XXIX SIMPOSIUM INTERNACIONAL DEL MANZANO Y FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO

IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA FISIOLOGÍA DE LOS CULTIVOS AGRÍCOLAS

Federico Villarreal Guerrero
Facultad de Zootecnia y Ecología
Universidad Autónoma de Chihuahua
E-mail: fvillarreal@uach.mx

ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

Crecimiento poblacional

- Urbanización
- Minería
- Agricultura
- Transporte
- Producción de electricidad

Cambios de uso de suelo

Efectos negativos (Shen et al., 2018; Zhang et al., 2012):

- Erosión de suelo
- Fragmentación
- Contaminación
- Degradación
- Pérdida de Biodiversidad
- Incremento del efecto invernadero

✓ **IMPACTAN EL ESTADO DE SALUD DEL PLANETA**

GASES DE EFECTO INVERNADERO

FORZAMIENTO RADIATIVO

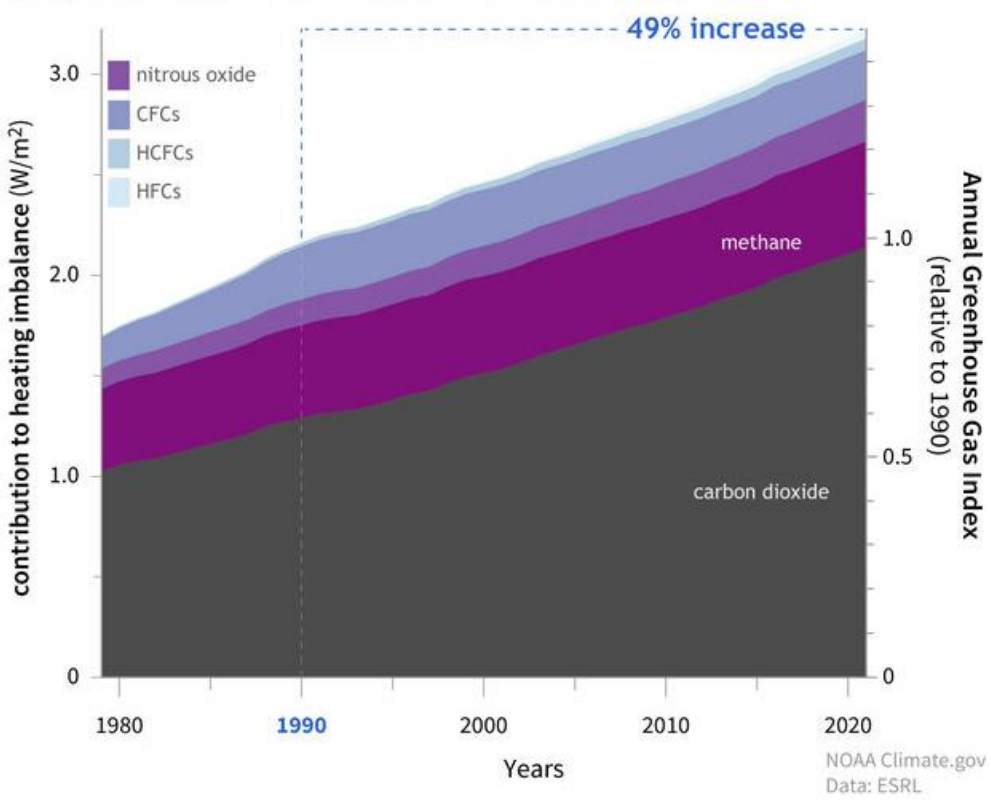
Son un resultado de las actividades antropogénicas (Shakoor et al., 2021)

Son responsables de cambiar el clima al absorber y re-emitir energía hacia la tierra (Montzka et al., 2011).

Los gases de efecto invernadero con la mayor contribución (IPCC, 2013):

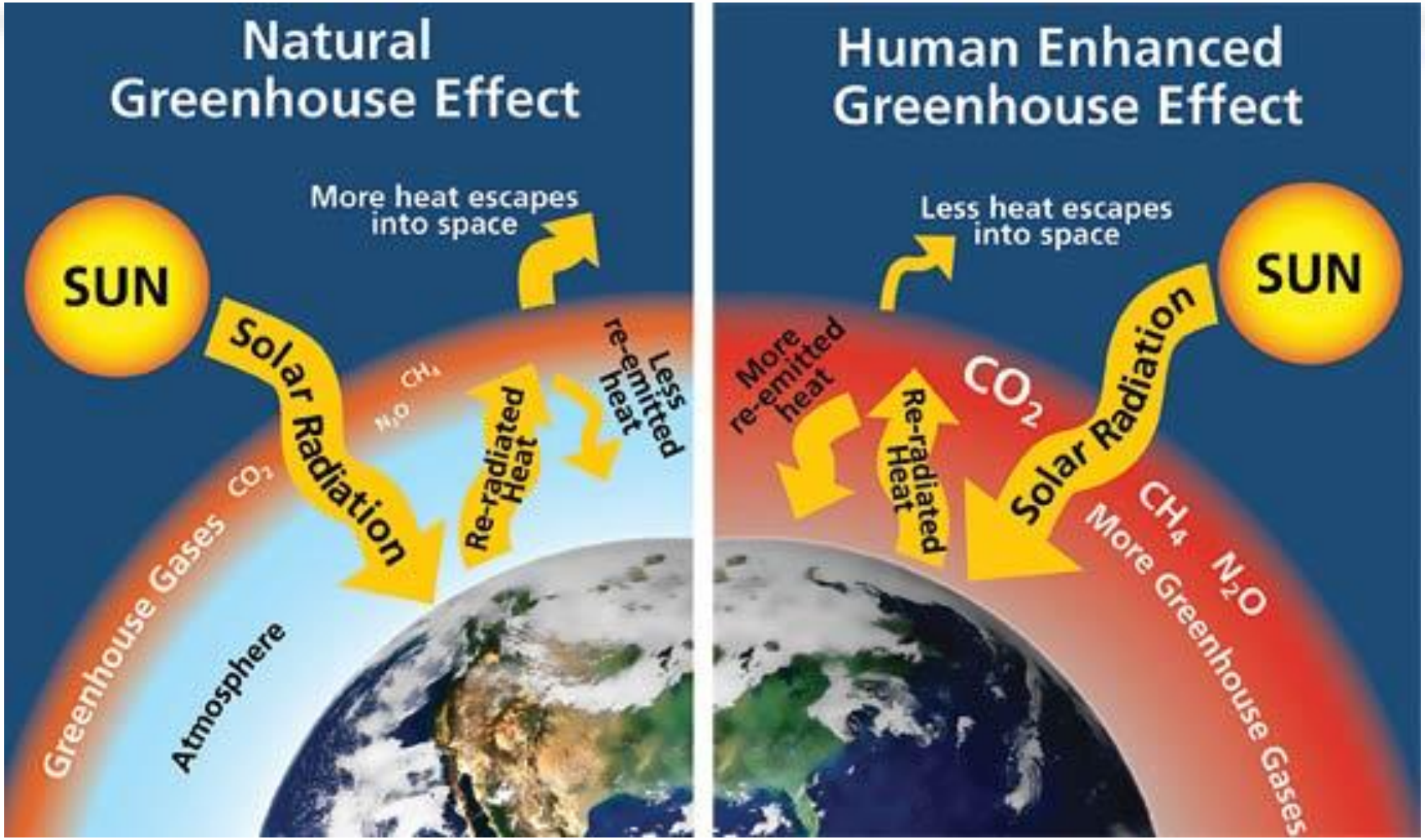
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido nitroso (N_2O)

Su concentración puede llegar a producir consecuencias desastrosas (Chataut et al., 2023)



https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-annual-greenhouse-gas-index

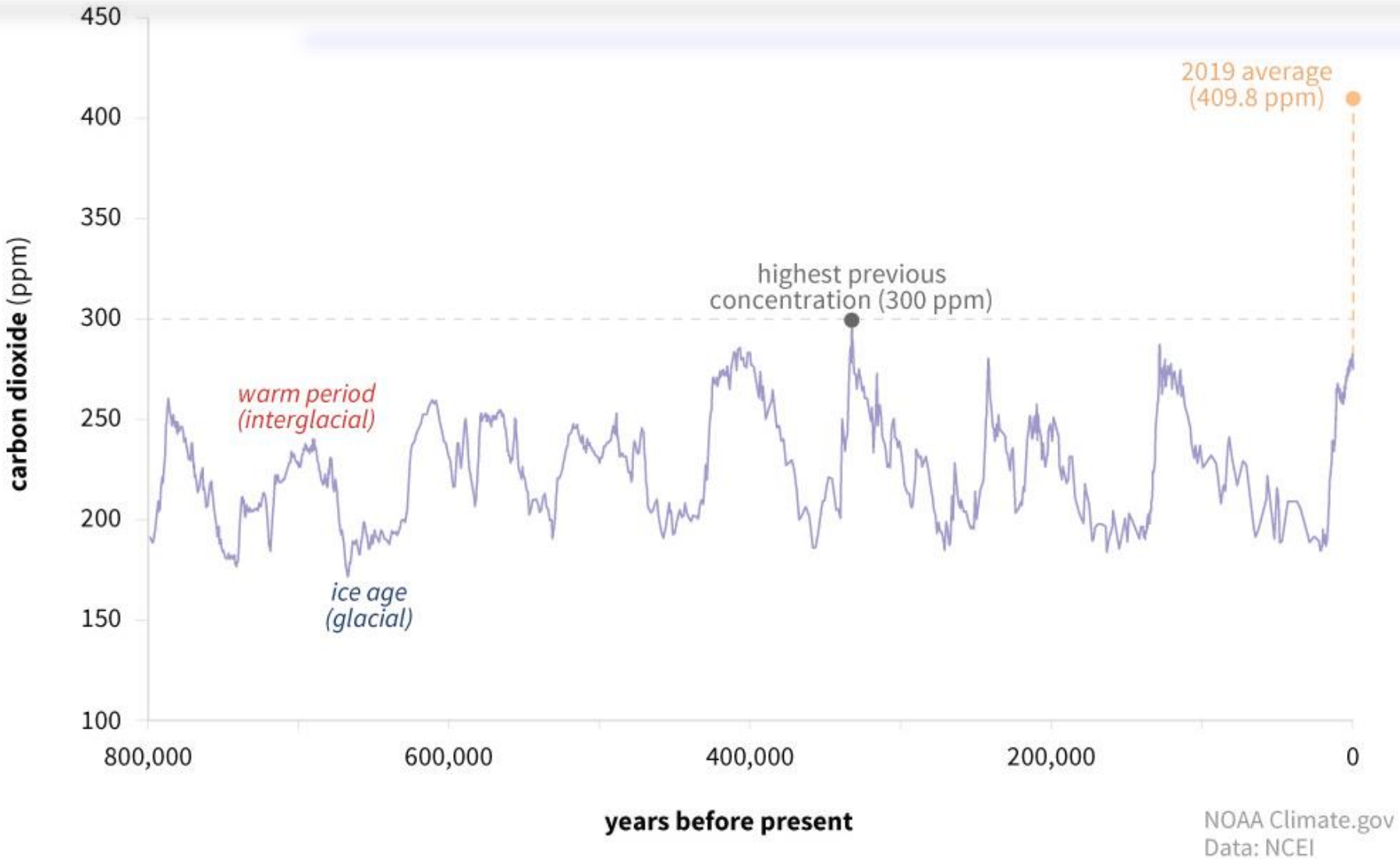
EL EFECTO INVERNADERO



https://mrgeogwagg.wordpress.com/2015/06/24/greenhouse-effect-and-anthropogenic-warming/

DE 800 MIL AÑOS – – A LA FECHA

DIÓXIDO DE CARBONO



https://www.climate.gov/sites/default/files/BAMS_SOTC_2019_co2_paleo_1000px.jpg

¿EXISTE EL CALENTAMIENTO GLOBAL?

El calentamiento global del sistema climático de la tierra es un hecho irrefutable, dado que es evidente con base en las observaciones sobre el incremento en la temperatura promedio del aire en muchas partes del mundo

(Guédon y Legave, 2008).

CALENTAMIENTO GLOBAL

- La temperatura del planeta se ha incrementado - interferencias humanas (Zhu et al., 2023).

- De 1990 a 2010 hubo - incremento neto de GEI de 35% (Jose et al., 2016):
  - Temperatura del oceano de +0.65-1.06ºC .
  - Derretimiento de glaciares.

- Calentamiento de 1.0±0.2ºC, comparado con los niveles pre-industriales (IPCC, 2018).

- Calentamiento mas acelerado a partir de 1950 (IPCC, 2013).

https://www.freepik.es/vectores/global-warming

✓ **Temperatura más altas – más energía atrapada en la atmósfera.**

ATMÓSFERA MÁS ENERGIZADA

Energía: Capacidad para realizar trabajo

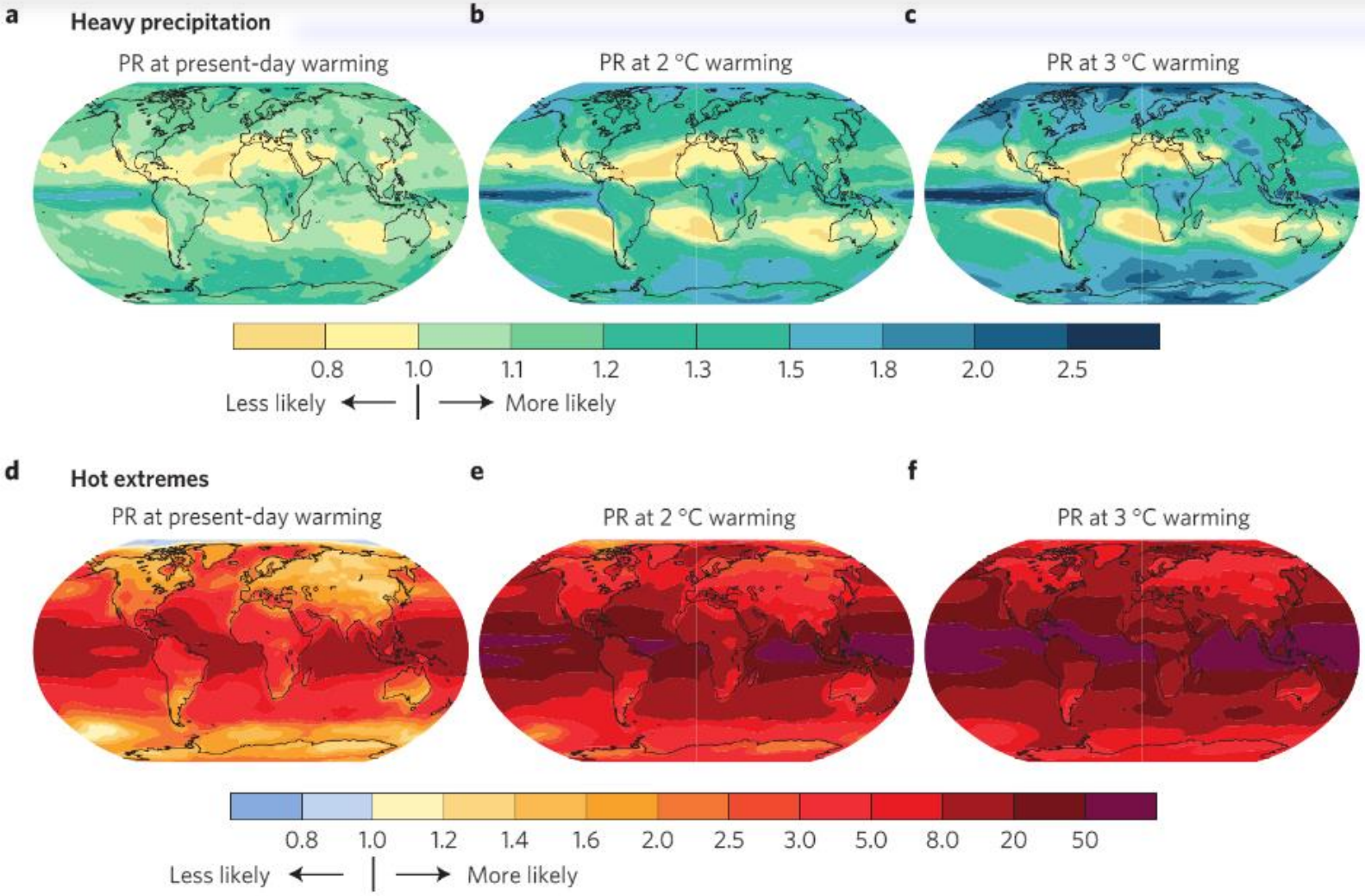
¿Cuál es el **trabajo** de la atmósfera?

https://www.trespm.mx/eco/la-atmosfera-terrestre-se-esta-haciendo-cada-vez-mas-grande-y-los-cientificos-no-saben-por-que

- La atmósfera no hace más o menos clima.
- Atmósfera más energizada – eventos meteorológicos extremos
- **MAYOR VARIABILIDAD CLIMÁTICA**

CAMBIO CLIMÁTICO

El resultado:
Eventos climáticos extremos más frecuentes



(Fisher & Knutti, 2015)

Los efectos de una atmósfera más energizada

Ondas de calor

Heladas más fuertes (2011)

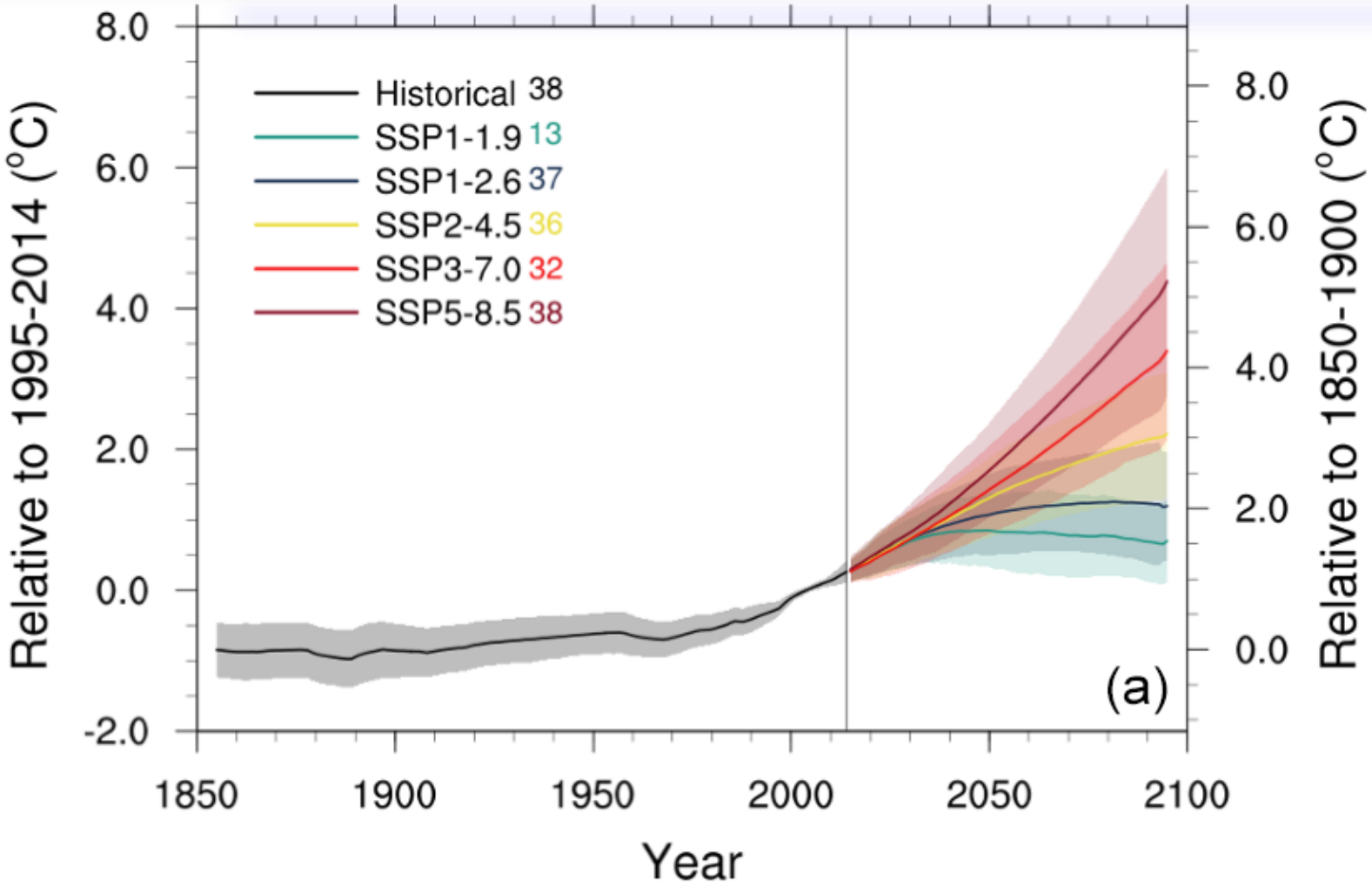
Granizadas (2017)

Sequías más prolongadas (2011-2012)

EL CLIMA DEL FUTURO

Escenarios del cambio climático

Temperatura del aire (°C)

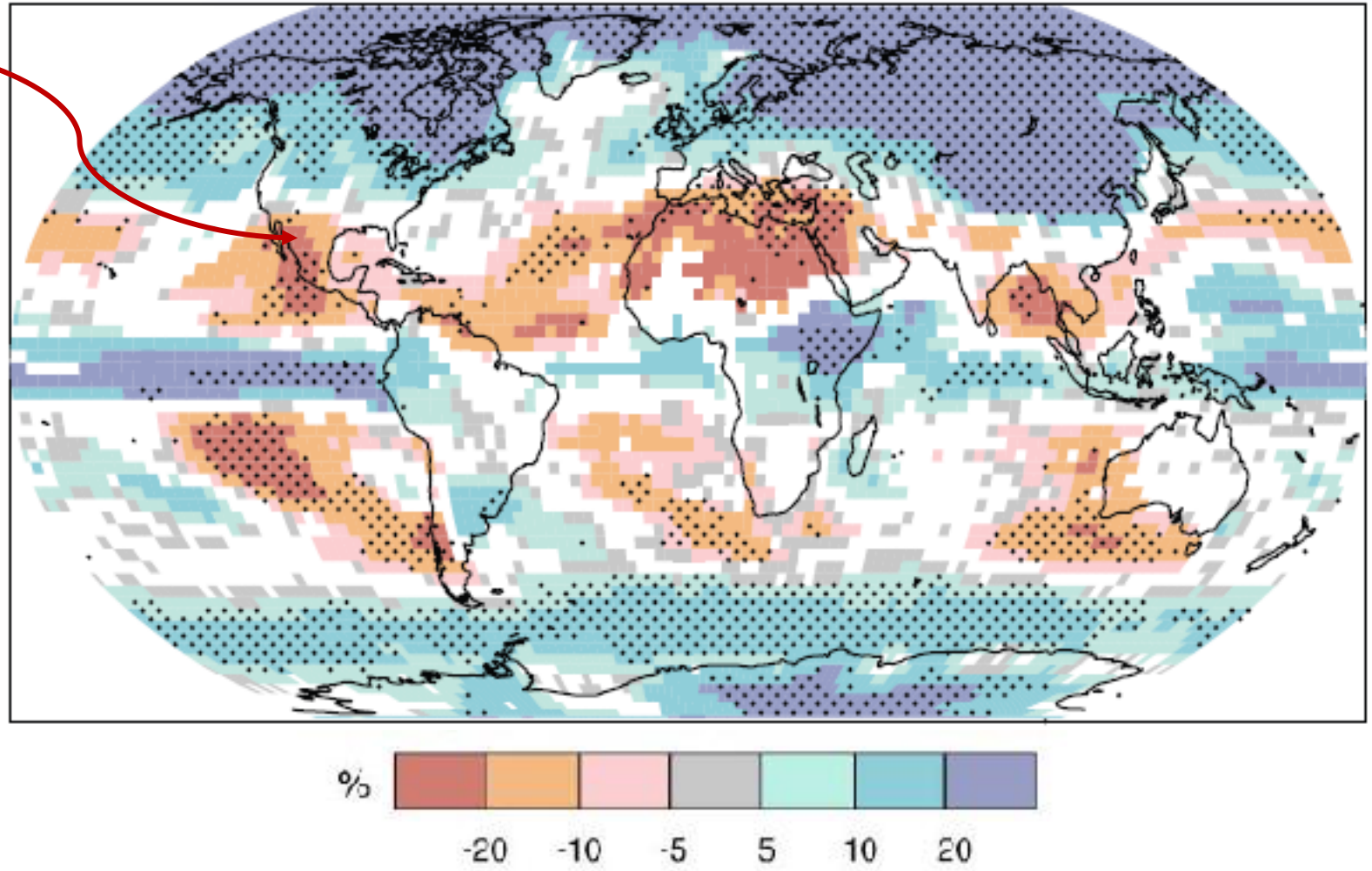


(Tebaldi et al., 2021)

(https://doi.org/10.5194/esd-12-253-2021)

PRECIPITACIÓN

Reducción
20%
precipitación anual



(IPCC, 2007)

CAMBIO CLIMÁTICO EN CUAUHTEMOC

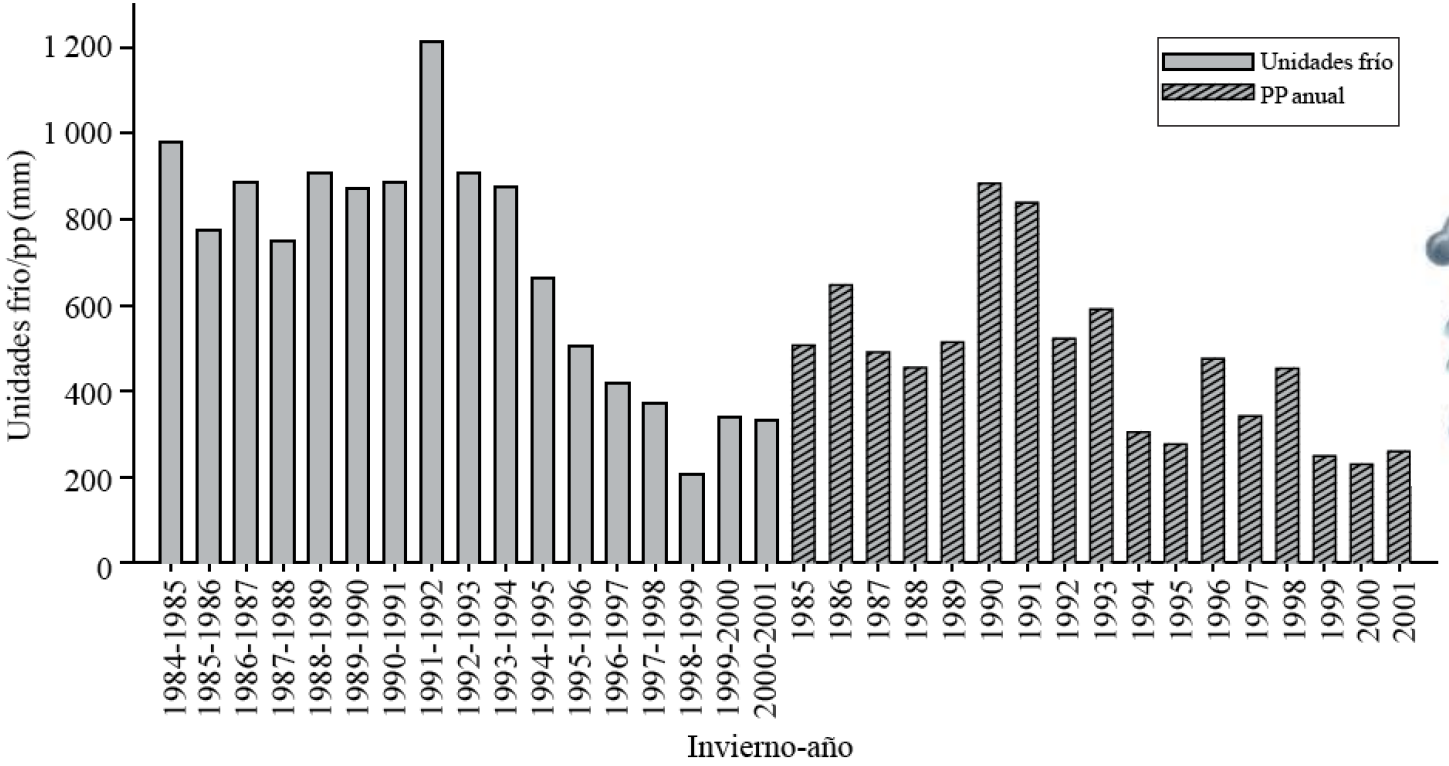


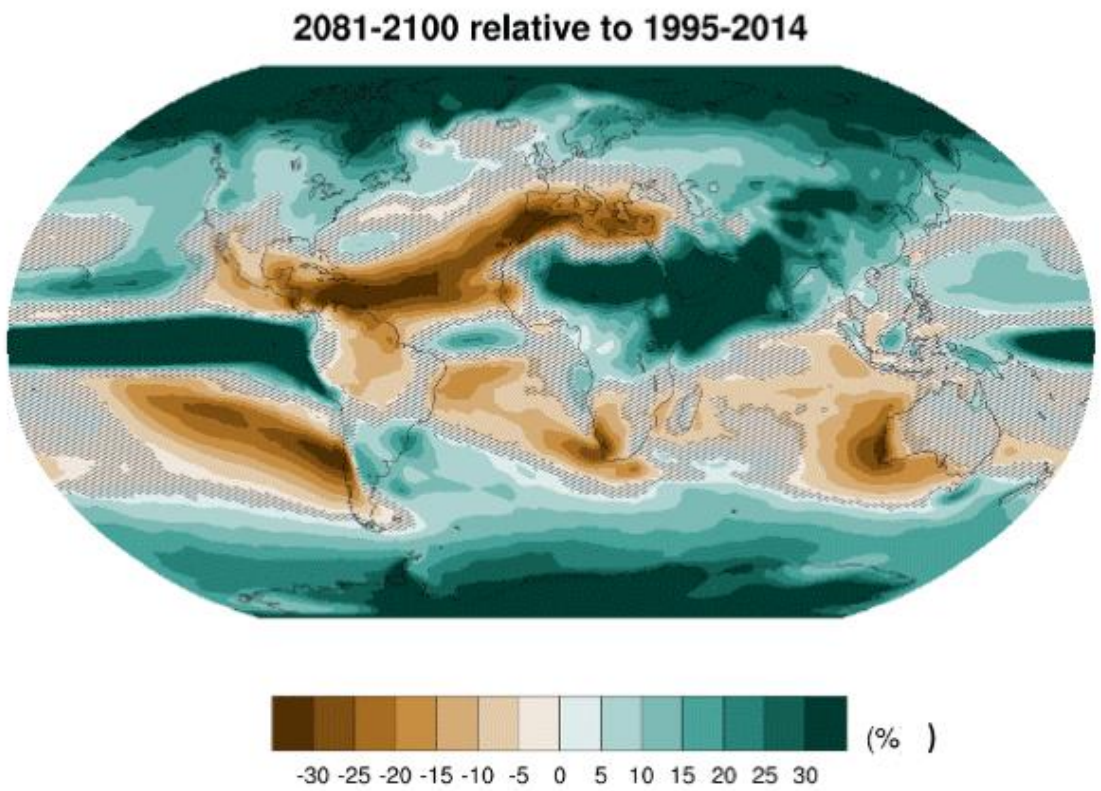
Figura 1. Acumulación de unidades frío para manzano según el método Richardson durante los inviernos 1984-1985 a 2000-2001 y precipitación pluvial ocurrida durante 1985 a 2001.

(Ramírez-Legarreta et al., 2011)

EN RESUMEN

Cambio climático - una realidad

- La concentración de GEI seguira aumentando
  - **Especialmente el CO_2**
- Se esperan temperaturas más elevadas
- Precipitación errática - 20% de reducción



CAMBIO CLIMÁTICO

¿Cuáles serán las

Respuestas Fisiológicas

de los cultivos ante estas condiciones?

LAS RESPUESTAS FISIOLÓGICAS

- Rendimiento máximo del fotosistema
- Disipación de calor
- Tasa de transporte de electrones

Eficiencia fotosintética

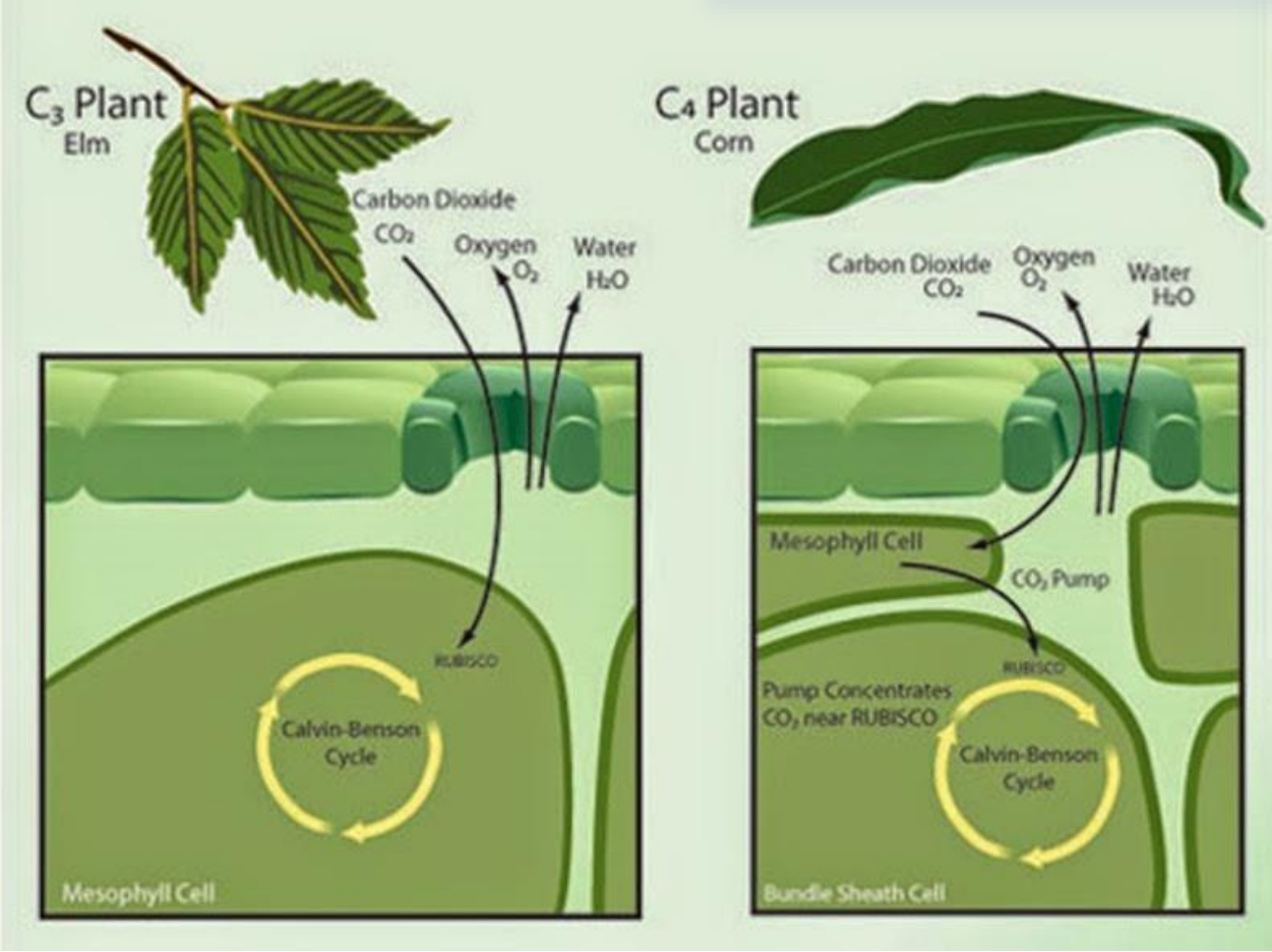
- Fotosíntesis neta

- Conductancia estomática

- Transpiración

- Captura de CO_2 por las plantas – **FOTOSINTÉSIS**
- Gasto de agua – **TRANSPIRACIÓN**

LAS TRES RUTAS FOTOSINTÉTICAS



C_3
Manzano

C_4
Maíz

CAM
Maguey

https://ripe.illinois.edu/blog/difference-between-c3-and-c4-plants

LOS CULTIVOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

- Los expertos del IPCC preveén que las concentraciones de CO_2 seguirán aumentando.
  - Incluso a más del doble que las concentraciones actuales (Tebaldi et al., 2021).

- Plantas con ruta fotosintética C_3 (de hoja ancha), como la manzana.

  - Responden de manera positiva al aumento en las concentraciones de CO_2.

  - Es decir, aumentan la tasa de fotosintesis neta (Reddy et al., 2010).

Esto significa mayores rendimientos!

Manzano

Nogal

Alfalfa

(Tebaldi et al., 2021)
(Tebaldi et al., 2021)

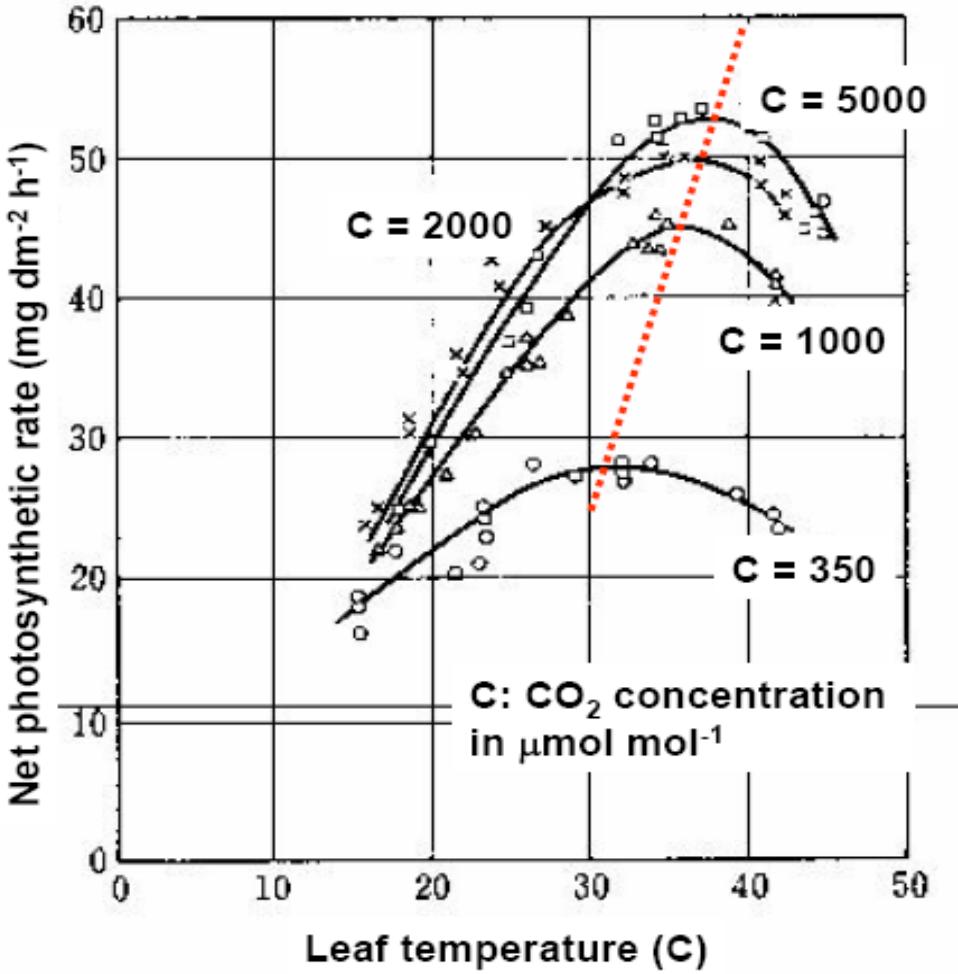
RESPUESTAS FISIOLÓGICAS C_3

- Incluso, a mayores concentraciones de CO2.
  - Las especies C_3 presentan tasas de fotosintesis máximas a temperaturas más elevadas.

- Los expertos del IPCC preveen que ambos
  - CO_2 y temperatura se incrementarán.

- MAYORES RENDIMIENTOS!

Siempre y cuando ni agua ni nutrientes sean limitantes



LA SEQUÍA Y LAS PLANTAS C_3

SIN EMBARGO

Se preveé que el cambio climático vuelva el recurso agua más escazo, especialmente en regiones semiáridas (IPCC, 2007).

La inhibición de la fotosíntesis es la consecuencia fisiológica primordial causada por estrés hídrico (Zhang et al., 2013).

https://growgreatfruit.com/is-your-tree-water-stressed/

EL MANZANO – PLANTA C_3

- Incrementos significativos en las temperaturas de los meses de Febrero y Marzo provocan un adelanto progresivo de la floración

(Guédon y Legave, 2008).

EL MANZANO – PLANTA C_3

- La acumulación de frio invernal está disminuyendo
  - Necesario para el rompimiento de la dormancia
- Los sitios con acumulación disminuirán para 2060
- Algunas variedades - afectadas
- Empleo de rompedores de dormancia
  - Mayores costos

(Medina-García et al., 2011)

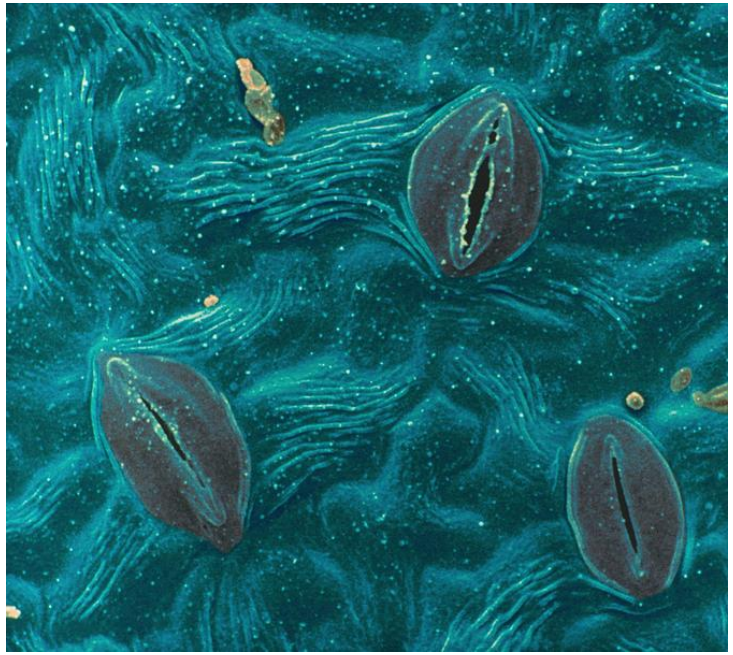
EL MANZANO – PLANTA C_3

Detrimento en la fijación de CO_2 cuando los arboles de manzano se exponen a una sequía prolongada (Ping et al., 2015).

Debido principalmente al cierre de estomas y baja actividad de la Rubisco (Xu et al., 2013).

Menos energía solar se cosecha via asimilación de CO_2 – estrés

(Yardonov et al., 2000).



Las plantas con ruta fotosintética C_4

- Reducción de área estomática
  - Cierre parcial de estomas
- La captura de CO2 no se ve afectada – PEP carboxilasa.
- Evita pérdida excesiva de agua.
- Crecimiento acelerado a altas temperaturas.
- Eficiencia en el uso del agua. ⇧

https://www.britannica.com/science/photosynthesis/Carbon-fixation-in-C4-plants

LA FALTA DE AGUA - SEQUÍA

SIN EMBARGO

- Las plantas C4 son las de más acelerado crecimiento.
- Con temperaturas óptimas de crecimiento por encima de los 30ºC.
- Un crecimiento acelerado exige más nutrientes.
- El caso del Nitrógeno (Reddy et al., 2010).

https://blog-crop-news.extension.umn.edu/2019/09/late-season-nitrogen-deficiency-in-corn.html

Las plantas con ruta fotosintética CAM

- Las plantas con la más alta eficiencia en el uso del agua.
- Las de mayor adaptación a condiciones del clima adversas.

SIN EMBARGO

- La tasa de acumulación de biomasa en la mas baja.
- La gran mayoría de los cultivos de importancia son C_3 y C_4.

https://www.gob.mx/semarnat/articulos/nopales-previo?idiom=es

PERSPECTIVAS

- Mayores concentraciones de CO_2 – Más fotosíntesis

- Temperaturas más elevadas –
  - Variedades resistentes.
  - Diversificación productiva (especies C_4 ó CAM).

- Más CO_2 y temperaturas elevadas – Crecimiento acelerado – requiere + agua

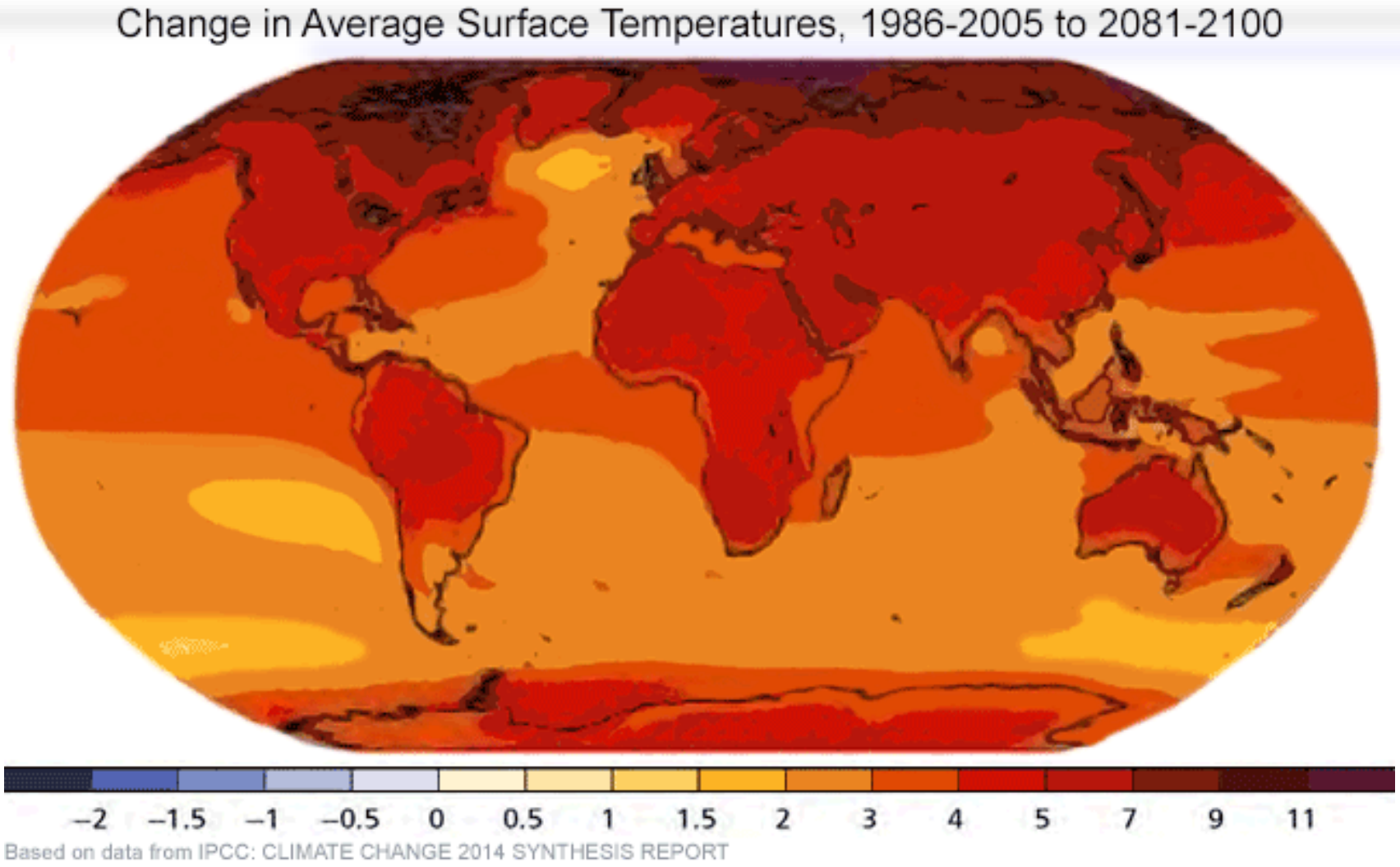
- El agua - recurso escazo –
  - Variedades tolerantes.
  - Tecnificación del riego, capacitación.

- Mayor crecimiento – más nutrientes, mayor costo de insumos.

ENTONCES

- Rediseñar sistemas de producción

MUCHAS GRACIAS!



(IPCC, 2018)

LITERATURA

Fischer E. M., y R. Knutti. 2015. Anthropogenic contribution to global occurrence of heavy-precipitation and high-temperature extremes. Nature Climate Change. 5: 563.

Zhang J, Yao Y C, Streeter J G, Ferree D C. 2013. Influence of soil drought stress on photosynthesis, carbohydrates and the nitrogen and phosphorus absorb in different section of leaves and stem of Fugi/M. 9EML, a young apple seedling. *African Journal of Biotechnology*, **9**, 5320–5325.

La conexión: Energía y climas extremosos

Calentamiento global:

Mas calor
⇓
Más desecamiento
⇓
Más evaporación
⇓
Más humedad
en las nubes

7% por cada °C

Más sequías & más inundaciones