PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Perspectivas del impacto del cambio climático y el Fenómeno El Niño en las variables agrometeorológicas para el cultivo de cítricos en el Perú: Proyecciones y escenarios futuros

Ing. Hugo Ramos Inca Roca

Dirección de Agrometeorología

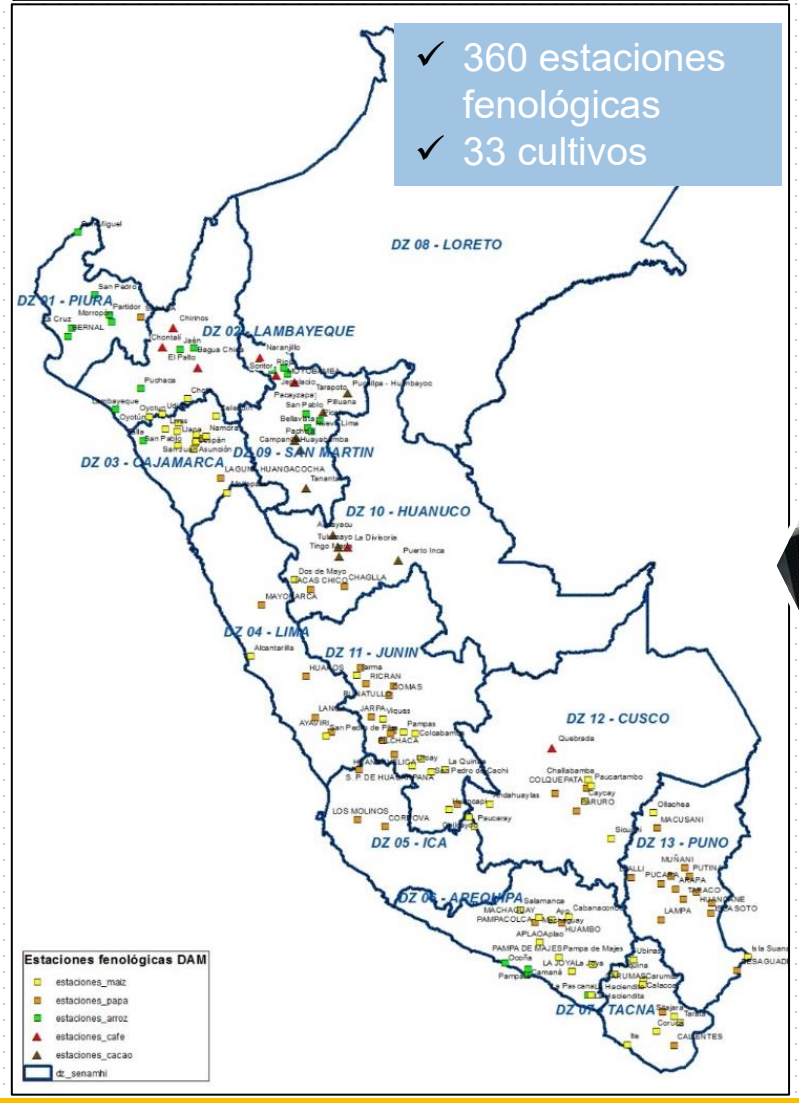
Agrometeorología de los Cítricos

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

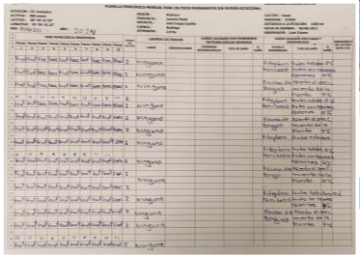
Red de Observación Fenológica

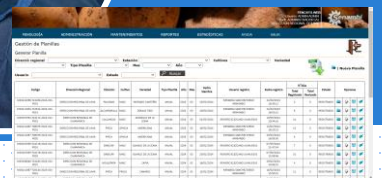
OPERATIVIDAD DE LA RED NACIONAL DE ESTACIONES AGROMETEOROLÓGICAS



Monitoreo fenológico por observadores en campo

Reporte de información en planilla fenológicas

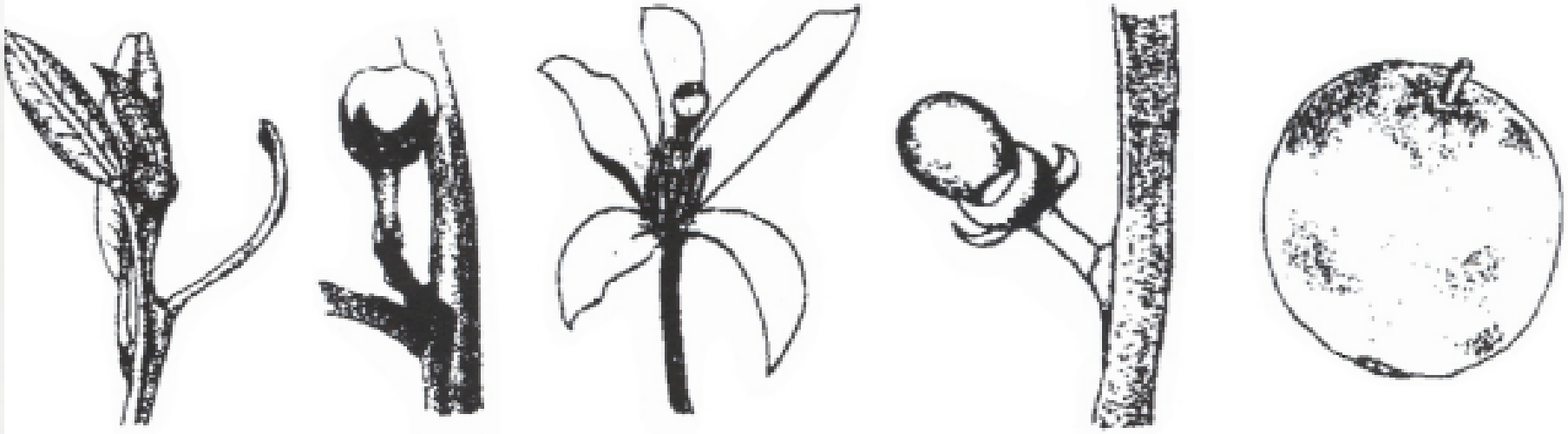




Procesamiento de información fenológica en el Sistema Web Fenológico **"Fenosys"**

Generación de productos y servicios agrometeorológicos

Fenología de los Cítricos: (Naranjo y Limonero)



⇧ HINCHAZÓN DE BOTÓN FLORAL	⇧ APERTURA DE BOTÓN FLORAL	⇧ FLORACIÓN	⇧ FRUCTIFICACIÓN	⇧ MADURACIÓN
Los botones comienzan a agrandarse y las hojuelas que los cubren empiezan a separarse ligeramente.	Debido a la hinchazón y aumento de tamaño, las hojuelas que cubren los botones se separan.	Los botones florales se abren plenamente.	Los frutos alcanzan un tamaño cercano a los dos centímetros.	Los frutos alcanzan el tamaño, color y sabor típico de su variedad. El fruto se torna de verde a un color amarillento anaranjado, dependiendo de la variedad.

Valores Ecofisiológicos de los Cítricos

VARIABLE	LIMÓN	NARANJA	MANDARINA	OBSERVACIÓN TÉCNICA
Temperatura favorable de crecimiento activo	25–30 °C	25–30 °C	25–30 °C	Crecimiento vegetativo optimo
Temperatura que favorece inducción floral	< 20 °C o sequía moderada	< 20 °C	< 20 °C	La inducción floral por bajas temperaturas, en climas tropicales puede inducirse por déficit hídrico.
Temperatura de daño por frío en flores/frutos jóvenes	Cerca de 0 °C ya puede haber daño; muy sensible	Cerca de 0 °C ya puede haber daño	Cerca de 0 °C ya puede haber daño, pero suele tolerar más frío que limón y naranja	Las flores y frutos jóvenes son particularmente sensibles a heladas y pueden caer con periodos breves ligeramente bajo 0 °C.
Frío crítico aproximado del árbol adulto	-5.6 °C para daño serio en madera, según tipo de limón; limón es de los menos tolerantes	-4.4 °C	-6.7 °C en mandarino adulto endurecido	La tolerancia depende del cultivar, portainjerto, edad y aclimatación; mandarina suele ser más resistente y limón menos resistente.
Temperatura mínima práctica de seguridad para plantación comercial	Evitar zonas con inviernos por debajo de -4 °C	Mejor en zonas con heladas leves o nulas	Tolera algo más de frío que naranja y bastante más que limón	El limón no debería plantarse donde las temperaturas invernales bajen de -4 °C.
Temperatura alta de estrés	> 35–40 °C aumenta estrés; en limón no hay crecimiento por encima de 40 °C	> 35–40 °C eleva estrés térmico	> 35–40 °C eleva estrés térmico	En limón ocurre ausencia de crecimiento por encima de 40 °C; en cítricos el calor extremo reduce desempeño fisiológico y calidad.
Precipitación anual de referencia	1,000–1,200 mm bien distribuidos, o menos con riego	1,000–1,200 mm bien distribuidos, o menos con riego	1,000–1,200 mm bien distribuidos, o menos con riego	Este rango es orientativo de ambientes citrícolas húmedos y subhúmedos; en zonas secas el cultivo funciona bien con riego.
Requerimiento total de agua del cultivo	Generalmente 20% más que naranja	Base de referencia	Generalmente 10% menos que naranja	El uso de agua del limón es 20% mayor que el de naranja y el de mandarina 10% menor.
Agua anual total requerida por cítricos	800–1500 mm/año según clima y manejo	800–1500 mm/año	800–1500 mm/año	Citrus Australia reporta ese rango para árboles maduros de cítricos; otra referencia en Texas ubica a cítricos en aprox. a 889–1219 mm/año.
Sensibilidad al déficit hídrico	Alta, especialmente en brotación, cuajado y crecimiento del fruto	Alta	Media a alta	El déficit hídrico reduce calibre, cuajado y calidad; en limón suele impactar más por su mayor demanda relativa de agua.
Sensibilidad al anegamiento y/o mal drenaje	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Los cítricos requieren suelos bien drenados y sin capas impermeables; el agua estancada perjudica raíces y producción.
Textura de suelo recomendada	Franca a franco arenosa / media	Franca a franco arenosa / media	Franca a franco arenosa / media	FAO y otras guías coinciden en suelos ligeros a medios, profundos y aireados.
Profundidad efectiva de raíces	1.2–2.0 m de profundidad radicular típica	1.2–2.0 m	1.2–2.0 m	FAO reporta raíces entre 1.2 y 2 m; bajo sequía prolongada pueden aprovechar agua por debajo de ese rango en suelos profundos.
pH del suelo aceptable	5.5–6.5 ideal; aceptable 5–8	5.5–6.5 ideal; aceptable 5–8	5.5–6.5 ideal; aceptable 5–8	FAO acepta 5–8; varias guías productivas ubican el óptimo práctico alrededor de 5.5–6.5.
Salinidad del suelo	Sensible	Sensible	Sensible	FAO reporta caída de rendimiento a partir de ECe 1.7 dS/m y pérdidas crecientes con más salinidad.
Viento	Muy sensible	Sensible	Sensible	El viento favorece caída de flores y frutos jóvenes; en limón suele ser más crítico por daño mecánico y calidad externa.

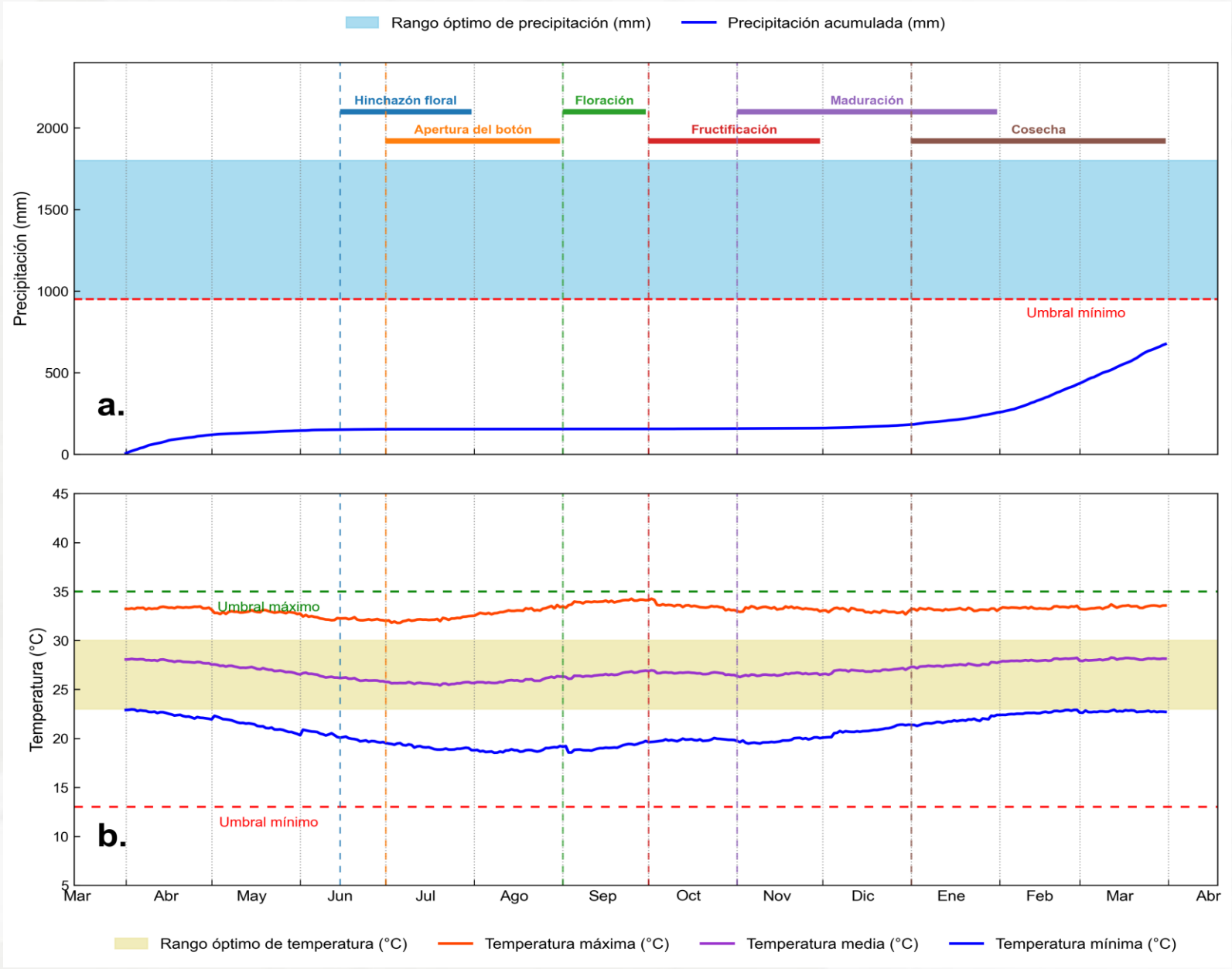
Fuentes: https://citrusaustralia.com.au/wp-content/uploads/lemon_growing_manual_9_Crop_Management.pdf
https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/citrus/es/
https://ucanr.edu/blog/real-dirt/article/frost-protection-citrus-1
https://www.researchgate.net/publication/317370582_Machine_learning_applied_to_the_prediction_of_citrus_production

Plagas Reportadas de los Cítricos

ZONA	PLAGAS REPORTADAS	COMENTARIO
Costa norte – Piura / Chulucanas	Querezas; en registros cercanos de la misma zona también aparecen áfidos	En Chulucanas (Morropón) se reportaron querezas; en Curumuy–Piura, dentro de la misma Zona I, se reportaron áfidos.
Costa norte – Motupe	Áfidos, querezas, ácaro del tostado	En Cholocal–Motupe y San Isidro–Motupe aparecen repetidamente áfidos y querezas; en mayo de 2008 se reporta además ácaro del tostado y áfidos.
Costa central – Huaral	Ácaro del tostado, áfidos; además hay evidencia fuerte de Panonychus citri en la zona	En Esperanza Baja–Huaral se reportaron ácaro del tostado y áfidos. Además, un estudio sobre Panonychus citri trabajó explícitamente en Huaral como parte de la costa central.
Costa central – Irrigación Santa Rosa / Sayán / Huaura	Ácaro del tostado, áfidos, querezas; además hay evidencia de Panonychus citri en la zona	En Irrigación Santa Rosa–Sayán–Huaura se registraron ácaro del tostado, áfidos y en otro registro de Santa Rosa–Huaura aparecen querezas junto a ácaro del tostado.
Costa central – Cañete	Áfidos, ácaro del tostado	En San Luis–Cañete se registran áfidos en marzo de 2008 y ácaro del tostado en octubre de 2008.
Costa central – Chincha	Áfidos, querezas, ácaro del tostado; además hay evidencia de Panonychus citri en la zona	En Chincha se reportan áfidos, querezas y ácaro del tostado en los muestreos de 2007. También existe una tesis y un estudio de costa central que ubican a Panonychus citri en Chincha.

Fuentes: https://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/jer/CITRUSRESULT/Laboratorio%202008%20result.pdf

Agrometeorología de los Cítricos



La precipitación acumulada se mantiene muy por debajo del rango óptimo y también por debajo del umbral mínimo, lo que sugiere una condición de déficit hídrico estructural durante gran parte del ciclo, típicas condiciones en costa

La temperatura media se mantiene dentro o cerca del rango favorable, mientras que la temperatura máxima se aproxima al umbral superior y la mínima se mantiene por encima del umbral crítico.

De acuerdo a las Fases fenológicas del cultivo, nos permite relacionar las condiciones térmicas e hídricas con momentos sensibles como floración, fructificación y maduración.

Potenciales Efectos del Cambio Climatico y Fenomeno de El Niño

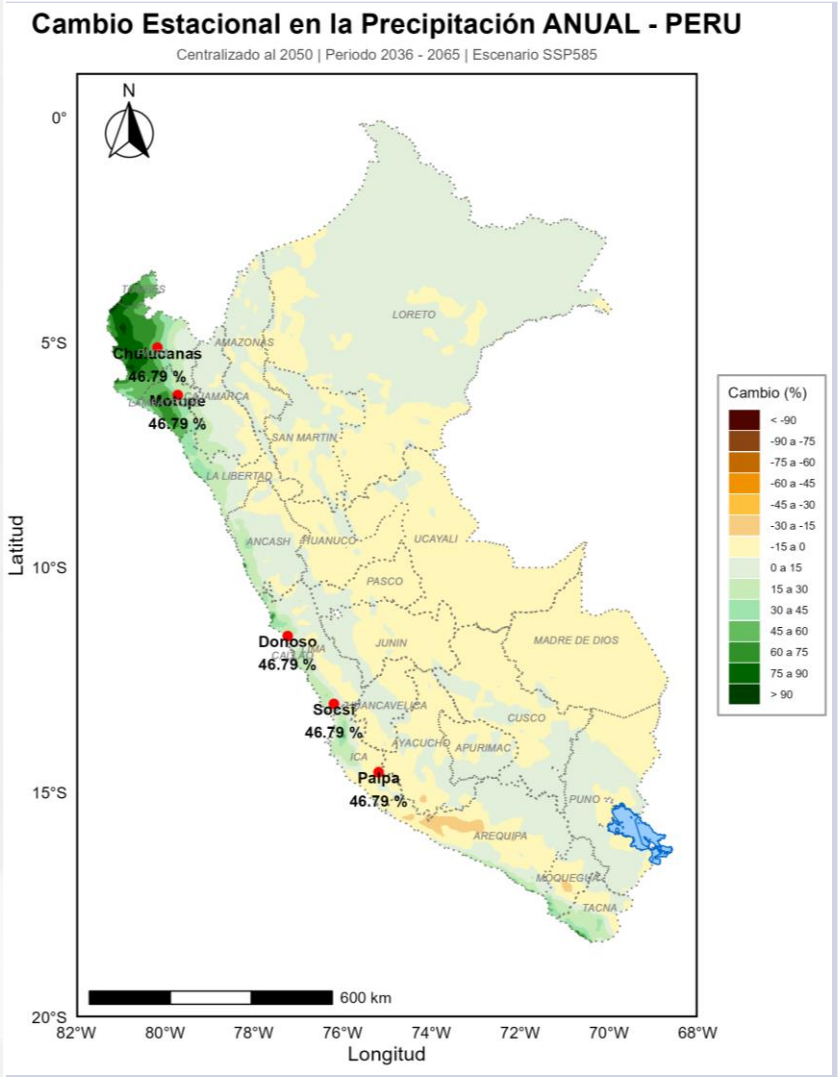
PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

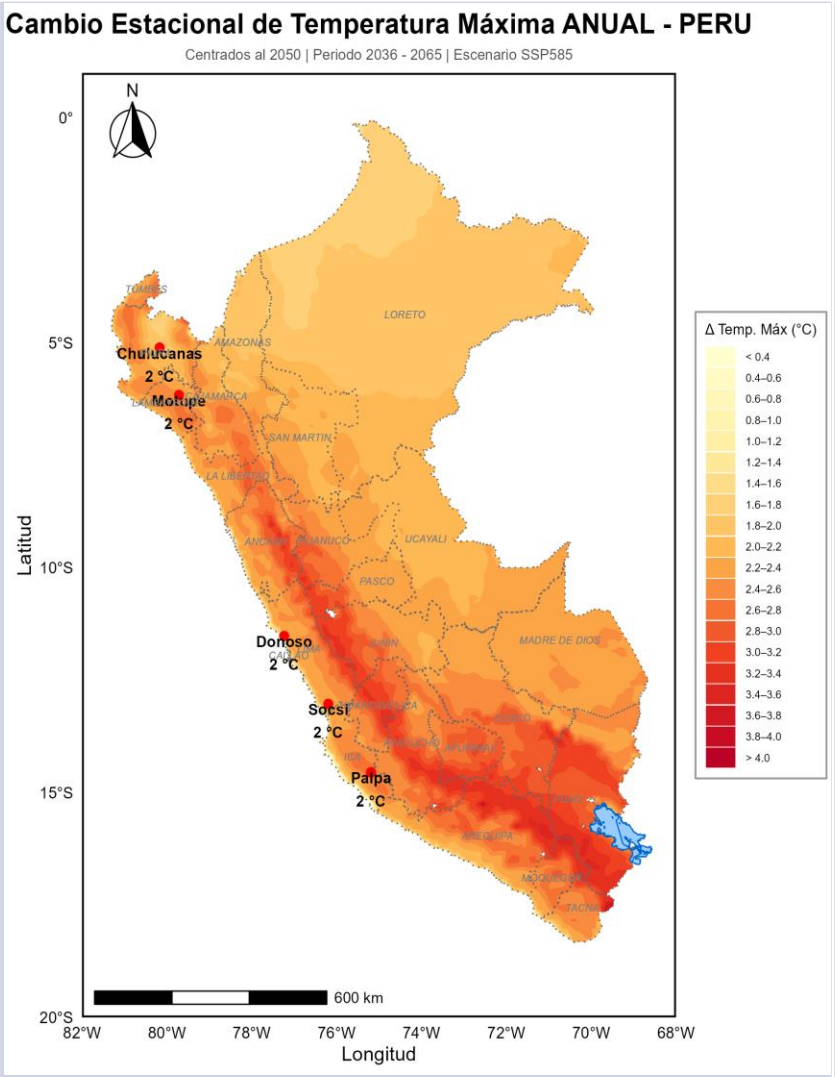
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO

ANUAL

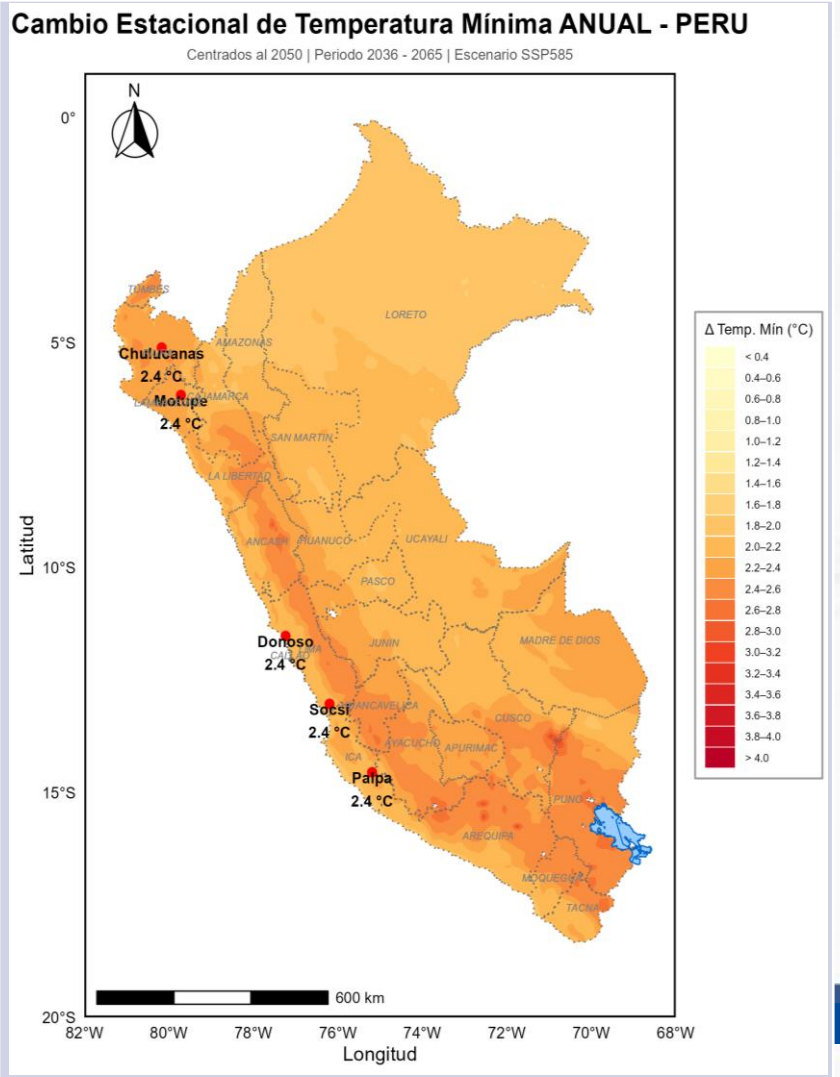
PRECIPITACION



TEMPERATURA MAXIMA



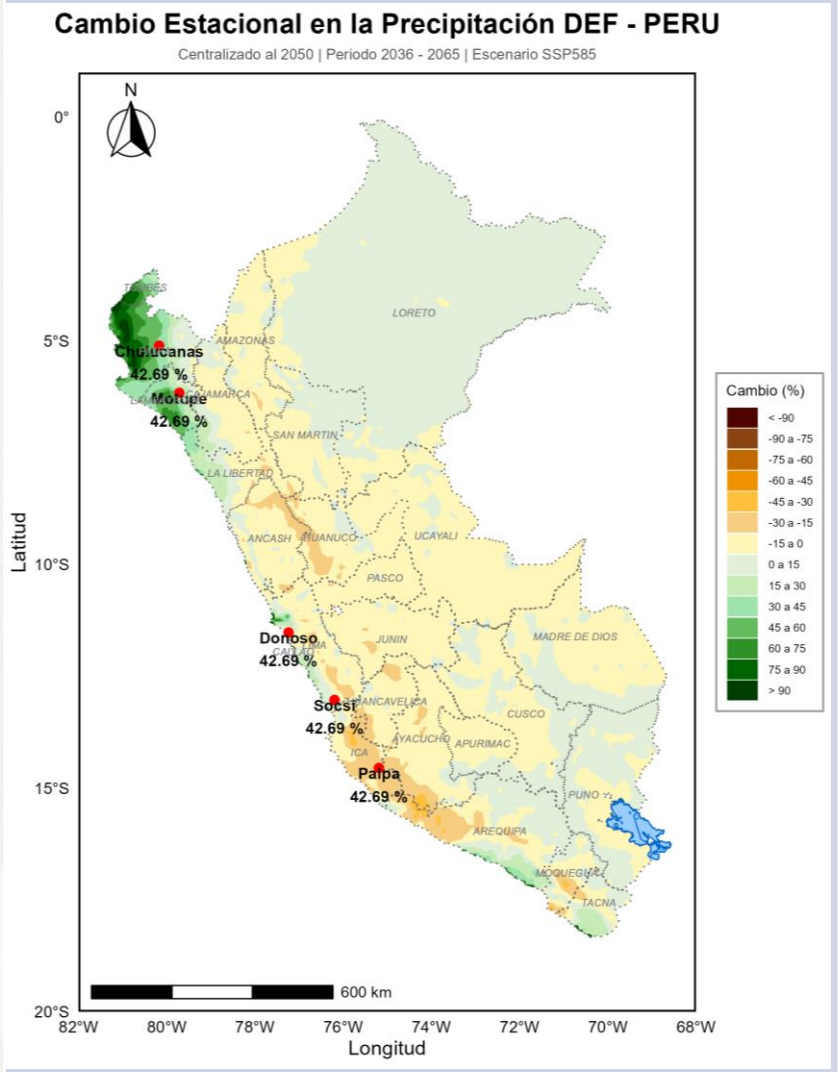
TEMPERATURA MINIMA



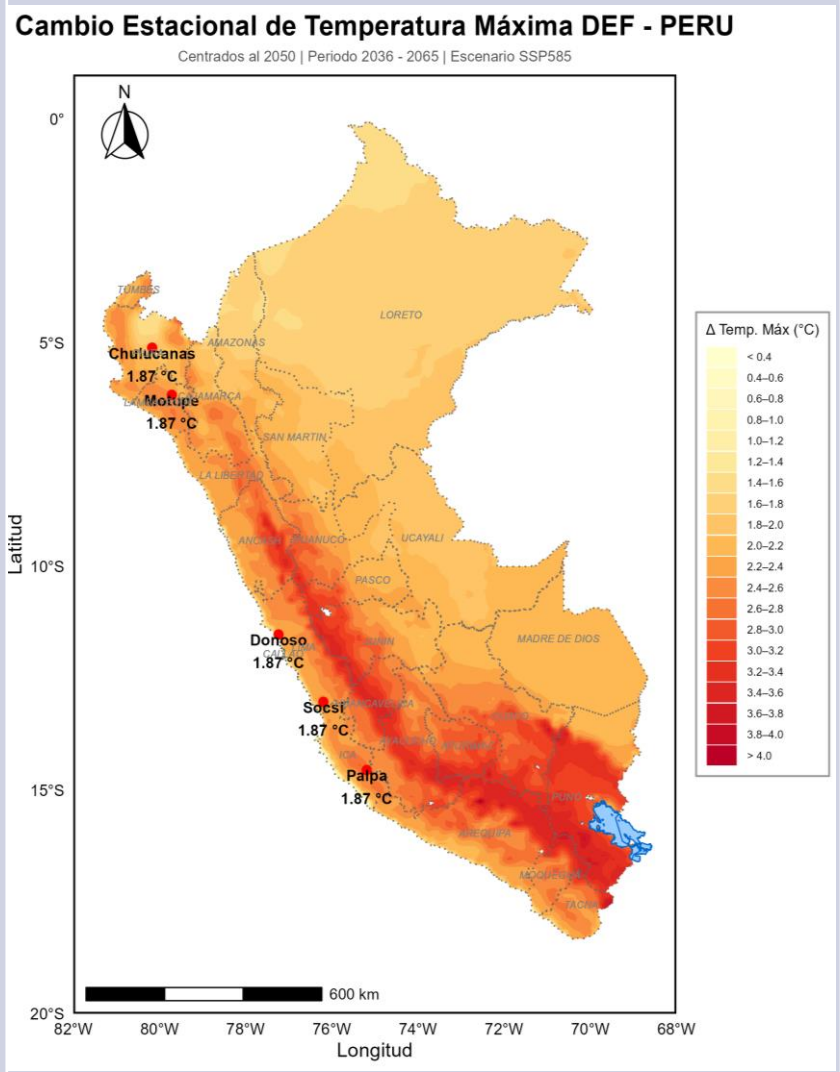
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO

DIC-ENE-FEB

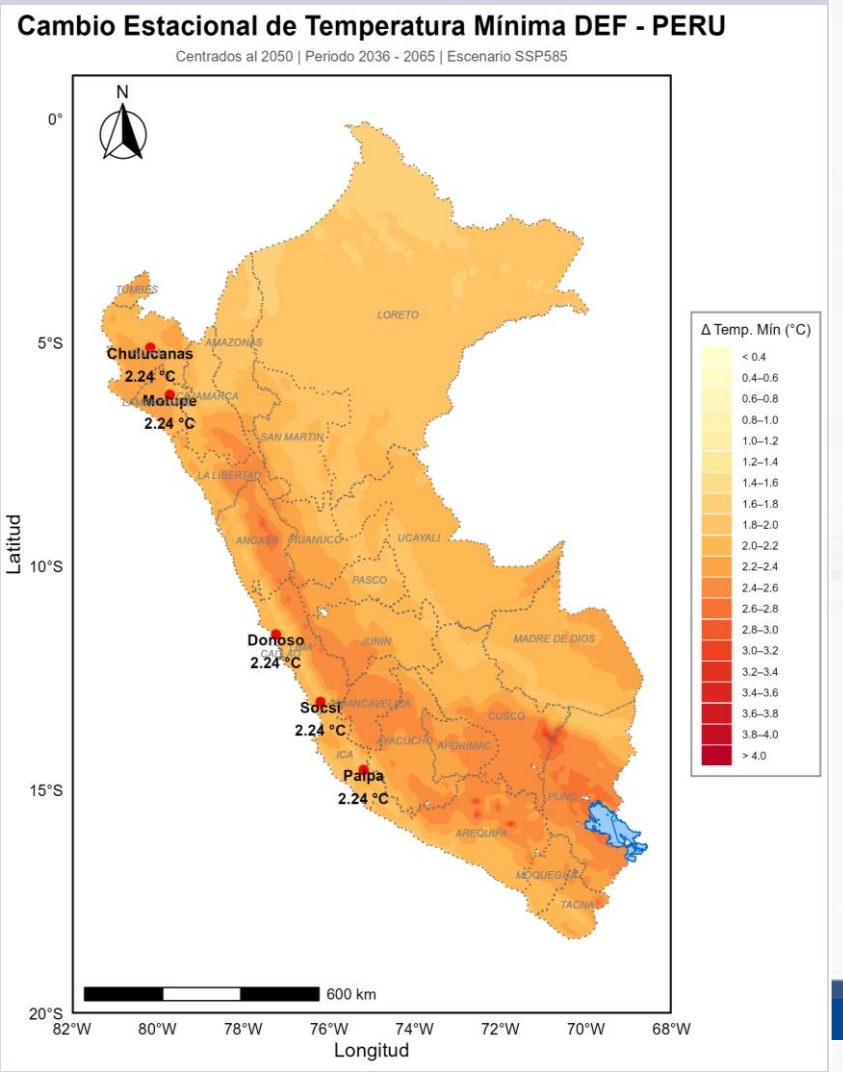
PRECIPITACION



TEMPERATURA MAXIMA



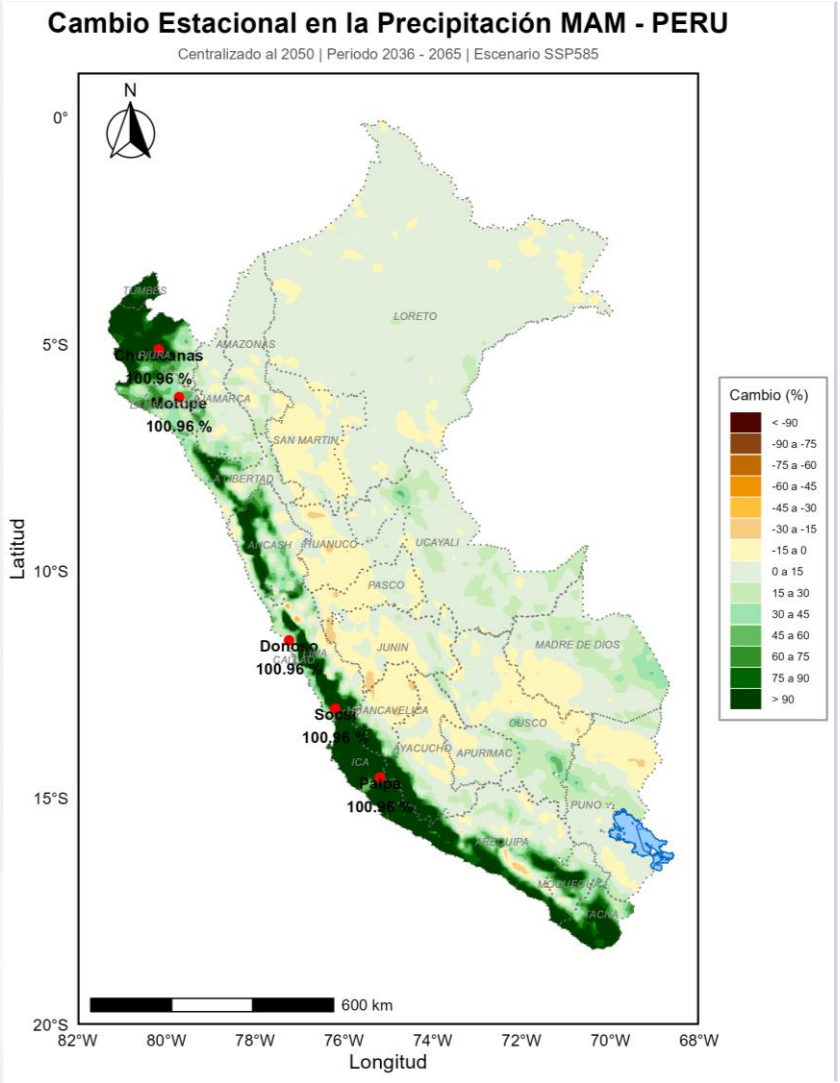
TEMPERATURA MINIMA



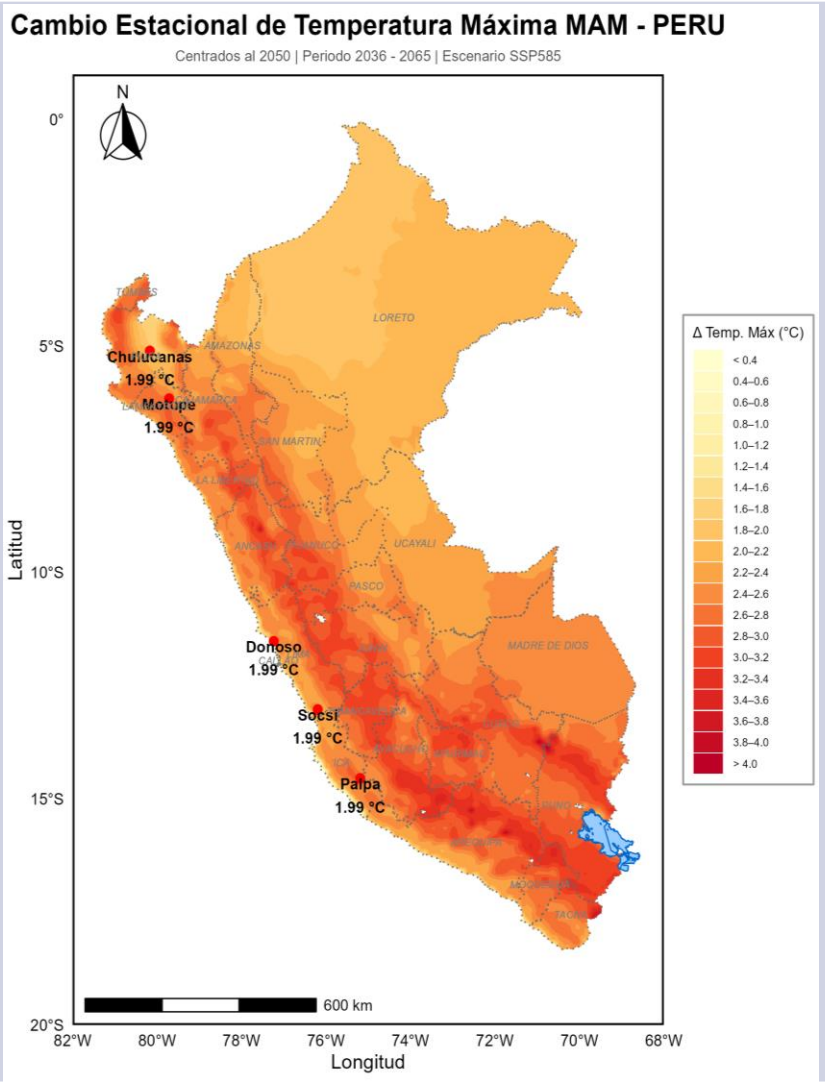
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO

MAR-ABR-MAY

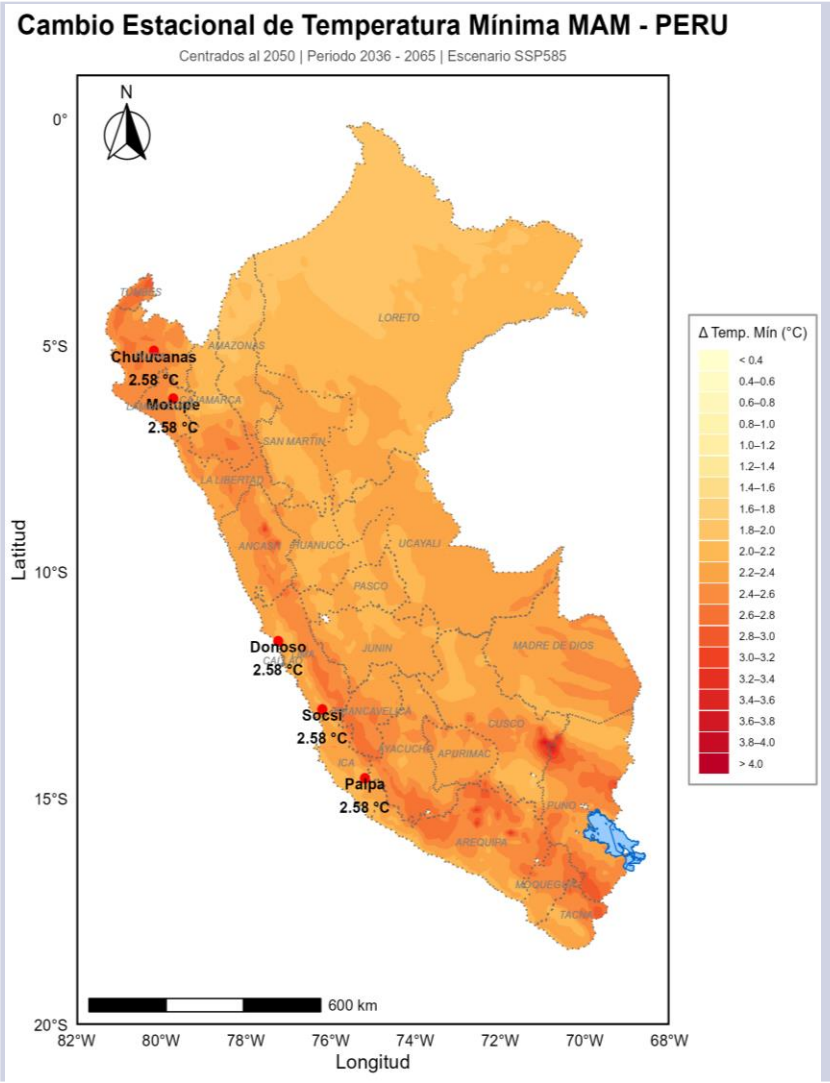
PRECIPITACION



TEMPERATURA MAXIMA



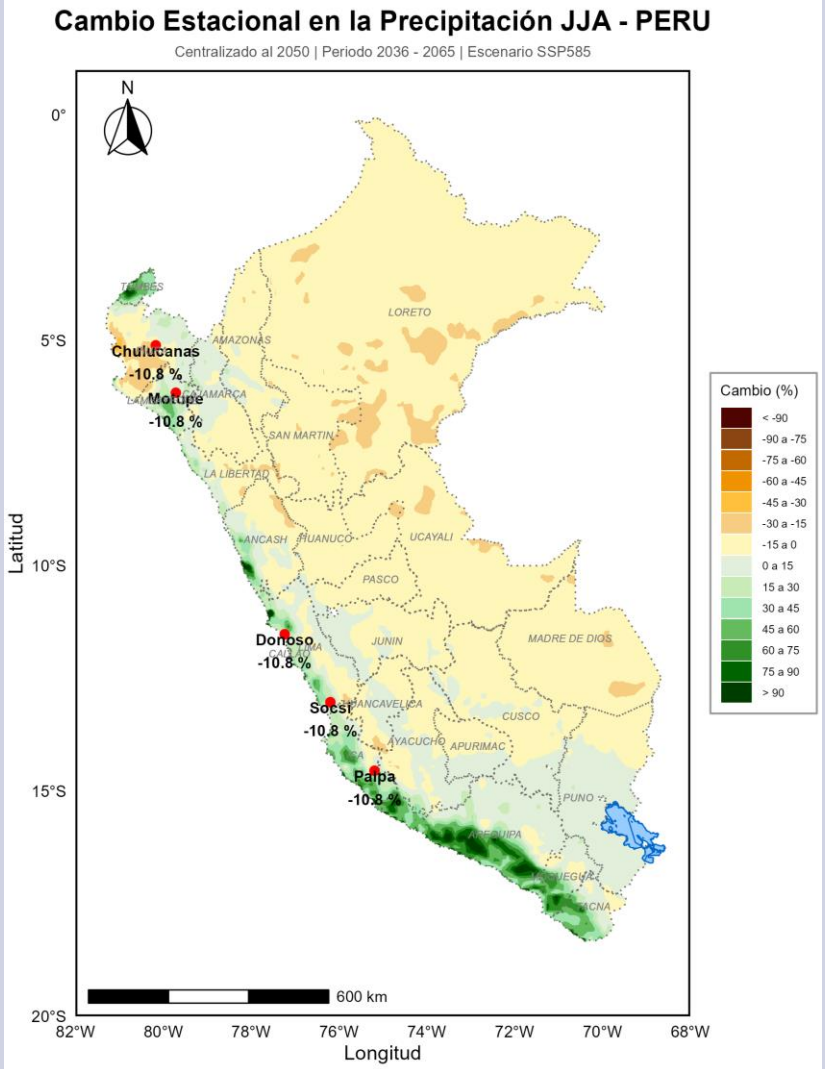
TEMPERATURA MINIMA



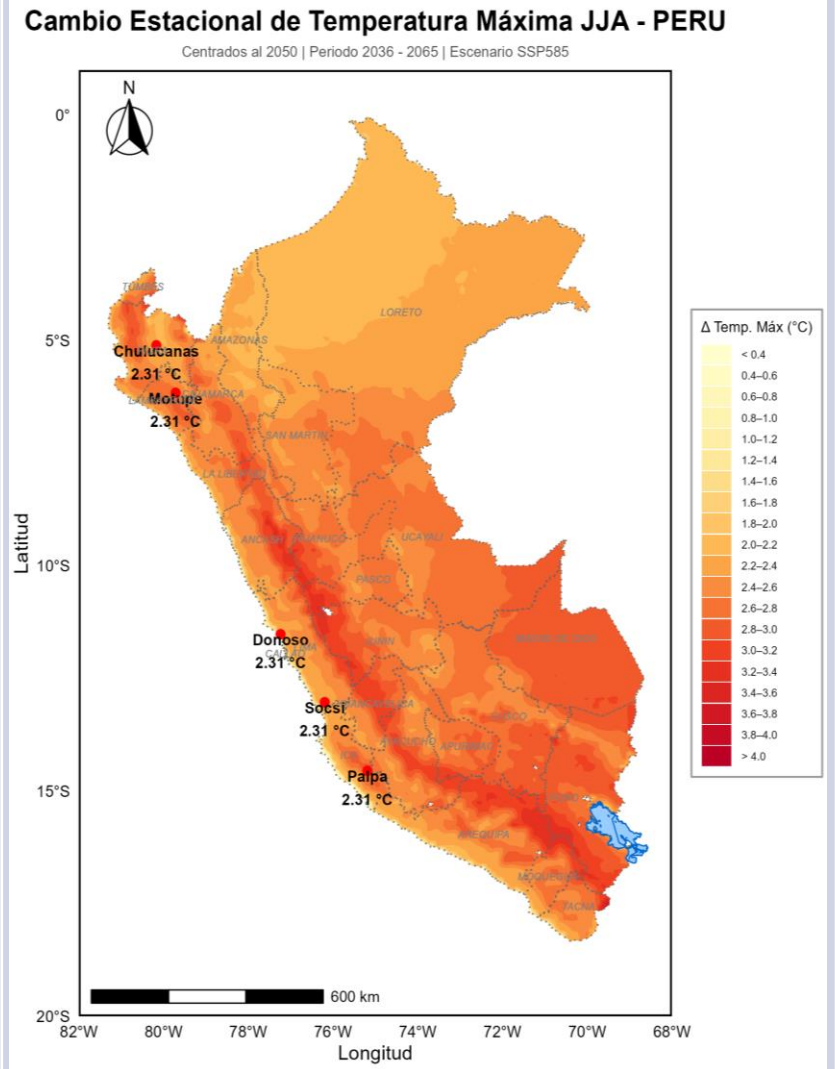
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO

JUN-JUL-AGO

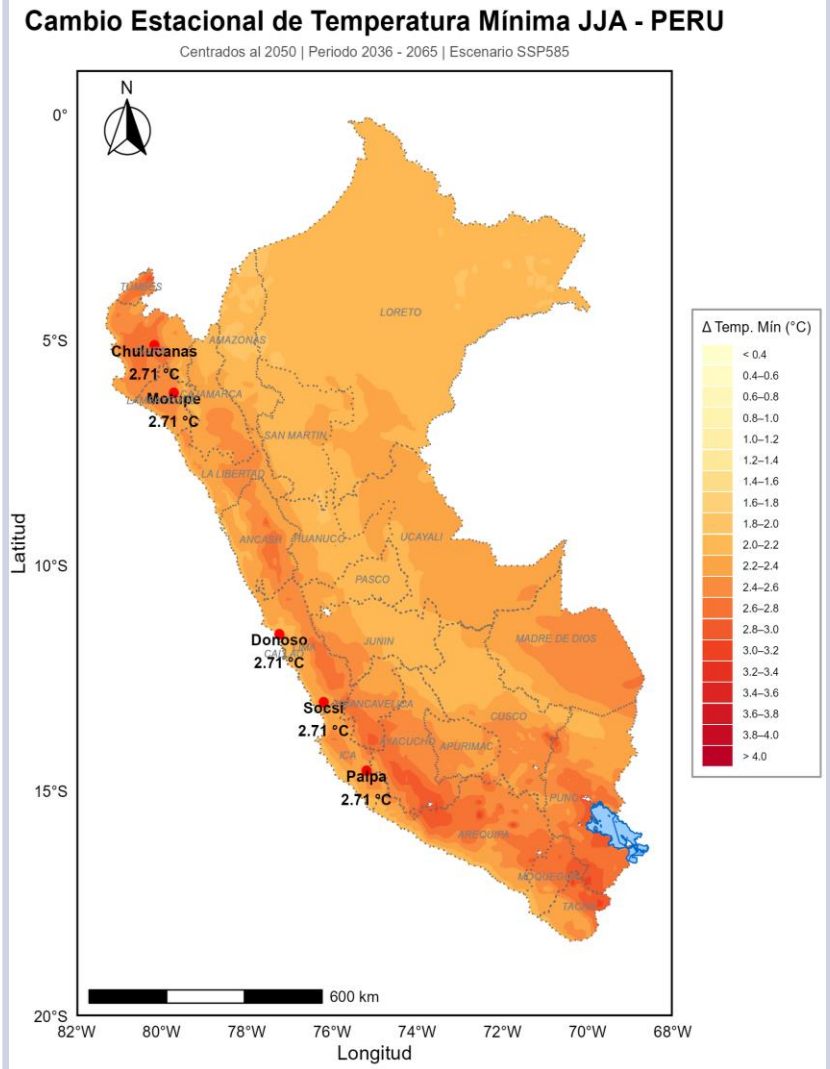
PRECIPITACION



TEMPERATURA MAXIMA



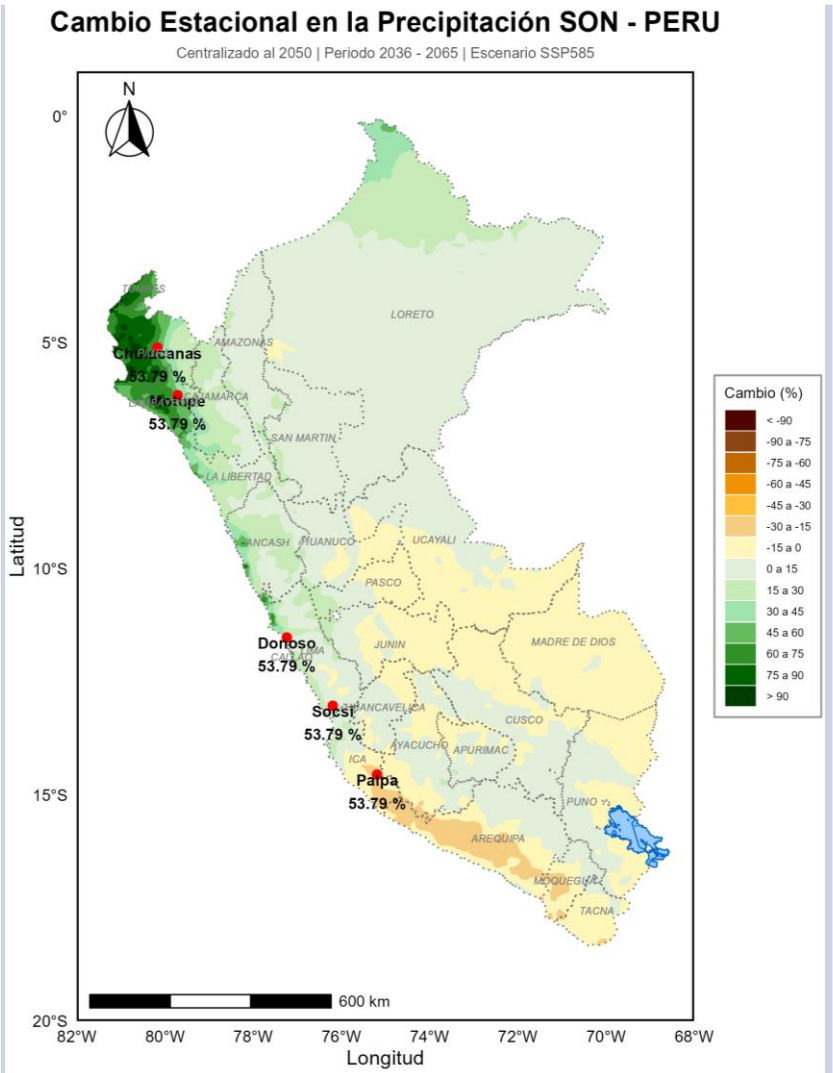
TEMPERATURA MINIMA



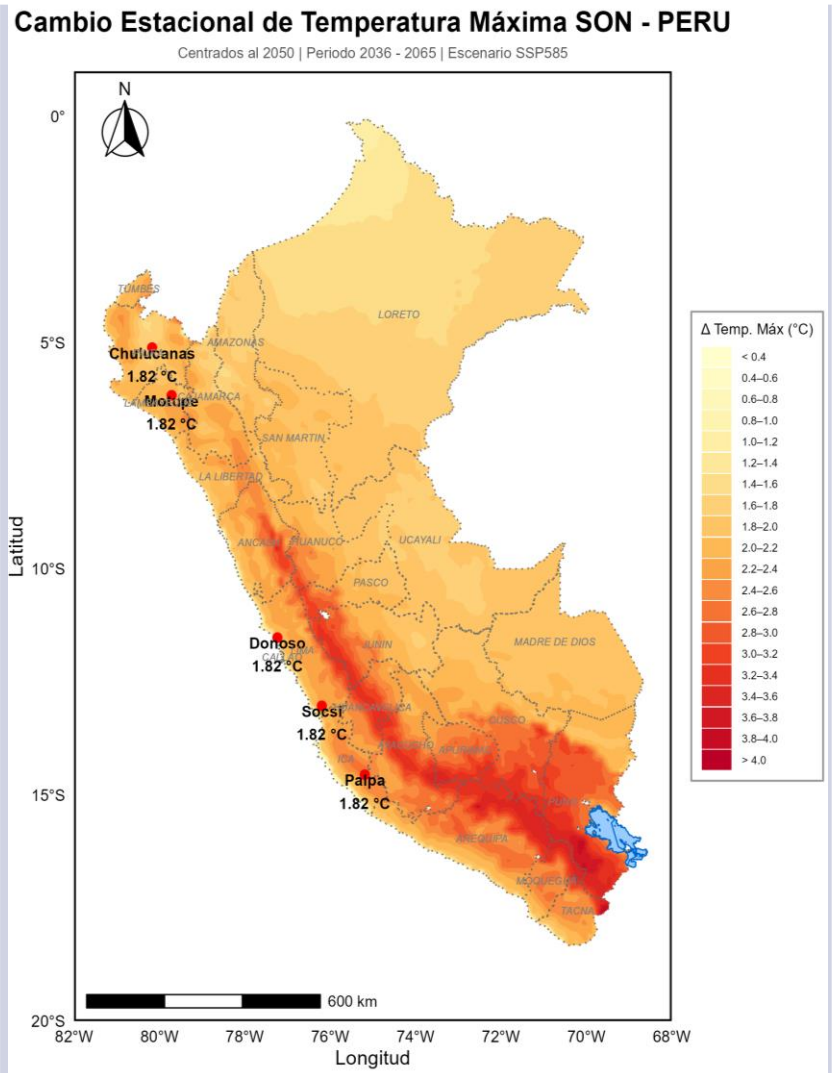
ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMATICO

SEP-OCT-NOV

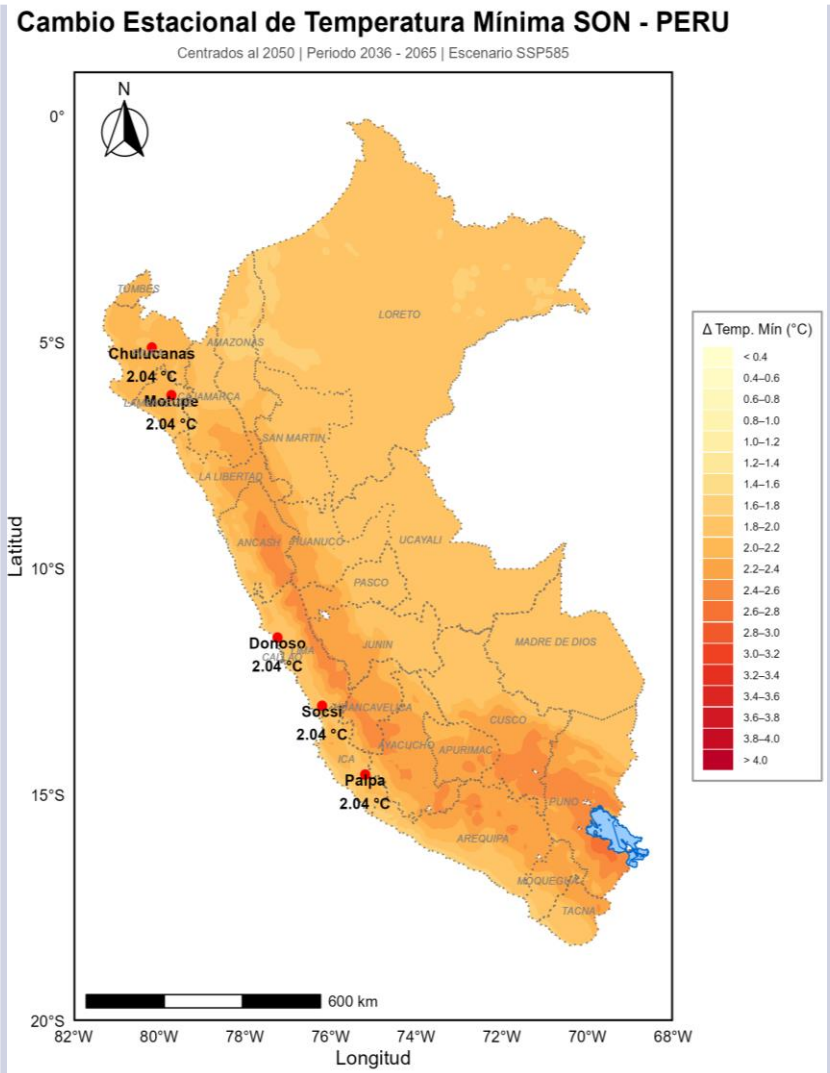
PRECIPITACION



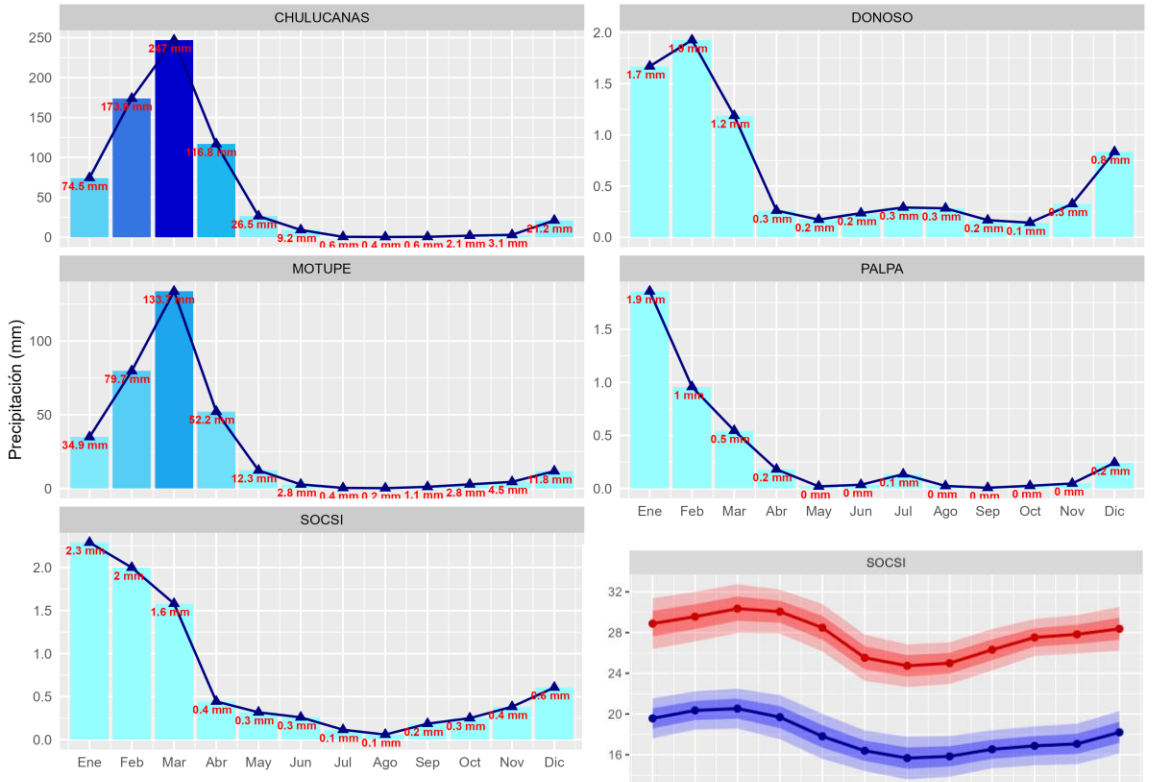
TEMPERATURA MAXIMA



TEMPERATURA MINIMA

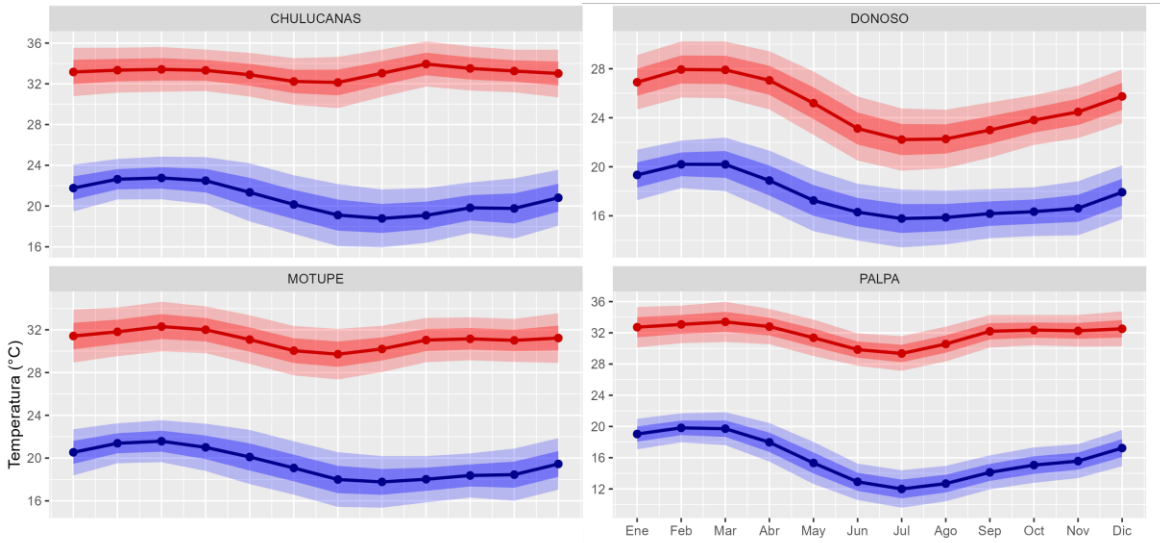


Ciclo anual de precipitación media mensual por estación

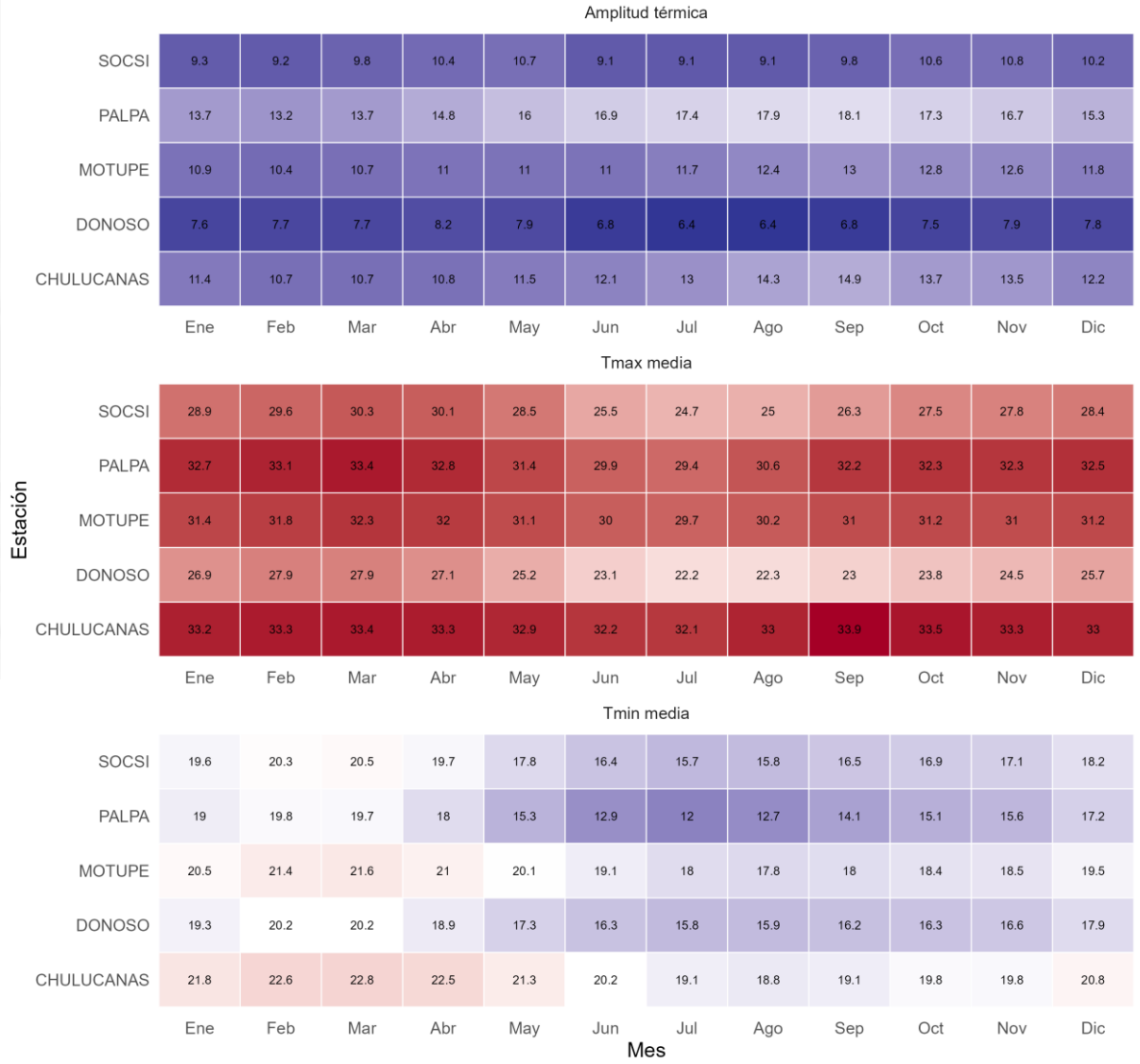


Ciclo anual de temperatura máxima y mínima por estación

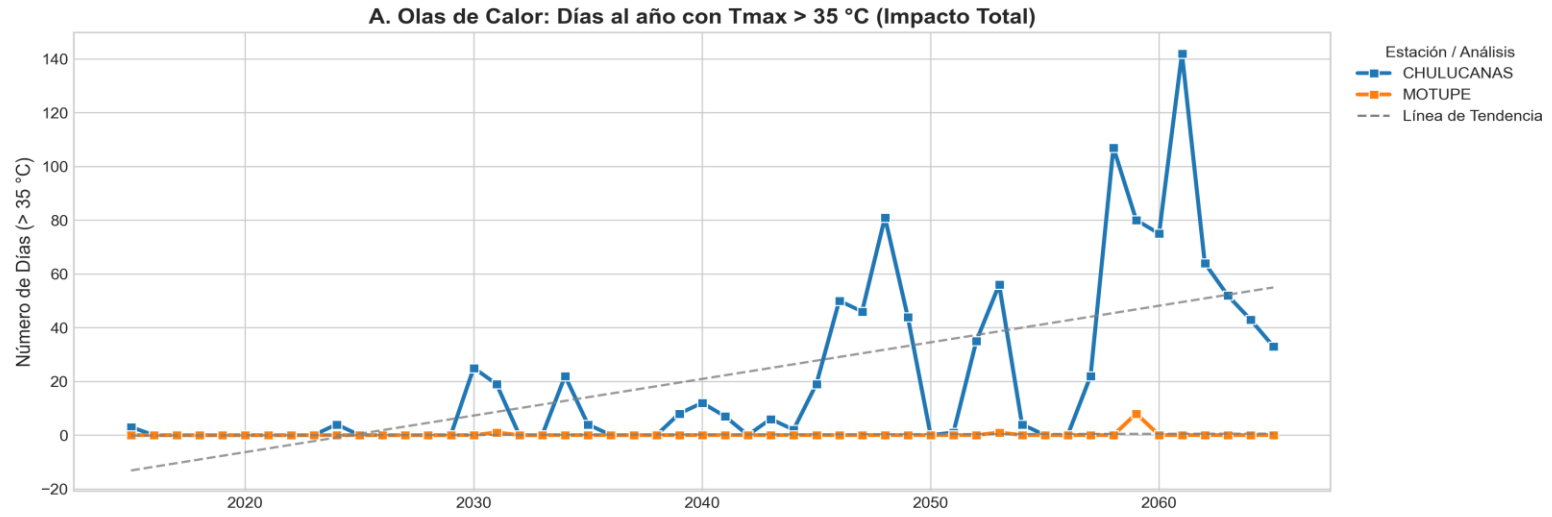
Media mensual con bandas de variabilidad ±1 DE y ±2 DE

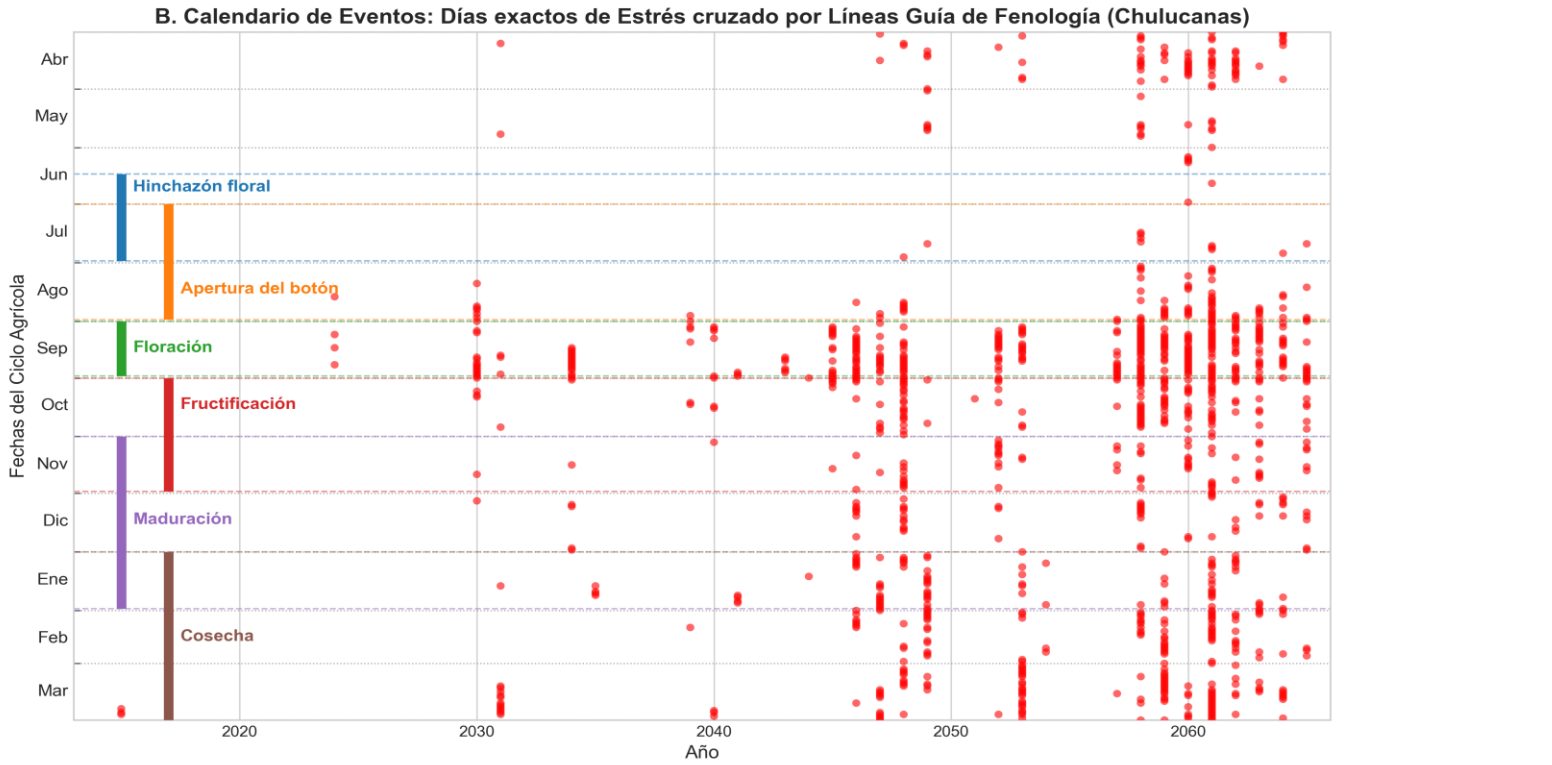


Heatmap comparativo de Tmin, Tmax y amplitud térmica



Cambio climático en los Cítricos

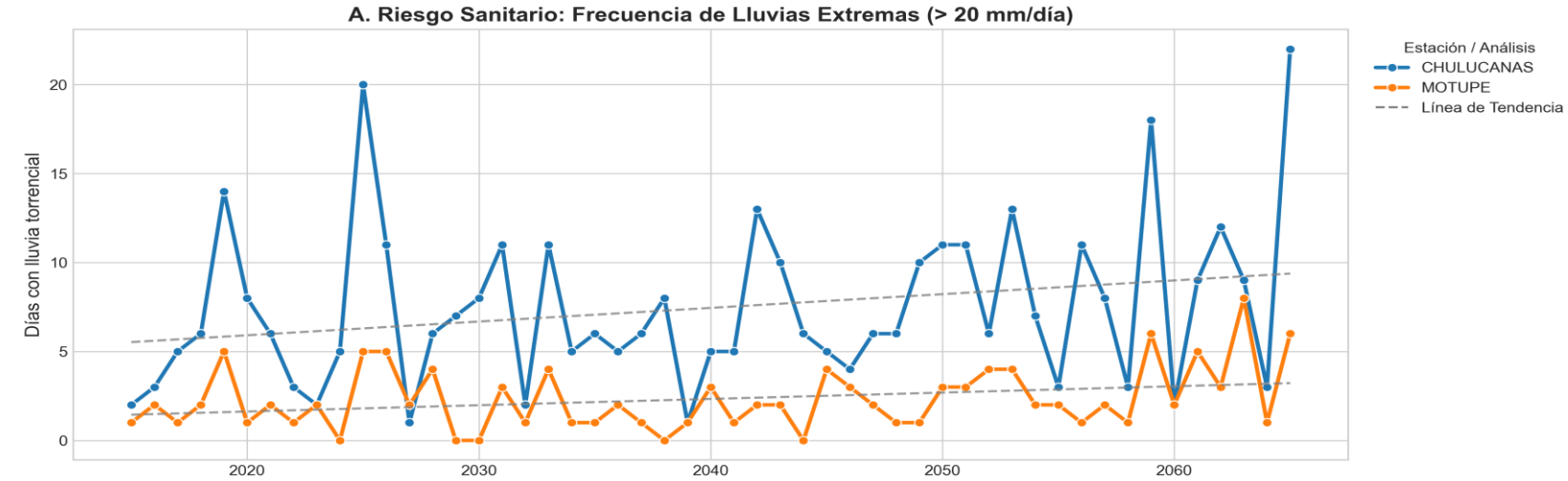


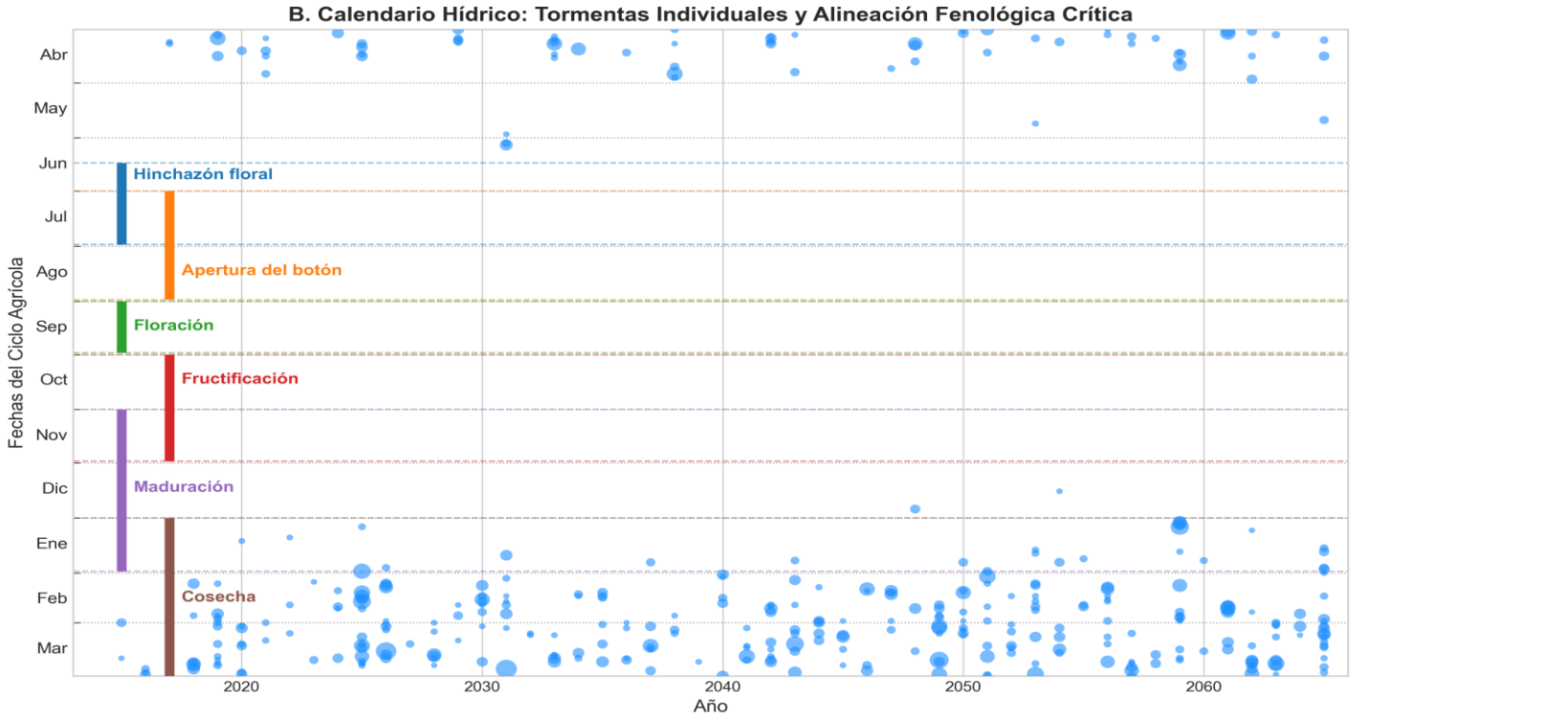


Se muestra la evolución de las olas de calor, expresadas como el número de días al año con Tmax > 35 °C, comparando dos estaciones o escenarios. Se aprecia una tendencia creciente, especialmente en Chulucanas, donde el número de días cálidos extremos aumenta de manera marcada hacia los años futuros. Motupe, en cambio, mantiene valores mucho menores.

Calendario de eventos de estrés térmico, donde los puntos rojos muestran los días exactos en que ocurre el estrés por calor, superpuestos con líneas guía de las etapas fenológicas. Esto permite identificar si los eventos extremos coinciden con fases críticas como floración, fructificación o maduración, lo cual incrementa el riesgo productivo.

Cambio climático en los Cítricos

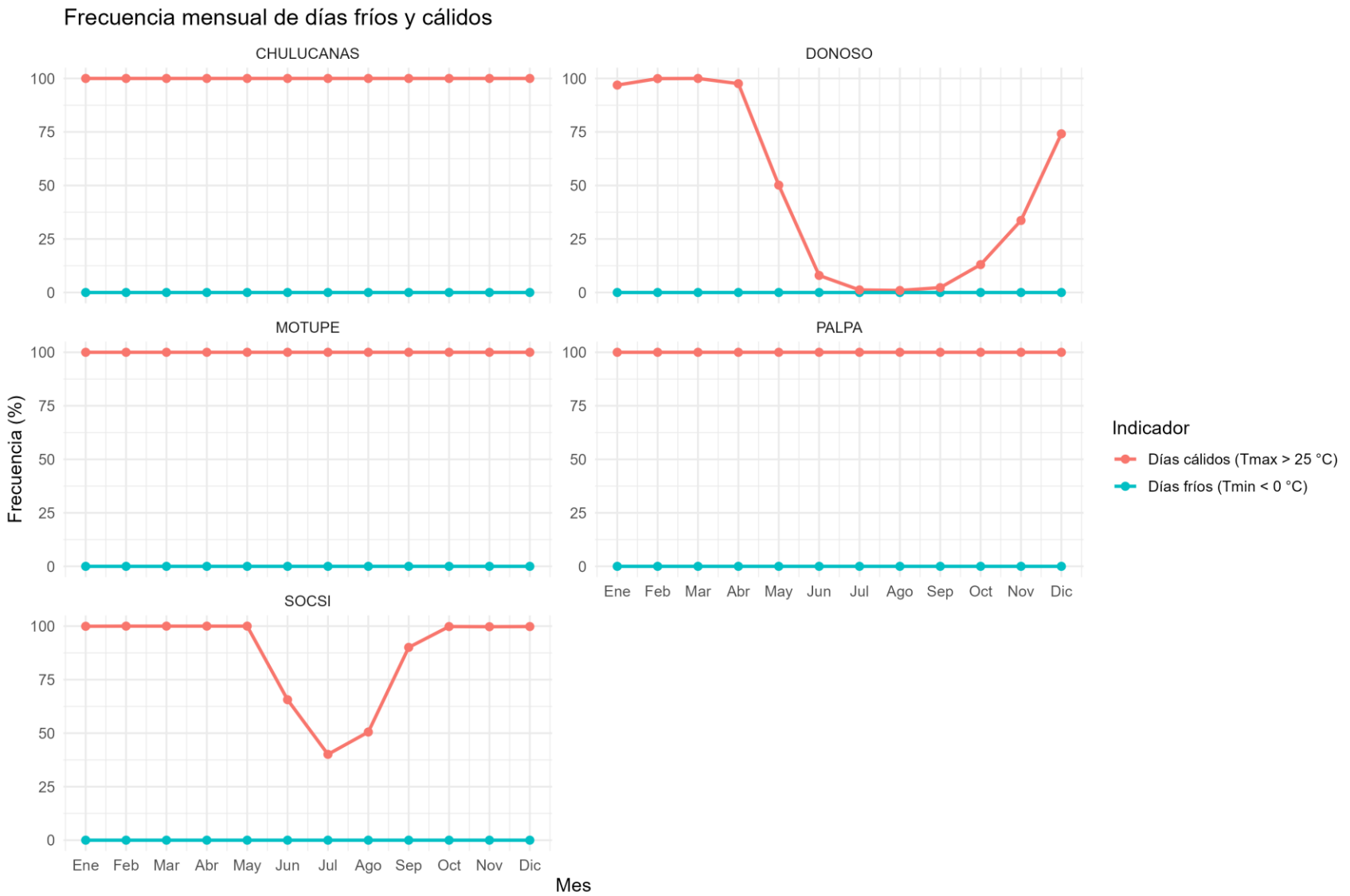




Se muestra la frecuencia anual de lluvias extremas mayores a 20 mm/día, interpretadas como un indicador de riesgo sanitario e hídrico. Se observa nuevamente una mayor frecuencia en Chulucanas y una tendencia ascendente en el tiempo, mientras que Motupe presenta valores menores pero también cierta variabilidad.

Se muestra un calendario hídrico de tormentas individuales, donde se representa la magnitud o intensidad del evento. Este gráfico permite visualizar en qué momentos del año agrícola ocurren las tormentas y si se alinean con fases fenológicas sensibles.

Cuando estos eventos coinciden con etapas críticas, pueden aumentar los riesgos de daño fisiológico, caída de flores o frutos, anegamiento y problemas sanitarios.



Chulucanas, Palpa y Motupe muestra cerca de **100 % de días cálidos durante todos los meses** y **0 % de días fríos**. DONOSO: Refleja una **mayor estacionalidad térmica** en la costa central. A diferencia del norte, Donoso no mantiene una condición cálida extrema durante todo el año. Es similar a Socsi, aunque con una caída menos extrema en invierno

Socsi es un muy buen ejemplo para explicar que el cambio climático podría hacer que meses hoy relativamente moderados pasen a ser más persistentemente cálidos

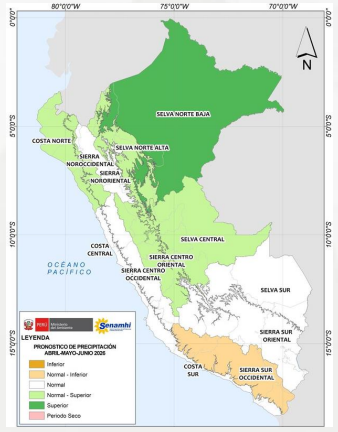
Perspectivas climáticas

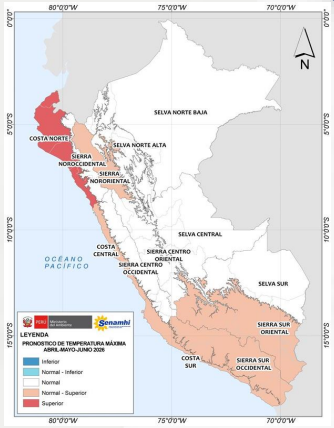
PERÚ Ministerio del Ambiente

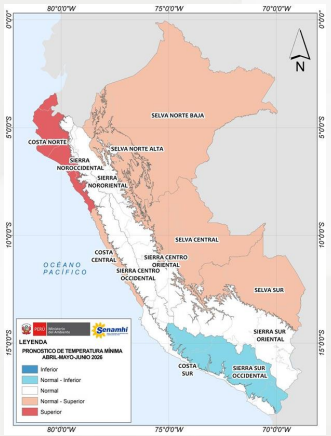
Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

PERSPECTIVAS CLIMATICAS

Abril-Mayo-Junio 2026







Costa norte: ***Tumbes, Piura, Lambayeque y La libertad***

Se proyecta un escenario de precipitación entre normal y superior (38 % normal y 40 % superior). En cuanto al régimen térmico, las temperaturas máximas presentarían valores superiores a lo normal (51 %), mientras que las temperaturas mínimas mostrarían mayor probabilidad de ubicarse por encima de lo normal (45 %).

Costa centro: ***Ancash y Lima***

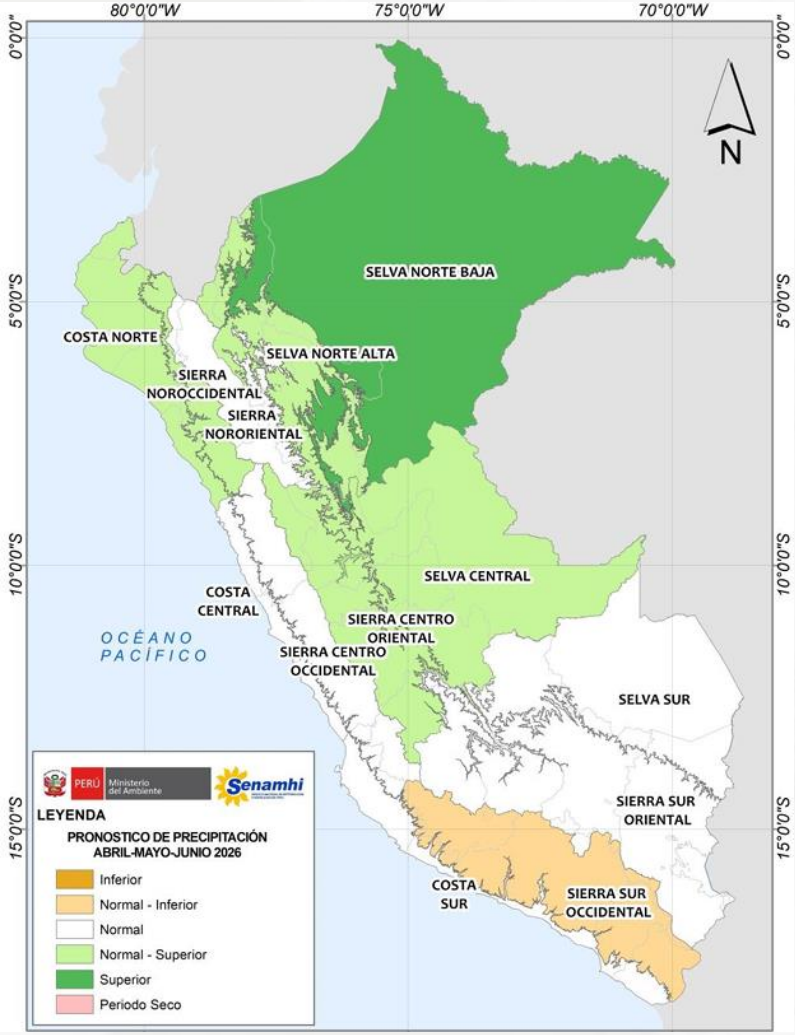
Se esperan precipitaciones dentro del rango normal (47 %). Las temperaturas máximas y mínimas oscilarían entre normales y superiores (37 % normal y 40 % superior).

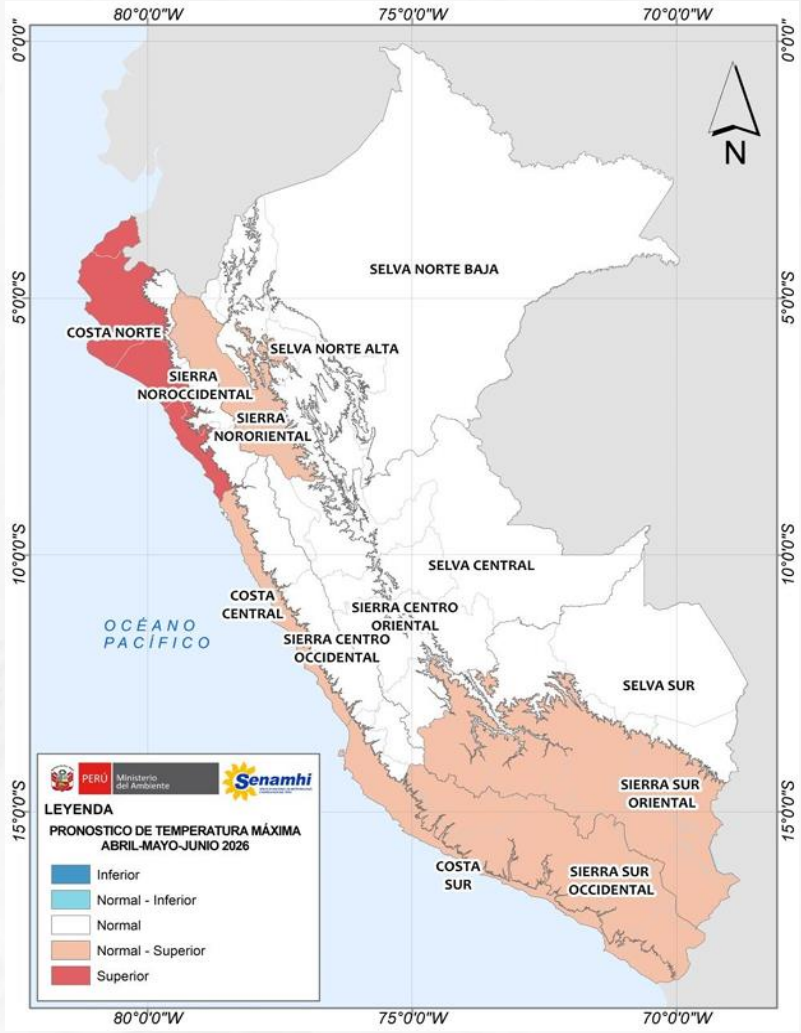
Costa sur: ***Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna***

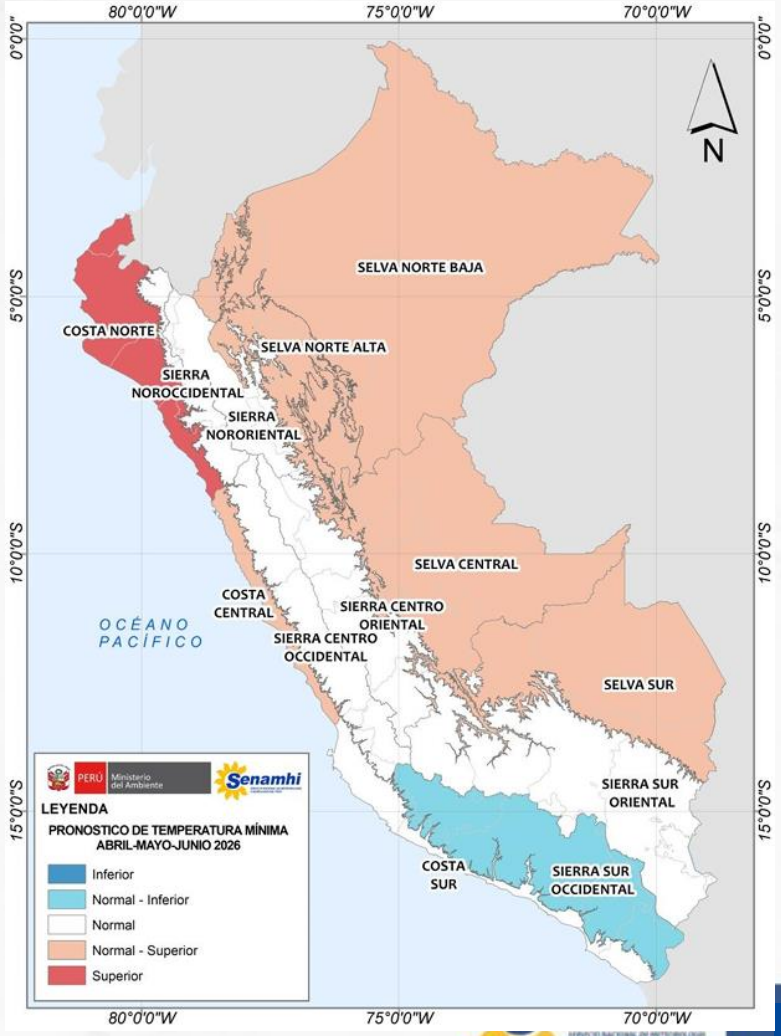
Predominarían precipitaciones dentro del rango normal (47 %). Las temperaturas máximas se presentarían entre normales y superiores (36 % normal y 40 % superior), mientras que las mínimas mostrarían condiciones normales (51 %).

PERSPECTIVAS CLIMATICAS

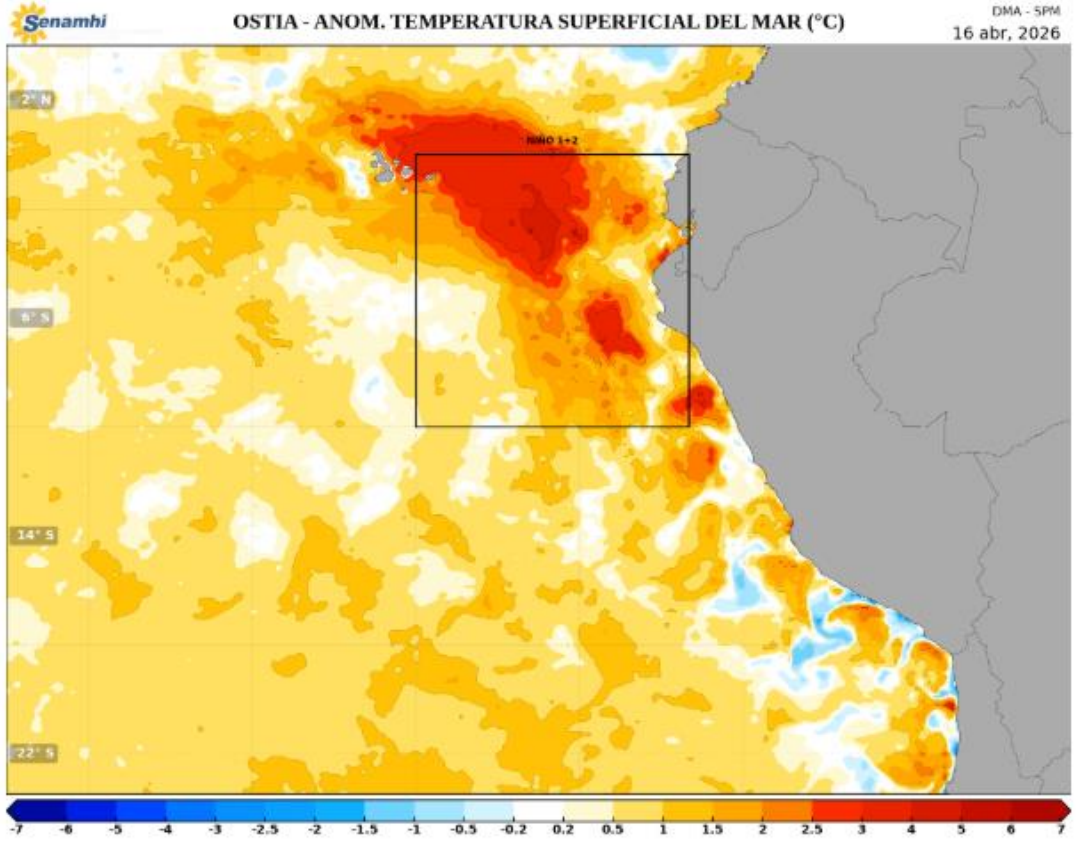
Abril-Mayo-Junio 2026





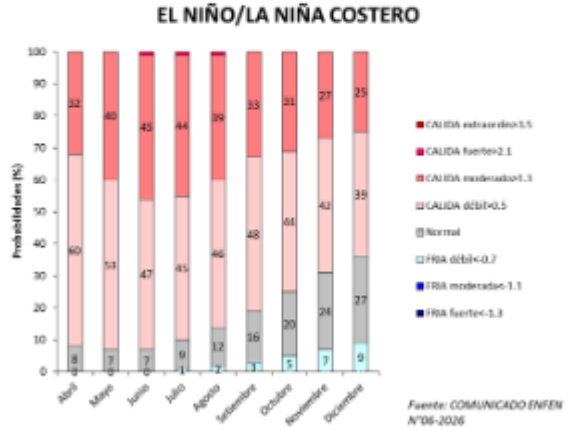


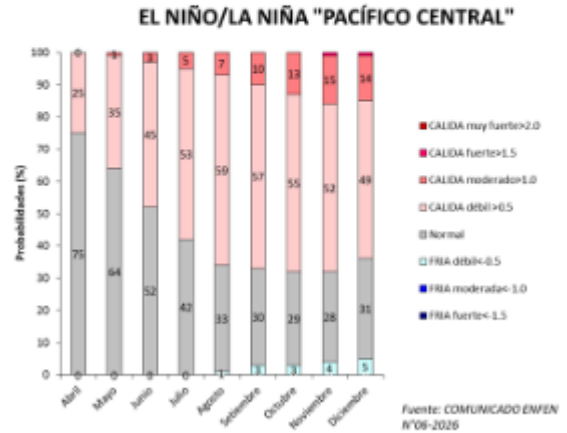
CONDICIONES ACTUALES DE EL NIÑO



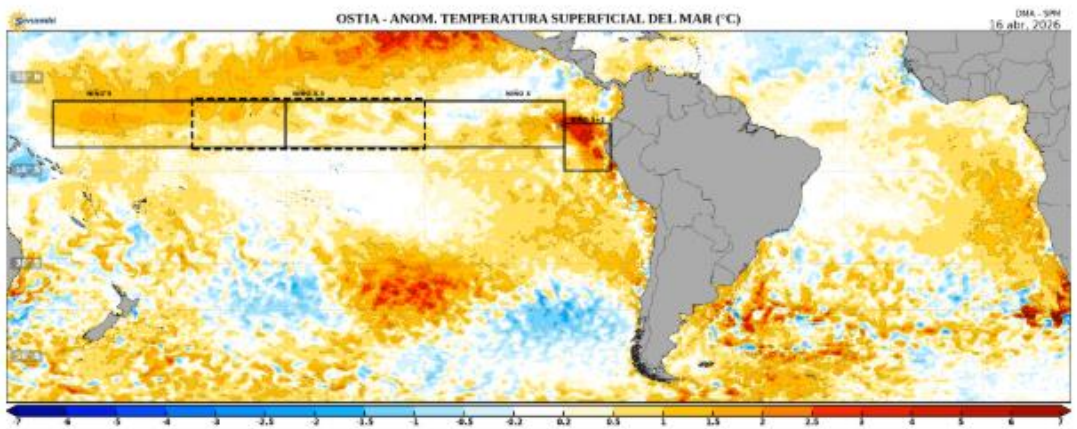
Probabilidades del ENFEN Fenómeno El Niño/La Niña

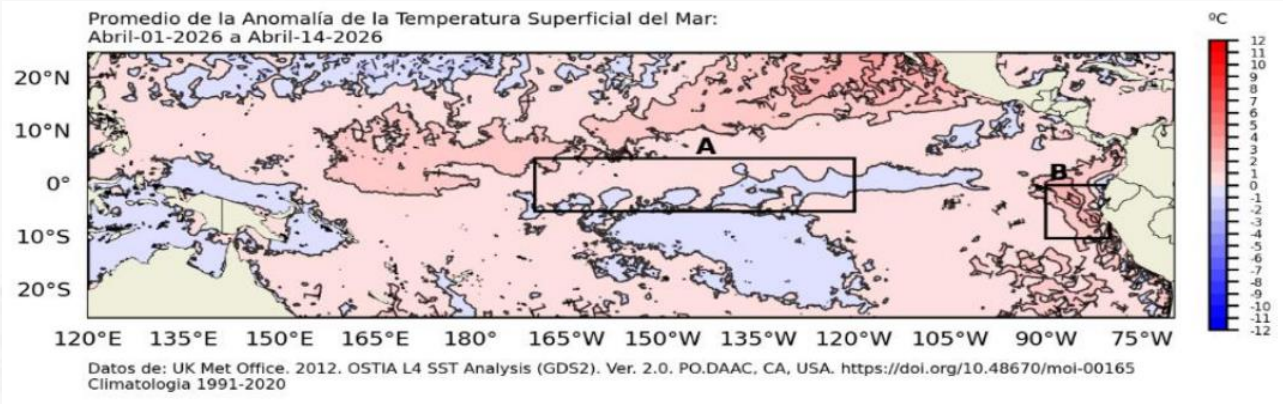
Probabilidades estimadas de las magnitudes de El Niño y La Niña costeros (región Niño 1+2, frente a la costa norte y centro del Perú, izq.) y en el Pacífico central (región Niño 3.4, der.) para los próximos meses.





Monitoreo diario El Niño en el Pacífico Central (Niño 3.4)





Fuente: https://www.senamhi.gob.pe/?p=fenomeno-el-nino

Conclusiones

Las gráficas muestran que, hacia el horizonte 2050, las principales zonas citrícolas representadas experimentarían un aumento sostenido de la temperatura máxima y mínima, junto con cambios en la distribución estacional de la precipitación.

Esta señal climática sugiere mayores condiciones de estrés térmico e hídrico, posibles alteraciones en la fenología, cambios en la productividad y un incremento del riesgo sanitario.

En el norte y la costa central, estos efectos podrían amplificarse cuando coincidan con eventos del Fenómeno El Niño, incrementando la vulnerabilidad de los sistemas citrícolas.

PERÚ Ministerio del Ambiente

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Gracias

Correo: hramos@senamhi.gob.pe