



37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



Universidad Veracruzana

La ganadería en Veracruz: escenarios futuros y retos ante el cambio climático

Jorge Luis Vázquez Aguirre

- Licenciatura en Ciencias Atmosféricas, Universidad Veracruzana.
- Co-chair del Grupo de Expertos en Servicios Climáticos (ET-CLI), Organización Meteorológica Mundial.

XXIV Simposio de Ganadería Tropical: Ganadería Sostenible en Veracruz

Museo de Ciencia y Tecnología de Veracruz, KANÁ. Xalapa, Veracruz
02 de octubre de 2025



37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



Universidad Veracruzana

PREÁMBULO

<https://youtu.be/mCLOWO1vRmY>





CONTENIDO

- Tiempo y clima
- Sistema climático
- Ciclo hidrológico y balance de energía
- Reporte del estado del clima 2024
- Pronóstico, predicción y escenarios
- Escenarios de cambio climático: RCPs y SSPs
- Servicios Climáticos
- Impactos del cambio climático en la ganadería
- Índices de cambio climático



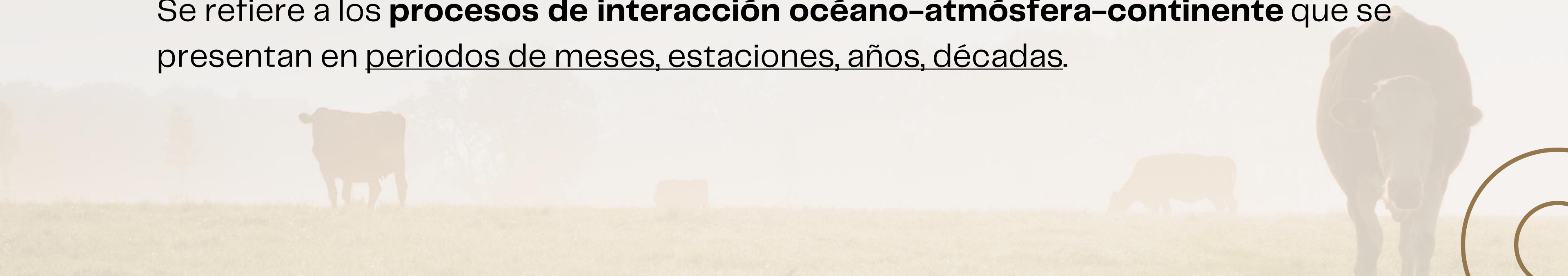
DIFERENCIA ENTRE TIEMPO Y CLIMA

El tiempo o temperie (weather)

Se refiere a los **procesos atmosféricos** que ocurren en escalas cronológicas de segundos, horas, días.

El clima

Se refiere a los **procesos de interacción océano-atmósfera-continente** que se presentan en periodos de meses, estaciones, años, décadas.

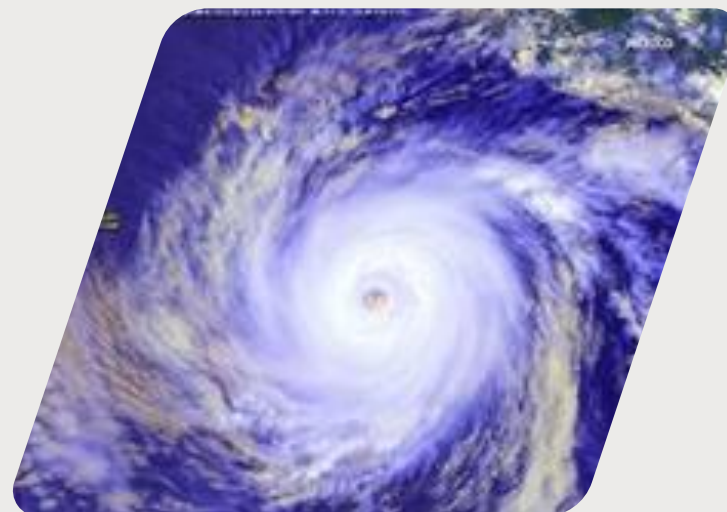




- Algunos ejemplos de eventos del estado del tiempo o **meteorológicos**:



Frentes



Huracanes



Heladas

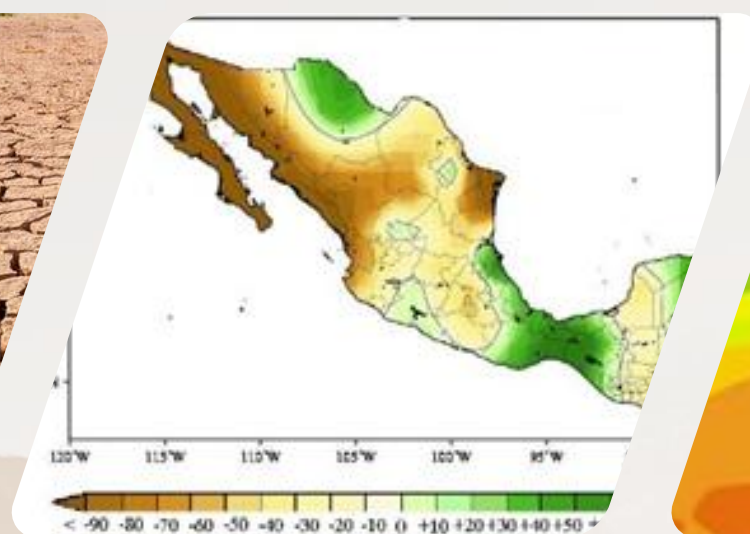


Lluvias extremas

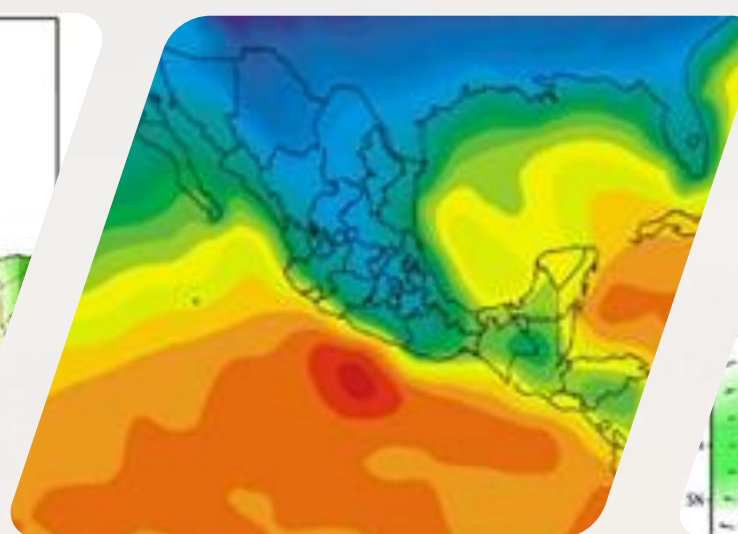
- Algunos ejemplos de eventos **climáticos**:



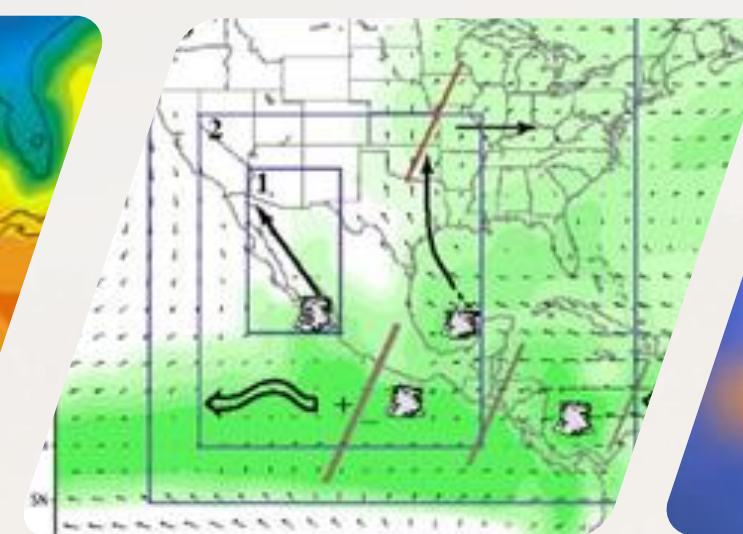
Sequía o exceso
de humedad



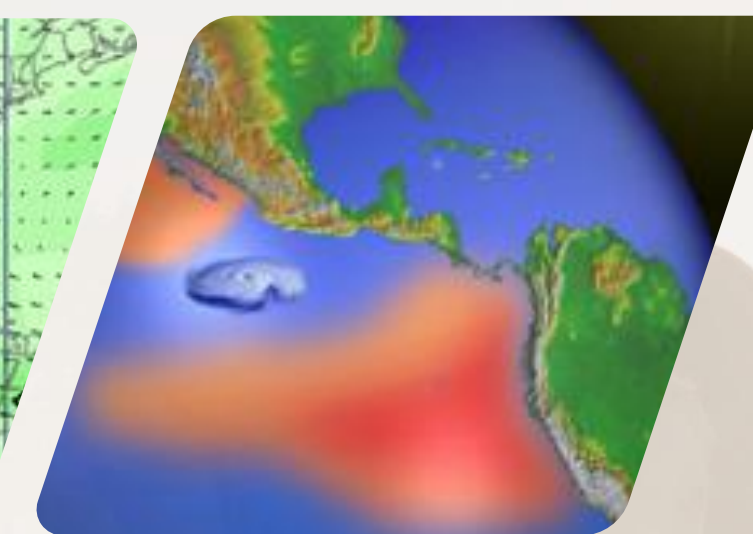
Anomalías de
lluvia en un mes o
estación



La temperatura
media de invierno



El monzón
mexicano



El Niño /
Oscilación del Sur



CALENDARIO DE TEMPORADAS Y FENÓMENOS METEOROLÓGICOS PARA EL ESTADO DE VERACRUZ



TIPO DE EVENTO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Frentes fríos y nortes (Invierno meteorológico)	15 de mayo									15 de septiembre al...		
Incendios forestales		15 de enero al 30 de junio										
Estiaje, sequía meteorológica (*)		01 de febrero al 31 de mayo				*junio *julio						
Lluvias y ciclones tropicales						01 de junio al 30 de noviembre						
Canícula							variable					
Suradas	15 de diciembre al 15 de abril											
Granizadas			1 de marzo al 30 de junio									
Heladas	31 de marzo									1 de octubre al...		

(*) En caso de que se presente se considera los meses de junio y julio

Los eventos meteorológicos y climáticos ocurren en forma cíclica (estacional o anual). Aquí, los términos estacional y anual no necesariamente corresponden con el calendario civil.



SISTEMA CLIMÁTICO

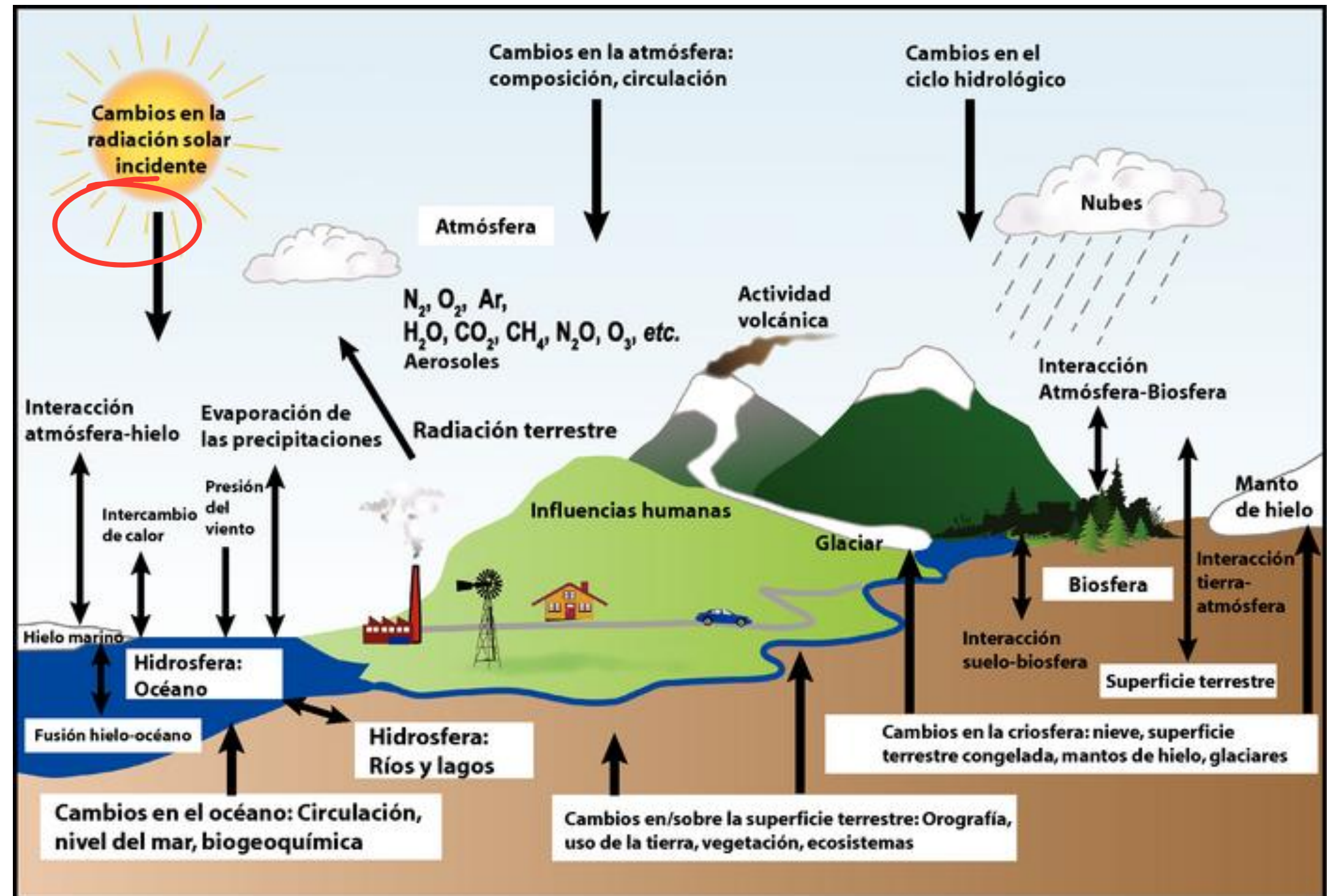
I. ATMÓSFERA

II. OCÉANO

III. CONTINENTE

IV. CRIÓSFERA

El clima sólo existe en la tropósfera. El océano con su 'inercia térmica' es su principal modulador. La criósfera y el continente ayudan a regularlo, pero al final todo es un balance.

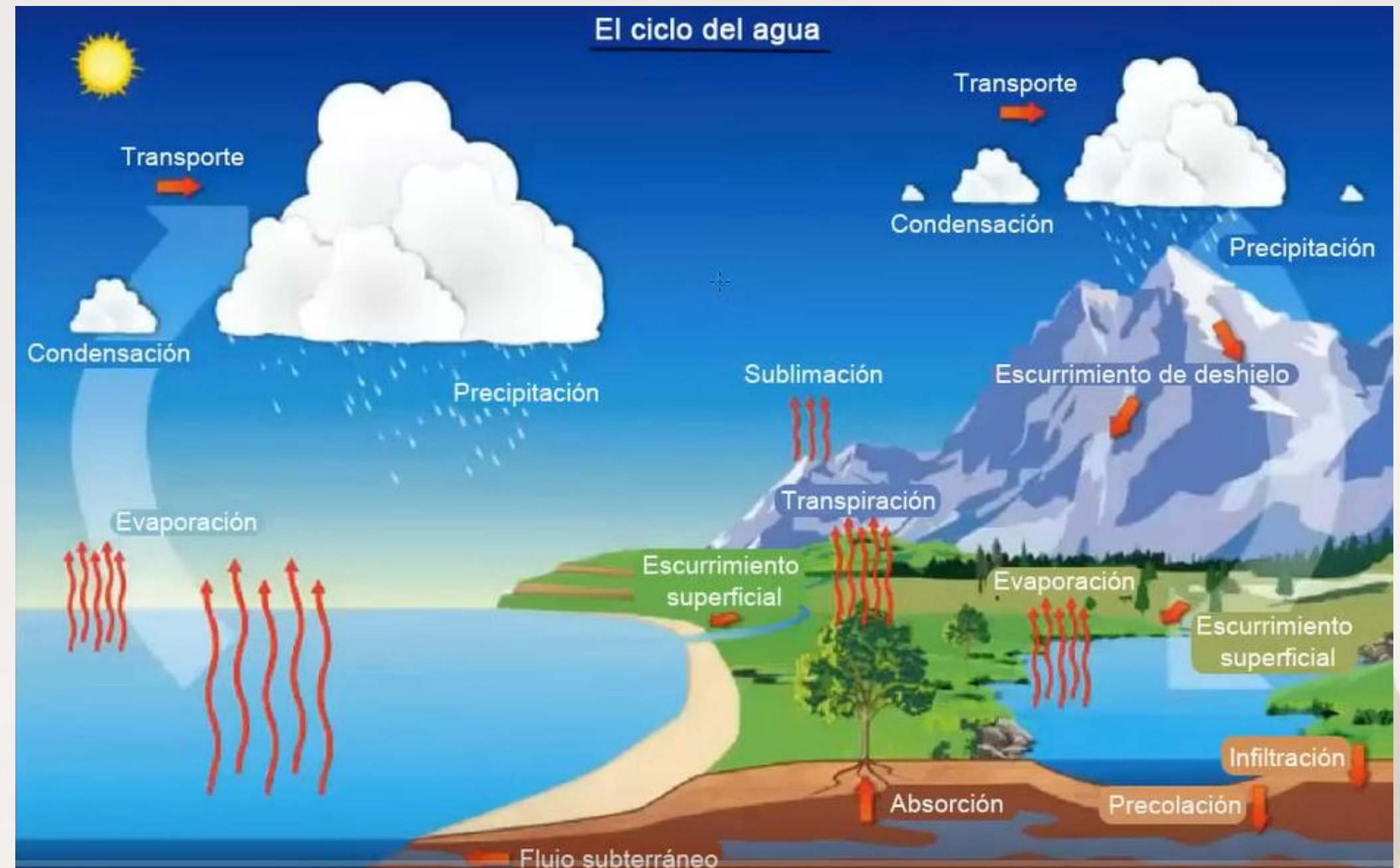




EL CICLO HIDROLÓGICO

*"Todos los ríos van al mar, y el mar nunca se llena; al lugar donde los ríos fluyen, allí vuelven a fluir"
(Eclesiastés 1:7)*

El calentamiento global, intensifica el ciclo hidrológico, por la sencilla razón de que una atmósfera con mayor temperatura puede retener más vapor de agua (para luego liberarlo).



Para mayor detalle, consultar: <https://www.youtube.com/watch?v=FIFvGQUGn8g>

Fuente: Khan Academy, 2017

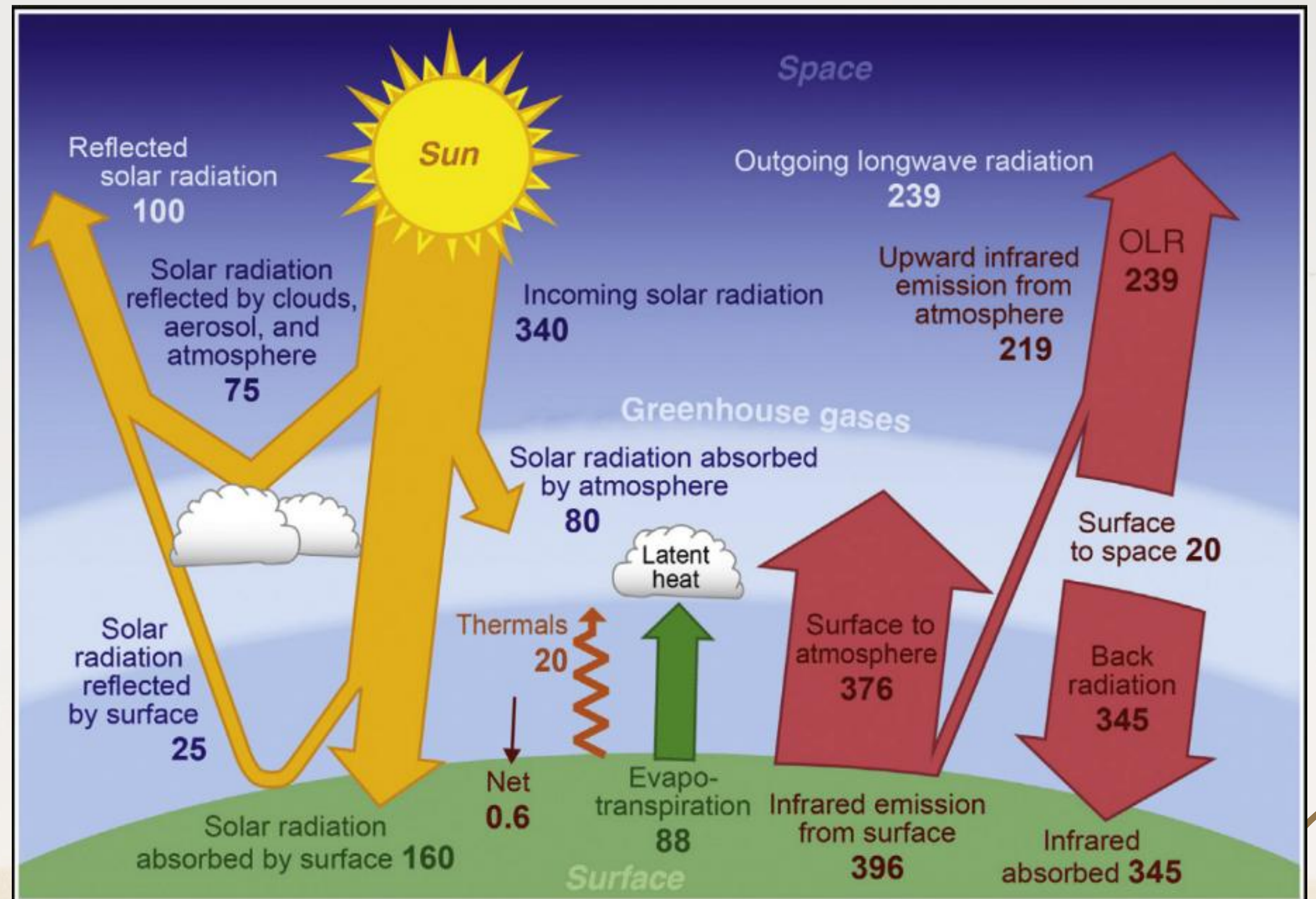


BALANCE DE ENERGÍA

El efecto invernadero de origen natural que ocurre gracias a la atmósfera, permite la vida en la Tierra. Sin él, sería imposible vivir.

El principal gas de efecto invernadero en la atmósfera es el vapor de agua (nubes).

Le siguen en importancia el CO₂ y el CH₄. ¿Cómo el cambio en las concentraciones de todos ellos modifica el efecto invernadero y el balance de energía?





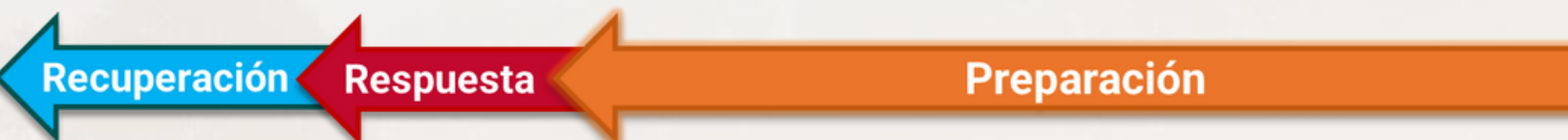
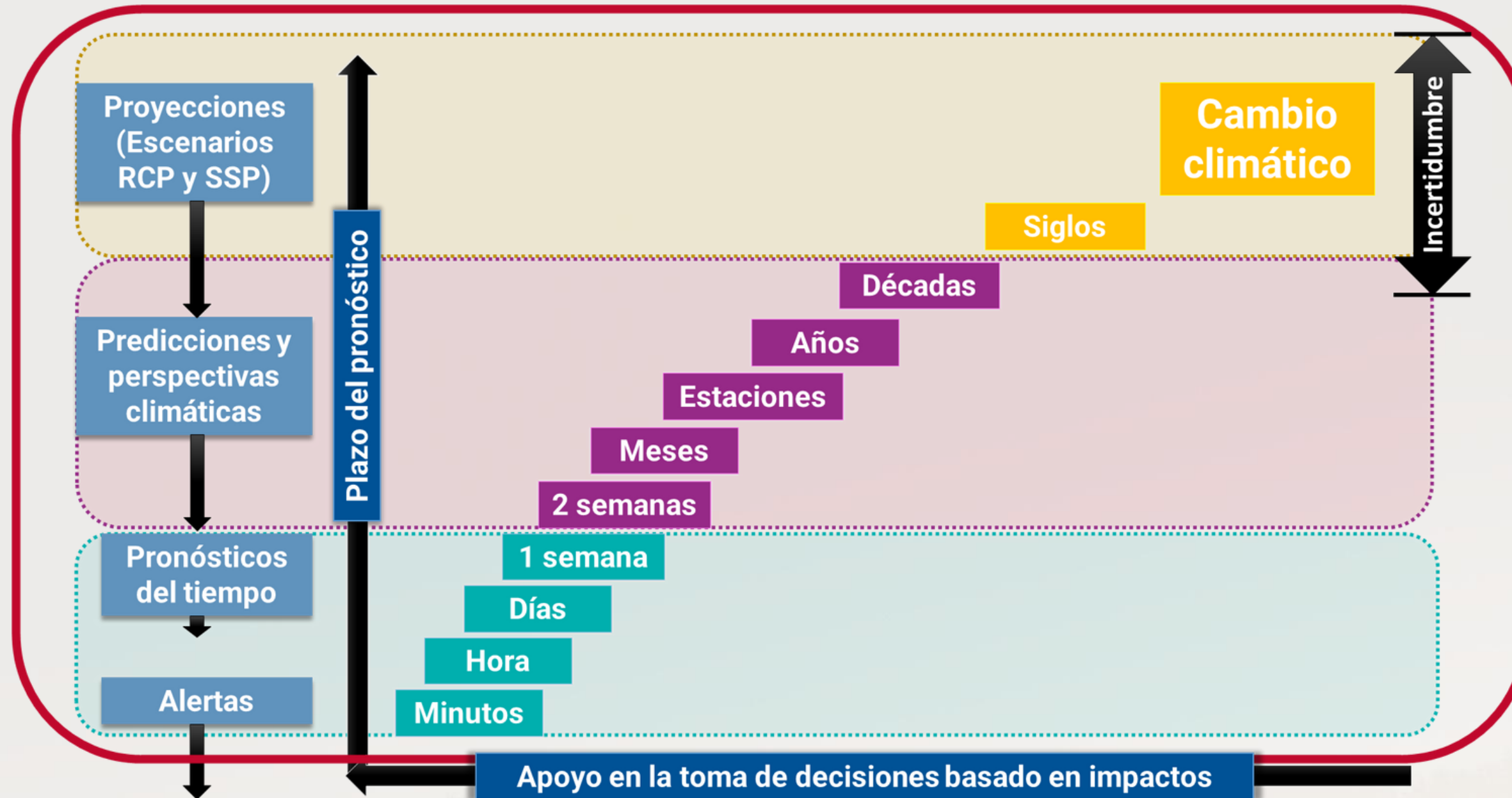
REPORTE DEL ESTADO DEL CLIMA 2024

Principales hallazgos

- **Incremento de la temperatura**

La temperatura media en América Latina y el Caribe en 2024 fue $+0.90^{\circ}\text{C}$ por encima del promedio de 1991–2020, lo que lo convierte en el año más cálido o el segundo más cálido jamás registrado, según el conjunto de datos utilizado.





REGISTROS OBSERVACIONALES

El cambio climático
comprende todas las
escalas



DIFERENCIA ENTRE PRONÓSTICO, PREDICCIÓN, PERSPECTIVA Y ESCENARIO

TÉRMINO	DEFINICIÓN
Pronóstico (Estado del tiempo)	Condición futura del estado del tiempo para las próximas horas y hasta los próximos 14 días. Resulta de utilizar modelos numéricos de la atmósfera o de su análisis experto (y otros insumos) por meteorólogos operativos. Su precisión decae típicamente después del día siete.
Predicción (Clima)	Sinónimo de pronóstico pero mayormente referido a las escalas climáticas (estacional, interanual, decadal). Incluyen al tiempo t como variable en modelos físicos (dinámicos) o estadísticos, para estimar la evolución futura del sistema. Expresados en anomalías o probabilidad.
Perspectiva (Outlook - clima)	Proyección del estado futuro del sistema a partir de una predicción (o conjunto de predicciones) que tras un análisis riguroso son sometidas al consenso de un grupo de expertos que proveen valor agregado.
Cambio Climático (Escenarios)	Un posible estado futuro del sistema climático condicionado a la ocurrencia de una condición dada, específicamente relacionada con el desarrollo socioeconómico y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a éste.



TRAYECTORIAS DE CONCENTRACIÓN REPRESENTATIVAS (RCPS)

Son proyecciones que especifican los incrementos del forzamiento radiativo para el año 2100, dependiendo de la concentración de GEI.

Compartidos y comparados a través del Proyecto de Intercomparación de modelos acoplados Fase V (CMIP5, por sus siglas en inglés)

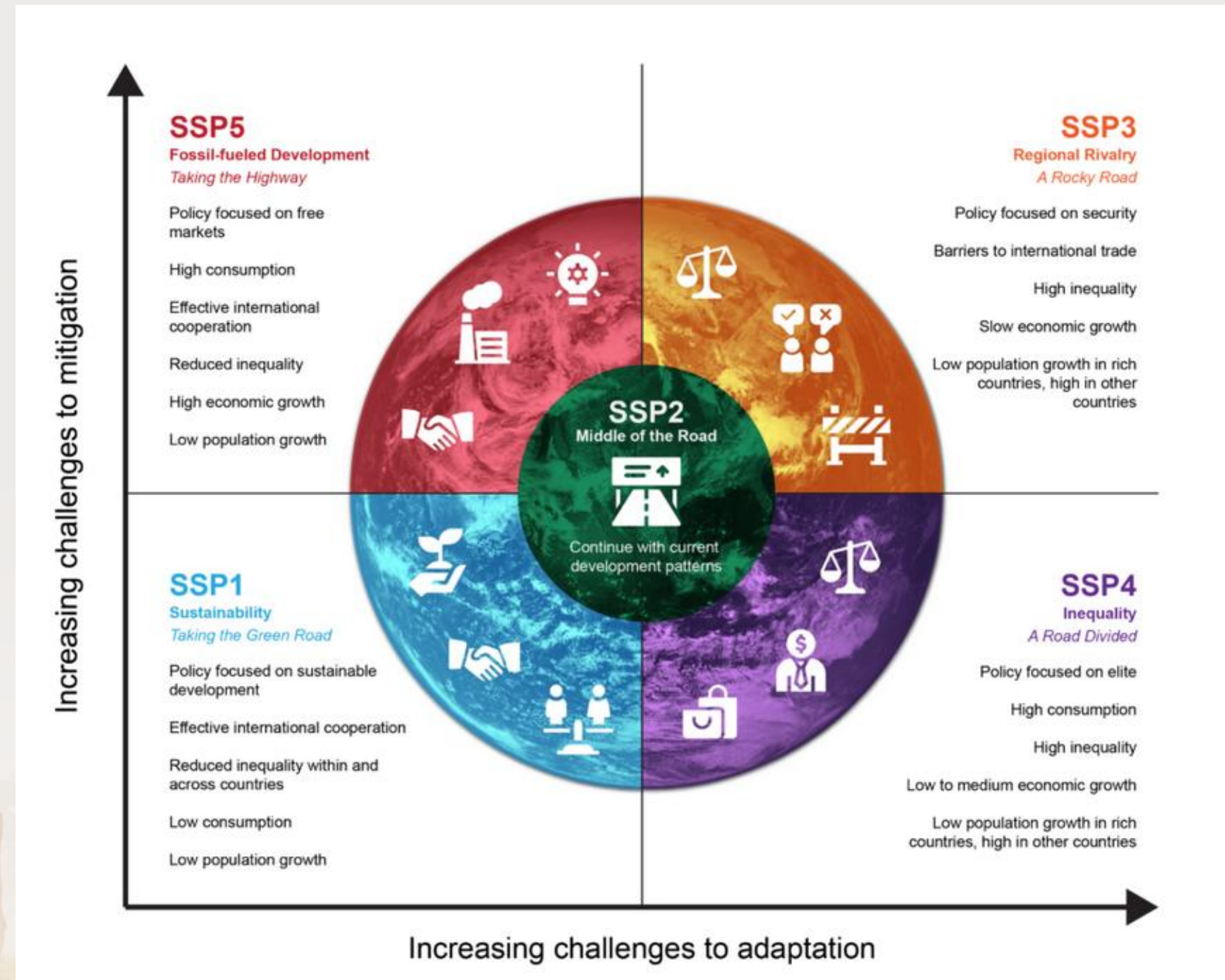
Se dividen en cuatro grupos, donde el nombre de cada escenario corresponde al crecimiento del forzamiento radiativo alcanzado en 2100: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5.



Nombre	Forzamiento radiativo	Concentración (p.p.m.)	Trayectoria
RCP 8.5	>8.5 Wm-2 en 2100	>1,370 CO2	Aumentando
RCP 6.0	6 Wm-2 estable después de 2100	850 CO2 estable después de 2100	Estable sin pararse
RCP 4.5	4.5 Wm-2 estable después de 2100	650 CO2 estable después de 2100	Estable sin pararse
RCP 2.6	Pico en 3Wm -2 antes del 2100 y disminuye después	Pico en 490 CO2 antes del 2100 y disminuye después	Aumenta y posteriormente disminuye



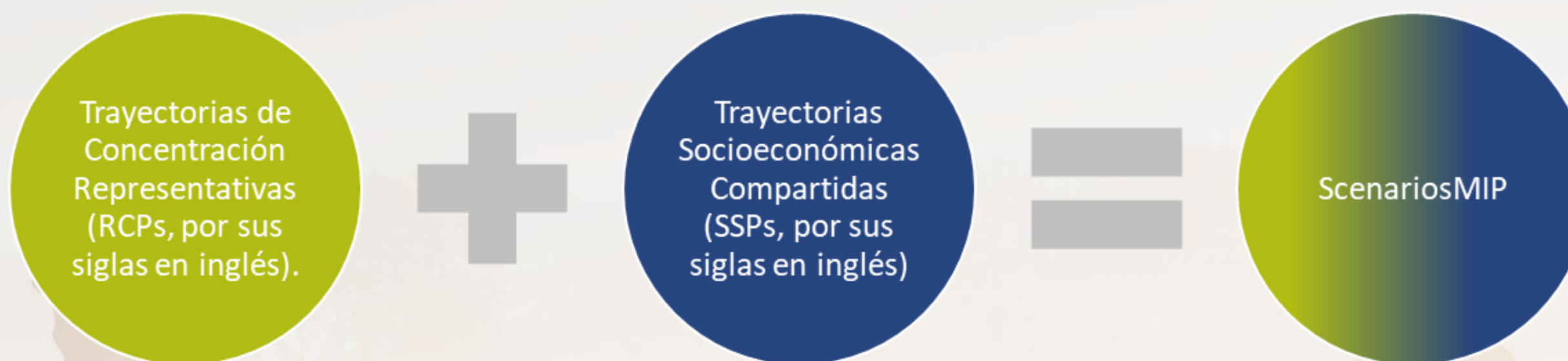
TRAYECTORIAS SOCIOECONÓMICAS COMPARTIDAS (SSPs)





PROYECTO DE INTERCOMPARACIÓN DE MODELOS DE ESCENARIOS (SCENARIOMIP)

- Pertenecen a la Sexta Fase del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP6, por sus siglas en inglés) y están incluidos en el más reciente reporte del IPCC.
- La proyecciones del CMIP6 se llevan a cabo bajo un nuevo marco de trayectorias socioeconómicas y de emisiones.





Escenario	Futuro desarrollo socioeconómico	Forzamiento radiativo	Desafío para la mitigación y adaptación
SSP1-1.9	Aumento de prácticas sostenibles, inversión al sector educativo y de salud, mayor énfasis en el bienestar humano y menor desigualdad.	1.9 W/m ² (bajo)	Bajo
SSP2-4.5	Las tendencias sociales, económicas y tecnológicas actuales continúan con sus patrones históricos.	4.5 W/m ² (medio)	Medio
SSP3-7.0	Menor inversión al sector educativo y de salud, bajo desarrollo económico, mayor desigualdad y fuerte degradación ambiental.	7.0 W/m ² (alto)	Alto
SSP5-8.5	Dependencia de combustibles fósiles, altas emisiones, alto desarrollo humano y rápido crecimiento económico.	8.5 W/m ² (alto)	Alto, mitigación y bajo, adaptación.

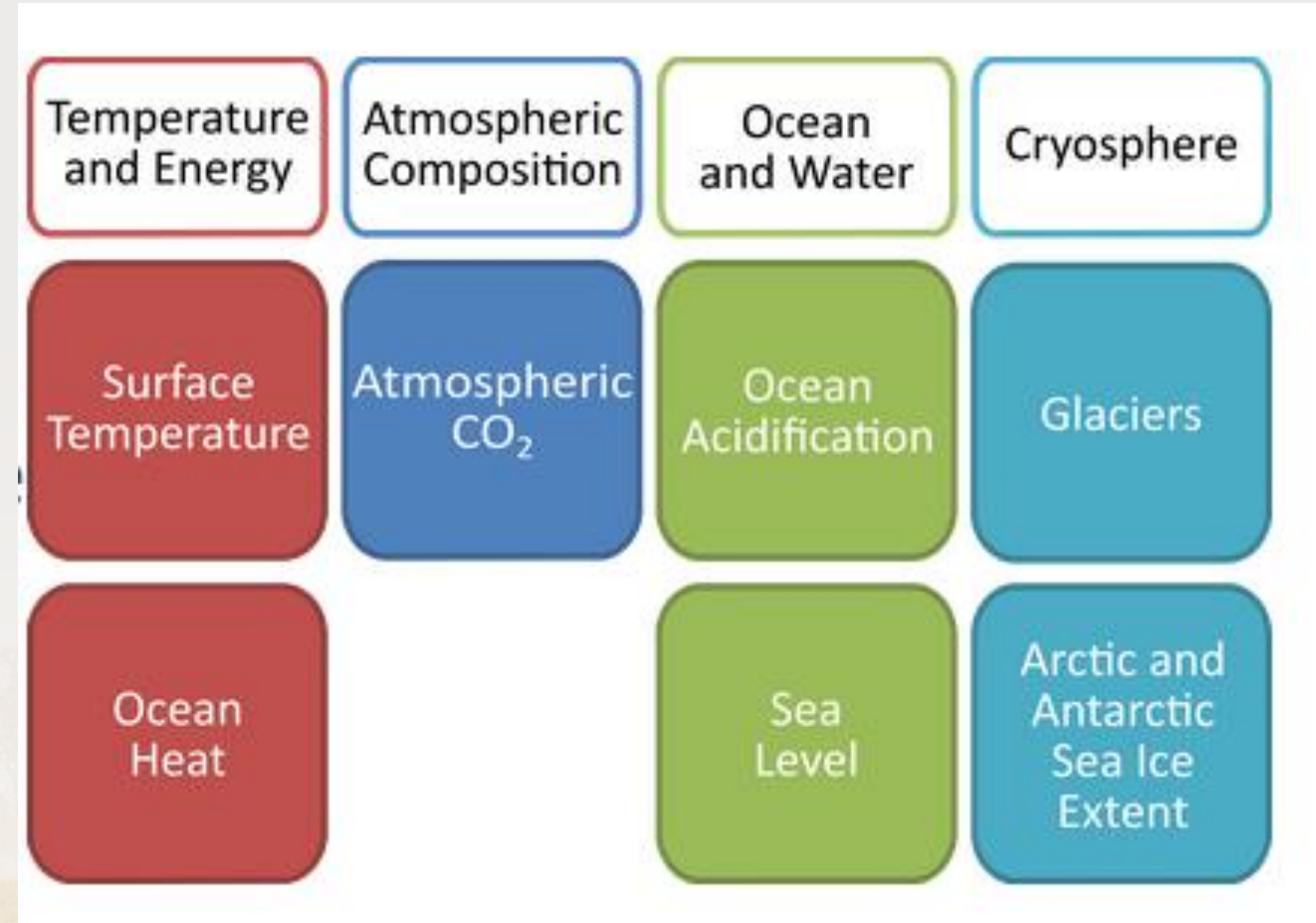


Más de 50 grupos de modelación del CMIP6



INDICADORES DEL ESTADO DEL CLIMA (OMM)

PARA MONITOREAR QUÉ PASA





REPORTE DEL ESTADO DEL CLIMA EN 2024 (OMM)

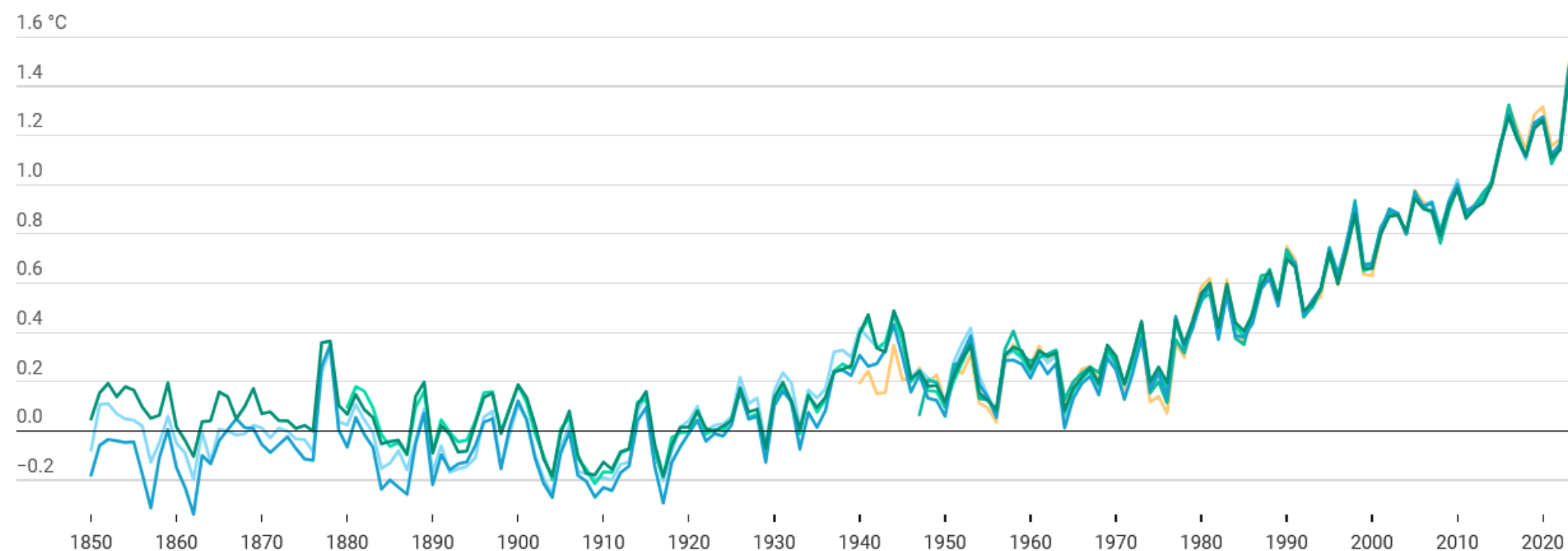
- **Incremento de la temperatura**

Se confirmó que 2024 fue, probablemente, el primer año natural en superar en más de 1,5 °C el valor de referencia de la era preindustrial, dado que la temperatura media mundial cerca la superficie estuvo $1,55 \pm 0,13$ °C por encima de la media del período 1850–1900. Se trata del año más cálido desde que empezaron a registrarse los valores de temperatura hace 175 años.

Global mean temperature 1850-2024

Difference from 1850-1900 average

— Berkeley Earth (1850-2024.12) — ERA5 (1940-2024.12) — GISTEMP (1880-2024.12) — HadCRUT5 (1850-2024.12) — JRA-3Q (1947-2024.12) — NOAA GlobalTemp v6 (1850-2024.12)



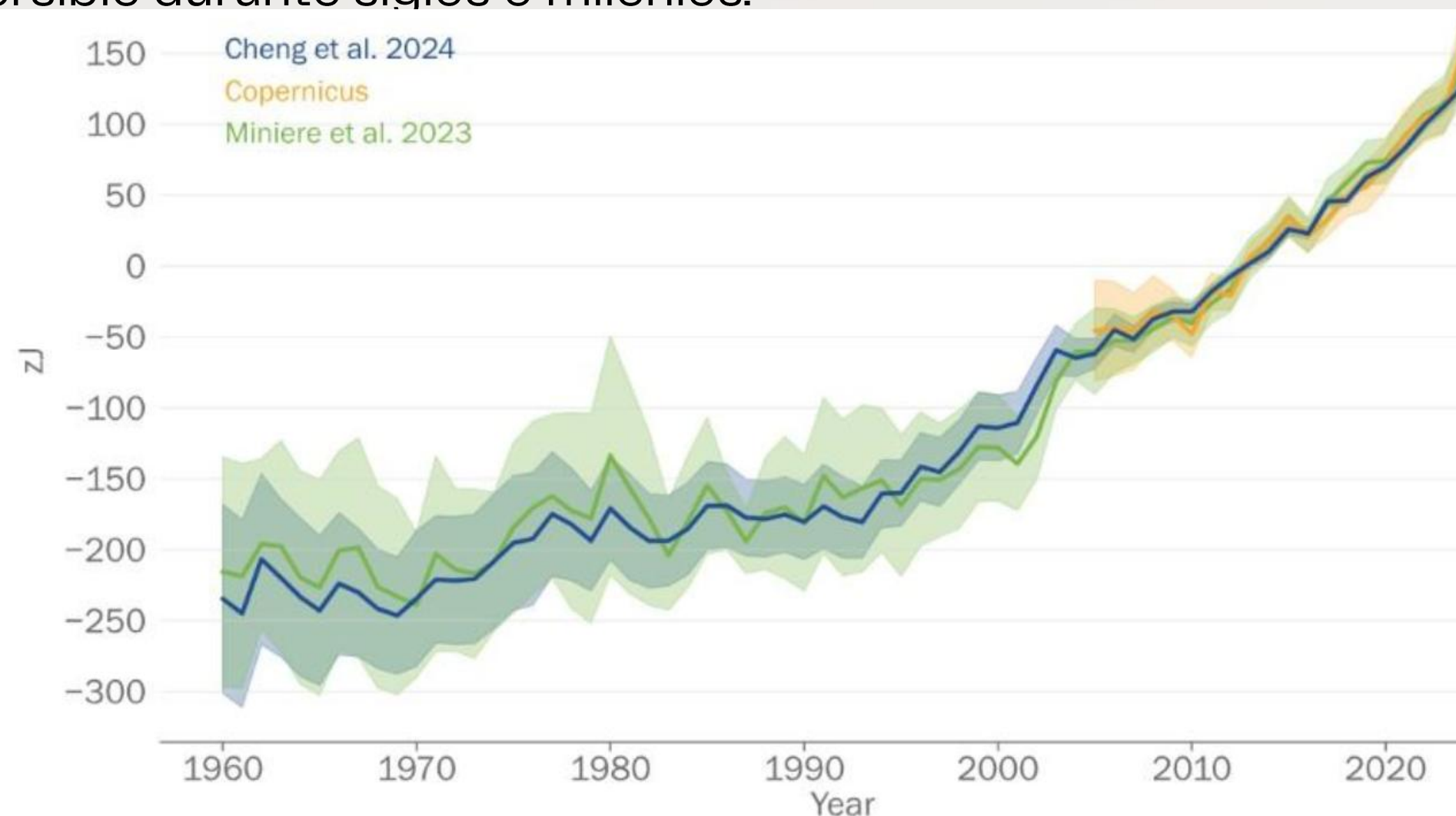
Annual global mean temperature anomalies relative to a pre-industrial (1850–1900) baseline shown from 1850 to 2024



REPORTE DEL ESTADO DEL CLIMA EN 2024 (OMM)

- **Récord en el contenido calorífico del océano**

90 % de la energía acumulada por causa gases de efecto invernadero se almacena en el océano. En 2024, el contenido calorífico de los océanos alcanzó su nivel más alto. Esto degrada los ecosistemas marinos, contribuye a la pérdida de biodiversidad y reduce los sumideros de carbono. Intensifica las tormentas tropicales y agrava el aumento del nivel del mar, sin olvidar que es irreversible durante siglos o milenios.





REPORTE DEL ESTADO DEL CLIMA EN 2024 (OMM)

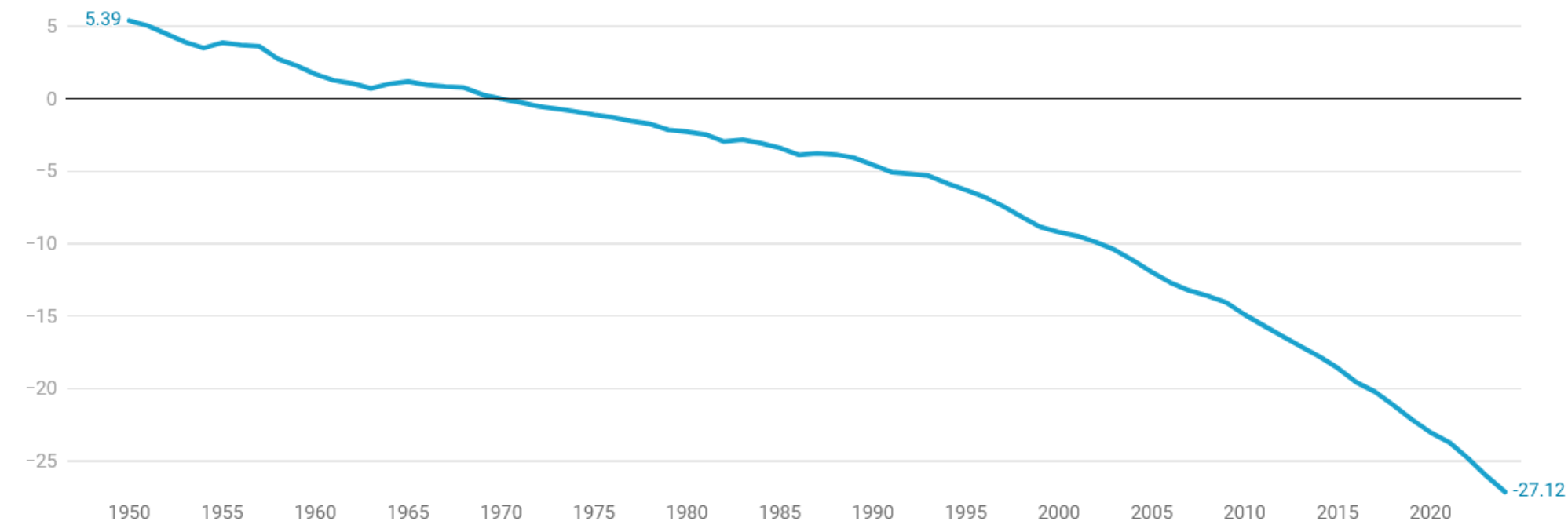
- **Disminución de la masa de los glaciares**

Entre 2022 y 2024 se registró el balance trienal de masas de los glaciares más negativo del que se tiene constancia. Desde 1950, siete de los diez años con los balances de masas más negativos jamás registrados se han producido a partir de 2016. Se observaron balances de masas excepcionalmente negativos en Noruega, Suecia, Svalbard y los Andes tropicales.

Glacier cumulative mass balance 1950-2024

Change since 1970

— WGMS



Annual Mountain glacier cumulative mass balance (m w.e., difference from the 1970-1970 average) from 1950-2024.



REPORTE DEL ESTADO DEL CLIMA EN 2024 (OMM)

Principales hallazgos

- **Incremento de la temperatura**

La temperatura media en América Latina y el Caribe en 2024 fue +0.90 °C por encima del promedio de 1991–2020, siendo el año más cálido o el segundo más cálido jamás registrado.

- **Precipitaciones por debajo de lo normal en México**

Principalmente en el noroeste y norte.



Precipitaciones superiores e inferiores.



Principales hallazgos

• Eventos extremos en México





CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GANADERÍA

La ganadería es una de las actividades humanas que más contribuye a la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), debido a:

1. Los rumiantes (como vacas, ovejas) generan metano durante su digestión.
2. La producción de alimento para estos animales, requiere amplias superficies y mucha agua, lo que puede derivar en deforestación y pérdida de biodiversidad.
3. El transporte de animales y productos derivados también genera emisiones de CO₂.



- Principales fuentes de emisiones:



Bovino: 62%



Porcino: 14%



Pollos: 9%



Búfalos: 8%



Ovejas/cabras:
7%

- En cuanto a productos:



Carne: 67%



Leche: 30%



Huevo: 3%

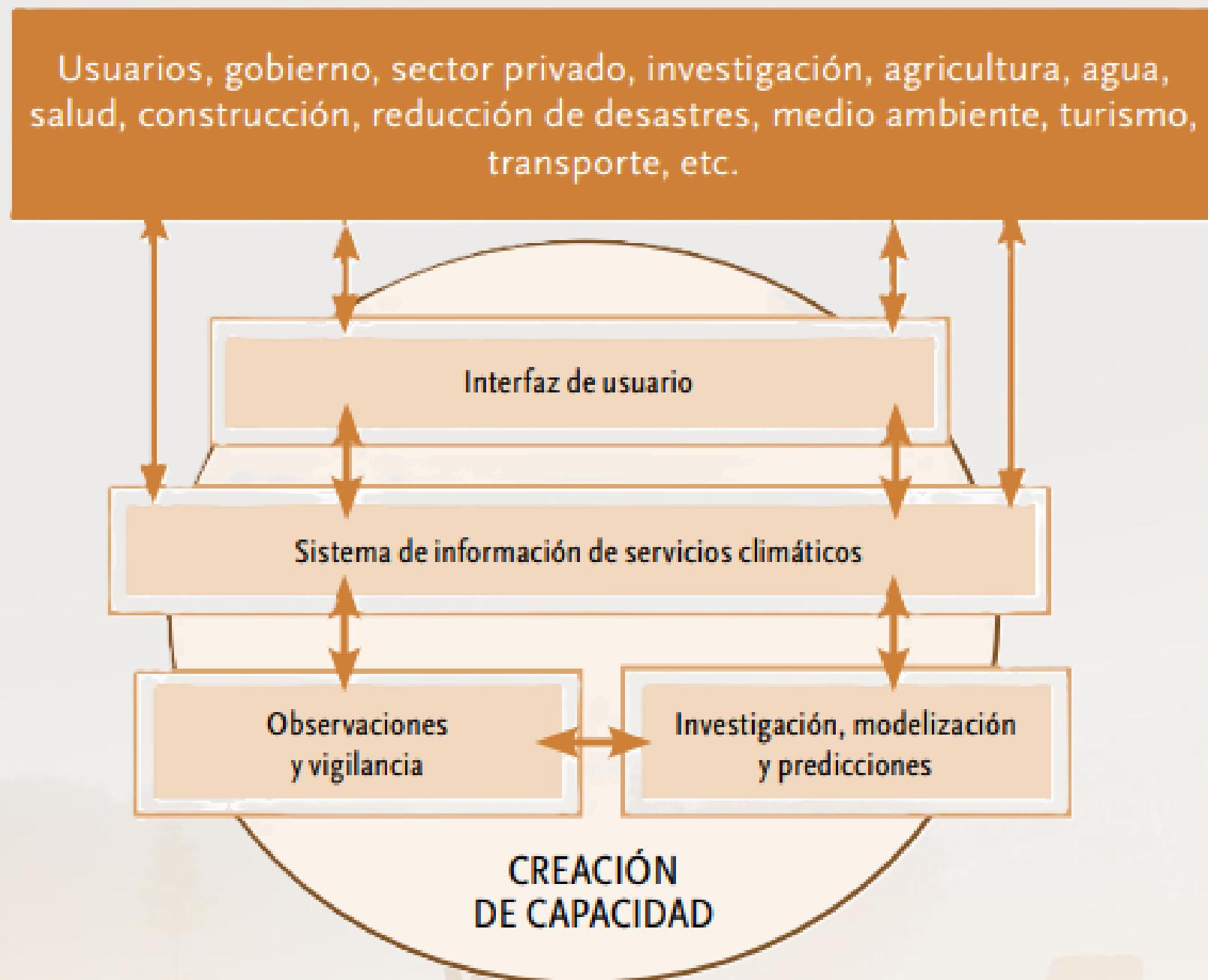


América Latina es la segunda región que más metano produce por el ganado. El sector ganadero es también altamente sensible al impacto del cambio climático.

Área de impacto	Factores climáticos	Impacto específico en ganadería
Recursos hídricos	Climas cálidos y secos	Mayor demanda hídrica para animales.
	Aumento de temperaturas/sequía/inundaciones	Menor calidad del agua → Aumento de patógenos, sales, nutrientes y contaminantes en agua.
		Menor disponibilidad, calidad y seguridad de productos por contaminación de patógenos o pesticidas; reducción de calidad nutricional y sensorial.
Bienestar animal	Estrés por calor	Animales más susceptibles a enfermedades → Mayor dependencia a medicamentos → Mayor impacto ambiental.
		Mayor emisión de metano (CH ₄) y óxido nitroso (N ₂ O).
Procesamiento, almacenamiento, transporte y venta	Aumento de temperaturas, mayor humedad, mayor frecuencia de fenómenos meteorológicos extremos e incremento del nivel del mar.	Riesgo a maquinaria, logística, redes eléctricas y comunicaciones.
Enfermedades transmitidas entre animales y humanos	Aumento de temperaturas	Aumenta la probabilidad de exposición humana.
		Riesgos significativos para la salud pública y la seguridad del consumidor.



SERVICIOS CLIMÁTICOS



Fuente: WMO, 2011

Sectores prioritarios

Agricultura y seguridad alimentaria

Reducción del Riesgo de Desastres

Energía

Salud

Agua

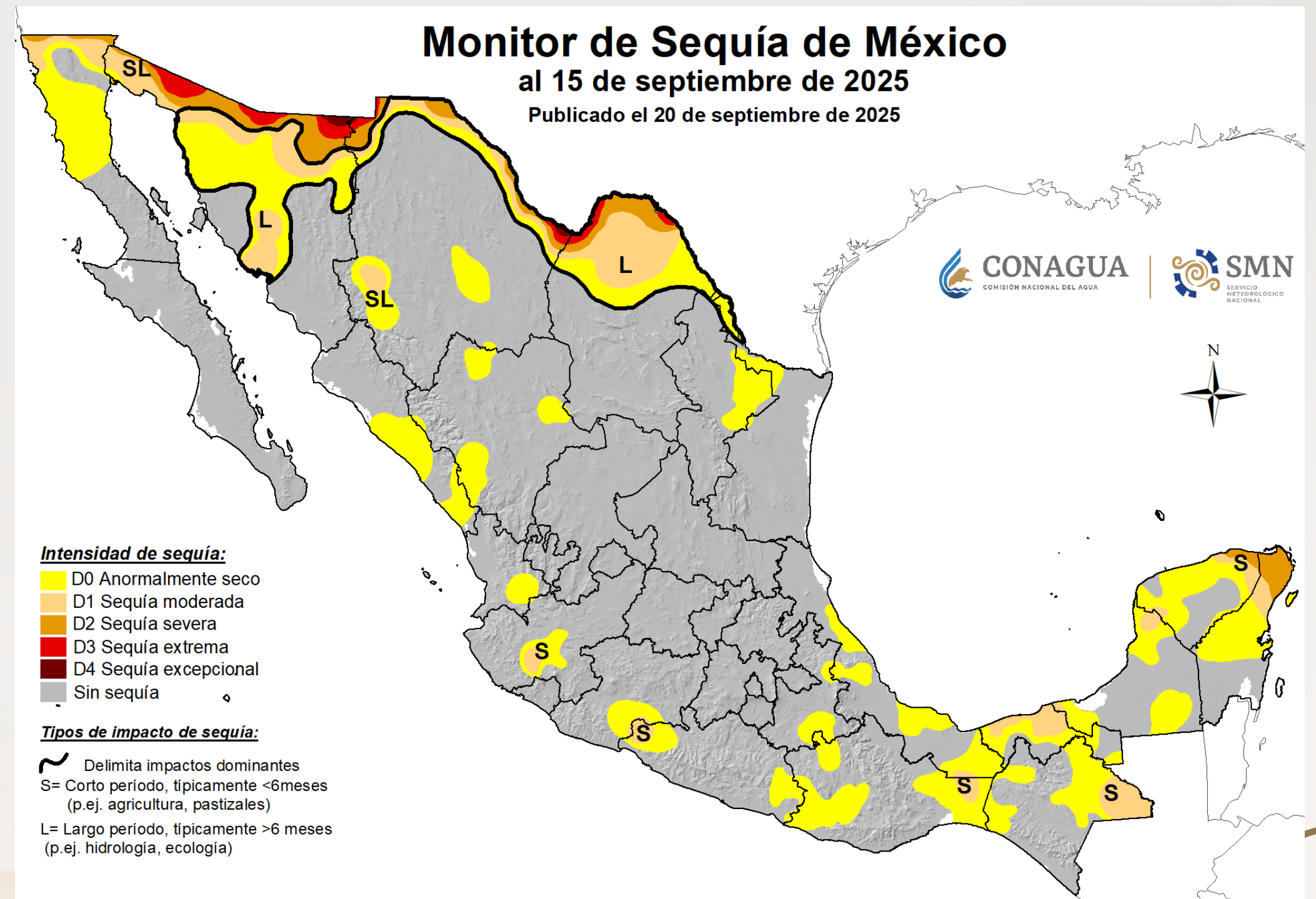
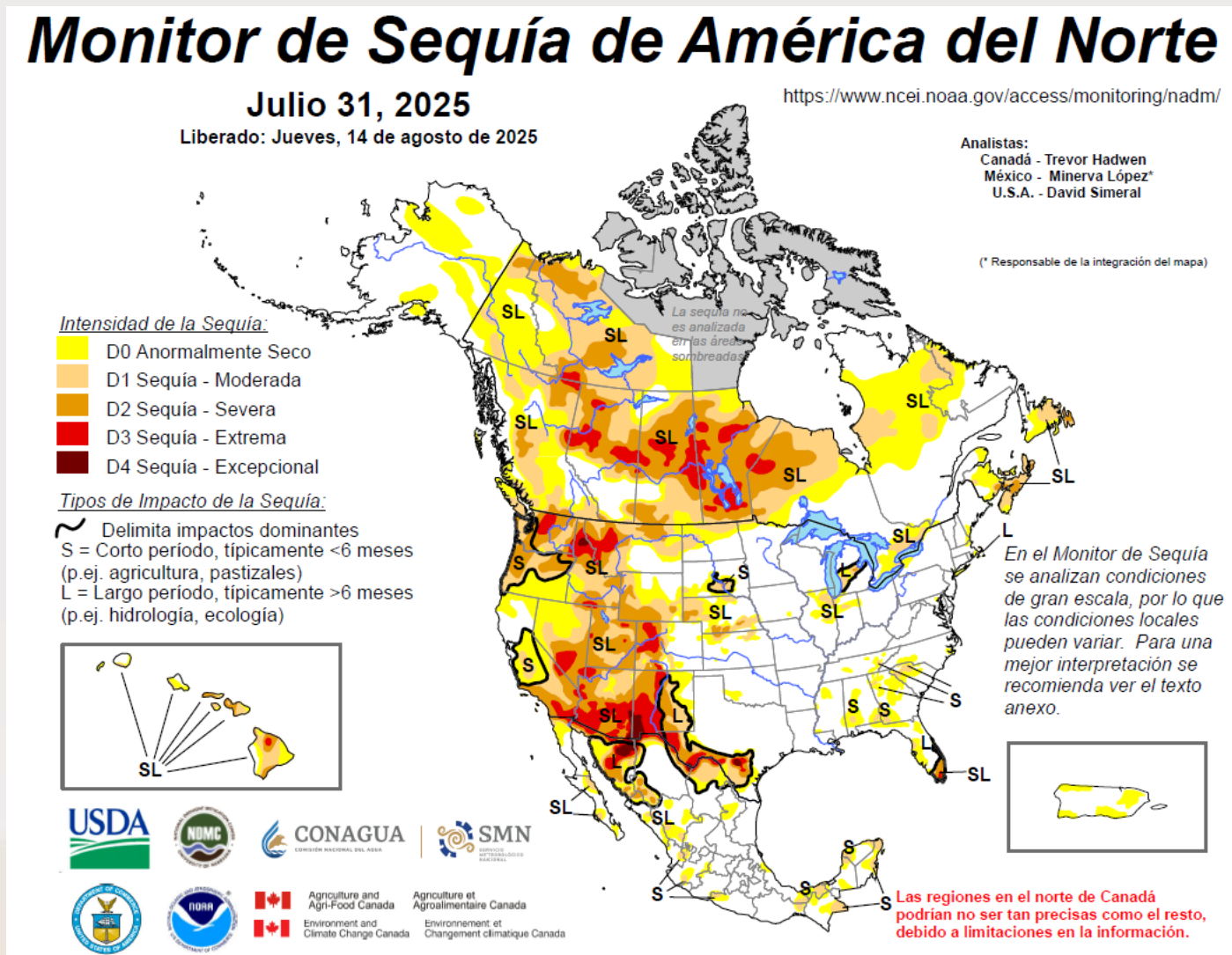


37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



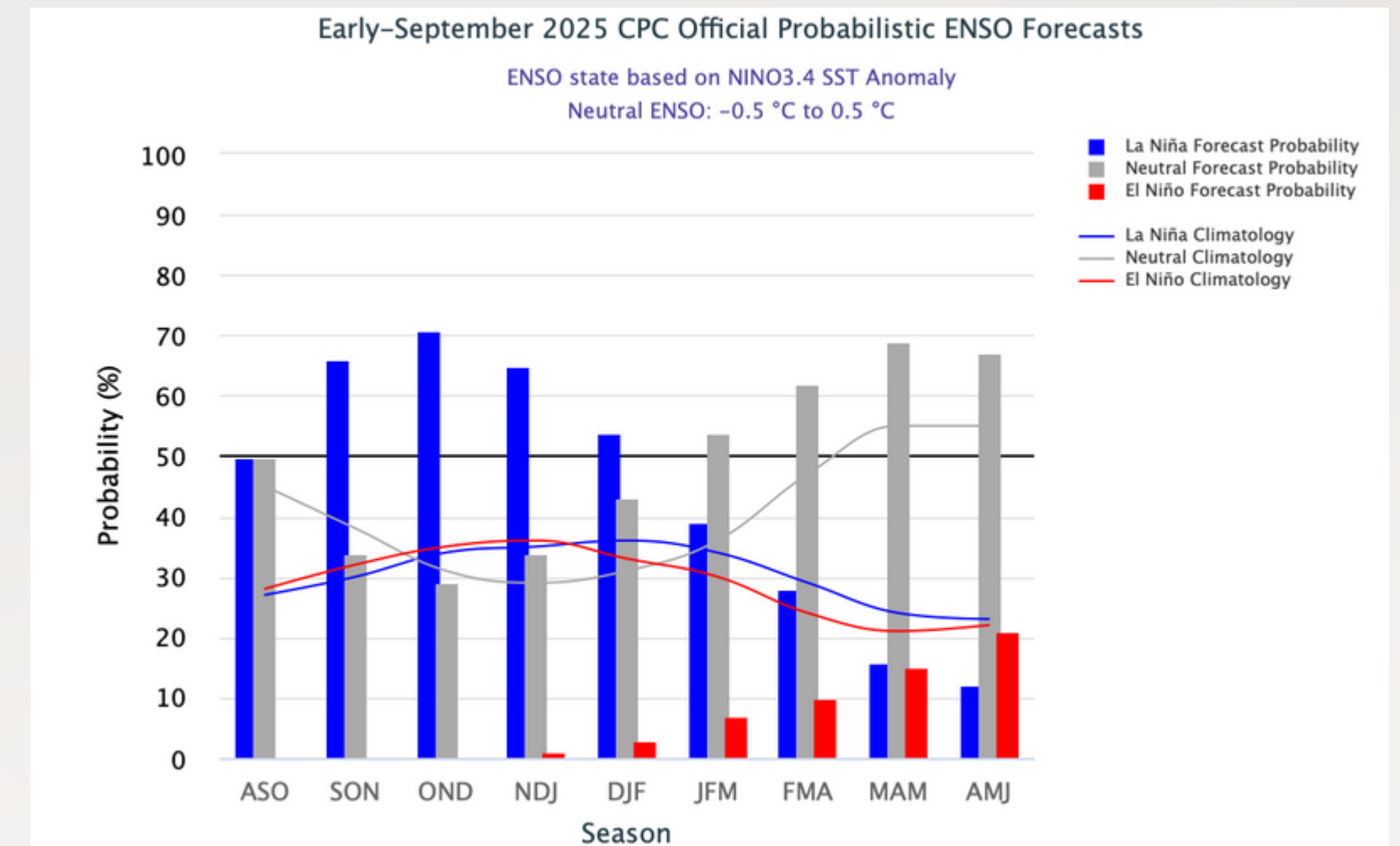
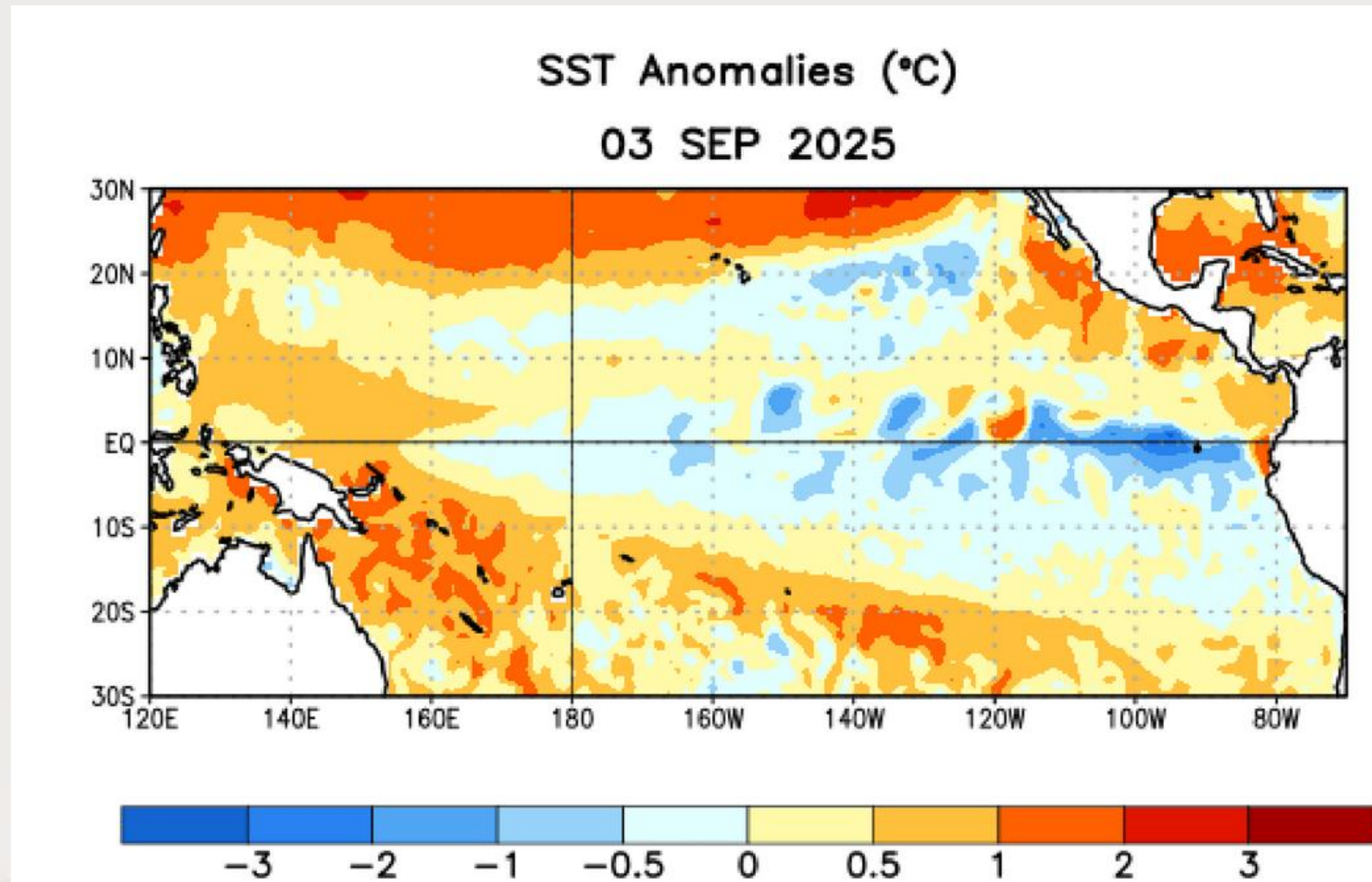
Universidad Veracruzana

MONITOREO DE SEQUÍA (SMN-CONAGUA)





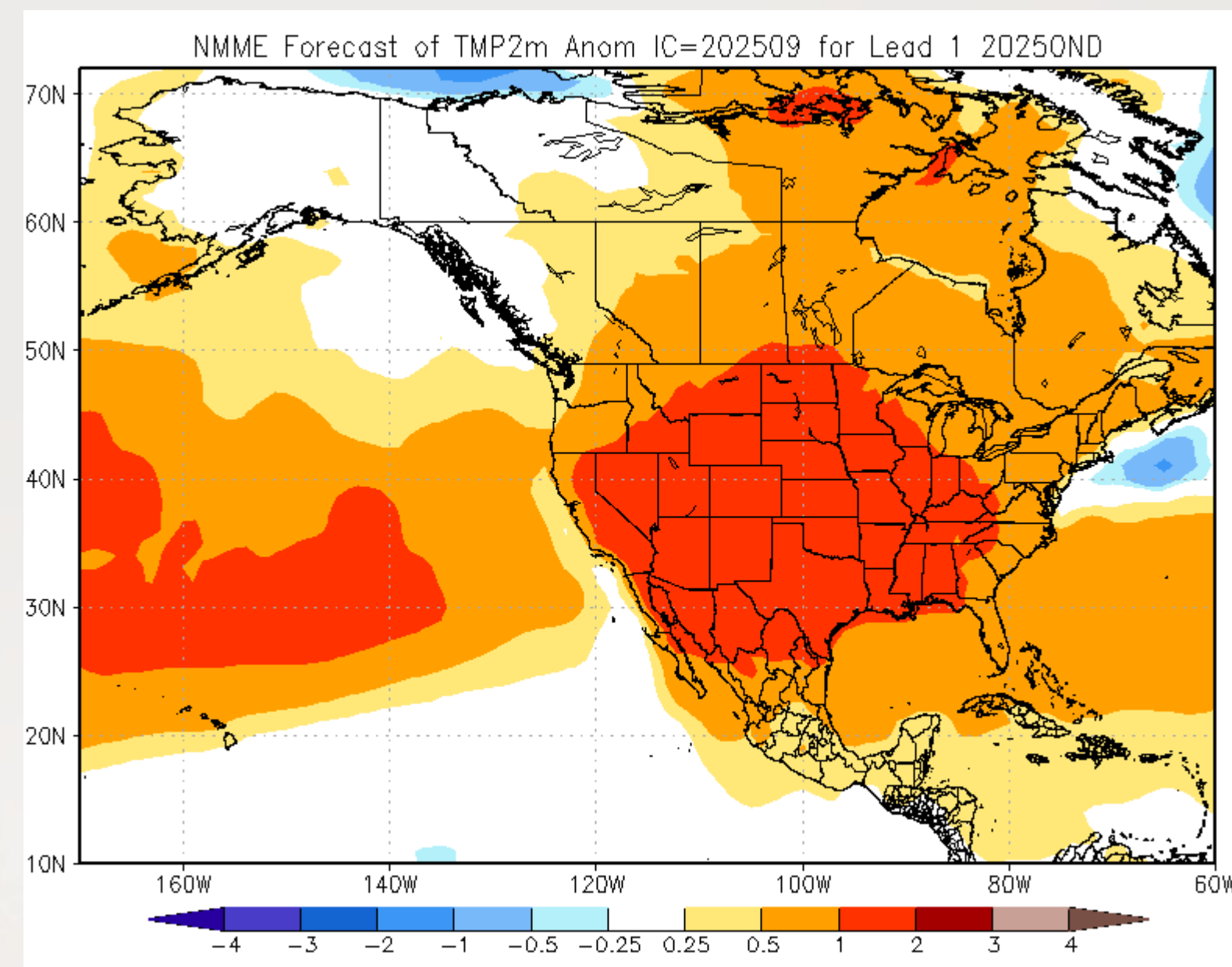
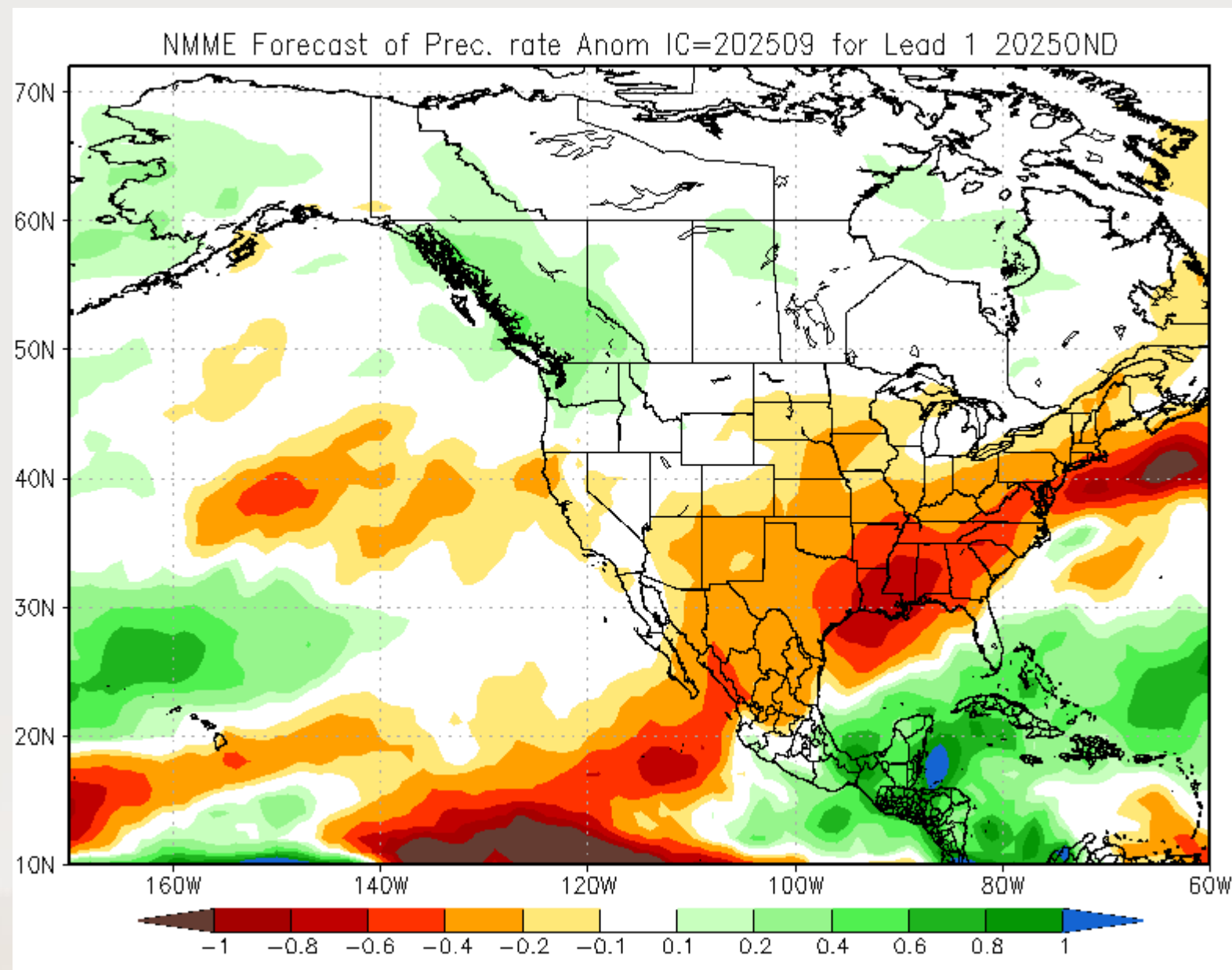
MONITOREO DE EL NIÑO Y LA NIÑA



En este momento (2 de octubre de 2025), hay una probabilidad del 70% de que los meses de invierno en México ocurran bajo la influencia del fenómeno de La Niña.



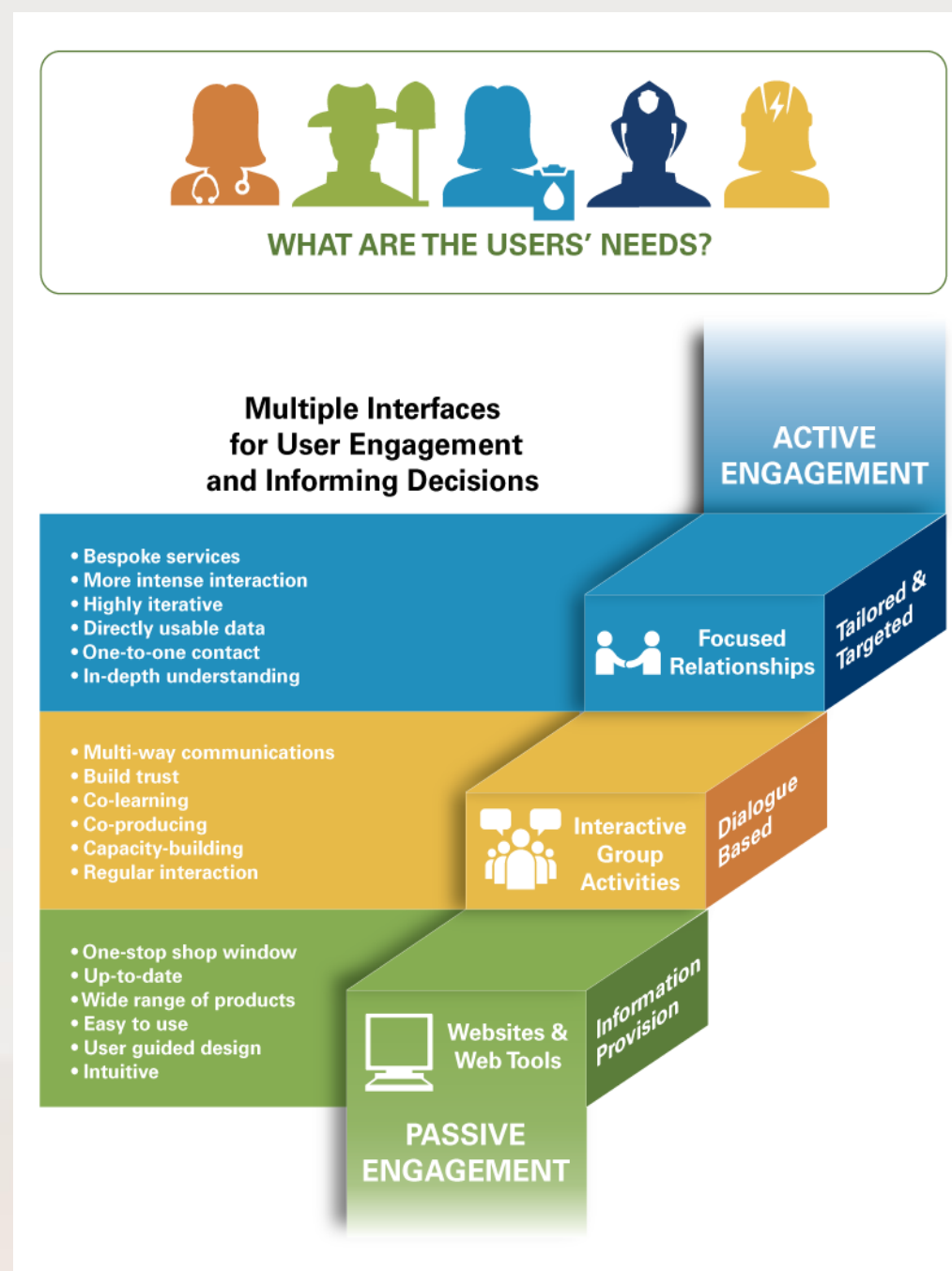
PREDICCIÓN ESTACIONAL (NMME) PARA EL RESTO DEL 2025



Déficit de precipitación en el norte y exceso en el sur de México en el trimestre Oct–Nov–Dic, y temperaturas más altas de lo normal sobre todo en la frontera norte, según el conjunto de 7 modelos norteamericanos. (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/NMME/seasanom.shtml>)



¿QUÉ NIVEL DE USO DE LA INFORMACIÓN CLIMÁTICA TENGO?



La provision de servicios climáticos depende fuertemente del nivel de involucramiento de los usuarios para el aprovechamiento de datos, información, productos y servicios.

Esta es una relación de largo plazo que se construye en forma escalonada entre proveedores y usuarios de la oinformación.

Después de esta sesión, necesitamos encontrar la manera de caracterizar a los usuarios del sector ganadero e iniciar un diálogo con la comunidad climática nacional y regional.



ADAPTACIÓN: SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA (EW₄ALL)

Los 4 pilares de un SAT*.



Pilar 1) Conocimiento del riesgo de desastres.

Pilar 2) Monitoreo y pronóstico de peligros.

Pilar 3) Divulgación y comunicación de advertencias.

Pilar 4) Capacidades de preparación y respuesta.



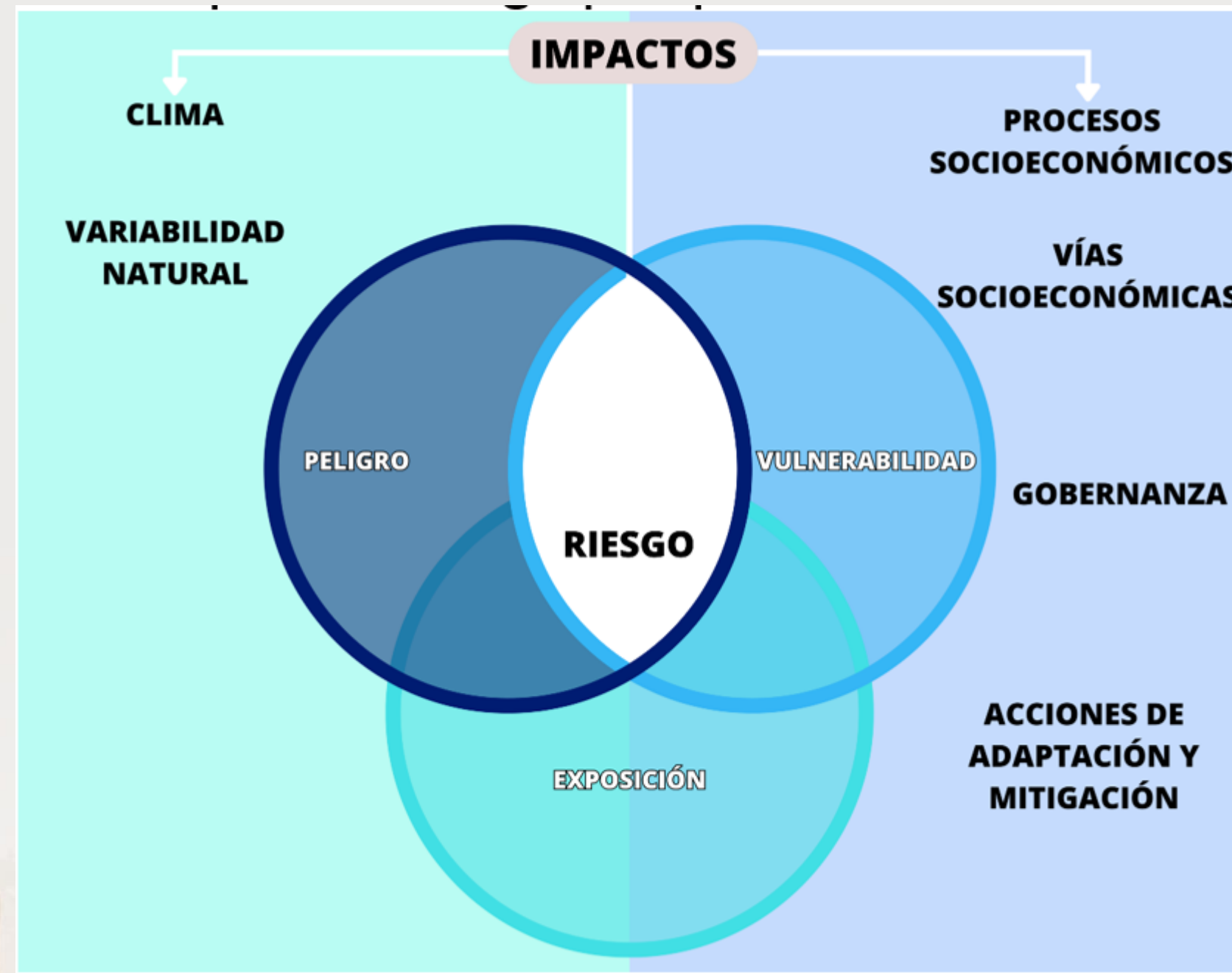
(WMO, 2022)



*SAT: Sistema de Alerta Temprana



ADAPTACIÓN: CONOCIMIENTO DEL RIESGO EN CADA SECTOR





MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

¿Cumpliremos el
Acuerdo de París?



- Acuerdo legalmente vinculante
- Papel central de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDCs)
- Metas de reducción de emisiones progresivas en cada período
- 2025 es el año en el que se revisan avances y las NDCs



37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



Universidad Veracruzana

CONTIBUCIÓN NACIONALMENTE DETERMINADA₃

SEMARNAT les invita a participar en el proceso de actualización de la Contribución Determinada a nivel Nacional 3.0 de México a través de esta encuesta en línea. Sus aportaciones son importantes. Las revisaremos y sistematizaremos para fortalecer la NDC 3.0, y formarán parte de la ruta de implementación que elaboremos posteriormente. ¡Les invitamos a que la compartan! Gracias por contribuir a la acción climática de nuestro país MX

<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/participa-en-la-encuesta-para-la-actualizacion-de-la-contribucion-determinada-a-nivel-nacional-de-mexico>





37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



Universidad Veracruzana

UN ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO:



CLIMATE
INFORMATION

Site-specific Report

Future change in top indicators

+2°C Temperature (annual mean)

-10% Precipitation (annual mean)

+3% Aridity actual (annual mean)

-10% Soils moisture (annual mean)

-8% Water discharge (annual mean)

-8% Water runoff (annual mean)



Indicator details



How to interpret change levels?

Large

Change is more than 2 °C
Change is more than 10 days
Change is more than 75 %

Medium

Change is 1.5-2 °C
Change is 5-10 days
Change is 25-75 %

Small

Change is less than 1.5 °C
Change is less than 5 days
Change is less than 25 %

Area of interest

City

🔍 Pacho Viejo, Coatepec, V. ✕

Latitude and longitude

19.48 / -96.92

Scenario

Emission scenario

RCP 8.5

Time period

2041-2070



37a de la reunión científica-tecnológica
forestal y agropecuaria
Veracruz 2025



Universidad Veracruzana

ALGUNOS RECURSOS

CURSOS OMM

(gratuitos, índices de cambio climáticos y comunicación de información climática al sector agropecuario):

<https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=221&lang=es>

<https://etrp.wmo.int/course/view.php?id=416>

GENERACIÓN DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

SMHI: <https://climateinformation.org/>

TealTool: <https://tealtool.earth/>

IPCC Atlas: <https://interactive-atlas.ipcc.ch/>



Agradecimientos

A la *MDRS Citlali Villa Falfán* (El Colegio de Veracruz) por la compilación de materiales y apoyo técnico en la preparación de esta presentación.

Al *Dr. Adalberto Tejeda Martínez* y al Programa de Estudios de Cambio Climático de la UV por la referencia para participar en el evento

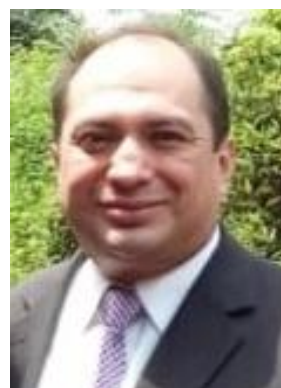
Al Servicio Meteorológico Nacional y a la Organización Meteorológica Mundial por el acceso a datos y materiales

Referencias

- <https://www.fao.org/republica-dominicana/noticias/detail-events/es/c/1675383/>
- <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/122/105>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s00003-025-01544-w>
- <https://library.wmo.int/records/item/69463-estado-del-clima-en-america-latina-y-el-caribe-2024>



¡Gracias!



JorgeVazquez02@uv.mx

