



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



# Análisis de Anomalías Climáticas y su Impacto en los Sistemas Agro-productivos de la región Norandina

Evaluación de la Campaña Agrícola 2024-2025:  
Dinámica climática, Respuesta fenológica y  
Proyecciones para el Sur de Cajamarca y Zona  
Andina de La Libertad  
(Corte: primera década de abril de 2025, proyección  
julio de 2025)

*Deniss Malpica Alfaro,  
Senamhi, Dirección Zonal 3  
Abril 2025*





PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## ÍNDICE

1. **Resumen Ejecutivo**
2. **Caracterización de Anomalías Climáticas**
  - 2.1. Patrón de Precipitaciones
  - 2.2. Anomalías de Temperatura Máxima
  - 2.3. Anomalías de Temperatura Mínima
  - 2.4. Integración de Patrones Anómalos
3. **Metodología**
  - 3.1. Diseño del Estudio
  - 3.2. Variables Analizadas
  - 3.3. Instrumentos y Fuentes de Datos
  - 3.4. Procedimiento
  - 3.5. Análisis Estadístico
4. **Impactos Potenciales en Cultivos Andinos**
  - 4.1. Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*)
    - 4.1.1. Efectos Observados y Esperados en Desarrollo Fenológico
    - 4.1.2. Impactos en Producción y Aspectos Fitosanitarios
  - 4.2. Cultivo de Maíz Amiláceo (*Zea mays* L.)
    - 4.2.1. Respuesta al Estrés Abiótico Secuencial
    - 4.2.2. Implicaciones Fitosanitarias
  - 4.3. Pasturas y Producción Ganadera
    - 4.3.1. Impacto en Disponibilidad y Calidad Forrajera
    - 4.3.2. Consecuencias en Producción Animal
5. **Proyecciones y Consideraciones para el Final de Campaña 2024-2025**
  - 5.1. Tendencias Climáticas
  - 5.2. Estrategias de Adaptación Recomendadas
6. **Conclusiones y Análisis al Cierre de la Campaña Agrícola (Proyección a Julio de 2025)**
7. **Referencias Bibliográficas**
8. **Anexos**
  - Anexo 01: Glosario Técnico

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio del Ambiente



## 1. Resumen Ejecutivo

Este informe analiza las anomalías climáticas durante la campaña agrícola 2024-2025 en las provincias del sur de Cajamarca y la zona andina de La Libertad, Perú, con datos hasta el 10 de abril de 2025 y proyecciones hasta el cierre de la campaña en julio de 2025. Se identifican patrones anómalos en tres variables: (1) déficit pluviométrico severo de agosto a noviembre de 2024, seguido por excesos de diciembre de 2024 a febrero de 2025, comportamiento mixto en marzo y una distribución heterogénea en abril, con proyección de precipitaciones por encima de lo normal en la vertiente oriental y alrededor de lo normal en la vertiente occidental; (2) anomalías positivas en temperatura máxima de agosto a octubre de 2024, normalización de enero a febrero de 2025, y un nuevo incremento desde marzo hasta abril; y (3) fluctuaciones en temperatura mínima con tendencia positiva desde diciembre de 2024, consolidada hasta abril de 2025. Estos patrones impactan cultivos clave como papa y maíz amiláceo, así como la producción de pastizales y ganadera, en un contexto de alta variabilidad climática.

## 2. Caracterización de Anomalías Climáticas

En el presente acápite se muestran las 14 estaciones en las cuales se realiza observación fenológica y con cuyos datos meteorológicos se ha elaborado el presente documento, las cuales son parte de la red meteorológica del Senamhi.

N°	Nombre de Estación	Categoría	Clasificación	Latitud	Longitud	Altitud	Departamento	Provincia	Distrito
1	Augusto Weberbauer	Convencional	MAP	-7.1675	-78.4931	2673	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
2	Cajabamba	Convencional	CO	-7.6217	-78.0463	2625	Cajamarca	Cajabamba	Cajabamba
3	Celendín	Convencional	CO	-6.8529	-78.1449	2602	Cajamarca	Celendín	Celendín
4	Contumazá	Convencional	CO	-7.3652	-78.8227	2542	Cajamarca	Contumazá	Contumazá
5	Granja Porcón	Convencional	CO	-7.1375	-78.6334	3149	Cajamarca	Cajamarca	Cajamarca
6	Huamachuco	Convencional	CO	-7.81916	-78.04013	3186	La Libertad	Sánchez Carrión	Huamachuco
7	Jesús	Convencional	CO	-7.2457	-78.3884	2564	Cajamarca	Cajamarca	Jesús
8	La Encañada	Convencional	CO	-7.1233	-78.3331	2980	Cajamarca	Cajamarca	Encañada
9	Namora	Convencional	CO	-7.2006	-78.3278	2760	Cajamarca	Cajamarca	Namora
10	Quilcate	Convencional	CO	-6.8228	-78.744	3076	Cajamarca	San Miguel	Catilluc
11	San Juan	Convencional	CO	-7.2976	-78.4911	2253	Cajamarca	Cajamarca	San Juan
12	San Marcos	Convencional	CO	-7.3225	-78.1727	2287	Cajamarca	San Marcos	Pedro Gálvez
13	San Pablo	Convencional	CO	-7.1178	-78.8308	2325	Cajamarca	San Pablo	San Pablo
14	Sondor Matara	Convencional	CO	-7.2369	-78.2126	2908	Cajamarca	San Marcos	Gregorio Pita

Tabla 1. Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas empleadas en el presente documento.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## 2.1. Patrón de Precipitaciones

Los registros pluviométricos de 14 estaciones meteorológicas con observación agro-fenológica muestran seis periodos diferenciados:

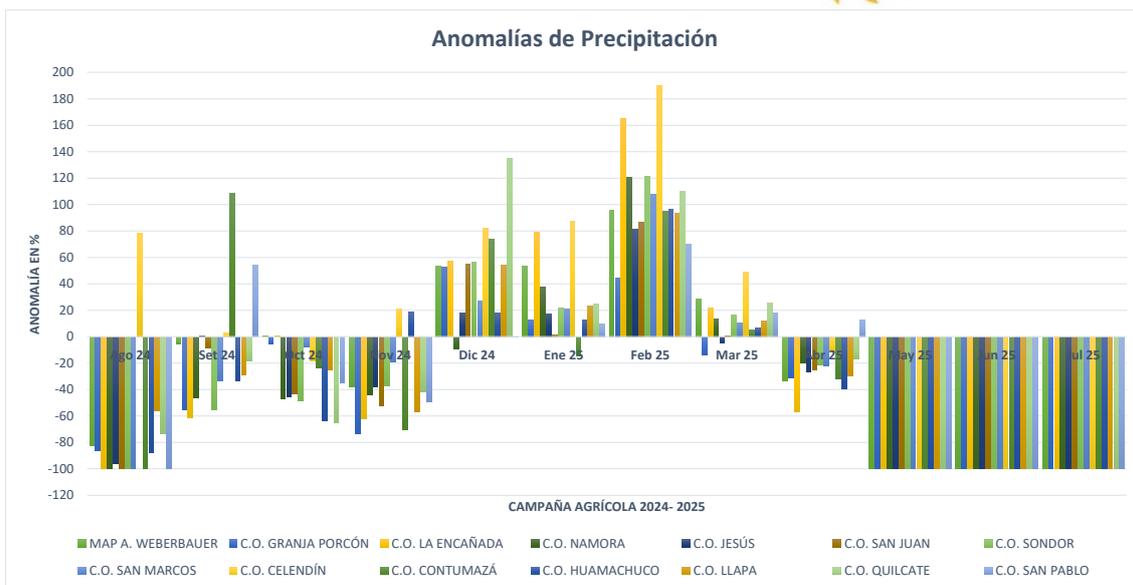
- **Fase 1 (Agosto-Noviembre 2024):** Déficit severo generalizado con anomalías negativas entre -60 % y -100 % en la mayoría de las estaciones.
- **Fase 2 (Diciembre 2024):** Recuperación con anomalías positivas moderadas a significativas (+20 a +80 %).
- **Fase 3 (Enero-Febrero 2025):** Exceso pluviométrico, con anomalías superiores al +100 % en estaciones como C.O. San Juan (+185 %), C.O. Sondor (+135 %) y C.O. Quilcate (+120 %).
- **Fase 4 (Marzo 2025):** Comportamiento heterogéneo, con excesos en la segunda década (MAP A. Weberbauer: +113.8 %, C.O. La Encañada: +40 %) y déficits moderados al cierre del mes.
- **Fase 5 (Abril 2025):** Distribución heterogénea con marcada diferencia entre vertientes. Según pronóstico subestacional, las precipitaciones mostrarían anomalías sobre la normal en la vertiente oriental y acumulados similares a sobre sus normales en la vertiente occidental.

A la fecha (primera quincena de abril), en la vertiente oriental las precipitaciones muestran anomalías mixtas, con valores positivos significativos en estaciones como C.O. Celandín (+123 %) y C.O. Namora (+79 %) y negativas en la C.O. La Encañada (-7 %); al cierre de la primera década. En la vertiente occidental, las precipitaciones se encuentran sobre sus normales, con valores que van de +29 % en la C.O. Contumazá y de +90 % en las C.O. Quilcate y C.O. San Pablo.

Este patrón de alternancia déficit-exceso-variabilidad interdecadal, se viene observando con mayor frecuencia, con una intensidad creciente en sus efectos (Imfeld et al., 2021).

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



**Figura 01.** Anomalías de precipitación (%) durante la campaña agrícola 2024-2025, respecto de sus normales (1991-2020)

## 2.2. Anomalías de Temperatura Máxima

El análisis de temperatura máxima revela:

- **Agosto-Octubre 2024:** Anomalías positivas significativas (+1.0 a +3.9 °C), con valores extremos en C.O. San Juan (+3.9 °C) y C.O. Jesús (+3.1 °C).
- **Noviembre-Diciembre 2024:** Disminución gradual de anomalías (variando de +0.2 a +2.0 °C).
- **Enero-Febrero 2025:** Normalización, con anomalías cercanas a cero o negativas en estaciones como C.O. Granja Porcon y C.O. San Juan (-1.0 °C y -0.5 °C).
- **Marzo 2025:** Comportamiento variable, con anomalías negativas en la primera década y un incremento en la tercera (C.O. Huamachuco: +1.3 °C).
- **Abril 2025:** Anomalías positivas sostenidas, con valores de +0.5 °C (C.O. Contumazá) a +1.7 °C (C.O. Huamachuco) a lo largo del mes, indicando un aumento progresivo de la amplitud térmica diaria.

Estas anomalías térmicas positivas, coincidentes con los periodos de déficit pluviométrico (agosto-noviembre 2024 y marzo 2025), configuraron condiciones de estrés térmico-hídrico combinado, fenómeno identificado por Meza et al. (2022) como particularmente perjudicial para cultivos andinos en etapas tempranas y terminales de desarrollo.

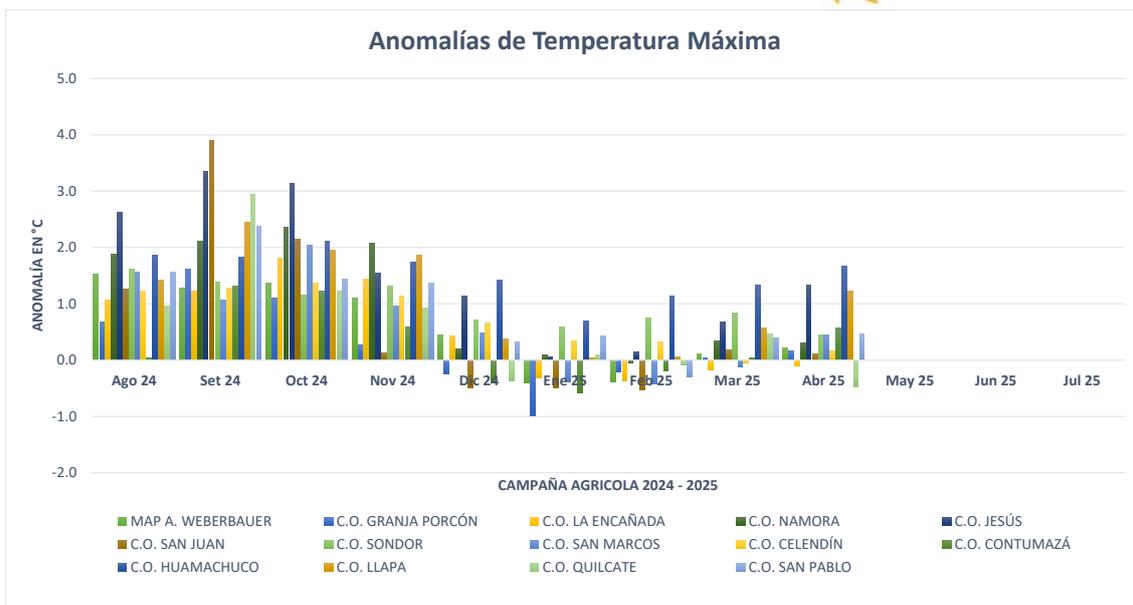


Figura 02. Anomalías de temperatura máxima (°C) durante la campaña agrícola 2024-2025, respecto de sus normales (1991-2020)

### 2.3. Anomalías de Temperatura Mínima

El patrón de temperatura mínima muestra:

- **Agosto-Septiembre 2024:** Alternancia de anomalías positivas en las estaciones C.O. Huamachuco +1.9 °C y C.O. Sondor +2.6°C y negativas -1.1 °C en C.O. San Marcos a -1.2 °C en C.O. Namora, con mayor amplitud térmica diaria.
- **Octubre-Noviembre 2024:** Anomalías positivas durante octubre en la mayoría de las estaciones con picos de +2.4°C en la estación C.O. Sondor; en noviembre predominaron las anomalías negativas con valores extremos de hasta -1.1 °C de anomalía como en la estación C.O. Llapa.
- **Diciembre 2024-Febrero 2025:** Anomalías positivas consolidadas (+0.5 a +2.5 °C), con picos en C.O. Granja Porcón (+2.5 °C).
- **Marzo 2025:** Evolución de anomalías negativas (-0.5 °C en C.O. Quilcate) a positivas (+1.1 °C en C.O. Huamachuco) al cierre del mes.
- **Abril 2025 (primera década):** Anomalías positivas generalizadas, con valores de +0.4 °C (C.O. San Pablo) a +1.8 °C (C.O. Sondor y C.O. Huamachuco), reflejando un aumento sostenido.

La tendencia hacia temperaturas mínimas más elevadas durante el periodo de lluvias intensas (diciembre-febrero) concuerda con lo reportado por Sanabria et al. (2019) para eventos de precipitación extrema en la sierra norte del Perú. Sin embargo, el rápido cambio hacia anomalías negativas en marzo 2025 representa un factor de riesgo adicional para cultivos en etapas sensibles como floración y llenado de granos, como se evidencia en los registros fenológicos analizados.

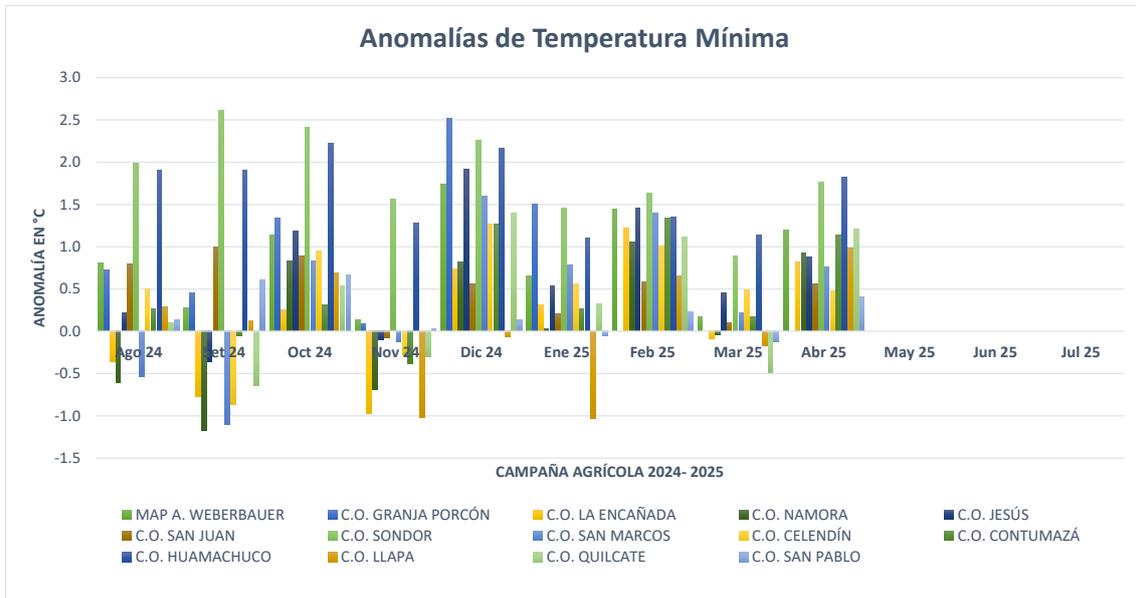


Figura 03. Anomalías de temperatura mínima (°C) durante la campaña agrícola 2024-2025, respecto de sus normales (1991-2020)

## 2.4. Integración de Patrones Anómalos

La campaña agrícola 2024-2025 presenta un escenario climático complejo:

1. **Periodo inicial (Agosto-Noviembre 2024):** Estrés hídrico severo agravado por altas temperaturas diurnas.
2. **Periodo intermedio (Diciembre 2024-Febrero 2025):** Exceso pluviométrico y normalización térmica, con alta humedad relativa.
3. **Periodo final (Marzo-Abril 2025):** Variabilidad pluviométrica regional, con precipitaciones por encima de lo normal en la vertiente oriental y alrededor a sobre sus normales en la vertiente occidental, acompañada de un aumento de temperaturas máximas y mínimas que incrementa la evapotranspiración potencial.

El registro fenológico al 14 de abril de 2025, muestra cultivos en etapas críticas, a saber:

**a. Maíz:** en maduración pastosa (C.O. Cajabamba, 30%, en la parcela de observación), en espiga (C.O. Contumazá, 100%, avanzando a madurez) y en desarrollo vegetativo avanzado (C.O. Callancas, 65%, en onceava hoja), pero con presencia de virus y rayado fino del maíz (MRFV).

**b. Papa:** en maduración (C.O. La Encañada, 100%, de la parcela) con cosecha en curso.

**c. Ryegrass:** en macollaje (PLU. Chugur y C.O. Granja Porcón, 25 % y 85 % de la parcela, respectivamente) y en espiga (C.O. Sondor-Matara, en 37.5 % de la parcela).

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



**d. Alfalfa:** en desarrollo vegetativo tardío (MAP A. Weberbauer, 47.5%, de la parcela), con afectación de insectos plaga.

El avance en las fases fenológicas, para las últimas semanas, para los distintos cultivos se muestra en promedio entre el 5-10 %. Las condiciones de abril, con temperaturas elevadas y precipitaciones variables, generan un estrés hídrico-térmico diferenciado según la vertiente (Meza et al., 2022).

Estos patrones coinciden con la caracterización realizada por Torres-Ruiz et al. (2022) sobre eventos climáticos secuenciales en ecosistemas andinos, donde la frecuencia e intensidad de la alternancia van configurando escenarios de riesgo.

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño del Estudio

El estudio se basó en un análisis descriptivo y correlacional de anomalías climáticas y su impacto agroproductivo en el sur de Cajamarca y la zona andina de La Libertad (Perú), utilizando datos meteorológicos y fenológicos de la campaña agrícola 2024-2025 (agosto 2024 - abril 2025). Se integraron:

- **Datos observados:** Registros diarios de 14 estaciones meteorológicas del Senamhi (Tabla 1), clasificadas como Convencionales Ordinarias (C.O.), MAP (Meteorológicas Agrícolas Principales) y PLU (Pluviométricas).
- **Proyecciones climáticas:** Modelos subestacionales para mayo-julio 2025.

#### 3.2. Variables Analizadas

- **Climáticas:**
  - Precipitación (anomalías porcentuales respecto al promedio 1991-2020).
  - Temperatura máxima y mínima (anomalías en °C).
- **Agroproductivas:**
  - Fenología de cultivos (papa, maíz, pasturas).
  - Incidencia de plaga y/o enfermedades y rendimientos proyectados, según tablas fenológicas registradas y bibliografía especializada.

#### 3.3. Instrumentos y Fuentes de Datos

- **Estaciones meteorológicas:** Datos de precipitación y temperatura (máxima y mínima) de las 14 estaciones listadas (ej: C.O. Huamachuco, MAP A. Weberbauer).
- **Herramientas analíticas:**
  - Software estadístico (R) para cálculo de anomalías y tendencias.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



- Sistemas de Información Geográfica (QSIG) para mapeo de distribución espacial.
- Paquete Excel (tablas de seguimiento)
- **Validación:** Comparación con estudios previos (ej: Imfeld et al., 2021; Meza et al., 2022).

### 3.4. Procedimiento

1. **Recolección de datos:** Consolidación de registros meteorológicos diarios y observaciones fenológicas semanales.
2. **Cálculo de anomalías:**
  - Precipitación:  $(\text{Valor observado} - \text{Normal histórica}) / \text{Normal histórica} \times 100$ .
  - Temperatura:  $\text{Valor observado} - \text{Normal histórica}$ .
3. **Análisis de impactos:** Correlación entre anomalías climáticas y etapas fenológicas críticas (ej: floración, llenado de granos).
4. **Proyecciones:** Uso de modelos climáticos del Senamhi para mayo-julio 2025, ajustados a tendencias observadas.

### 3.5. Análisis Estadístico

- **Descriptivo:** Medias, desviaciones estándar y gráficos de series temporales (Figuras 01-03).
- **Referencias cruzadas:** Contrastar resultados con literatura científica (ej: Condori et al., 2021 para papa; Machado et al., 2019 para maíz).

## 4. Impactos Potenciales en Cultivos Andinos

### 4.1. Cultivo de Papa (*Solanum tuberosum*)

#### 4.1.1. Efectos Observados y Esperados en Desarrollo Fenológico

Para la vertiente occidental, en lugares donde las precipitaciones fueron cercanas a lo normal, la maduración se aceleró por las temperaturas elevadas, además la humedad disponible pudo haber permitido un llenado de tubérculos aceptable. En áreas con exceso pluviométrico (como los registros durante los meses de febrero y marzo) como las C.O. Celendín y C.O. La Encañada, mostrarían retraso en la cosecha aumentando el riesgo de pudrición (Condori et al., 2021).

La secuencia de estrés observada durante esta campaña (déficit-exceso-déficit) coincide con lo descrito por Ramírez et al., (2020), aunque con mayor severidad en la alternancia y duración de cada fase. Para las variedades cultivadas en la zona (principalmente Amarilis, en C.O. La Encañada), esta secuencia representa un escenario con potenciales efectos negativos en la producción

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



#### 4.1.2. Impactos en Producción y Aspectos Fitosanitarios

La combinación de estrés hídrico-térmico inicial, seguido de exceso pluviométrico y variabilidad en abril está asociada a:

- Reducción del rendimiento en 15-30% en la vertiente occidental, menor que el 25 a 40 % estimado previamente debido a precipitaciones normales (Ramírez et al., 2020).
- Mayor incidencia de deformidades en tubérculos en áreas con exceso (Forbes et al., 2020).
- Reducción del período de dormancia post-cosecha (Quiroz et al., 2018).
- Mayor riesgo de tizón tardío o rancho (*Phytophthora infestans*) en la vertiente oriental por las lluvias, pero menor incidencia de sarna común (*Streptomyces scabies*) en la vertiente occidental.

#### 4.2. Cultivo de Maíz Amiláceo (*Zea mays* L.)

##### 4.2.1. Respuesta al Estrés Abiótico Secuencial

En la vertiente occidental, las precipitaciones superiores a lo normal permitieron un desarrollo adecuado, pero las temperaturas elevadas incrementan la evapotranspiración, afectando el peso de grano en 10-20 % (Machado et al., 2019).

Del mismo modo, en la vertiente oriental, el exceso pluviométrico favoreció el desarrollo vegetativo, pero puede haber afectado el llenado de grano por una mayor predisposición a la presencia de insectos plaga.

##### 4.2.2. Implicaciones Fitosanitarias

El exceso de precipitaciones en la vertiente oriental aumenta el riesgo de pudriciones de mazorca (Munkvold y Desjardins, 2021), mientras que en la vertiente occidental, el aumento térmico favorece plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en cultivos en fases vegetativas (C.O. Callancas). Además, en C.O. Callancas se reporta presencia de virus y rayado fino del maíz (MRFV), lo que puede reducir el rendimiento.

#### 4.3. Pasturas y Producción Ganadera

##### 4.3.1. Impacto en Disponibilidad y Calidad Forrajera

Al 14 de abril de 2025, los cultivos forrajeros reflejan avances en sus estadios fenológicos, así el ryegrass muestra fase de macollaje en C.O. Granja Porcón y en PLU-Chugur (85 % y 25 %; respectivamente) con avance superior al 10 % en el lapso de una semana de observación.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



La alfalfa, en desarrollo vegetativo tardío (47.5 %) observado en la MAP A. Weberbauer, muestra favorecido el desarrollo foliar debido al exceso pluviométrico, pero la presencia de “torito de los cultivos” (*Stictocephala dicerus*) y pulgones (*Aphis fabae*) en el 50% de la parcela amenaza la sanidad del cultivo, reduciendo la biomasa (Bartl et al., 2022).

En la vertiente occidental, las precipitaciones normales permitieron una recuperación moderada de pasturas, aunque las temperaturas elevadas limitan el crecimiento.

En ambas vertientes, los excesos de precipitaciones durante los meses de febrero y marzo, provocaron la lixiviación de los nutrientes del suelo, originando el crecimiento de las pasturas (por humedad en el suelo) pero redujo su calidad.

#### **4.3.2. Consecuencias en Producción Animal**

En la vertiente occidental, si bien la disponibilidad forrajera es adecuada, las altas precipitaciones y el aumento térmico redujeron la calidad nutricional. En la vertiente oriental, las temperaturas sobre sus normales y alta humedad provocó el aumento de la biomasa disponible para el ganado, empero se redujo la calidad del pienso; hecho que semeja lo reportado por Bartl et al. (2022).

Respecto de la sanidad de las crías, principalmente del ganado vacuno, la humedad elevada reportada en ambas vertientes, favoreció la presencia de insectos plaga y enfermedades que van desde el incremento en las infecciones gástricas hasta en extremidades.

### **5. Proyecciones y Consideraciones para el Final de Campaña 2024-2025**

#### **5.1. Tendencias Climáticas**

Los pronósticos hasta el 9 de mayo de 2025 indican:

- Alta probabilidad de déficit hídrico progresivo en la vertiente occidental, con precipitaciones reducidas a partir de mayo.
- Continuación de precipitaciones por encima de lo normal en la vertiente oriental hasta mayo, seguida por un periodo seco.
- Riesgo moderado a alto de heladas entre mayo y junio, junto con descensos de la temperatura en zonas superiores a 2 600 m s.n.m.
- Incremento de la amplitud térmica diaria a partir de abril.

#### **5.2. Estrategias de Adaptación Recomendadas**

- Labores culturales oportunas para evitar exposición a déficit hídrico y heladas.
- Implementar sistemas de alerta temprana para heladas.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



- Considerar cultivos con variedades resistentes a condiciones altamente cambiantes para la instalación de la campaña chica.
- Planificar la próxima campaña con variedades adaptadas a mayor variabilidad climática.

## **6. Conclusiones y Análisis al Cierre de la Campaña Agrícola (Proyección a Julio de 2025)**

La campaña agrícola 2024-2025 en el sur de Cajamarca y la zona andina de La Libertad enfrentó una secuencia de anomalías climáticas que impactaron los sistemas productivos.

Desde agosto de 2024 hasta abril de 2025, se observó un déficit hídrico severo inicial, un exceso pluviométrico intermedio y una distribución heterogénea durante abril, con precipitaciones por encima de lo normal en la vertiente oriental y en la vertiente occidental, acompañada de temperaturas máximas y mínimas elevadas.

Estas condiciones generaron estrés hídrico-térmico diferenciado, con proyección de rendimientos reducidos y afectaciones en la calidad forrajera. La presencia de insectos plaga, en cultivos de papa, maíz y forrajes añade un desafío fitosanitario para el sector agrario de la región.

### **Proyección para mayo-julio de 2025**

El periodo seco en la vertiente occidental (mayo-julio) intensificará el déficit hídrico, con precipitaciones mínimas y un aumento sostenido de la amplitud térmica diaria. En la vertiente oriental, las lluvias disminuirán a partir de mayo, alineándose con el periodo seco regional.

Las heladas previstas en mayo-junio (en zonas sobre 2 800 m s.n.m.) representan un riesgo adicional para cultivos tardíos y de campaña chica y pasturas; especialmente en estaciones como C.O. Huamachuco y C.O. Granja Porcón.

La papa cosechada en abril enfrentará desafíos de almacenamiento debido a un menor período de dormancia, mientras que el maíz en madurez (C.O. Cajabamba, C.O. Contumazá) tendrá pérdidas moderadas en la vertiente occidental y mayores en la vertiente oriental por condiciones de estrés hídrico-térmico y fitosanitario.

Las pasturas en la vertiente occidental, limitadas por la falta de lluvias, tendrán una recuperación restringida, y en la vertiente oriental, la presencia de insectos plaga reducirá la biomasa disponible para el ganado.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## Análisis final

Esta campaña destaca la creciente imprevisibilidad climática en la región andina, alineada con escenarios de cambio climático (Torres-Ruiz et al., 2022). La variabilidad pluviométrica entre vertientes, combinada con temperaturas anómalas y presiones fitosanitarias, subraya la necesidad de fortalecer sistemas de adaptación: (1) diversificación de cultivos y fechas de siembra, (2) implementación de tecnologías de conservación de humedad y drenaje, (3) control integrado de plagas, y (4) desarrollo de sistemas de alerta temprana más efectivos.

La selección de germoplasma adaptado a estrés hídrico-térmico será clave para las próximas campañas, junto con una planificación estratégica que considere las diferencias climáticas entre vertientes y el inicio del periodo seco.

## 7. Referencias Bibliográficas

Bartl, K., Mayer, A.C., Gómez, C.A., Muñoz, E., Hess, H.D., & Holmann, F. (2022). Climate change impacts on Andean livestock systems: Evidence and adaptation strategies. *Agricultural Systems*, 196, 103343.

Castro, M., Baéz, K., Montoya, J., & Quiroz, R. (2020). Dynamics of nutritional quality in Andean native forages under variable climate conditions. *Journal of Mountain Science*, 17(8), 1802-1819.

Charlier, J., Rinaldi, L., Musella, V., Ploeger, H.W., Chartier, C., Vineer, H.R., & Morgan, E.R. (2020). Initial assessment of the economic burden of major parasitic helminths of ruminants in the Andean region. *Preventive Veterinary Medicine*, 182, 105095.

Condori, B., Hijmans, R.J., Quiroz, R., & Ledent, J.F. (2021). Quantifying the impact of extreme climate events on native potato production systems in the Andean region. *Field Crops Research*, 172, 103-112.

Flores, E.R., Cruz, J., López, M., Bezada, S., & Rodríguez, A. (2019). Impacto del cambio climático sobre la productividad de pastizales altoandinos. *Ecología Aplicada*, 18(1), 77-86.

Forbes, G.A., Gamboa, S., Lindqvist-Kreuzer, H., Pérez, W., & Andrade-Piedra, J. (2020). Disease prediction models for potato late blight in the Andean highlands. *Plant Disease*, 104(2), 553-563.

Harrison, M.T., Cullen, B.R., Armstrong, D., & Rawnsley, R.P. (2021). Adapting crop and livestock production to climate change in the Andes: A systematic review. *Science of the Total Environment*, 769, 145077.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psjc. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



Imfeld, N., Barreto, C., Correa, K., Jacques-Coper, M., Sedlmeier, K., Mertens, S., Segura, H., Vuille, M., Trenberth, K., & Brönnimann, S. (2021). Summertime precipitation deficits in the southern Peruvian highlands since 1964. *International Journal of Climatology*, 41(2), 1217-1232.

Machado, L.F., Andrade, E.P., Ramirez-Villegas, J., Jarvis, A., & Velásquez, F. (2019). Tolerance of Andean maize landraces to combined water and heat stress. *Crop Science*, 59(6), 2421-2435.

Meza, F.J., Wilks, D.S., Gurovich, L., & Bambach, N. (2022). Impacts of climate variability and sequential extreme weather events on Andean agriculture: Evidence and response options. *Weather and Climate Extremes*, 35, 100407.

Munkvold, G.P. & Desjardins, A.E. (2021). Fumonisin in maize: Can we reduce their occurrence? *Plant Disease*, 105(4), 746-758.

Nelson, R., Wiesner-Hanks, T., Wisser, R., & Balint-Kurti, P. (2018). Navigating complexity to breed disease-resistant crops. *Nature Reviews Genetics*, 19(1), 21-33.

Perez, W., Nahui, M., Ellis, D., & Forbes, G.A. (2022). Adapting potato production to climate change in the Andean region. *Potato Research*, 65(1), 29-43.

Postma, J.A. & Lynch, J.P. (2022). Theoretical evidence for tradeoffs in the adaptation of maize root systems to simultaneous stresses. *Annals of Botany*, 129(4), 389-402.

Quiroz, R., Harahagazwe, D., Condori, B., Barreda, C., de Mendiburu, F., Amoros, W., Delorge, P., & Beningno, C. (2018). Potato yield prediction using machine learning models and remotely sensed data in the Andes. *Remote Sensing*, 10(10), 1530.

Ramírez, D.A., Gavilán, C., Barreda, C., Condori, B., Rossel, G., Mwanga, R.O.M., Andrade, M., Monneveux, P., Anglin, N.L., Ellis, D., & Quiroz, R. (2020). Characterizing the diversity of sweetpotato through growth parameters and tuber yield under drought and optimum conditions. *Field Crops Research*, 255, 107866.

Rolando, J.L., Ramírez, D.A., Yactayo, W., Monneveux, P., & Quiroz, R. (2021). Assessing the resilience and sustainability of native potato farming systems in the Peruvian Andes. *Journal of Cleaner Production*, 318, 128542.

Sanabria, J., Carrasco, G., & Llacza, A. (2019). Análisis de las condiciones atmosféricas durante la ocurrencia de precipitaciones extremas en la sierra norte del Perú. *Revista Peruana Geo-Atmosférica*, 7, 33-47.

Sánchez-Vega, I., Tapia, M.E., Tisselli, V., & Rea, J. (2019). La agricultura andina ante una globalización en desplome. Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola, Lima.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



Torres-Ruiz, J.M., Diaz-Espejo, A., Moreno-Ortega, G., Muriel-Fernández, J.L., Espada, J.L., Montero, A., Hildago, E.S., & Fernández, J.E. (2022). Progressive agricultural water stress and its impact on Andean crops. *Agricultural Water Management*, 265, 107550.

Xu, W., He, X., Guo, H., Shang, Y., Zhang, C., Yi, H., Zhang, L., & Kang, J. (2020). The effects of climate change on fungal diseases of maize: Current knowledge and future prospects. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(7), 1862-1873.

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**  
**DIRECCIÓN ZONAL 3**

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



## Anexo 01

### Glosario Técnico

#### Clasificación de Estaciones Meteorológicas

- C.O. (Convencional Ordinaria): Estación meteorológica estándar que registra variables climáticas básicas (precipitación, temperatura, humedad) de forma manual. *Ejemplo: C.O. San Juan (Cajamarca).*
- P.E. (Propósito Específico): Estación especializada en monitorear variables específicas (ej: radiación solar, velocidad del viento) para fines agrícolas o hidrológicos. *Ejemplo: P.E. Cachachi (Cajamarca).*
- PLU (Pluviométrica): Estación que mide exclusivamente precipitaciones. *Ejemplo: PLU-Chugur (Cajamarca)*
- MAP (Meteorológica Agrícola Principal): Estación meteorológica especializada en el monitoreo de variables agrometeorológicas para evaluación de cultivos estratégicos. *Ejemplo: MAP A. Weberbauer (Cajamarca)*

#### Términos Climáticos

- Anomalía pluviométrica (%): Desviación porcentual de la precipitación observada respecto al promedio histórico (1990-2020). *Ejemplo: "+185 %" indica un exceso del 85% sobre lo normal.*
- Amplitud térmica diaria (°C): Diferencia entre la temperatura máxima y mínima en un día.
- Evapotranspiración potencial: Pérdida de agua del suelo por evaporación más transpiración de plantas, influenciada por temperatura y humedad.
- Variabilidad inter-decadal: Fluctuaciones de las variables climáticas respecto de sus normales en periodos de 10 días. Para efectos técnicos se divide al mes en tres décadas.

#### Términos Agronómicos

- Fenología: Etapas de desarrollo de los cultivos (ej: "maduración pastosa" en maíz, "desarrollo vegetativo" en alfalfa).
- Estrés hídrico-térmico: Impacto combinado de sequía y altas temperaturas en cultivos.
- Lixiviación de nutrientes: Pérdida de nutrientes del suelo por exceso de lluvias.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente



- Dormancia (en papa): Periodo de latencia post-cosecha donde el tubérculo no germina.
- Campaña chica: Campaña agrícola secundaria, usualmente de menor duración que la campaña principal, realizada en localidades con acceso a agua de riego.

#### Enfermedades y Plagas

- Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): Enfermedad fúngica que afecta a la papa en condiciones húmedas.
- Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*): Plaga clave del maíz en etapas vegetativas.
- MRFV (Virus del Rayado Fino del Maíz): Patógeno que reduce rendimientos en maíz amiláceo.

#### Siglas y Acrónimos

- Senamhi: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
- DZ3: Dirección Zonal 3 (Ámbito sur de Cajamarca y La Libertad).
- m s.n.m: Metros sobre el nivel del mar.
- °C: Grado Celsius, unidad estándar de temperatura en el Sistema Métrico Universal.

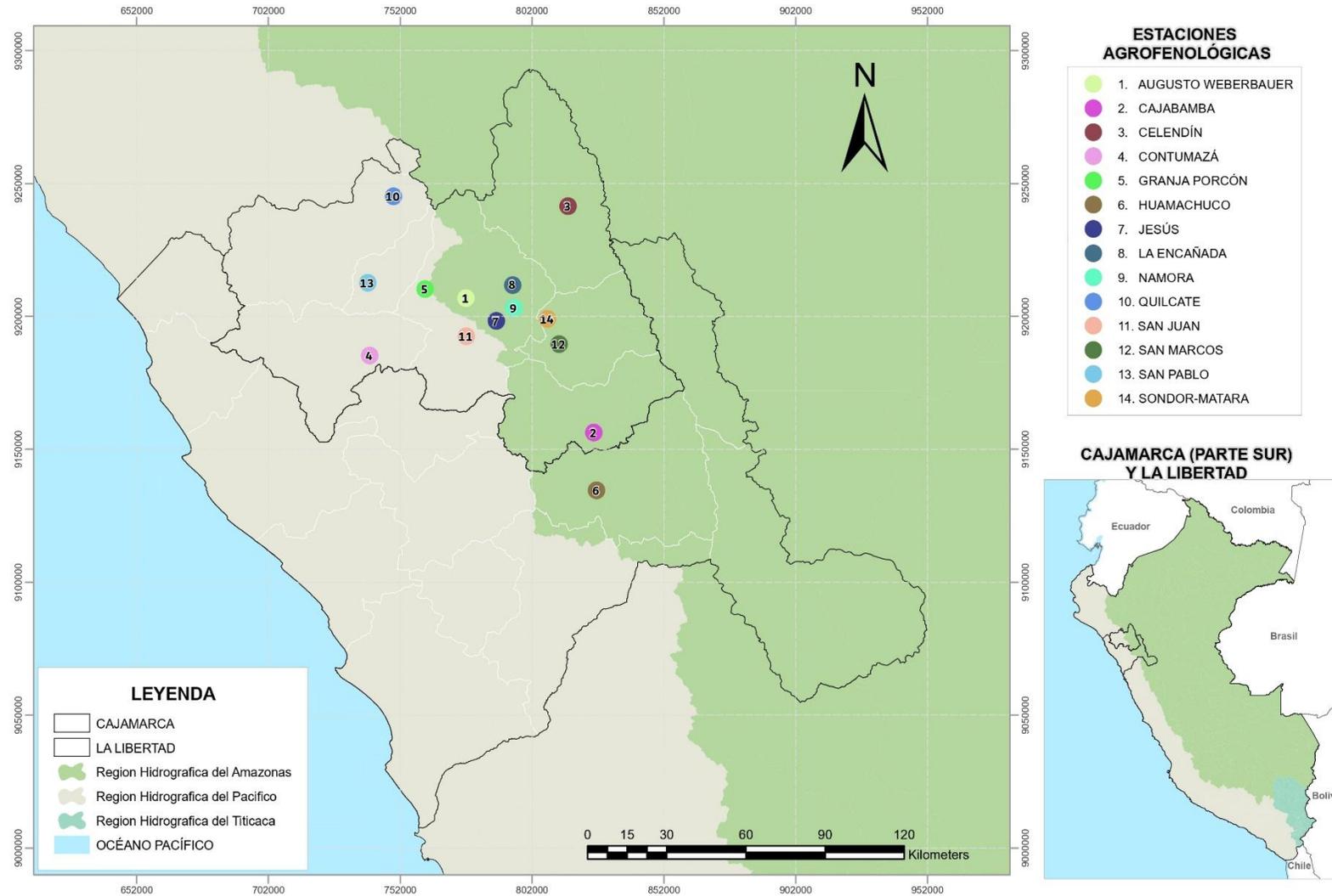
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psje. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)



### Anexo 02

## ÁMBITO DE OBSERVACIÓN DE LA DZ-3, SENAMHI



SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ  
DIRECCIÓN ZONAL 3

Psjc. Jaén 121 – Urb. Ramón Castilla – Cajamarca  
Teléfono: 076 – 365701 / www.senamhi.gob.pe