algunas de ellas estadísticamente significativas (marcadas con \*,  $p$ -valor  $< 0.05$ ), especialmente en rezagos temporales de 4, 8 y 9 (Figura 14b). Los valores más altos de correlación alcanzan 0.46 ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) en Lampa, 0.45 ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) en San Román y Puno, 0.44 ( $p$ -valor  $< 0.05$ ) en Azángaro y Chucuito, lo que indica que en esta fase los precios de la papa tienden a aumentar varios meses después de un evento de La Niña, aunque no todos son significativos ( $p$ -valor  $> 0.05$ ). Estos hallazgos sugieren que el aumento de precipitaciones y temperaturas mínimas más elevadas, documentados por Casimiro & Arriaga (2018), pueden generar condiciones más favorables para la producción. El aumento en precios podría reflejar un desfase entre la mejora en producción y la respuesta del mercado local,

o una mayor valorización por mayor calidad en la oferta. Esto complementa el estudio de Tello & Quevedo (2021), quienes caracterizaron la incidencia de sequías sobre el cultivo de papa, y resaltaron la necesidad de considerar la influencia de eventos como La Niña sobre rendimientos y precios.

#### **- Fase neutra**

Durante condiciones neutras, las correlaciones varían entre -0.32 y 0.29. A diferencia de las fases anteriores, los patrones son menos consistentes. Se evidencian correlaciones negativas en los rezagos temporales de 1 a 4 meses, siendo más intensas en los rezagos temporales de 2 y 3, donde El Collao alcanza una correlación estadísticamente significativa de -0.32 ( $p$ -valor < 0.05). A partir del rezago temporal 5, las correlaciones tienden a volverse positivas en la mayoría de provincias, siendo más notorio en el rezago temporal de 7 meses, con valores entre 0.13 y 0.29 (Figura 14c). Este comportamiento irregular concuerda con lo planteado por Berry & Okulicz-Kozaryn (2008), quienes argumentaron que la señal de ENOS puede diluirse a nivel macroeconómico o en ausencia de eventos extremos, generando impactos menos claros o más dispersos.



**Figura 14:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la papa para diferentes fases: a) El Niño, b) La Niña, c) condiciones neutras y rezagos temporales (\*indica p-valor < 0.05)

## b) Cultivo de quinua

La Figura 15 muestra la matriz de correlación de Spearman entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la quinua, considerando diferentes fases de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS): a) El Niño, b) La Niña y c) Condiciones neutras. Se evaluaron rezagos temporales de 0 hasta 12 meses. Los valores acompañados de un asterisco (\*) indican correlaciones estadísticamente significativas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ).

### - Fase El Niño

Durante esta fase, se observa una fuerte correlación negativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la quinua, especialmente entre los rezagos temporales de 1 a 4 meses. Destacan correlaciones tan bajas como  $-0.86$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) en Azángaro (rezago temporal de 2 meses), Puno con  $-0.86$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) (rezago temporal de 3 meses), así como  $-0.82$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) en Chucuito y El Collao  $0.82$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) (rezago temporal de 1 mes), y en Lampa  $-0.82$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) (rezago temporal de 2 meses) (Figura 15a). Esto sugiere que los precios de la quinua tienden a disminuir tras eventos de El Niño, con un desfase de 1 a 4 meses. Sin embargo, solo las correlaciones con rezagos temporales 1 y 2 resultan ser estadísticamente significativas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ). A partir del rezago temporal de 3 y 4 meses, aunque las correlaciones son moderadas (entre  $-0.71$  y  $-0.54$ ), los valores  $p$  no alcanzan significancia al 5%, lo que indica una posible relación, pero sin suficiente evidencia estadística. A partir del mes 5, las correlaciones se debilitan (entre  $-0.07$  y  $-0.46$ ) y pierden significancia estadística ( $p\text{-valor} > 0.05$ ), lo cual indica una influencia decreciente o más incierta. Esta tendencia coincide con los hallazgos de Ubilava (2017), quien encontró que los precios agrícolas, como los del trigo, tienden a caer tras eventos de El Niño, aunque la dinámica es dependiente del régimen y del contexto geográfico.

### - Fase La Niña

Durante eventos La Niña, las correlaciones varían entre  $-0.31$  y  $0.66$ , predominando valores positivos. Se identifican correlaciones estadísticamente significativas en los rezagos de 4 meses en Azángaro ( $0.64$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ), El Collao ( $0.61$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ) y San Román ( $0.66$ ,  $p\text{-valor} < 0.05$ ), lo cual sugiere que los precios tienden a aumentar entre 3 y 5 meses después de eventos de La Niña (Figura 15b). Estos resultados son coherentes con lo encontrado por Ubilava (2017), quien mostró que los precios agrícolas pueden responder de forma asimétrica a los eventos ENOS, y también con las conclusiones de Aramayo (2019), quien señaló que La Niña reduce el riesgo de sequía en varias zonas de Puno, mejorando potencialmente los rendimientos y generando condiciones para un alza en los precios por factores como demanda externa o escasez relativa en otras regiones.

#### **- Fase neutra**

Bajo condiciones neutras, las correlaciones fluctúan entre  $-0.47$  y  $0.08$ . Aunque las correlaciones tienden a ser negativas, su magnitud es menor que la observada durante El Niño. Se identifican correlaciones significativas ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) en el rezago de 2 meses en Puno y Lampa ( $-0.47$ ), y en Chucuito ( $-0.38$ ). Asimismo, en el rezago 9 se observan correlaciones negativas significativas en Chucuito ( $-0.47$ ), Lampa ( $-0.46$ ), Puno ( $-0.45$ ) y San Román ( $-0.43$ ). En el rezago 10, San Román presenta una correlación significativa de  $-0.37$  (Figura 15c). Estos resultados indican que incluso en ausencia de eventos extremos del ENOS, pueden existir efectos retardados negativos sobre los precios de la quinua, posiblemente a través de otros mecanismos climáticos de menor escala o de interacción con factores locales. Este fenómeno fue también identificado por Casimiro & Arriaga (2018), quienes propusieron que la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 3.4 guarda relación con la temperatura mínima del aire, incluso fuera de episodios intensos del ENOS.



**Figura 15:** Matriz de correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y el precio de la quinua, para diferentes fases: a) El Niño, b) La Niña, c) condiciones neutras y rezagos temporales (\*indica p-valor < 0.05)

#### 4.2.4. RELACIÓN ENTRE LA ANOMALÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (ATSM) EN LA REGIÓN NIÑO 3.4 DEL OCÉANO PACÍFICO ECUATORIAL CONSIDERANDO LAS FASES DE ENOS CON REZAGOS TEMPORALES Y PROMEDIO REGIONAL DE PRECIOS DE CULTIVOS

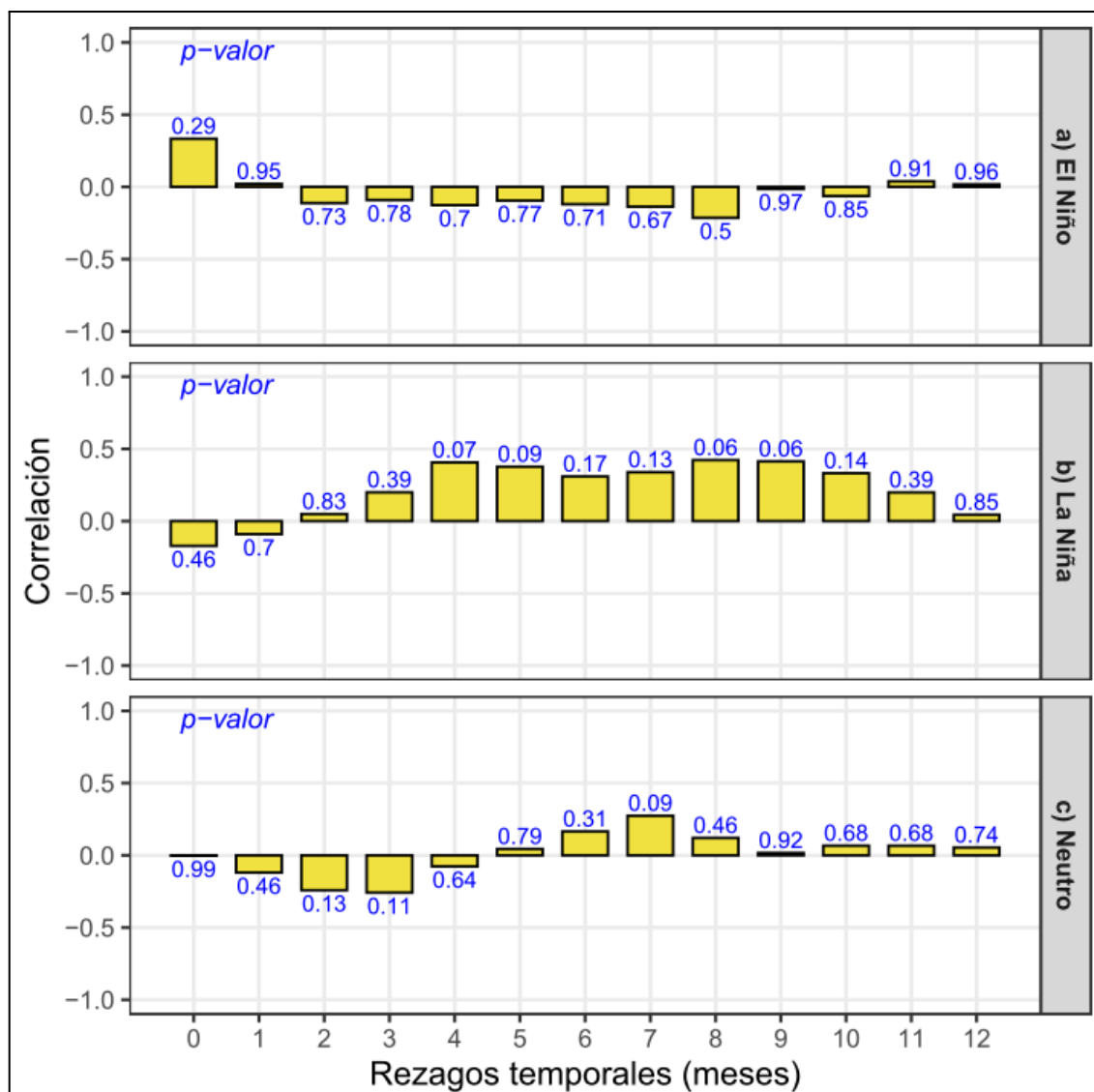
##### a) Cultivo de papa

La Figura 16 presenta las correlaciones entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio regional de la papa de seis provincias, considerando distintos rezagos temporales (de 0 a 12 meses) y diferenciando entre las fases del fenómeno ENSO: El Niño, La Niña y condiciones Neutras.

Durante la fase de El Niño, los coeficientes de correlación de Spearman entre la ATSM y el precio promedio regional de la papa son predominantemente negativos a partir del rezago de 2 meses, alcanzando su valor más bajo en el rezago 8 (-0.21), aunque sin significancia estadística ( $p > 0.05$ ). En ausencia de significancia, esto sugiere una posible tendencia débil a la baja en los precios tras eventos de El Niño, sin evidencia concluyente.

En la fase de La Niña, se observa un cambio notable: las correlaciones son positivas, alcanzando un máximo de 0.42 en el rezago 8, con un valor  $p$  cercano a la significancia ( $p \approx 0.056$ ). Aunque no alcanza el  $p$ -valor de 0.05, esta tendencia sugiere que durante La Niña, los precios de la papa podrían incrementarse entre 4 y 9 meses después del evento climático, posiblemente asociado a mejores condiciones productivas. Esta fase muestra la mayor coherencia positiva en todo el análisis.

Durante la fase neutra, las correlaciones fluctúan entre negativas y positivas, sin un patrón claro. Aunque los rezagos de 2 y 3 meses muestran correlaciones negativas (hasta -0.26), ninguna de estas fue significativa. Esto sugiere que en ausencia de eventos extremos del ENOS, la relación entre la ATSM y los precios de papa es más inestable e incierta.



**Figura 16:** Correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio mensual de la papa en seis provincias, según fase ENSO y rezagos temporales

**b) Cultivo de quinua**

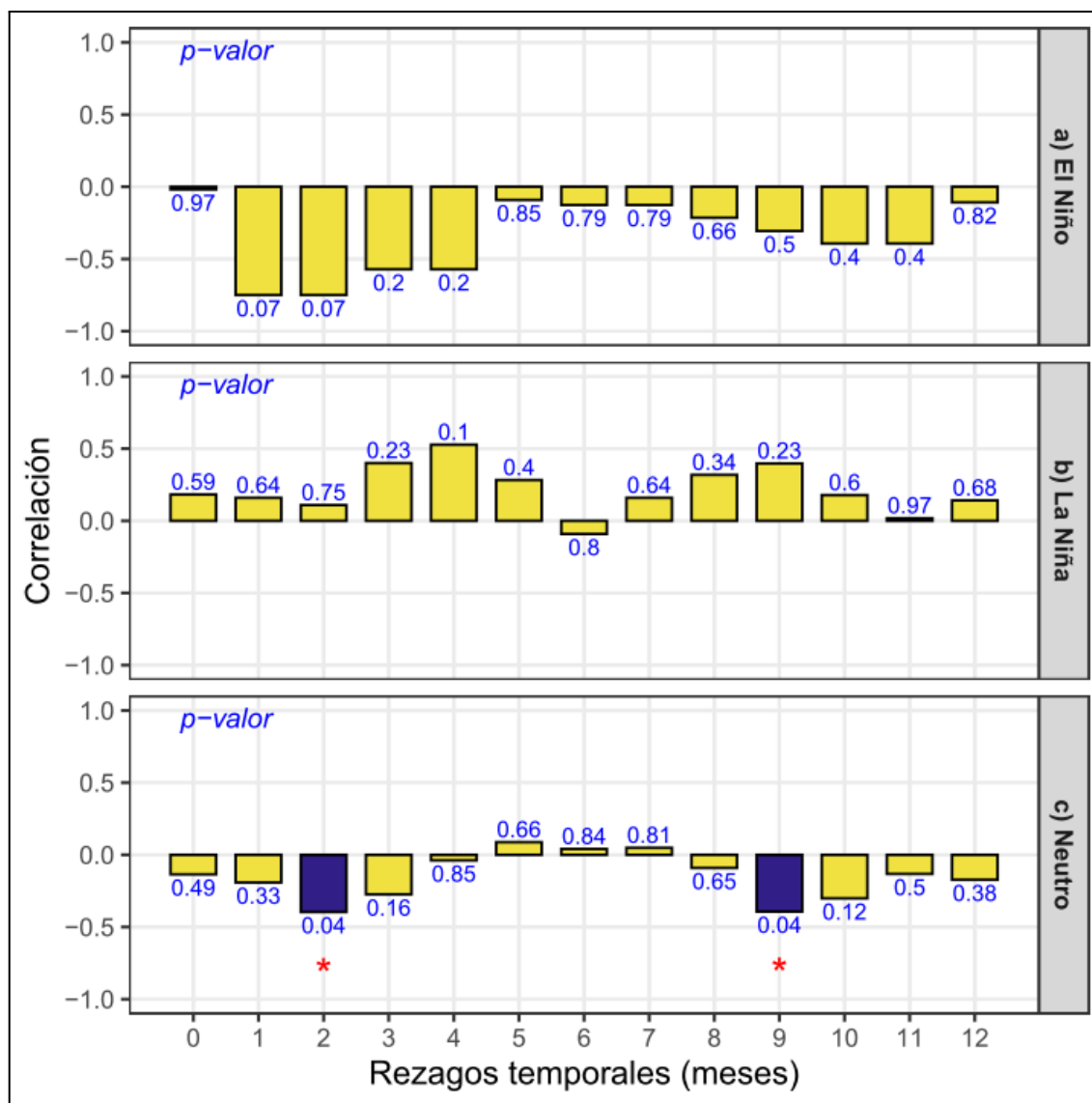
La Figura 17 presenta las correlaciones entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio de la quinua, considerando distintos rezagos temporales (de 0 a 12 meses) y diferenciando entre las fases del fenómeno ENSO: El Niño, La Niña y condiciones Neutras.

En la fase El Niño, se observan correlaciones notablemente negativas en los rezagos de 1 y 2 meses (-0.75), aunque con valores p apenas por encima del umbral ( $p \approx 0.066$ ).

Aunque no son estadísticamente significativas al 5%, indican una tendencia fuerte a la disminución de precios poco después de eventos de El Niño, lo que podría tener relevancia económica.

Durante La Niña, las correlaciones son mayoritariamente positivas, con un valor máximo de 0.53 en el rezago 4, aunque nuevamente sin significancia ( $p \approx 0.10$ ). Este patrón refuerza la posible asociación de La Niña con mejores condiciones de producción y mercado para la quinua, aunque con menor fuerza que en el caso de la papa.

En la fase neutra, dos correlaciones son estadísticamente significativas: rezago temporal de 2 meses:  $-0.40$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ) y rezago temporal de 9 meses:  $-0.39$  ( $p\text{-valor} < 0.05$ ). Estos resultados indican que incluso en ausencia de eventos ENSO extremos, variaciones climáticas moderadas pueden influir negativamente en el precio de la quinua con ciertos rezagos temporales.



**Figura 17:** Correlación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y el precio promedio mensual de la quinua en seis provincias, según fase ENSO y rezagos temporales

## CONCLUSIONES

**PRIMERA:** El análisis de la influencia del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) sobre los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) en el altiplano puneño durante el período 1996–2023 confirma su incidencia, aunque de forma no lineal ni inmediata. Esta influencia se caracteriza por su complejidad y alta variabilidad, manifestándose de manera diferida en función de la fase climática específica (El Niño, La Niña o Neutra), del tipo de cultivo y del contexto provincial. Si bien las correlaciones directas entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) y los precios agrícolas fueron bajas y no significativas, al desagregar el análisis por fases del ENOS y considerar rezagos temporales, emergieron correlaciones significativas que evidencian efectos modulados por el tiempo y el espacio. Por ejemplo, se observaron correlaciones negativas importantes para la quinua durante eventos de El Niño y correlaciones positivas para ambos cultivos durante La Niña, con desfases de varios meses; sin embargo, no todos los casos fueron estadísticamente significativos. Estos hallazgos permiten afirmar que el objetivo general de la investigación, analizar la influencia del ENOS en los precios agrícolas del altiplano puneño entre 1996 y 2023, se cumple parcialmente. La evidencia respalda la existencia de una relación entre variabilidad climática y precios agrícolas, aunque condicionada por múltiples factores adicionales como la dinámica de la oferta y demanda, las políticas de mercado, el cultivo específico, el rezago temporal y la fase del fenómeno.

**SEGUNDA:** Las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) exhibieron variaciones

significativas a lo largo del periodo de estudio. Específicamente, se identificó una tendencia creciente estadísticamente significativa en los precios promedio mensuales de la papa ( $\tau = 0.65$ ,  $p\text{-valor} < 0.001$ ) y la quinua ( $\tau = 0.72$ ,  $p\text{-valor} < 0.001$ ), lo que indica un cambio sostenido y al alza en los precios agrícolas en la región. En contraste, la serie temporal de la ATSM no mostró una tendencia direccional estadísticamente significativa ( $\tau = -0.008$ ;  $p\text{-valor} = 0.834$ ), ni siquiera al desagregar por fases del ENOS, lo que sugiere que su variabilidad es principalmente cíclica y no lineal en el periodo evaluado. El primer objetivo específico fue "Describir las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)". Este objetivo se cumple de manera diferenciada; mientras que los precios presentan tendencias significativas que sugieren una transformación estructural en los mercados agrícolas, la ATSM no muestra evidencia de una tendencia en el período analizado. Por tanto, la hipótesis planteada en este objetivo se valida parcialmente, al confirmarse cambios importantes en las variables económicas (precios), pero no en la variable climática (ATSM), cuya dinámica permanece esencialmente cíclica y sin dirección definida en el largo plazo..

**TERCERA:** Se ha demostrado la existencia de una correlación significativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). No obstante, esta relación no es uniforme ni consistentemente fuerte en todos los escenarios. La correlación varía considerablemente en magnitud y dirección en función de la fase específica del fenómeno ENOS (El Niño, La Niña o fase neutra), el cultivo agrícola analizado y los rezagos temporales considerados. Se evidencian efectos negativos marcados para la quinua durante El Niño y efectos positivos para ambos cultivos durante La Niña, a menudo con desfases de varios meses, lo que subraya la naturaleza compleja e interdependiente de esta relación. El segundo objetivo específico era "Realizar un análisis de correlación para examinar la relación entre

anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (*Solanum tuberosum*) y la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Aunque las correlaciones directas fueron bajas, la introducción de rezagos y la diferenciación por fases revelaron correlaciones significativas, por ejemplo, para la quinua en El Niño con rezago de 1-2 meses, y para la papa y quinua en La Niña con rezagos específicos. Esto demuestra que la correlación existe, pero no de forma simple o directa en todos los casos, lo que lleva a la conclusión de que la hipótesis de correlación se acepta "de manera parcial" debido a su variabilidad y dependencia de múltiples factores y condiciones.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda que las entidades gubernamentales como el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, organizaciones agrícolas y empresas del sector agropecuario incorporen el monitoreo climático (especialmente de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y fases de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) como herramienta para la gestión de riesgos agropecuarios y la planificación de precios. Esto permitirá anticipar las variaciones y tomar decisiones informadas en producción, almacenamiento y comercialización.

Se sugiere que los investigadores, autoridades locales y entidades del sector agrícola profundicen en el estudio de la variabilidad de precios por provincia, incorporando factores socioeconómicos y logísticos que podrían explicar los precios extremos detectados, especialmente en San Román, Lampa y Chucuito. Además, es clave mantener un sistema de vigilancia de precios y clima a escala local.

Se recomienda que investigadores y técnicos de instituciones vinculadas al sector agropecuario implementen análisis multivariantes que integren otros índices del ENOS, además de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial, y aplicar modelos de regresión con rezago temporales. Esto permitiría captar de forma más precisa los efectos indirectos del fenómeno sobre los precios agrícolas. Del mismo modo, se sugiere considerar variables económicas (oferta, demanda, políticas comerciales) y meteorológicas (precipitaciones, heladas), debido a su impacto en la dinámica de precios de productos como la papa y la quinua.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abril-Salcedo, D. S., Melo-Velandia, L. F., & Parra-Amado, D. (2016). Impactos de los fenómenos climáticos sobre el precio de los alimentos en Colombia. *Ensayos sobre Política Económica*, 34(80), 146-158. <https://doi.org/10.1016/j.espe.2016.03.003>
- Abtew, W., & Trimble, P. (2010). El Niño–Southern Oscillation Link to South Florida Hydrology and Water Management Applications. *Water Resources Management*, 24(15), 4255-4271. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9656-2>
- Adger, W. N., Brown, I., & Surminski, S. (2018). Advances in risk assessment for climate change adaptation policy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 376(2121), 20180106. <https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0106>
- Atems, B., Maresca, M., Ma, B., & McGraw, E. (2020). The impact of El Nio-Southern Oscillation on U.S. food and agricultural stock returns. *Water Resources and Economics*, 32, 100157. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2020.100157>
- Aramayo Alonso, W. L. (2019). Distribución espacial del riesgo de sequía en la región andina de Puno, Perú.
- Bedoya-Perales, N. S., Pumi, G., Talamini, E., & Padula, A. D. (2018). The quinoa boom in Peru: Will land competition threaten sustainability in one of the cradles of agriculture? *Land Use Policy*, 79, 475-480. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.039>
- Berry, B. J. L., & Okulicz-Kozaryn, A. (2008). Are there ENSO signals in the macroeconomy? *Ecological Economics*, 64(3), 625-633. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.04.009>
- Casimiro, E. E. M., & Arriaga, C. D. (2018). Influencia de el Niño-Oscilación del sur (ENOS) en la ocurrencia de heladas en el altiplano peruano. In *Anales Científicos* (Vol. 79, No. 1, pp. 79-80). Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Córdoba-Machado, S., Palomino-Lemus, R., Gámiz-Fortis, S. R., Castro-Díez, Y., & Esteban-Parra, M. J. (2015). Assessing the impact of El Niño Modoki on seasonal precipitation in Colombia. *Global and Planetary Change*, 124, 41-61. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2014.11.003>
- Douxchamps, S., Debevec, L., Giordano, M., & Barron, J. (2017). Monitoring and evaluation of climate resilience for agricultural development – A review of currently available tools. *World Development Perspectives*, 5, 10-23. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2017.02.001>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (Eighth edition). Cengage.
- Hijmans, R. J., Condori, B., Carrillo, R., & Kropff, M. J. (2003). A quantitative and constraint-specific method to assess the potential impact of new agricultural technology: The case of frost resistant potato for the Altiplano (Peru and Bolivia). *Agricultural Systems*, 76(3), 895-911. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00081-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00081-1)
- Karabörk, M. Ç., Kahya, E., & Karaca, M. (2005). The influences of the Southern and North Atlantic Oscillations on climatic surface variables in Turkey. *Hydrological Processes*, 19(6), 1185-1211. <https://doi.org/10.1002/hyp.5560>
- Karaca, M., & Ince, A. G. (2023). Chapter 8—Revisiting sustainable systems and methods in agriculture. En M. Farooq, N. Gogoi, & M. Pisante (Eds.), *Sustainable Agriculture and the Environment* (pp. 195-246). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90500-8.00004-X>
- Lavado-Casimiro, W., & Espinoza, J. C. (2014). Impactos de El Niño y La Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). *Revista Brasileira de Meteorologia*, 29, 171-182. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862014000200003>
- Mo, K. C., & Schemm, J. E. (2008). Relationships between ENSO and drought over the southeastern United States. *Geophysical Research Letters*, 35(15). <https://doi.org/10.1029/2008GL034656>

- Nazemosadat, M. j., & Cordery, I. (2000). On the relationships between ENSO and autumn rainfall in Iran. *International Journal of Climatology*, 20(1), 47-61. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(200001\)20:1<47::AID-JOC461>3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(200001)20:1<47::AID-JOC461>3.0.CO;2-P)
- Rajagopalan, B., Cook, E., Lall, U., & Ray, B. K. (2000). Spatiotemporal Variability of ENSO and SST Teleconnections to Summer Drought over the United States during the Twentieth Century. *Journal of Climate*, 13(24), 4244-4255. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<4244:SVOEAS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<4244:SVOEAS>2.0.CO;2)
- Ray, A., Ganguly, S., & Sankar, A. (2022). Chapter 23 - Biocides through pyrolytic degradation of biomass: Potential, recent advancements and future prospects. En A. Rakshit, V. S. Meena, P. C. Abhilash, B. K. Sarma, H. B. Singh, L. Fraceto, M. Parihar, & A. K. Singh (Eds.), *Biopesticides* (pp. 337-352). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823355-9.00025-0>
- Rocha, A., & Simmonds, I. (1997). Interannual Variability of South-Eastern African Summer Rainfall. Part 1: Relationships with Air–Sea Interaction Processes. *International Journal of Climatology*, 17(3), 235-265. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(19970315\)17:3<235::AID-JOC123>3.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(19970315)17:3<235::AID-JOC123>3.0.CO;2-N)
- Ropelewski, C. F., & Halpert, M. S. (1986). North American precipitation and temperature patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation (ENSO). *Mon. Weather Rev.*, 114, 2352-2362.
- Sánchez Castañeda, J. (2017). Mercado de productos agrícolas ecológicos en Colombia. *Suma de Negocios*, 8(18), 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.10.001>
- Takahashi, K. (2004). The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997-1998 and 2002 El Niño events. *Annales Geophysicae*, 22 (11), 3917-3926. <https://doi.org/10.5194/angeo-22-3917-2004>
- Tello, C., & Quevedo, K. (2021). Caracterización de la sequía agrícola para los cultivos de papa y quinua en el departamento de Puno, Perú.

- Trenberth, K. E. (1997). The Definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771-2777. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1997\)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1997)078<2771:TDOENO>2.0.CO;2)
- Trenberth, K. E. (2019). El Niño Southern Oscillation (ENSO)☆. En J. K. Cochran, H. J. Bokuniewicz, & P. L. Yager (Eds.), *Encyclopedia of Ocean Sciences (Third Edition)* (pp. 420-432). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.04082-3>
- Ubilava, D. (2017). The ENSO Effect and Asymmetries in Wheat Price Dynamics. *World Development*, 96, 490-502. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.03.031>
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., & Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Vargas, P. (2009). El Cambio Climático y sus Efectos en el Perú. *Banco Central de Reserva del Perú*, Lima.
- Vicente-Serrano, S. M. (2005). El Niño and La Niña influence on droughts at different timescales in the Iberian Peninsula. *Water Resources Research*, 41(12). <https://doi.org/10.1029/2004WR003908>
- Wei, Y., Zhang, J., Chen, Y., & Wang, Y. (2022). The impacts of El Niño-southern oscillation on renewable energy stock markets: Evidence from quantile perspective. *Energy*, 260, 124949. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.124949>
- Yeleliere, E., Antwi-Agyei, P., & Guodaar, L. (2023). Farmers response to climate variability and change in rainfed farming systems: Insight from lived experiences of farmers. *Heliyon*, 9(9), e19656. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19656>

## ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

**TÍTULO: INFLUENCIA DE EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS) EN LOS PRECIOS DE LOS PRODUCTOS AGRÍCOLAS EN EL ALTIPLANO PUNEÑO (1996-2023)**

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema General</b> ¿Cómo influye El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996-2023?</p> <p><b>Problemas específicos</b> <b>PE1:</b> ¿Cómo son las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y la quinua (<i>Chenopodium</i></p>	<p><b>Objetivo General</b> Analizar la influencia de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996 a 2023.</p> <p><b>Objetivo específico</b> <b>OE1:</b> Describir las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).</p>	<p><b>Hipótesis General</b> El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) influye en los precios de los productos agrícolas en el altiplano puneño durante el período de 1996 a 2023.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> <b>HE1:</b> Se espera que las características climáticas de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) muestren variaciones</p>	<p><b>Variable Independiente</b> El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Precio de los productos agrícolas.</p>	<p>Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial.</p> <p>Precio de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).</p>	<p>Anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial:</p> <p>El Niño (fase cálida): <math>\geq 0.5</math> °C La Niña (fase fría): <math>\leq -0.5</math> °C. Neutro (entre <math>-0.5</math> °C y <math>0.5</math> °C), muy fuertes (ATSM superior a <math>2.0</math>°C); fuerte (ATSM entre <math>1.5</math>°C y <math>1.9</math>°C); moderado (<math>1.0</math>°C–<math>1.4</math>°C); y débil</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se recopilaron y describieron las características de los datos climáticos y de precios agrícolas de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA) y el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), respectivamente.</li> <li>- Se realizará un análisis de correlación para examinar la relación entre anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa y la quinua</li> </ul> <p><b>Tipo de investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptiva y correlacional</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental</p> <p><b>Población:</b> Precio de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) en el altiplano puneño y datos climáticos de la ATSM.</p>

<p><i>quinoa Willd</i>) durante el período de estudio?</p> <p><b>PE2:</b> ¿Cuál es la relación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>)?</p>	<p><b>OE2:</b> Realizar un análisis de correlación para examinar la relación entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).</p>	<p>significativas a lo largo del período de estudio.</p> <p><b>HE2:</b> Se espera que exista una correlación significativa entre la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región 3.4 del océano Pacífico ecuatorial y los precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y la quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>).</p>			<p>(0.5°C–0.9°C).</p> <p>Precio en soles peruanos por kilogramo.</p>	<p><b>Muestra:</b> Precios de la papa (<i>Solanum tuberosum</i>) y quinua (<i>Chenopodium quinoa Willd</i>) de seis provincias (Chucuito, Puno, El Collao, San Román, Azángaro y Lampa) del altiplano puneño y datos climáticos de ATSM para el periodo 1996 al 2023</p> <p><b>Técnicas de recolección de datos:</b> Recopilación de datos de ATSM de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA) y datos de precios agrícolas del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI).</p> <p><b>Técnicas de análisis de datos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de datos descriptivos (medidas de tendencia central, dispersión y representaciones gráficas).</li> <li>- Análisis de correlación de Spearman y prueba de correlación t de Student.</li> </ul> <p><b>Instrumentos:</b> Datos de ATSM y registros de precios agrícolas.</p>
--	--	--	--	--	--	---

**Anexo 02:** Datos de la anomalía de la temperatura superficial del mar (ATSM) en la región Niño 3.4 del océano Pacífico ecuatorial

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996								-0.2	-0.45	-0.4	-0.34	-0.61
1997	-0.54	-0.36	-0.2	0.27	0.76	1.22	1.67	1.91	2.12	2.4	2.48	2.32
1998	2.37	2.03	1.38	0.9	0.7	-0.24	-0.86	-1.25	-1.26	-1.41	-1.38	-1.64
1999	-1.69	-1.31	-0.9	-1	-1.02	-1.05	-1.05	-1.19	-1.09	-1.19	-1.5	-1.7
2000	-1.77	-1.53	-0.93	-0.75	-0.74	-0.64	-0.55	-0.47	-0.52	-0.65	-0.71	-0.88
2001	-0.63	-0.53	-0.39	-0.39	-0.24	-0.11	-0.01	-0.1	-0.28	-0.18	-0.41	-0.46
2002	-0.05	0.06	0.09	0.12	0.4	0.79	0.77	0.81	1.01	1.2	1.41	1.31
2003	0.7	0.74	0.45	-0.05	-0.52	-0.21	0.24	0.2	0.19	0.38	0.29	0.38
2004	0.38	0.34	0.21	0.16	0.14	0.2	0.51	0.7	0.72	0.68	0.61	0.69
2005	0.76	0.46	0.53	0.35	0.39	0.12	-0.19	-0.1	-0.11	-0.1	-0.64	-0.97
2006	-0.91	-0.67	-0.71	-0.32	-0.09	0	0.01	0.31	0.6	0.7	0.99	1.14
2007	0.7	0.13	-0.18	-0.31	-0.47	-0.36	-0.59	-0.72	-1.11	-1.39	-1.53	-1.58
2008	-1.68	-1.66	-1.21	-0.99	-0.84	-0.68	-0.3	-0.13	-0.25	-0.35	-0.46	-0.86
2009	-0.89	-0.79	-0.7	-0.35	0.06	0.31	0.48	0.56	0.68	0.89	1.45	1.73
2010	1.51	1.25	0.9	0.38	-0.22	-0.69	-1.07	-1.38	-1.59	-1.69	-1.64	-1.6
2011	-1.54	-1.11	-0.92	-0.76	-0.52	-0.38	-0.42	-0.64	-0.8	-1.05	-1.18	-1.05
2012	-0.87	-0.67	-0.61	-0.49	-0.32	0.02	0.25	0.47	0.38	0.26	0.15	-0.25
2013	-0.53	-0.51	-0.25	-0.25	-0.4	-0.43	-0.39	-0.38	-0.18	-0.2	-0.14	-0.17
2014	-0.49	-0.61	-0.28	0.09	0.32	0.23	-0.06	-0.03	0.29	0.44	0.75	0.72
2015	0.51	0.42	0.47	0.7	0.92	1.17	1.45	1.93	2.2	2.36	2.71	2.65
2016	2.56	2.24	1.61	0.9	0.3	-0.03	-0.47	-0.57	-0.57	-0.74	-0.76	-0.5
2017	-0.43	-0.08	0.03	0.21	0.36	0.33	0.25	-0.16	-0.43	-0.56	-0.96	-0.99
2018	-0.98	-0.78	-0.8	-0.51	-0.2	0.05	0.12	0.09	0.47	0.9	0.9	0.89
2019	0.65	0.71	0.8	0.62	0.55	0.45	0.35	0.04	0.04	0.48	0.52	0.52
2020	0.6	0.37	0.48	0.36	-0.27	-0.34	-0.3	-0.59	-0.83	-1.25	-1.42	-1.15
2021	-0.99	-1	-0.8	-0.72	-0.46	-0.28	-0.39	-0.53	-0.55	-0.94	-0.94	-1.06
2022	-0.95	-0.89	-0.97	-1.11	-1.11	-0.75	-0.7	-0.97	-1.07	-0.99	-0.9	-0.86
2023	-0.72	-0.46	-0.11	0.13	0.46	0.84	1.02					

Fuente: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés, NOAA))

**Anexo 03:** Datos de precios (S/kg) de chacra de la papa

Año	Azángaro											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997		0.504	0.51	0.493	0.492	0.496						
1998		0.517	0.506	0.498	0.513	0.544						
1999		0.6	0.58	0.571	0.545	0.542						
2000		0.58	0.495	0.488	0.492	0.5						
2001			0.513	0.531	0.542	0.548						
2002			0.433	0.412	0.401	0.402						
2003			0.429	0.411	0.397	0.398						
2004			0.429	0.434	0.438	0.438						
2005			0.496	0.472	0.467	0.463						
2006			0.609	0.485	0.47							
2007			0.621	0.475	0.477	0.494						
2008			0.64	0.624	0.618	0.596						
2009			0.98	0.829	0.837	0.866						
2010			0.776	0.808	0.804							
2011			0.976	0.943	0.932							
2012			1.017	1.027	1.023	1						
2013			0.955	0.92	0.935	0.979						
2014			1.032	1.215	1.14	1						
2015			1.12	1.128	1.138							
2016			1.515	1.467	1.501							
2017			1.53	1.497	1.455							
2018			1.457	1.398	1.359							
2019			1.555	1.293	1.171							
2020			1.565	1.479	1.298							
2021			1.636	1.513	1.335	1.3						
2022			1.884	1.658	1.267	1.209						
2023				2.117	2.323	2.154						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Chucuito												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997		0.524	0.513	0.507	0.509	0.509						
1998		0.522	0.509	0.506	0.511	0.52						
1999			0.567	0.556	0.538	0.548						
2000		0.545	0.516	0.491	0.499	0.505						
2001			0.541	0.547	0.542	0.55						
2002			0.479	0.449	0.43	0.423						
2003			0.421	0.419	0.406	0.411						
2004			0.514	0.506	0.493	0.49						
2005		0.544	0.547	0.479	0.478	0.48						
2006			0.604	0.524	0.499							
2007			0.6	0.488	0.459							
2008			0.616	0.623	0.617							
2009			0.966	0.891	0.872							
2010			0.892	0.846	0.801							
2011				1.004	0.987							
2012			1.182	1.096	1.075							
2013			0.865	1.094	1.079							
2014			1.142	1.2	1.2							
2015			1.14	1.159	1.122	1.1						
2016			1.19	1.186	1.172							
2017			1.178	1.214	1.193							
2018			1.176	1.187	1.196							
2019			1.2	1.022	1.061							
2020			1.469	1.267	1.206							
2021				1.225	1.207							
2022			1.7	1.657	1.669	1.515						
2023				2.164	2.132	2.15						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

El Collao												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997			0.51	0.5	0.507	0.55						
1998		0.531	0.51	0.49	0.53							
1999		0.61	0.555	0.55	0.544	0.54						
2000			0.49	0.46	0.48	0.5						
2001			0.525	0.527	0.55	0.541						
2002			0.48	0.43	0.42	0.41						
2003			0.405	0.407	0.4							
2004		0.41	0.41	0.42	0.42							
2005		0.443	0.484	0.427	0.424							
2006			0.56	0.472	0.436							
2007			0.491	0.457	0.426							
2008			0.574	0.601	0.624	0.616						
2009			0.858	0.643	0.65	0.65						
2010			0.783	0.757	0.747	0.728						
2011			0.95	0.963	0.964	0.98						
2012			0.98	1	1	0.993						
2013			0.5	0.659	0.996	0.997						
2014		0.995	1.1	1.256	1.2	1.2						
2015		0.55	0.589	0.712	0.601	0.737						
2016			0.567	1.258	1.312	1.317						
2017			1.167	0.572	0.852	1.059						
2018			1	0.85	0.771	0.7						
2019			0.75	1.2	1	0.773						
2020			1.388	1.473	1.2							
2021			0.943	0.65	1.2	1.127						
2022			0.913	0.501	0.682	1						
2023				2	1.997	1.995						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Lampa												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997			0.505	0.464	0.469	0.476						
1998			0.504	0.515	0.52	0.53						
1999			0.56	0.55	0.541	0.544						
2000			0.515	0.485	0.494	0.5						
2001			0.52	0.531	0.537	0.54						
2002			0.497	0.425	0.415	0.416						
2003		0.5	0.41	0.425	0.399	0.406						
2004		0.51	0.506	0.472	0.477	0.48						
2005		0.55	0.56	0.506	0.499	0.5						
2006		0.69	0.61	0.604	0.574							
2007		0.66	0.588	0.604	0.582							
2008		0.61	0.628	0.634	0.646							
2009		1.39	1.006	0.988	0.918							
2010		1.31	0.843	0.894	0.827							
2011		1.56	1.04	0.962	0.972	0.98						
2012		1.04	1.042	1.014	1.032	1.01						
2013		1.22	1.035	1.036	1							
2014		1.3	1.057	1.073	1.105							
2015		1.39	1.187	1.158	1.224							
2016		1.56	1.55	1.447	1.466							
2017			1.471	1.342	1.338							
2018		1.5	1.437	1.38	1.378							
2019			1.626	1.34	1.178							
2020			1.486	1.397	1.289							
2021			1.578	1.492	1.548							
2022			1.871	1.71	1.639							
2023				2.551	2.949	2.452						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Puno												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997			0.503	0.506	0.519	0.536						
1998		0.519	0.512	0.516	0.514	0.53						
1999		0.608	0.567	0.563	0.545	0.544						
2000		0.55	0.506	0.486	0.489	0.498						
2001		0.563	0.538	0.532	0.55	0.547						
2002		0.499	0.44	0.422	0.42	0.419						
2003		0.522	0.457	0.405	0.402							
2004		0.507	0.51	0.487	0.49							
2005		0.603	0.565	0.525	0.517							
2006		0.638	0.613	0.571	0.539							
2007		0.65	0.602	0.557	0.538							
2008		0.66	0.626	0.624	0.63							
2009		1.263	1.062	1.044	1.005							
2010		1.243	0.931	0.823	0.769							
2011		1.484	1.327	1.138	1.125							
2012		1.303	1.187	1.044	1.013							
2013		1.326	1.308	1.007	1.156							
2014		1.385	1.349	1.24	1.175							
2015		1.419	1.269	1.1	1.091							
2016		2.214	1.471	1.407	1.419							
2017		1.947	1.397	1.29	1.3							
2018			1.397	1.268	1.281							
2019			1.219	1.264	1.224							
2020			1.544	1.383	1.257							
2021			1.21	1.329	1.276							
2022			1.304	1.264	1.294	1.205						
2023				1.885	2.46	2.304						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

San Roman												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997		0.5	0.52	0.525	0.531	0.525						
1998			0.518	0.517	0.51							
1999			0.58	0.55	0.558	0.543						
2000		0.58	0.508	0.48	0.5	0.5						
2001			0.55	0.538	0.543	0.54						
2002			0.494	0.434	0.42	0.42						
2003			0.5	0.453	0.391							
2004			0.49	0.464	0.484							
2005			0.548	0.516	0.509							
2006			0.614	0.515	0.505							
2007			0.6	0.547	0.554							
2008			0.612	0.65	0.656							
2009			0.967	0.831	0.814							
2010			0.765	0.758	0.749							
2011				0.92	0.917							
2012			1.12	0.992	0.968							
2013			0.975	0.95	0.974							
2014			0.99	1.151	1.175							
2015			1.213	1.253	1.213							
2016			1.579	1.465	1.5							
2017			1.452	1.489	1.464							
2018			1.449	1.679	1.495							
2019			1.546	1.506	1.5							
2020			1.553	1.45	1.5							
2021			1.6	1.729	1.979							
2022			1.978	1.978	2							
2023				3.985	3.705	3.07						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

**Anexo 04:** Datos de precios (S/kg) de chacra de la quinua

Año	Azángaro											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997			0.868	0.888	0.966	0.969						
1998			1.004	1.012	0.995	1.013						
1999				0.996	1.011							
2000				1.019	1.037							
2001				1.039	1.036							
2002			1.037	1.036	1.035							
2003			1.036	1.042	1.047							
2004				1.027	1.026							
2005				1.056	1.075							
2006			1.054	1.045	1.077							
2007			1.152	1.058	1.156							
2008			1.333	1.235	2.996							
2009			3.559	3.392	3.539							
2010			3.819	3.493	3.612							
2011			3.898	3.831	3.805							
2012			3.941	3.769	4.044							
2013				6.748	7.053							
2014			10.008	9.476	9.995							
2015			5.94	4.573	4.58							
2016			4.141	3.653	3.923							
2017			3.574	3.879	3.799							
2018			3.772	3.936	4.098							
2019			5.203	4.445	4.384							
2020			4.849	4.477	5.487							
2021			4.8	4.533	4.642	4.3						
2022			3.29	3.879	4.173							
2023				4.971	4.785							

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Chucuito												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997				0.913	0.927	0.952						
1998			0.955	0.998	1.015							
1999				1.016	1.015							
2000				1.039	1.047							
2001			1.06	1.053	1.044							
2002			1.047	1.04	1.039							
2003			1.044	1.046	1.04							
2004			1.038	1.037	1.038							
2005			1.04	1.132	1.13							
2006			1.058	1.075	1.091							
2007			1.151	1.137	1.119							
2008			1.198	1.319	2.809							
2009				3.272	3.339							
2010			3.384	3.233	3.201							
2011				4.168	4.279							
2012			4	4.154	4.166							
2013				5.545	8.181							
2014			8.063	9.313	10.164							
2015			5.149	5.225	5.195							
2016			3.941	3.941	3.833							
2017			3.203	3.2	3.2							
2018			3.193	3.339	3.665							
2019				4	4.135							
2020			4.5	5.166	5.17							
2021			4.8	4.513	4.578							
2022				3.588								
2023				5	4.793							

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

El Collao												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997				0.877	0.907							
1998			0.963	1.004	1.009							
1999				1.01	1.017							
2000				1.038	1.048							
2001				1.068	1.05							
2002				1.04	1.038							
2003				1.038	1.048							
2004				1.04	1.039							
2005				1.064	1.065							
2006				1.113	1.143							
2007				1.139	1.107							
2008				1.395	2.885							
2009				2.957	2.983							
2010			3.177	3.159	3.158							
2011			3.51	3.53	3.533							
2012			3.7	4	4							
2013			3.967	3.974	5.214							
2014			8.7	8.353	10							
2015			7.45	7.952	6.711							
2016			3.94	4.545	4.5							
2017				4	4.055							
2018				3.584	4.138							
2019				5.313	5.358							
2020				4.876	4.908							
2021				4	4							
2022				4	4	4						
2023					4	5						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Lampa												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997				1.007	0.929	0.93						
1998			1.004	1.063	0.99							
1999				1.018	1.011							
2000				1.032	1.039							
2001				1.039	1.036							
2002			1.038	1.04	1.034							
2003				1.041	1.029							
2004				1.032	1.035							
2005			1.06	1.107	1.147							
2006			1.049	1.181	1.272							
2007			1.187	1.276	1.258							
2008			1.268	1.437	2.672							
2009			3.458	3.53	3.622							
2010			3.687	3.237	3.393							
2011				3.613	3.646							
2012				4.291	4.261							
2013				6.508	6.911							
2014				9.835	9.756							
2015				4.435	4.924							
2016			4.3	3.738	3.425							
2017			3.821	3.427	3.34							
2018			3.8	3.899	4.119							
2019			5.658	4.23	3.911							
2020			4.909	4.606	5.195							
2021			4.8	4.491	4.535							
2022			3.616	3.811	3.838							
2023				5	4.662							

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

Puno												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997				0.947	0.953	0.962						
1998			0.993	0.996	1.02							
1999				1.009	1.01							
2000				1.029	1.042	1.05						
2001				1.048	1.044							
2002				1.039	1.03							
2003				1.027	1.026							
2004				1.032	1.032							
2005				1.068	1.048							
2006			1.051	1.047	1.05							
2007			1.059	1.051	1.056							
2008				1.392	2.909							
2009				3.791	3.934							
2010			3.45	3.333	3.315							
2011				3.443	3.449							
2012				3.469	4.004							
2013				6.357								
2014			7.51	9.798	9.128							
2015			6.304	6.632	6.028							
2016				3.435	3.777							
2017				3.266	3.239							
2018				3.266	3.474							
2019				3.679	3.734							
2020			4.258	4.348	4.153							
2021				4.249	4.503							
2022				3.789	3.906							
2023					4.82	5						

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)

San Roman												
Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1996												
1997				0.943	0.964	0.975						
1998			1.02	1.057	1.02							
1999				1.017	1.018							
2000				1.03	1.029	1.04						
2001				1.055	1.05							
2002			1.053	1.037	1.032							
2003				1.05	1.04							
2004				1.042	1.046	1.04						
2005				1.111	1.13							
2006			1.074	1.12	1.155							
2007			1.169	1.268	1.252							
2008			1.245	1.469	3.1							
2009			3.55	3.834	3.825							
2010			3.982	3.957	3.938							
2011				3.682	3.805							
2012				4.09	4.49							
2013				7.112	7.156							
2014				10.191	10.215							
2015				6	4.791							
2016			4.62	4.555	4.731							
2017			3.747	3.485	3.511							
2018			3.689	4.344	4.162							
2019			5.434	5.34	5.136							
2020			5.068	5.306	5.942							
2021			4.8	4.775	4.8							
2022			3.746	4.068	4.266							
2023					4.666							

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)