

El Indice Galvez-Davison (GDI)

Indice de Estabilidad para Ambientes Tropicales

por José Manuel Gálvez

Cooperative Institute for the Research in the Atmosphere (CIRA)

Fort Collins, CO, 18 de junio de 2025

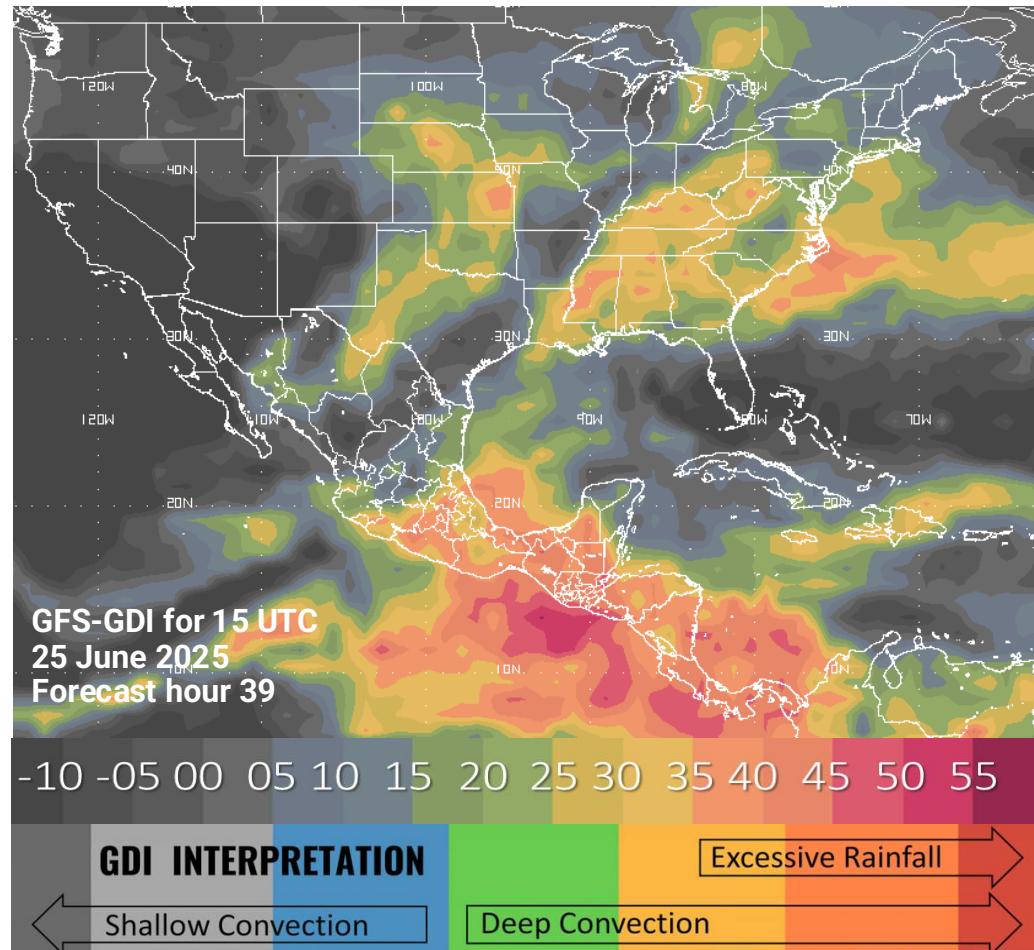
Sobre la sesión de hoy

Objetivos

- ❖ Revisitar la ciencia detrás del cálculo del GDI, enfatizando el rol de sus tres componentes.
- ❖ Demostrar la importancia de integrar herramientas complementarias para optimizar las aplicaciones del GDI: especialmente dinámica atmosférica y humedad, analizando la situación meteorológica actual.

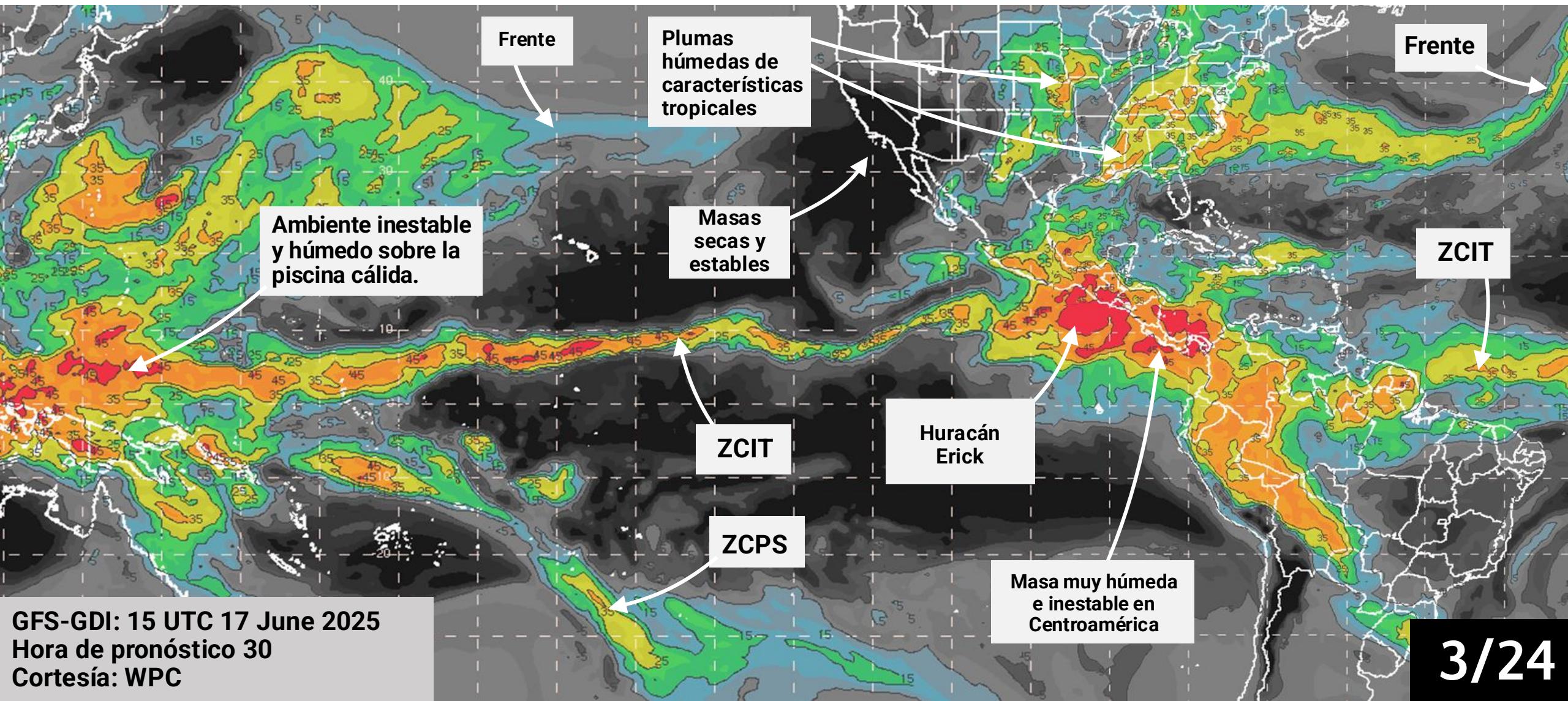
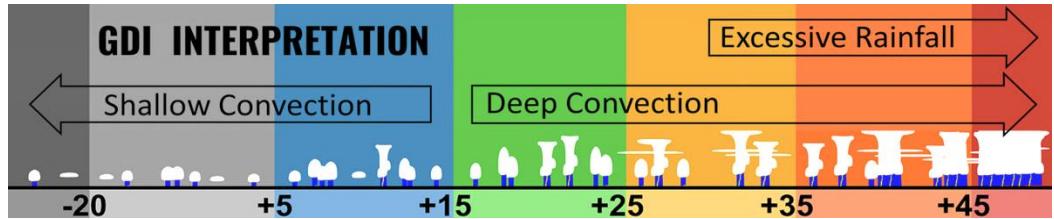
Qué es el Índice Galvez-Davison (GDI)?

- Índice de estabilidad, desarrollado en los Escritorios Internacionales del Centro de Predicción del Tiempo de la NOAA en 2014, para mejorar los pronósticos de convección tropical (Galvez and Davison, 2016).
- Evalúa si la atmósfera es capaz de albergar convección profunda, profunda con lluvias intensas, o solo convección llana sin lluvias importantes.
- También funciona en el extratropical, cuando existen masas de aire cálidas y húmedas. Por lo tanto, puede ayudar a pronosticadores en latitudes medias.



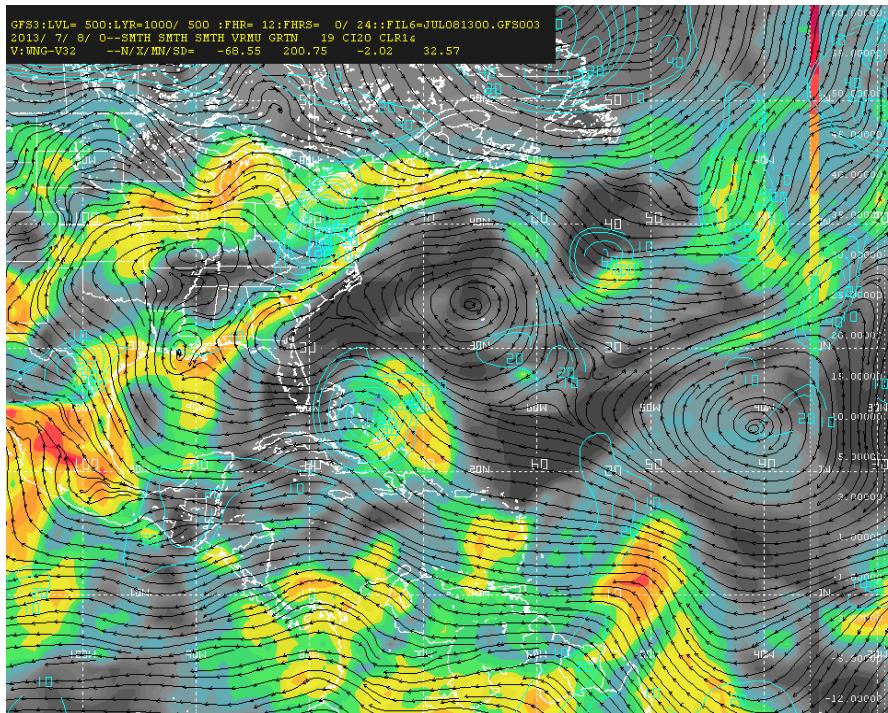
Web: <https://www.wpc.ncep.noaa.gov/international/gdi/>

Que detecta el GDI?



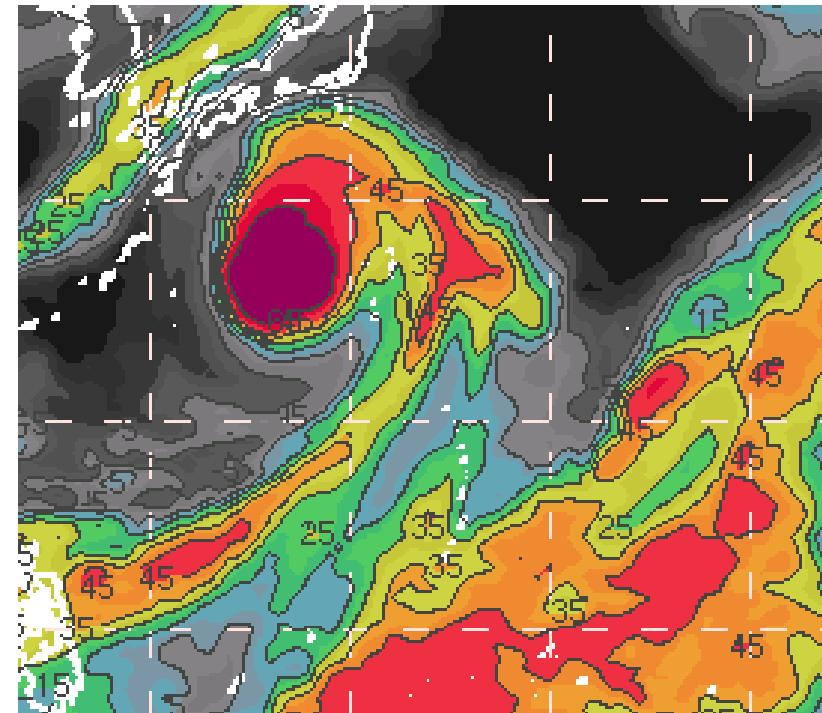
Excelente para seguir ondas tropicales en los Alisios y para evaluar la estructura convectiva de ciclones tropicales bien establecidos

Seguimiento de Ondas



GFS GDI y Flujo promedio 850-700 hPa
8-10 de julio de 2013

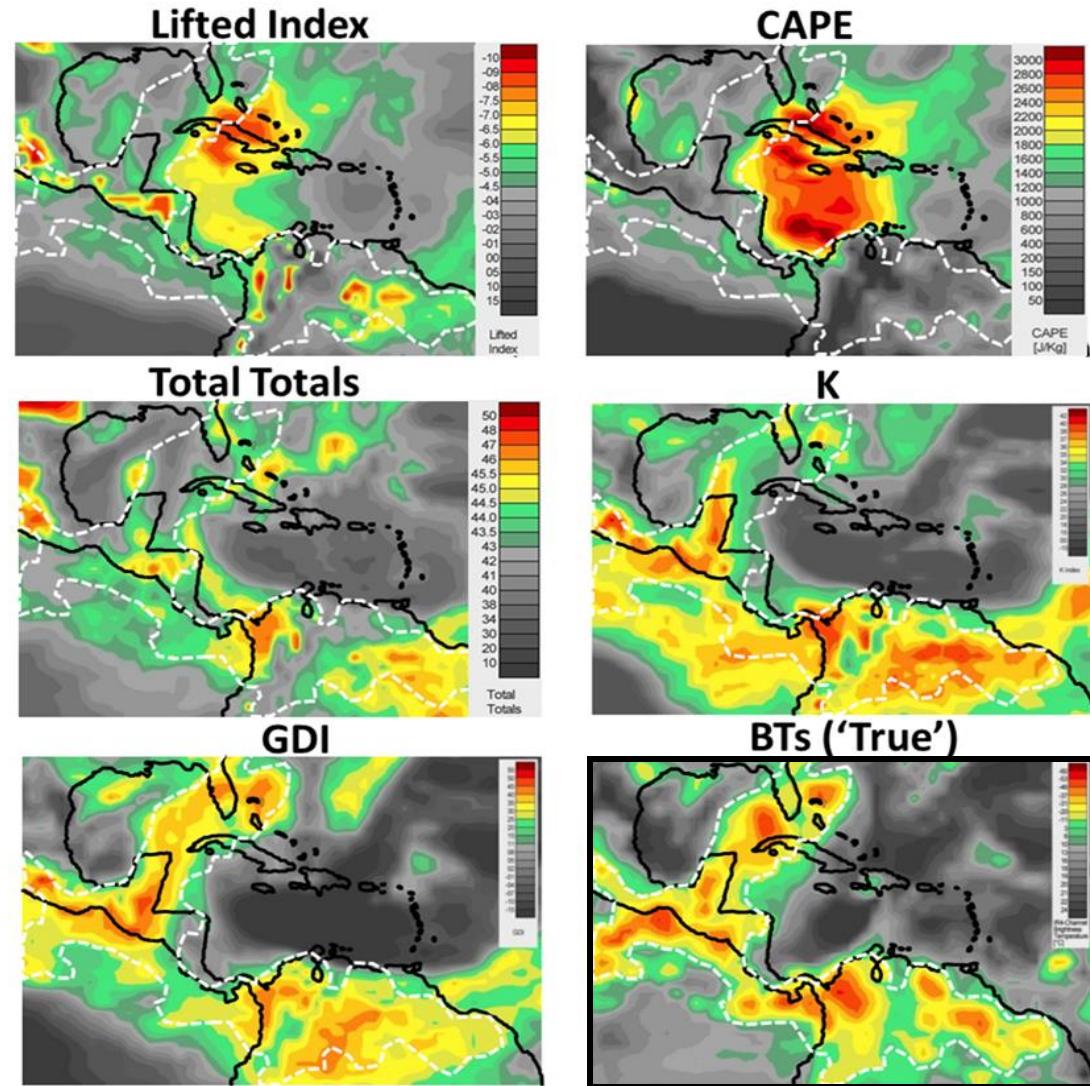
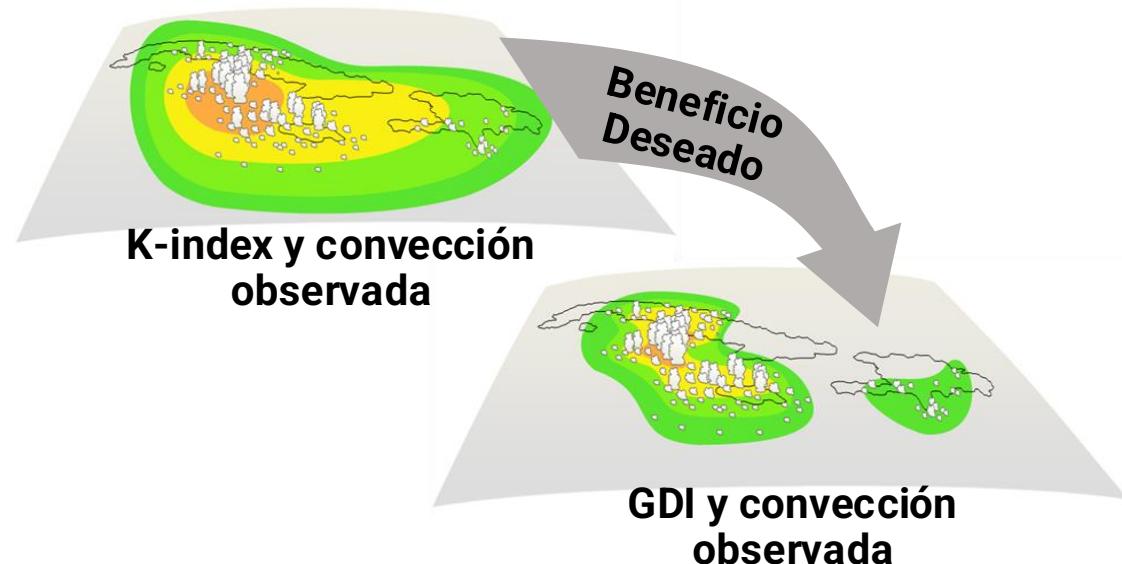
Estructura Convectiva de Ciclones Tropicales



GFS GDI: Ciclón Tropical Mindulle y
banda de alimentación
30 de setiembre de 2021, 00 UTC

¿Por qué se desarrolló?

- El 2013, no existía un índice de Estabilidad que pudiera detectar apropiadamente ambientes favorables para el desarrollo de convección tropical.
- El Indice K-index (George, 1960) era la mejor herramienta. Aún así, tendía a sobreestimar el área convectiva.



12-hr averages of five stability indices versus 12-hr averages of GOES-13 IR4 brightness temperature (BT). Period: 16 Aug 2013, 00-12 UTC. BT is used to represent regions with the coldest and/or highest frequency of cold cloud tops, or with the strongest and/or most frequent deep convection. The GDI is the index that matches BT the most.

Procesos que considera el GDI

1) Flotabilidad en la columna (Column Buoyancy, CB)

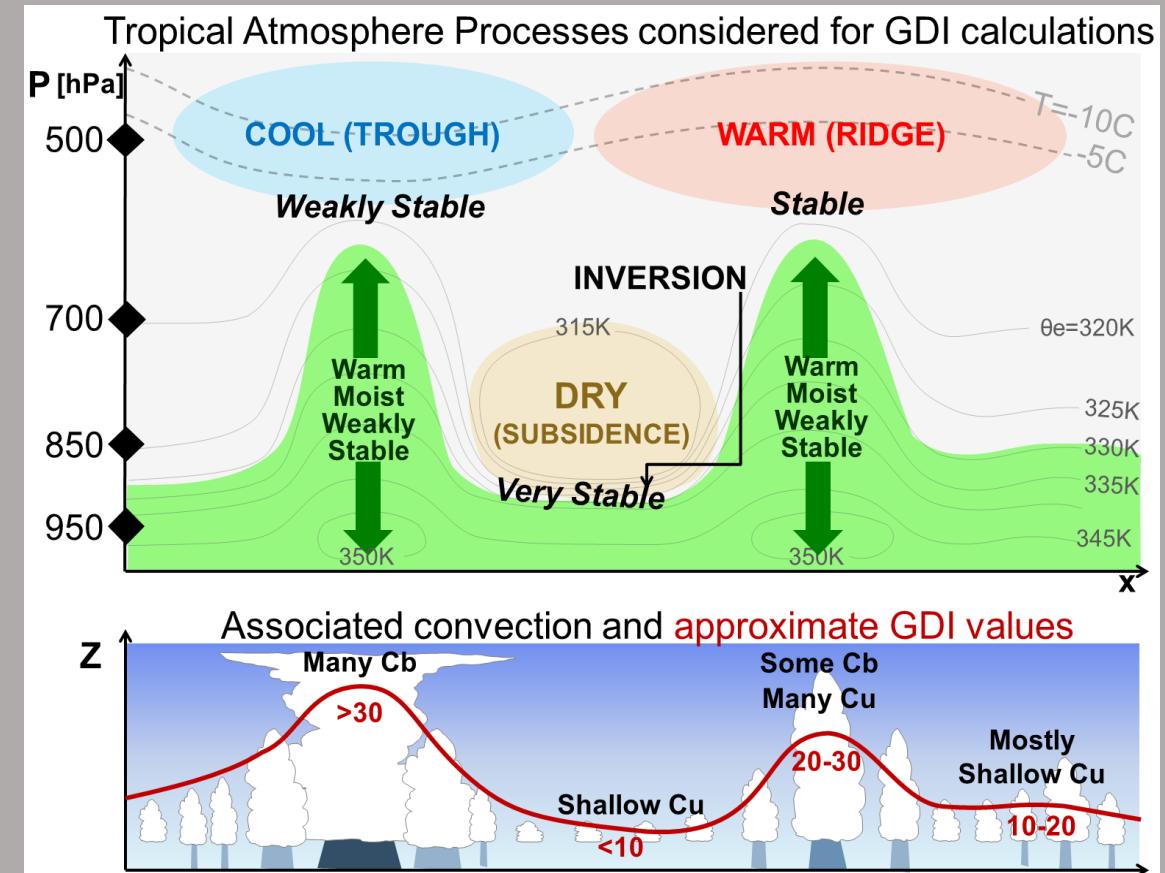
Disponibilidad de calor y humedad entre 900 y 500 hPa.

2) Estabilización por temperaturas altas en nivel medio (Mid-level Warming, MW)

3) Impactos de secamiento y estabilización de inversiones termales (Inversion Impacts, II):

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$\text{GDI} = \text{CB}_{\geq 0} + \text{MW}_{\leq 0} + \text{II}_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$



1) Column Buoyancy Impacts (CB) Impacto de Flotabilidad

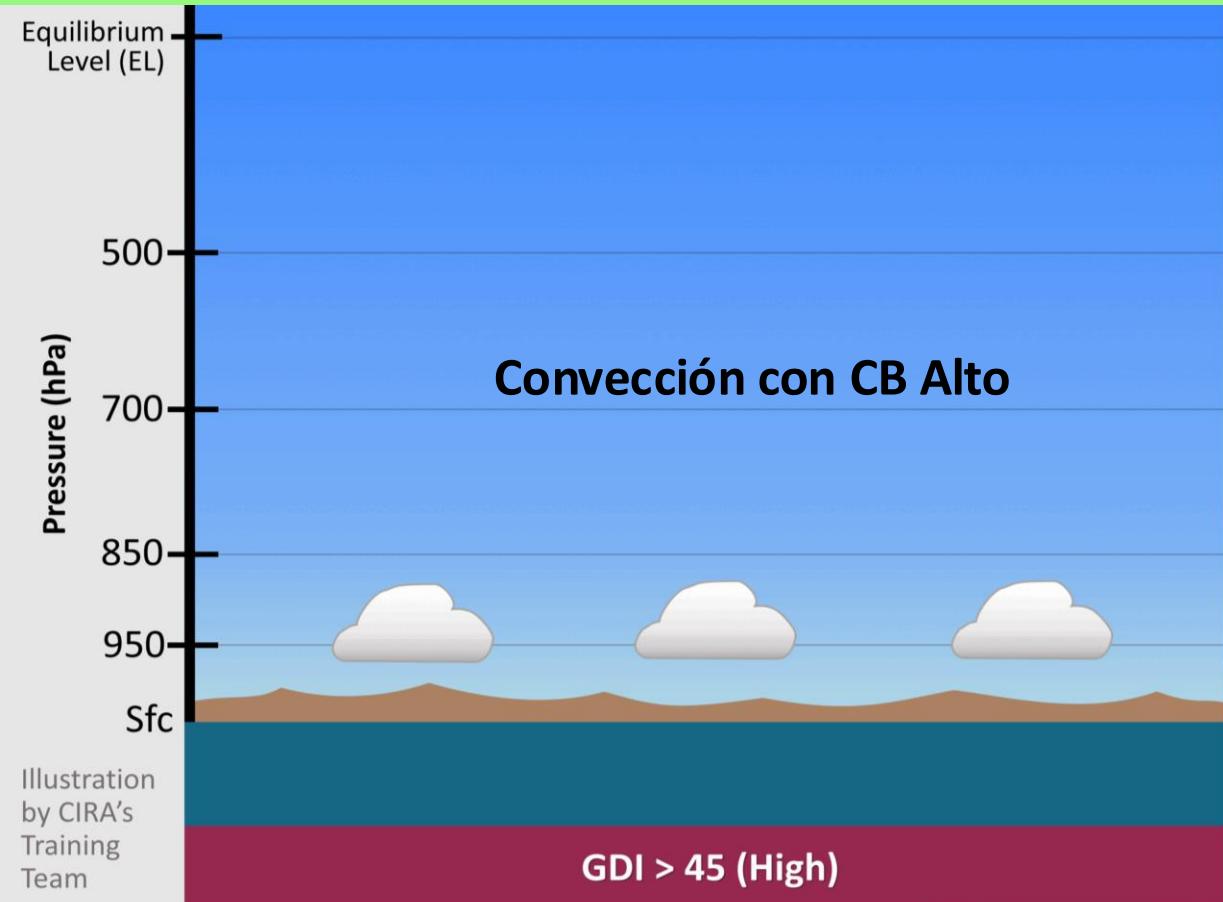
- Cantidad de calor, humedad y flotabilidad (buoyancy) en la columna.
- “Combustible” del GDI.
- Calculado con θ_e de 950 y 500 hPa.

- Único factor con valores positivos.
- **CB Alto (CBI>45)** describe columnas de aire cálidas, húmedas y ligeras, capaces de albergar convección profunda y lluvias intensas.

Cuando θ_e es alto en 950 y 500 hPa. Assume θ_e alto en 850 y 700 hPa. De no ser el caso, el factor de la inversión (II) se encarga de ello.

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$GDI = CB_{\geq 0} + MW_{\leq 0} + II_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$



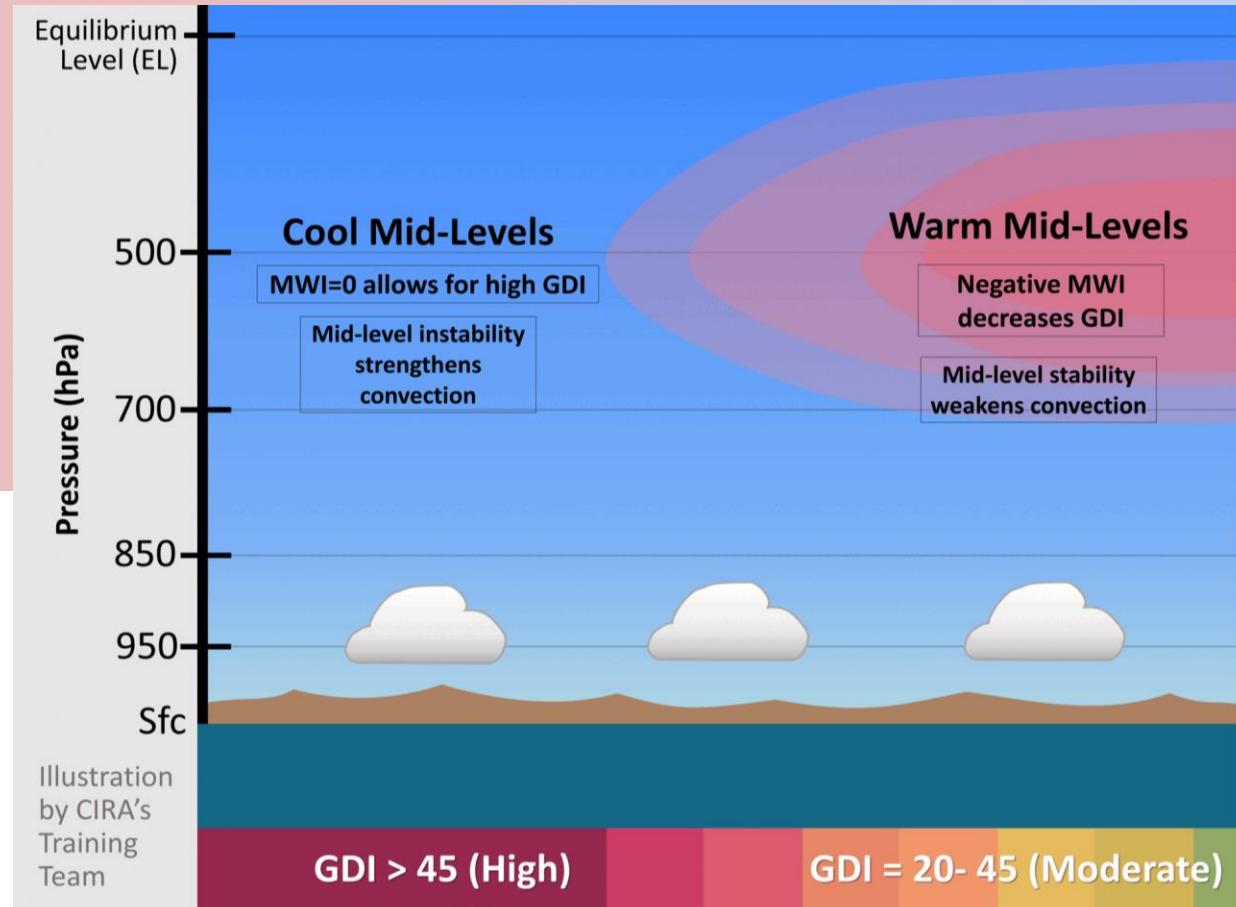
2) Mid-level Warming Impacts (MW)

Impacto de calentamiento en nivel medio

- Impactos estabilizantes de aire cálido en la tropósfera media.
- Esto limita el crecimiento, intensidad y cobertura de la convección; y el potencial de lluvias intensas.
- Calculado con temperaturas de 500 hPa.
- MW solo puede ser cero o negativo.
- Impacto en el GDI: Mientras más cálida la tropósfera media, MW se vuelve más negativo. Esto disminuye el GDI. Implica que la convección no debería ser tan intensa y generalizada.

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$\text{GDI} = \text{CB}_{\geq 0} + \text{MW}_{\leq 0} + \text{II}_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$



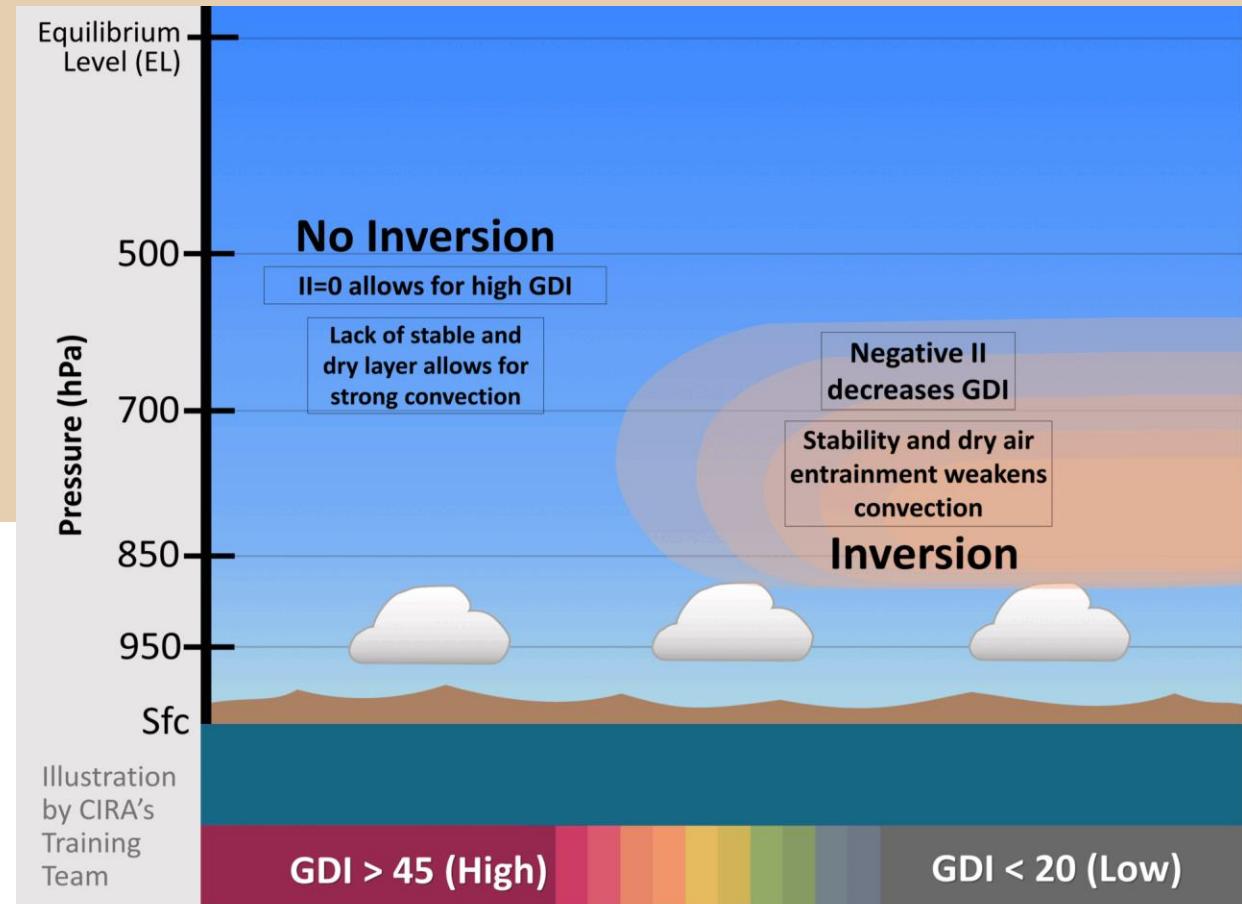
3) Inversion Impacts (II)

Impacto de inversiones

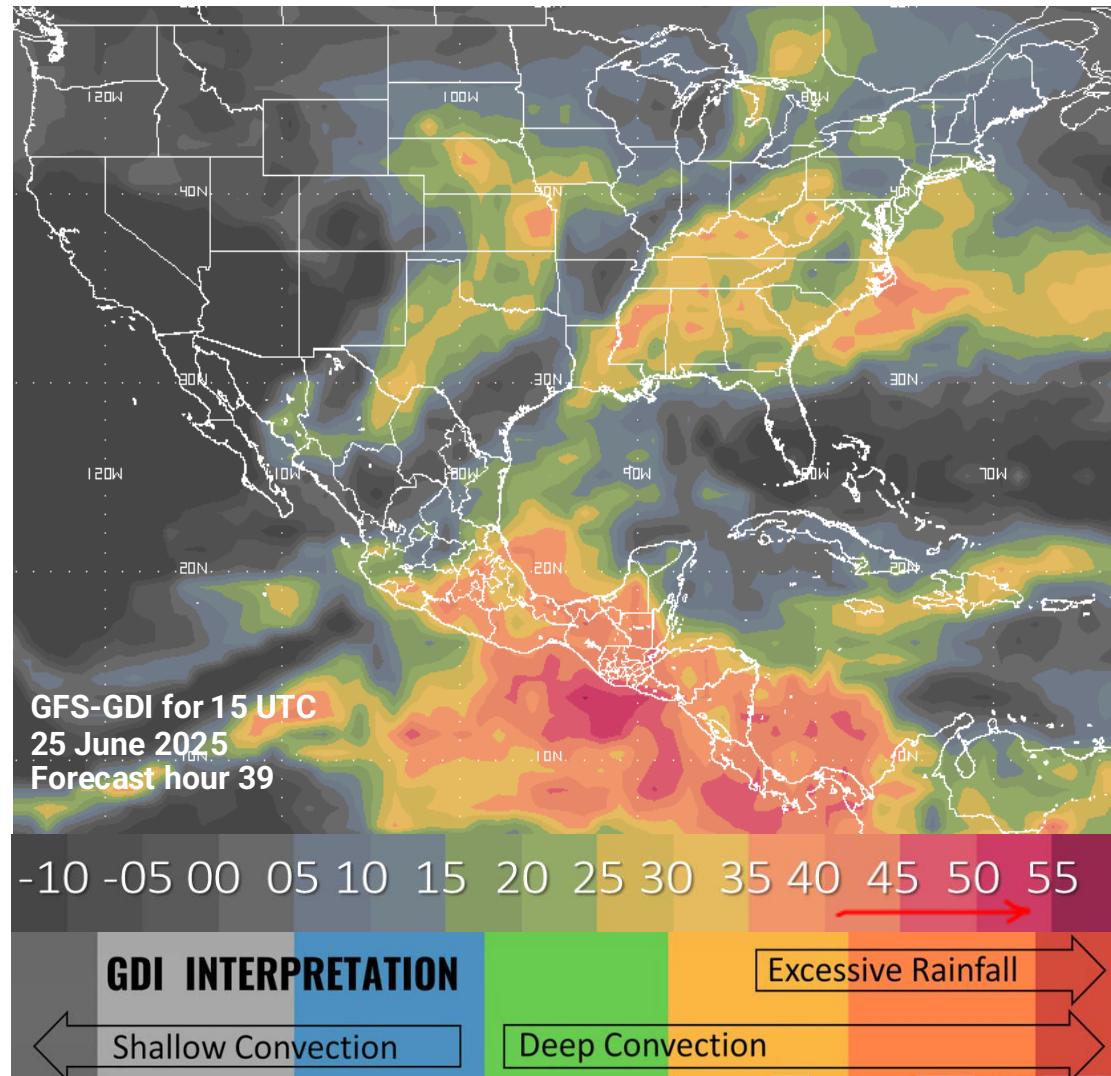
- Describe los impactos de estabilización e ingreso de aire seco a la convección (dry air entrainment) cuando nubes intentan crecer a través de la inversión.
- Evalúa diferencias termales entre 950-700 hPa para estabilidad; y diferencias de θ_e entre 950 y la capa 850-700 hPa para ingreso de aire seco.
- II solo puede ser cero o negativo.
- Impacto en el GDI: Mientras más estable la inversión y/o seco el aire sobre ella, se torna más negativo. Esto disminuye mucho el GDI, a veces llevándolo a valores de convección llana e incluso negativos (muy poca lluvia).

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$GDI = CB \geq 0 + MW \leq 0 + II \leq 0 + \text{Corrección Orográfica} \leq 0$$



Interpretación de valores del GDI

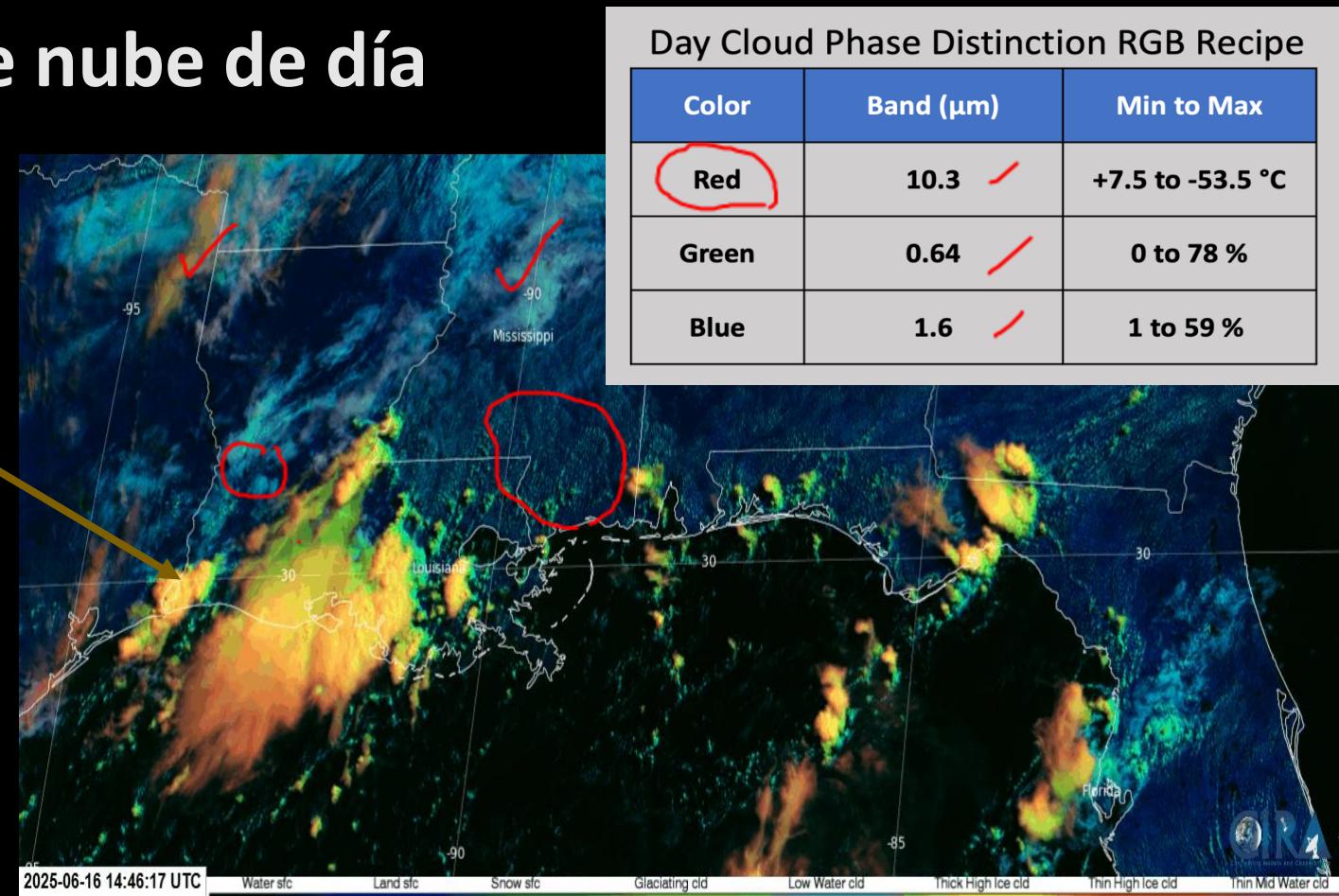


- Usamos una escala de valores y colores genérica. Notar que la interpretación es sensible a ciclos diurnos y estacionales; el clima local y a la dinámica atmosférica.
- GDI<15 suele indicar convección llana y un potencial muy bajo de lluvia importante.
- GDI>35 suele indicar un potencial de convección profunda y potencial en incremento de lluvias intensas.
- GDI>50, indica que el potencial de lluvias intensas es importante.

Verificación con productos satelitales

RGB de distinción de fase de nube de día

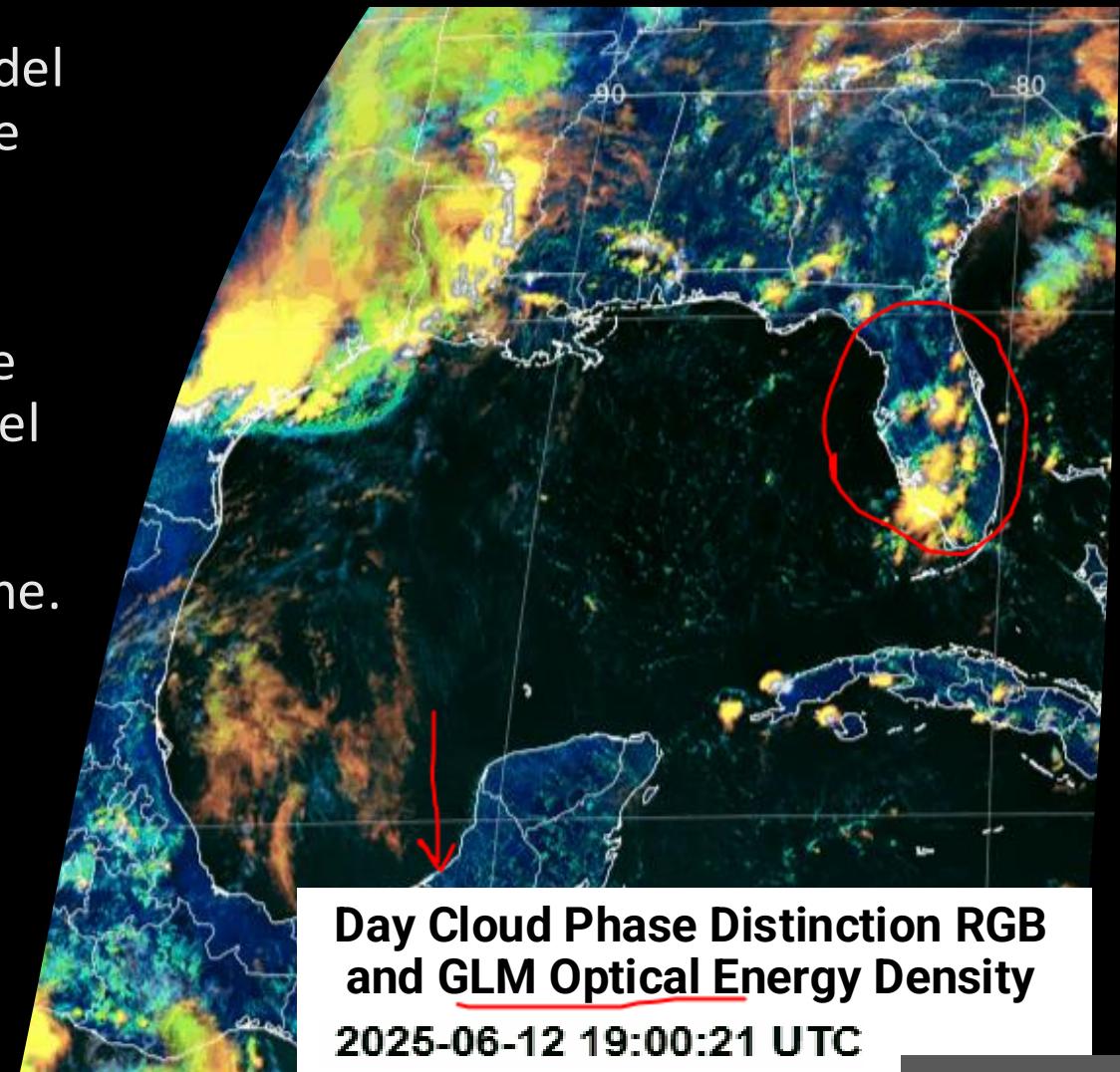
- Detecta nubes líquidas (celeste/verde) vs nubes con hielo (amarillo/rojo).
- La convección profunda aparece como estructuras amarillas ovales, que crecen con el tiempo.
- Yellow = nubes de hielo gruesas. Cuando nubes convectivas crecen verticalmente y llegan a temperaturas bajo el punto de congelación, desarrollan hielo y aparecen amarillas en este RGB.
- Por ello, este RGB es excelente para evaluar “iniciación convectiva”.



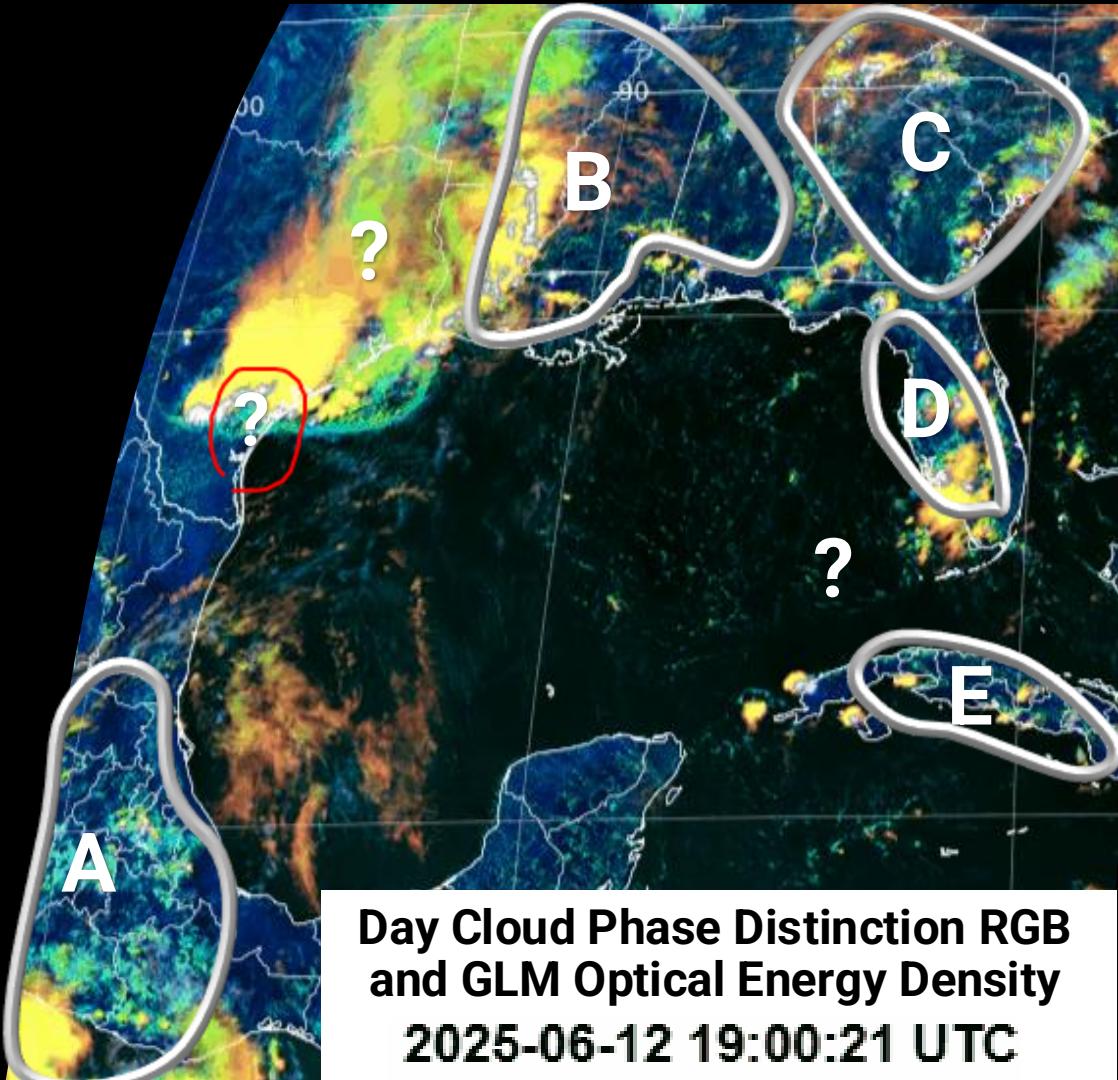
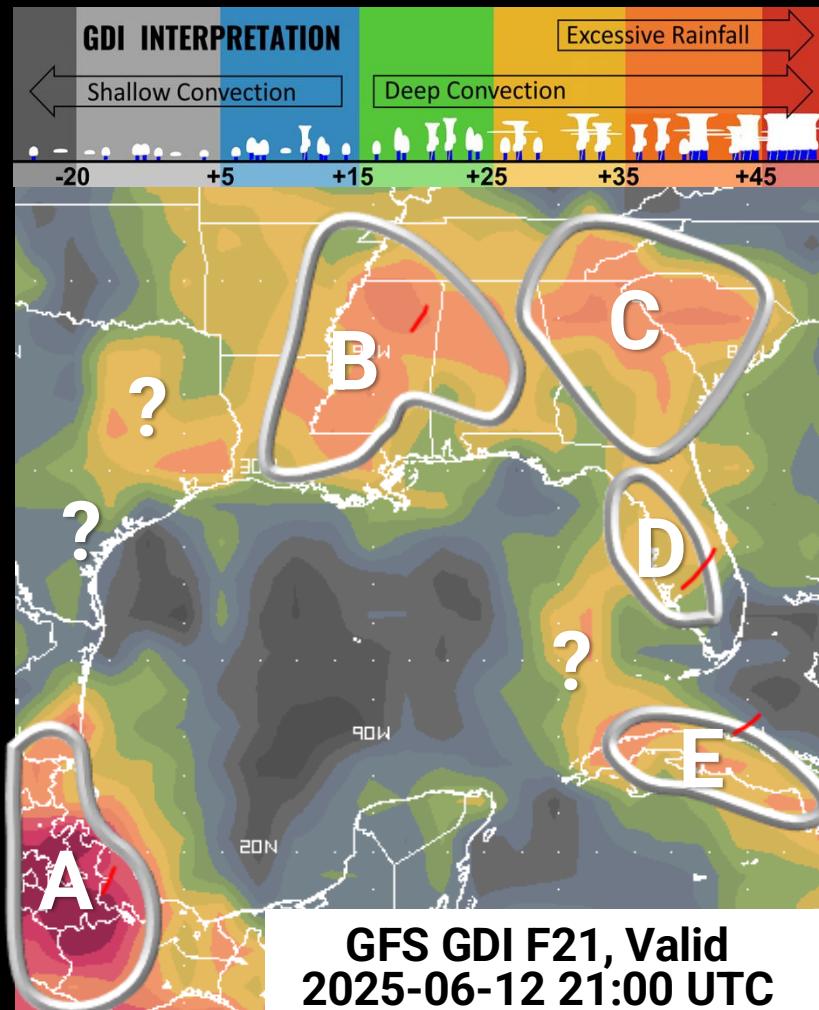
RGB de distinción de fase de nube de día durante la noche

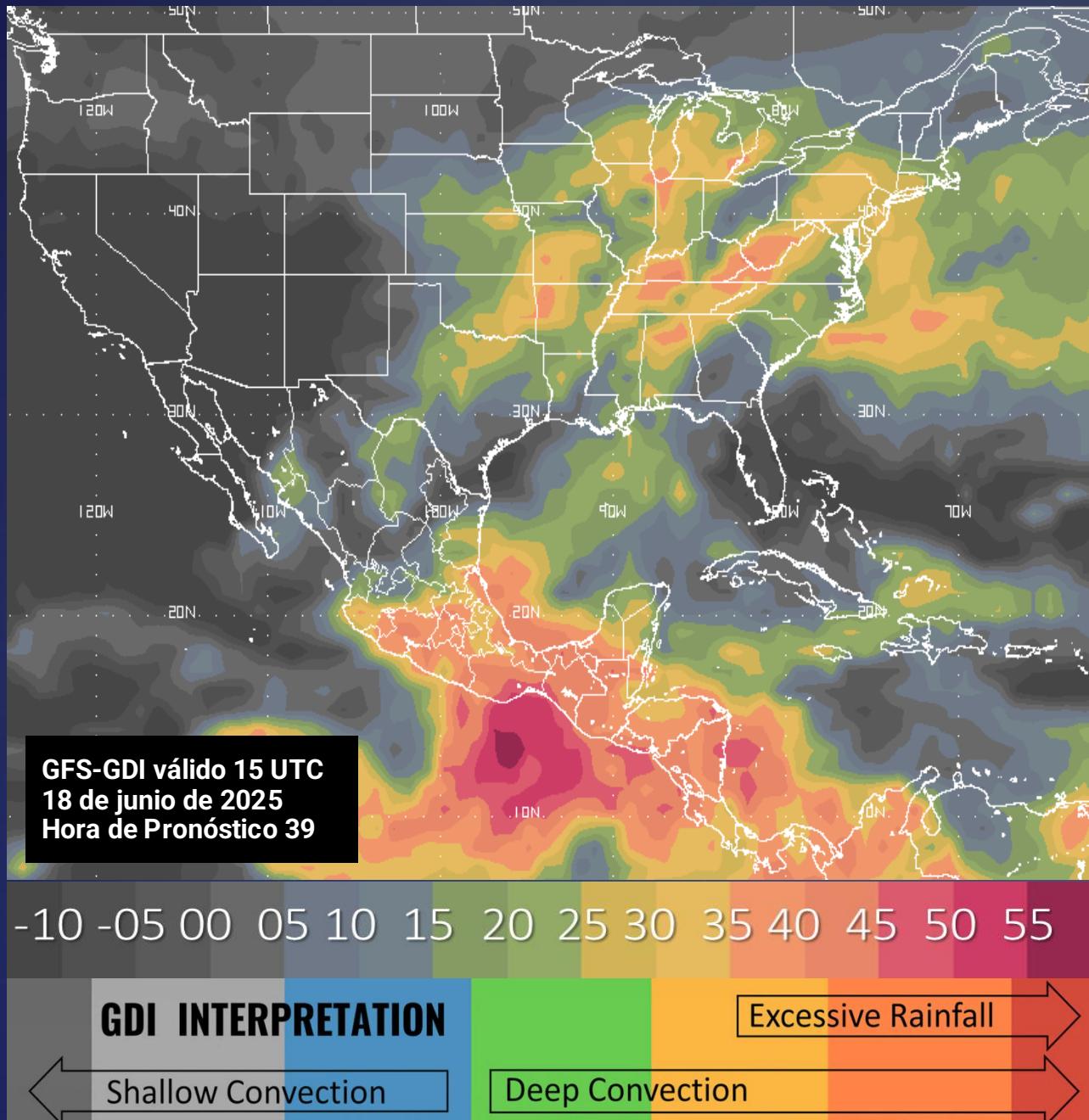
- Según llega la noche, las componentes verde y azul del RGB desaparecen. Esto se debe a que dependen de bandas reflectivas (las bandas 0.64um y 1.6um dependen de la reflexión de la radiación solar).
- El componente rojo del RGB, sin embargo, contiene la banda de 10.3um (infrarroja), que no depende del brillo solar y genera datos las 24 horas.
- Por ello, los topes fríos se ven rojos durante la noche.

Day Cloud Phase Distinction RGB Recipe		
Color	Band (μm)	Min to Max
Red	10.3	+7.5 to -53.5 °C
Green	0.64	0 to 78 %
Blue	1.6	1 to 59 %

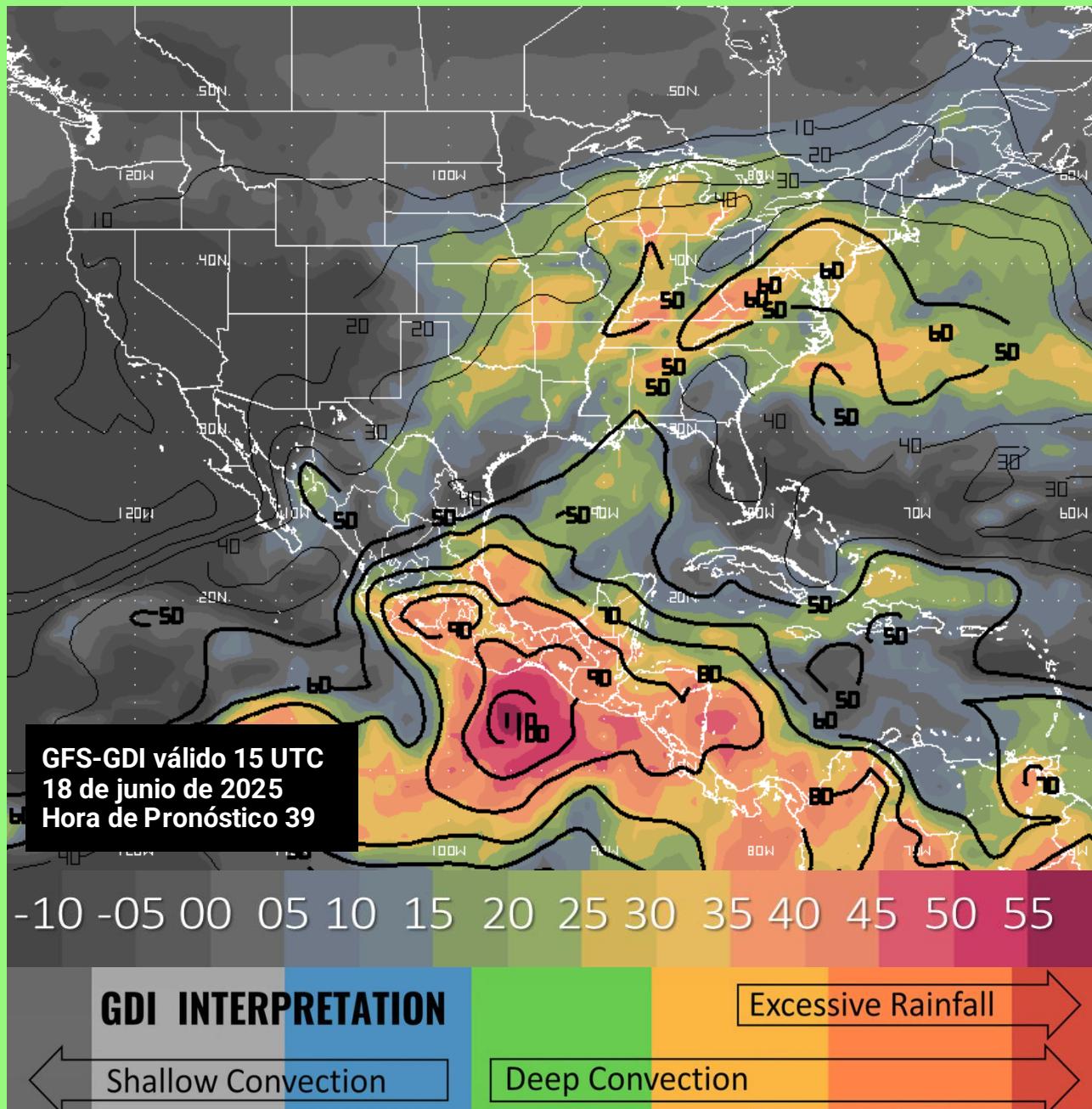


Que tal le fue al GDI con las regiones de convección profunda que se desarrollaron?





Pausemos para ver
si el GDI representa
lo que podemos ver
en la imagen actual



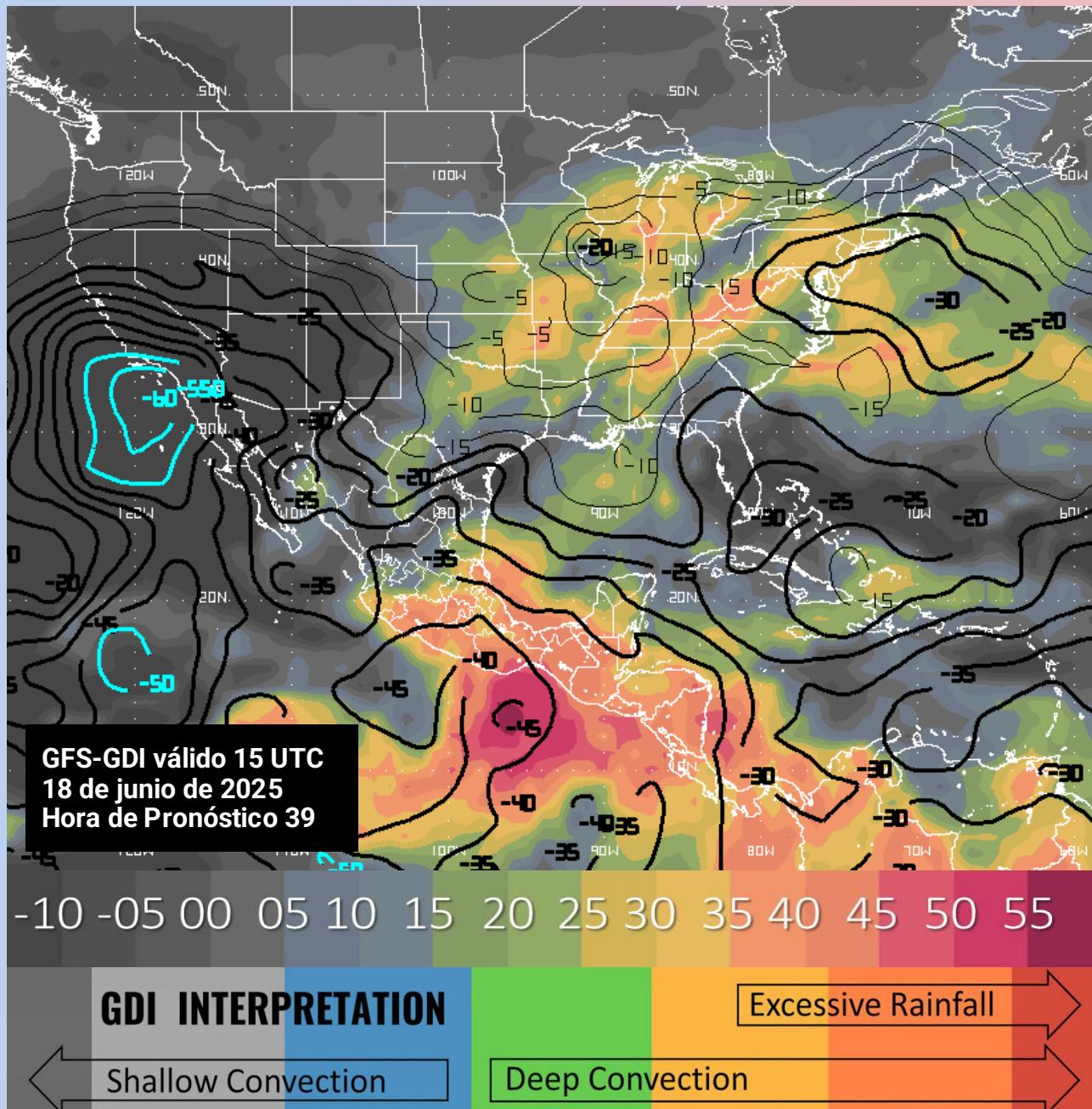
CB

Factor de Flotabilidad

- Describe el contenido de calor y humedad disponible en la columna.
- Valores mayores con el huracán Erick, llegan a 120!
- Valores altos en el este de USA.

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$GDI = CB_{\geq 0} + MW_{\leq 0} + II_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$



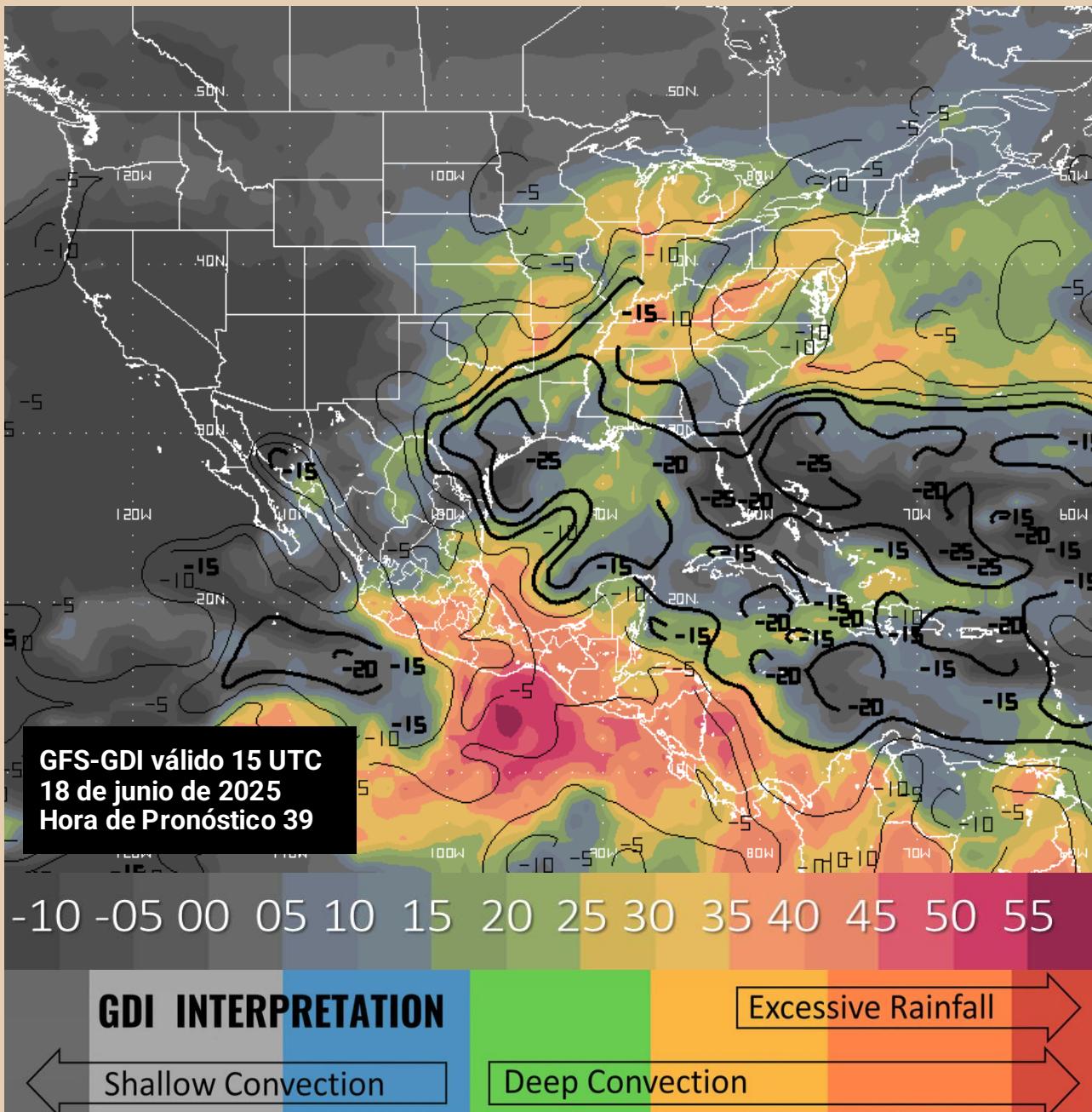
MW

Factor de calentamiento en nivel medio

- Describe limitantes en convección por masas estables en nivel medio debido a aire cálido en 500 hPa.
 - Más negativo en el trópico profundo y bajo dorsales de altura (California, frente a la costa este de USA).

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

$$\text{GDI} = \text{CB}_{\geq 0} + \text{MW}_{\leq 0} + \text{II}_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$



II

Factor de la inversión

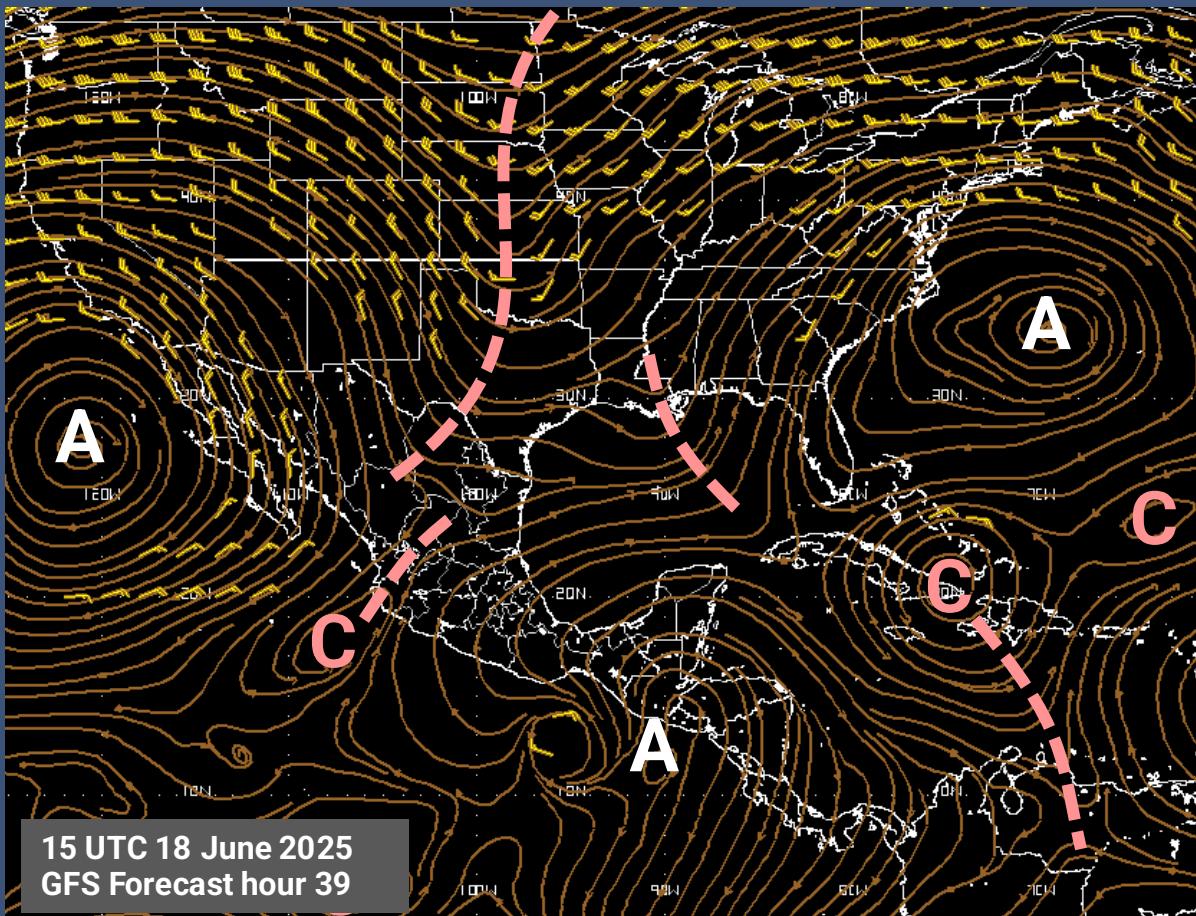
- Responsable de GDI bajo en Florida, Bahamas, sur de Texas y en el este y centro del Caribe.

Cálculo del GDI: Suma algebraica de tres procesos

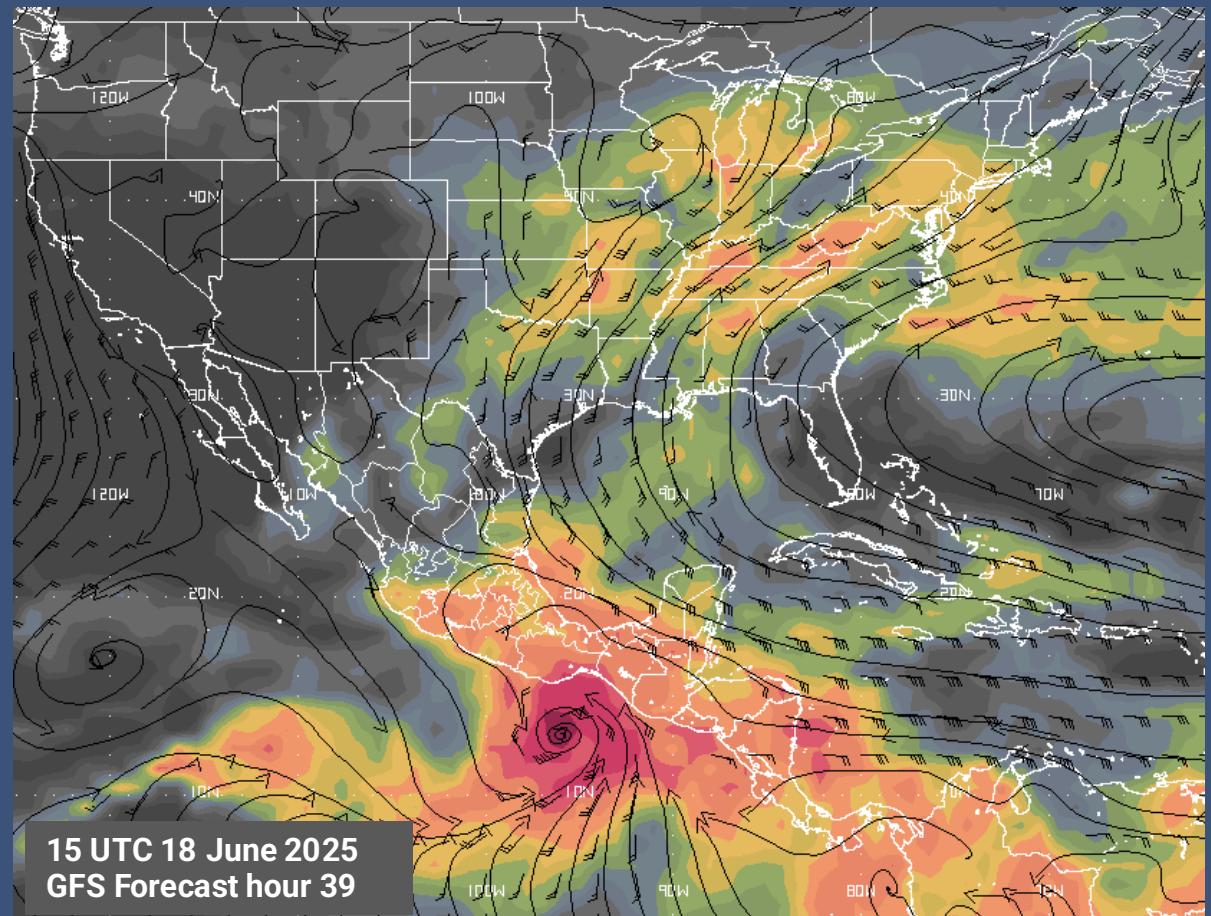
$$\text{GDI} = \text{CB}_{\geq 0} + \text{MW}_{\leq 0} + \text{II}_{\leq 0} + \text{Corrección Orográfica}_{\leq 0}$$

Analicemos las
condiciones actuales

Flujo de Altura vs GDI + Flujo de nivel bajo

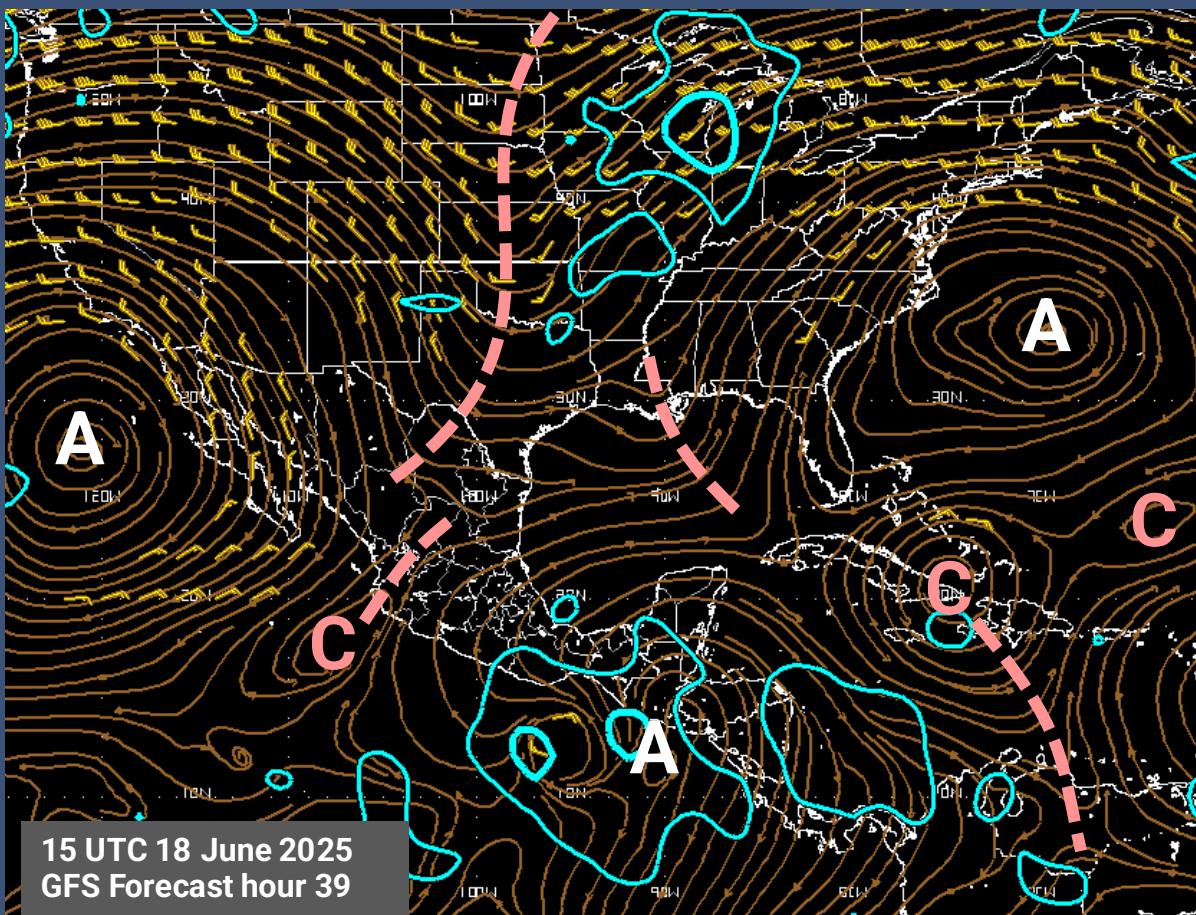


Vientos promediados en 400-200 hPa en kt

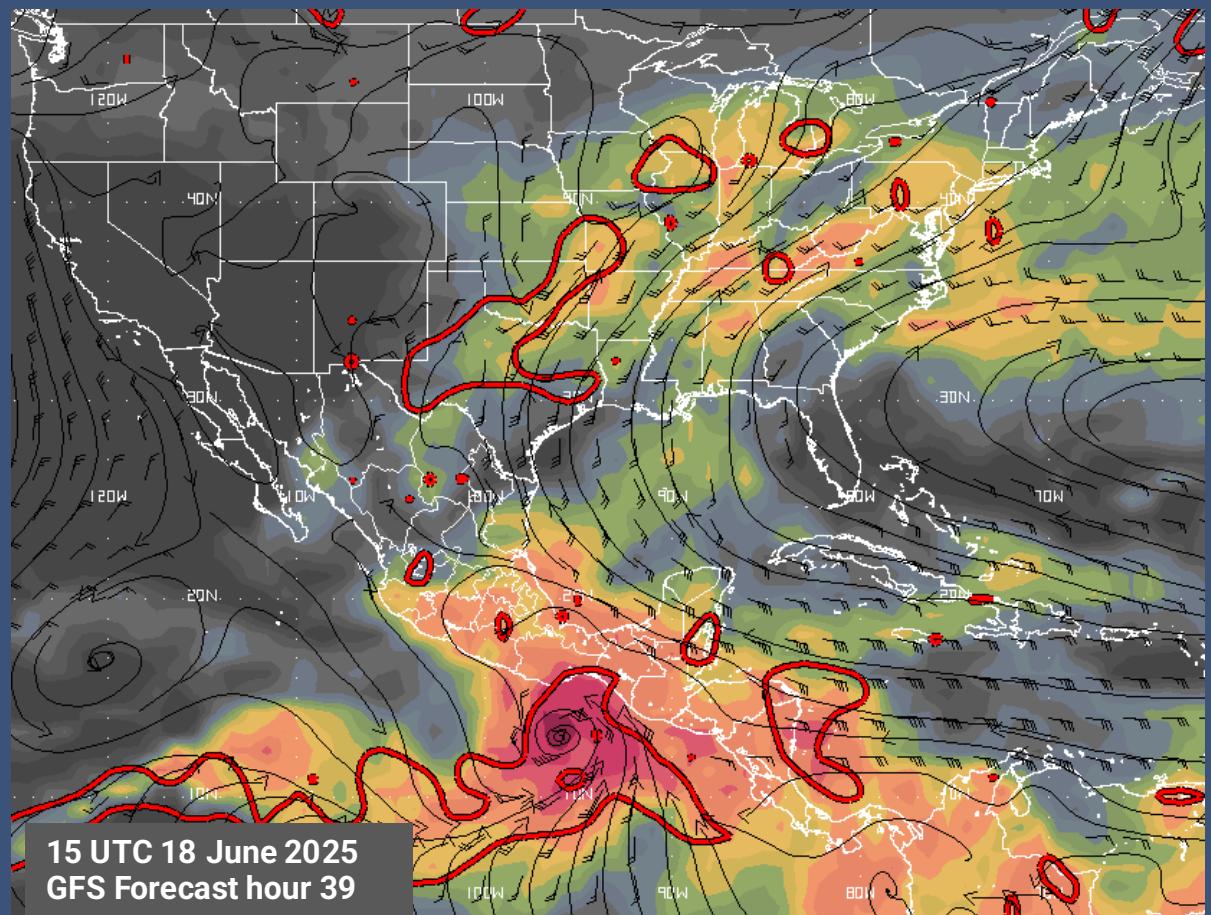


GDI y vientos promediados en 1000-850 hPa en kt (negro)

Flujo de Altura vs GDI + Flujo de nivel bajo



Vientos promediados en 400-200 hPa en kt
Divergencia resaltada en capa 300-200 hPa (cyan)



GDI y vientos promediados en 1000-850 hPa en kt (negro)
Convergencia del flujo de humedad resaltada en
capa 300-200 hPa (rojo)

Resumen

- El GDI ayuda a ganar confianza para pronosticar convección de características tropicales.
- Funciona en latitudes medias durante la temporada cálida, cuando existen masas húmedas y cálidas presentes.
- Su aplicación se maximiza si se usa en combinación con un análisis de la dinámica y con herramientas diagnósticas satelitales.

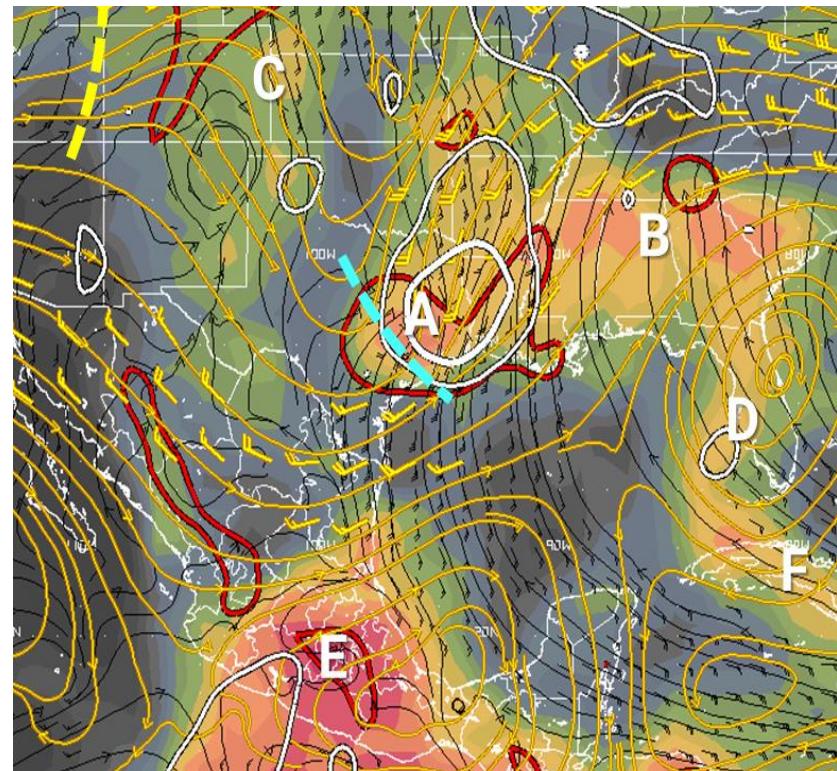
Gracias!

Additional Slides

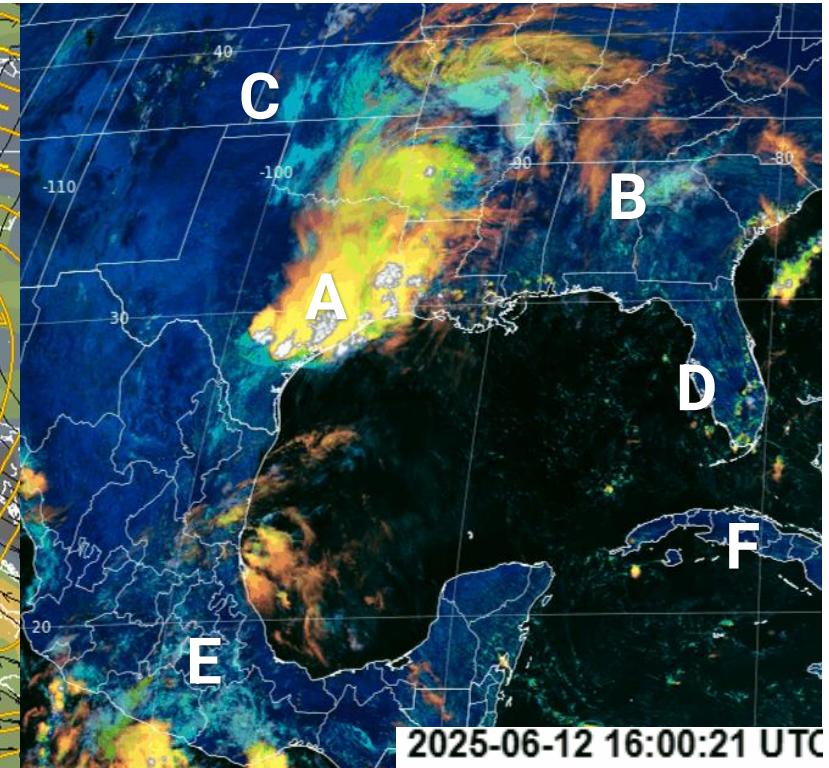
Importance of considering the dynamics and moisture products

Why considering dynamics when using the GDI as a forecasting tool?

- Because the GDI does not consider winds, so it does not assess triggering mechanisms.
- An analysis of the dynamics suggests the location of atmospheric motions that could trigger convection and stimulate the use of GDI (point A), or those that could favor descent and limit the ability of parcels to use GDI to create convection (point C).
- The diurnal cycle also matters. In points B, E and F, convection is only starting.



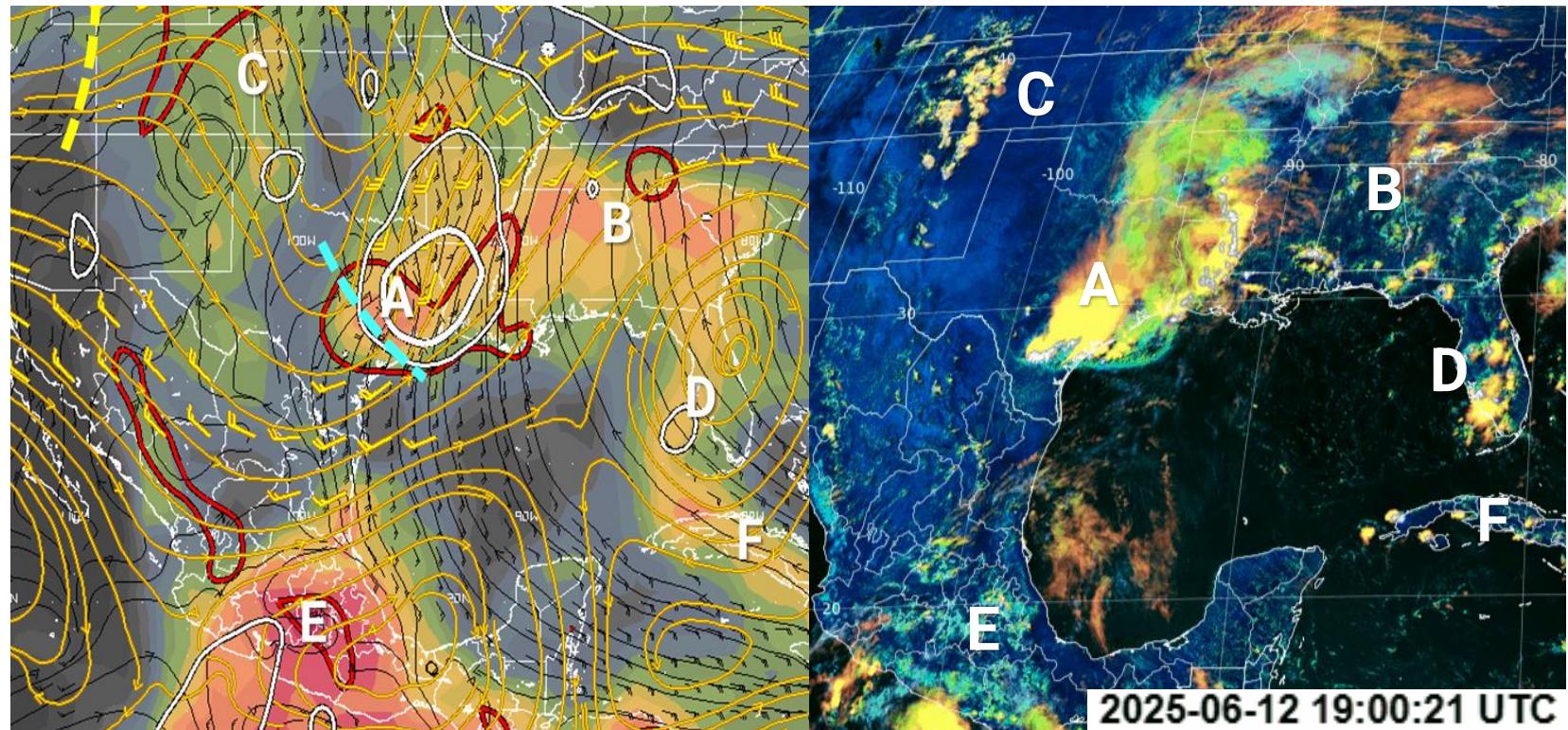
Galvez-Davison Index (GDI)
Including 1000-850 hPa averaged winds in kt (black),
400-200 hPa averaged winds in kt (yellow), 1000-
850 hPa moisture convergence > (red contours) and
300-200 hPa upper divergence (white contours)



Day Cloud Phase Distinction RGB

Why considering dynamics when using the GDI as a forecasting tool?

- Because the GDI does not consider winds, so it does not assess triggering mechanisms.
- An analysis of the dynamics suggests the location of atmospheric motions that could trigger convection and stimulate the use of GDI (point A), or those that could favor descent and limit the ability of parcels to use GDI to create convection (point C).
- The diurnal cycle also matters. In points B, E and F, convection is only starting.

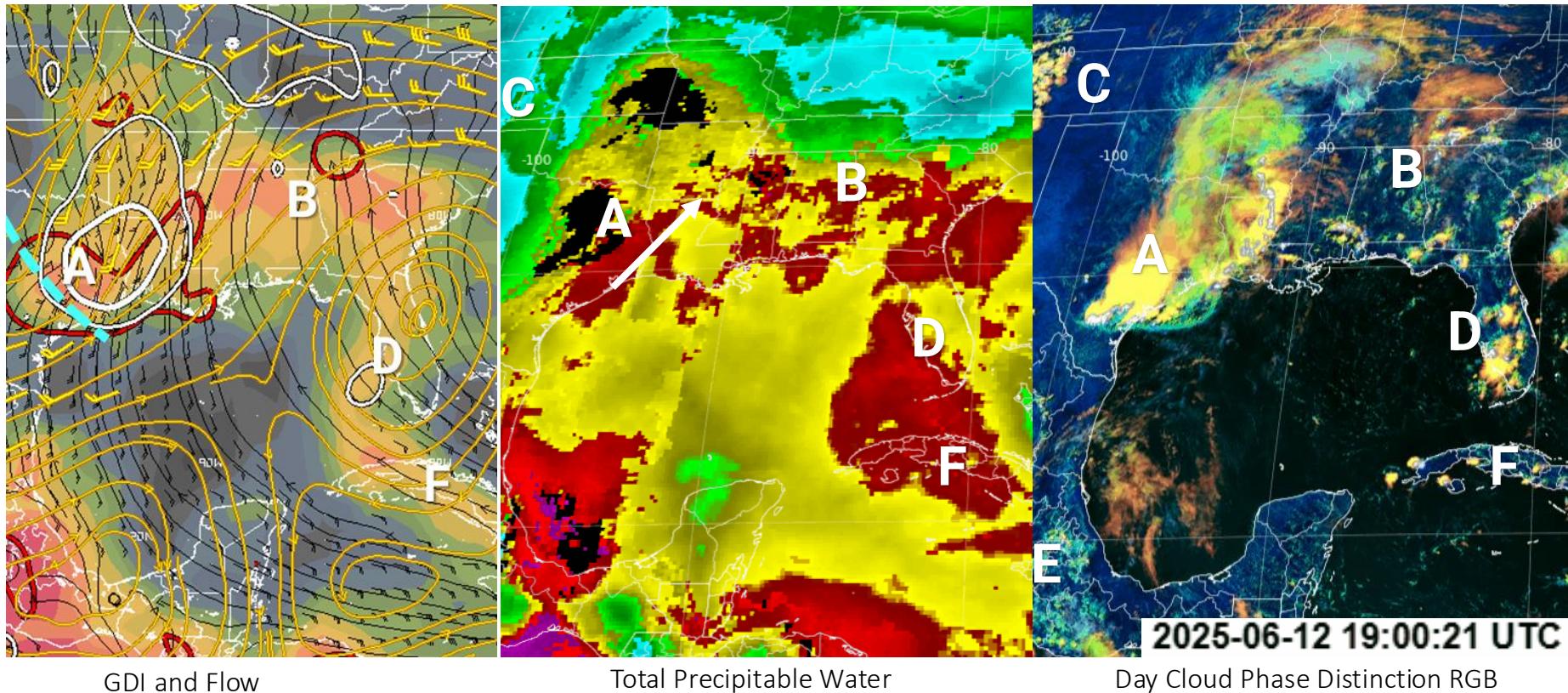


Galvez-Davison Index (GDI)
Including 1000-850 hPa averaged winds in kt (black),
400-200 hPa averaged winds in kt (yellow), 1000-
850 hPa moisture convergence > (red contours) and
300-200 hPa upper divergence (white contours)

Day Cloud Phase Distinction RGB

Precipitable Water Products

- The arrival of a plume of high precipitable water values can enhance the ability of the atmosphere to generate convection and use GDI.
- Low-level moist plumes are particularly important, so the ALPW SFC-850 hPa product is important.



The Galvez-Davison Index (GDI)

This special session on the Galvez-Davison Index (GDI) will explore the science behind its calculation and demonstrate its application in forecasting various types of convection and rainfall occurring during the session. The session will emphasize the importance of integrating complementary tools into the analysis, to provide a more comprehensive understanding of atmospheric conditions and their response to GDI values. Particular attention will be given to the use of satellite-based diagnostics for assessing moisture availability, and numerical model guidance to assess atmospheric dynamics.