

Características de la precipitación convectiva extrema en regiones ecuatoriales de América, África y océanos circundantes con el uso radares de meteorológicos

Manuel D. Zuluaga

K. L. Rasmussen, M. Chaplin, A. Gingrey, and R. A. Houze Jr.

University of Washington

Seminario en la Maestría en Ingeniería Urbana

Universidad de Medellín

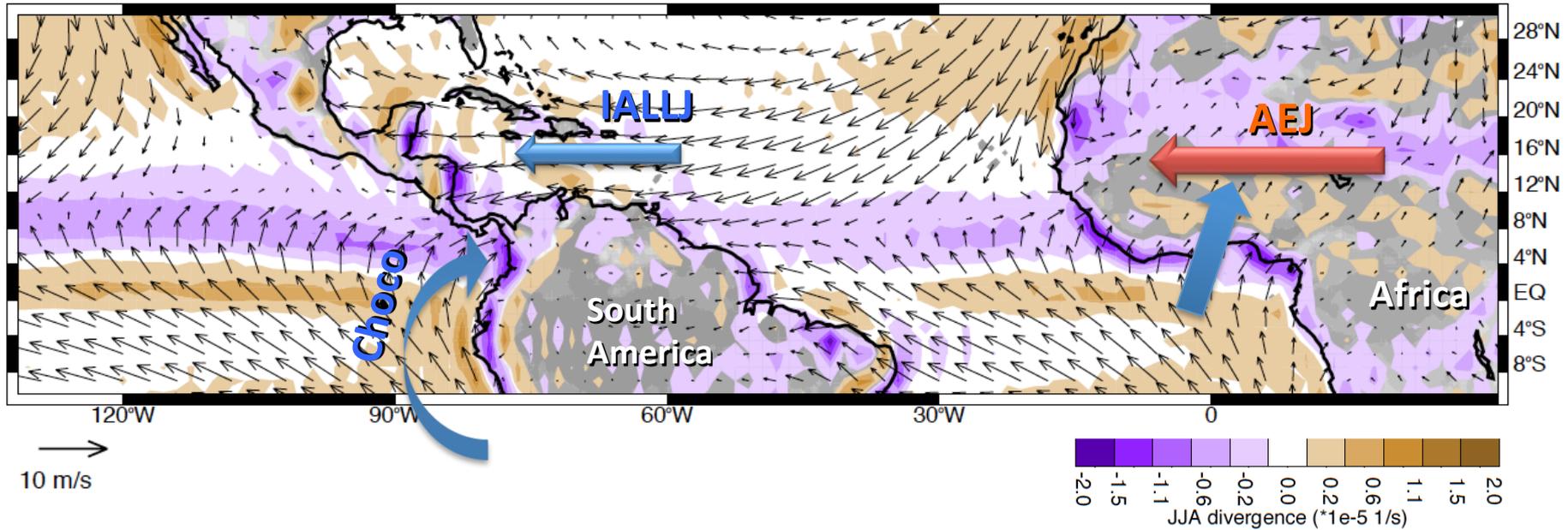
Mayo 29, 2014

Sumario

- Introducción
- Identificación de eventos extremos
- Distribución espacial
- Condiciones ambientales
- Ciclo diurno
- Contribución a la climatología de la precipitación
- Conclusiones

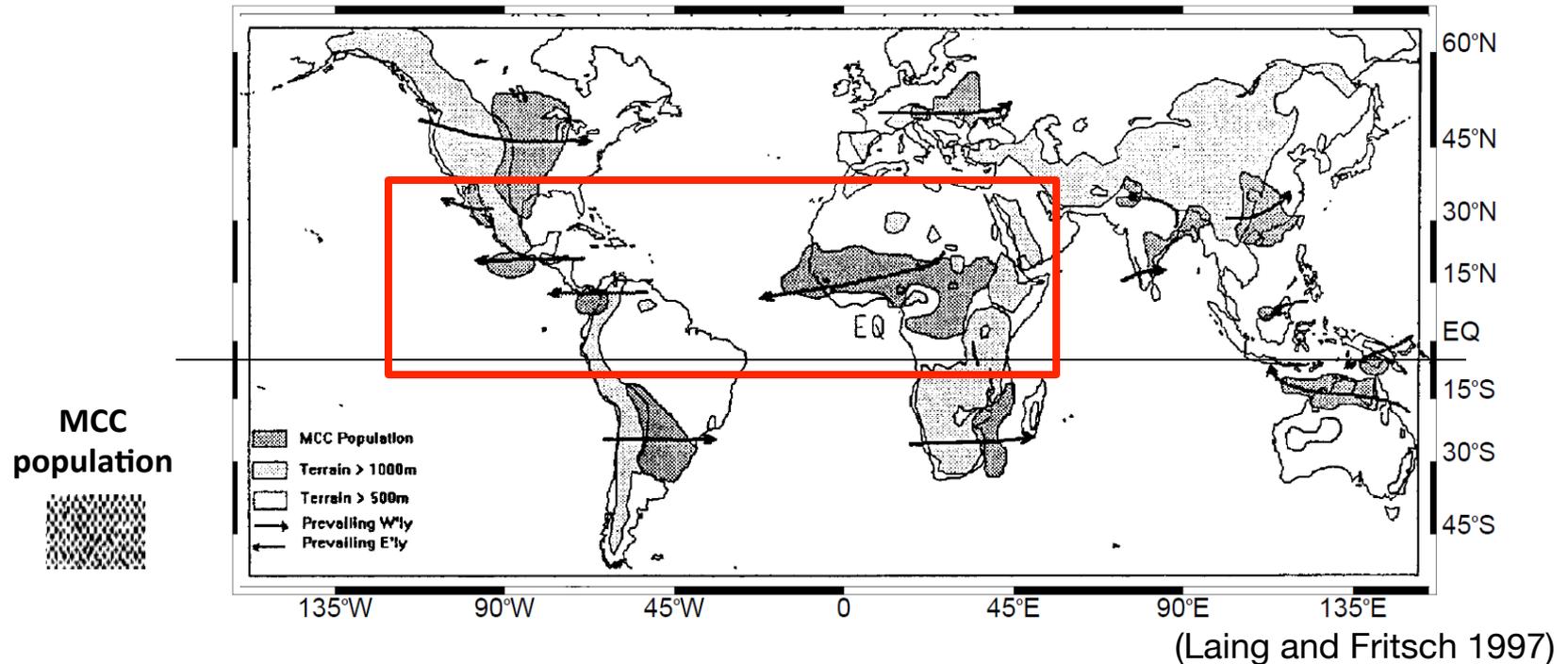
Climatología de vientos y divergencia durante JJA

Surface - ERA Interim



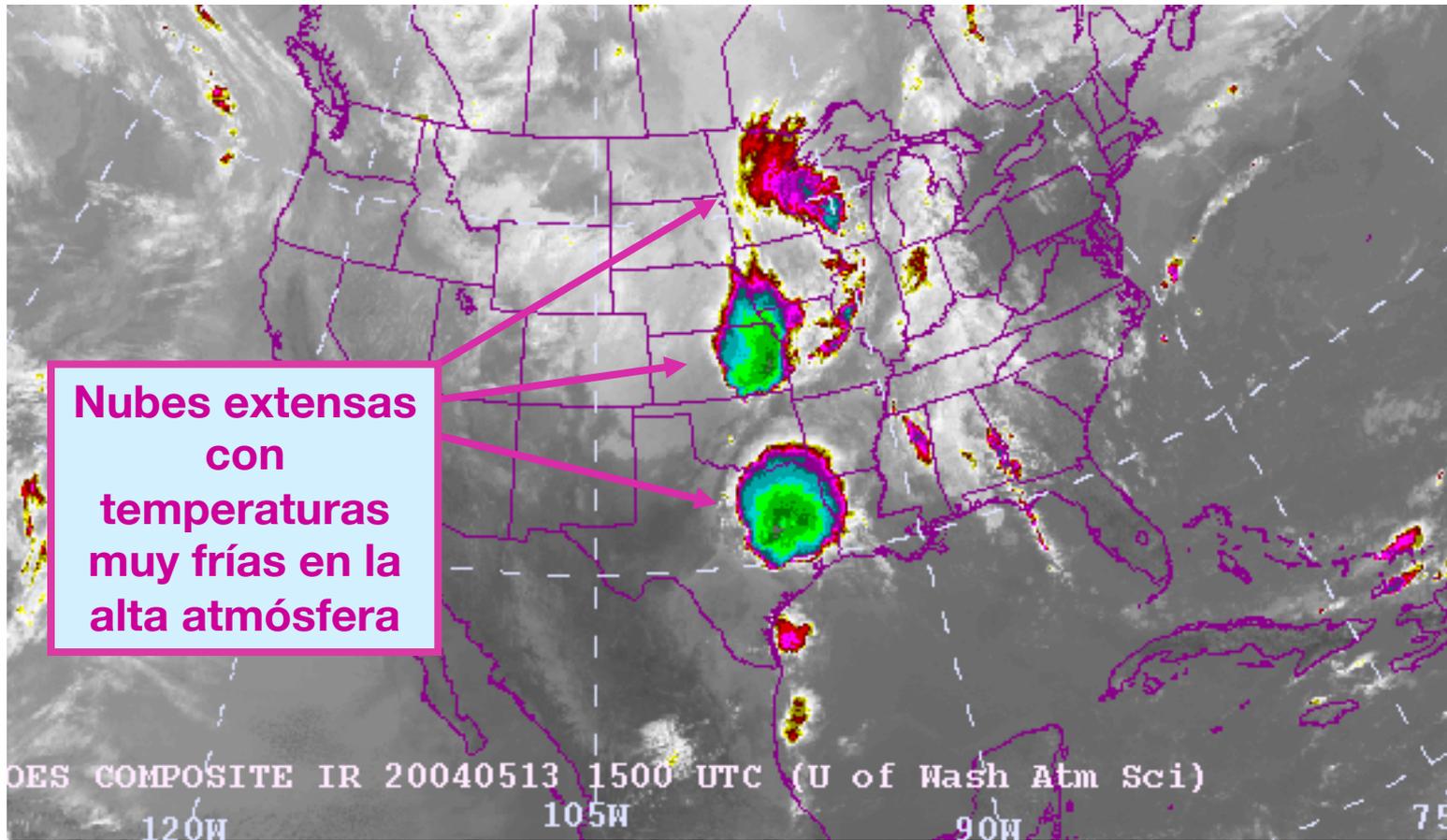
- Región donde la ZCIT **intersecta** los continentes de América y África
- La convección extrema se ve afectada por **convergencia local**: Jet de África Este (AEJ), Jet de bajo nivel de Intra-Américas (IALLJ), y el jet de bajo nivel del Chocó. Flujos de Monzón

Localización de eventos extremos asociados con Sistemas Convectivos de Mesoescala



- Zonas tropicales de América y África poseen **regiones favorables** para la existencia de SCM, los cuales incluyen los sistemas convectivos más grandes y más intensos
- Asociadas con inundaciones súbitas y tiempo severo

Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM)

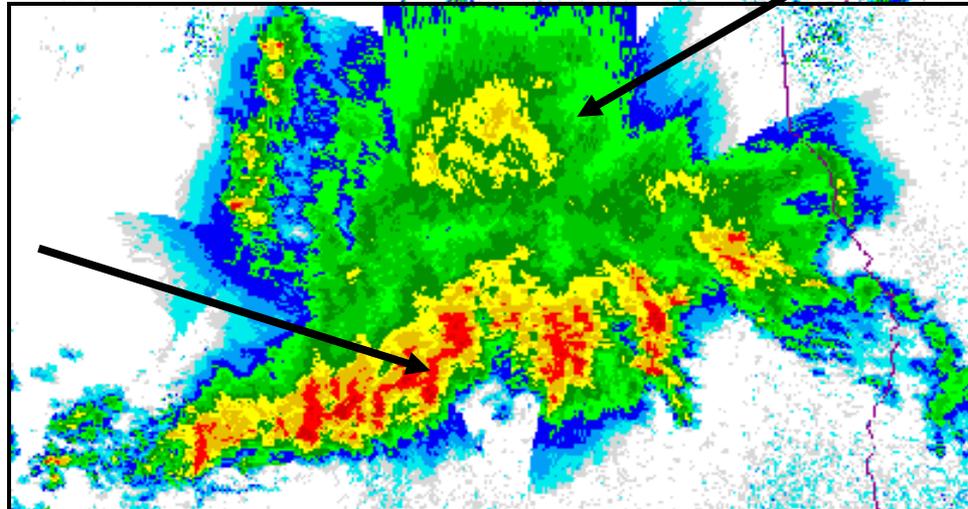


(Houze 2004)

Imágenes de radar que muestran la precipitación de los 3 SCM

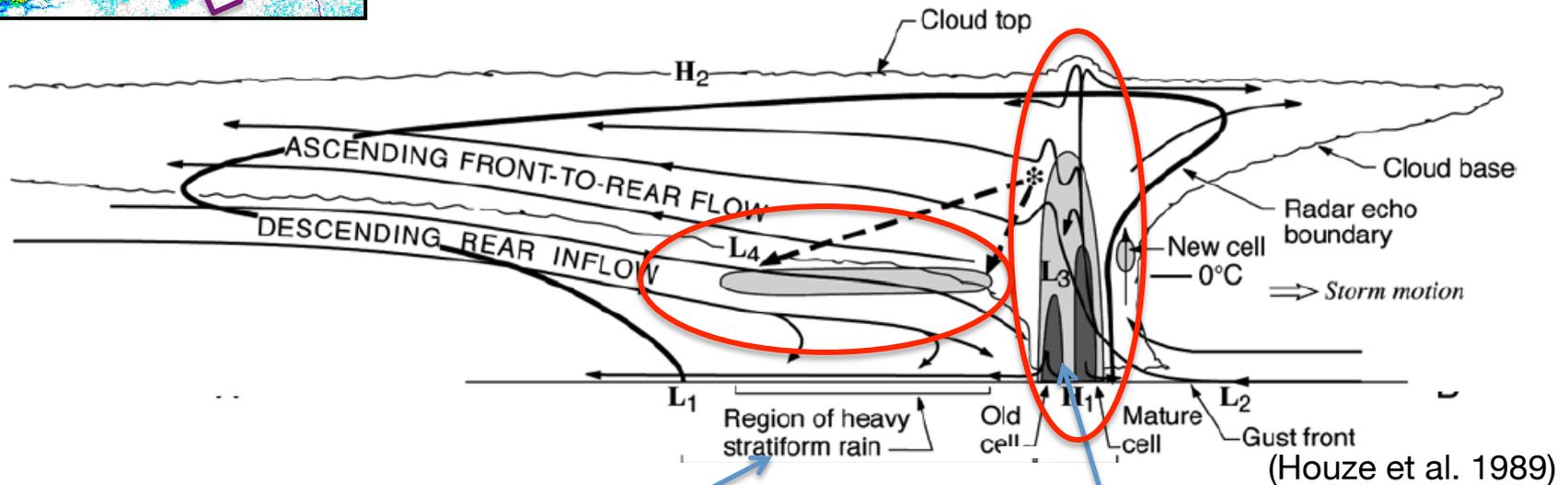
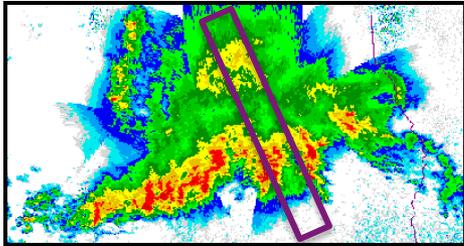
Precipitación Convectiva

Precipitación Estratiforme



1458GMT 13 May 2004

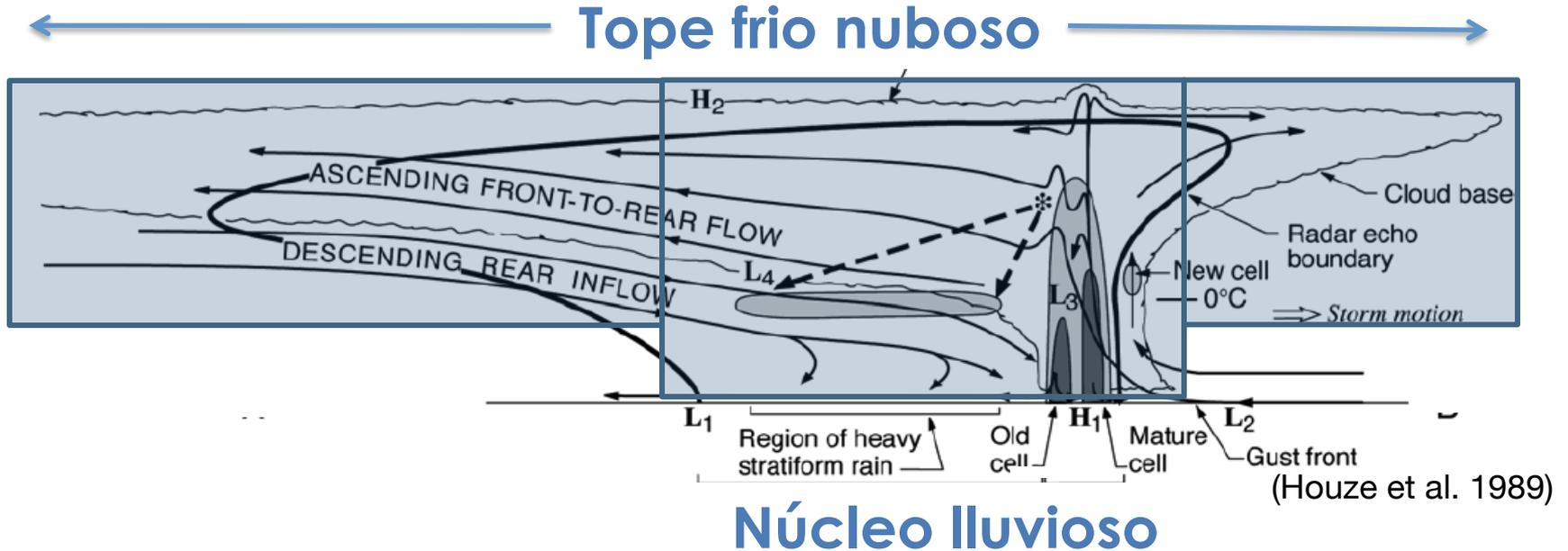
Corte vertical de un SCM



**Regiones con lluvia
estratiforme**

**Regiones con
Lluvia convectiva**
(chubascos intensos)

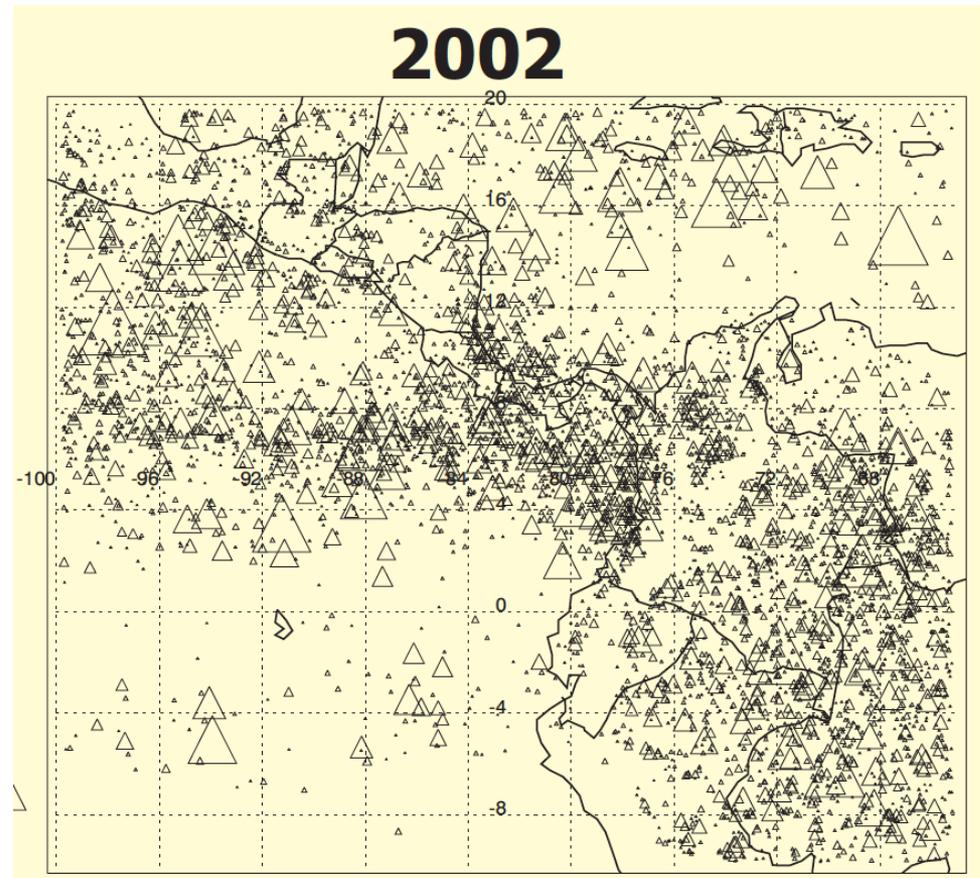
Identificación de convección extrema



- Inicialmente los estudios usaban imágenes IR o MW para determinar la climatología de los eventos extremos

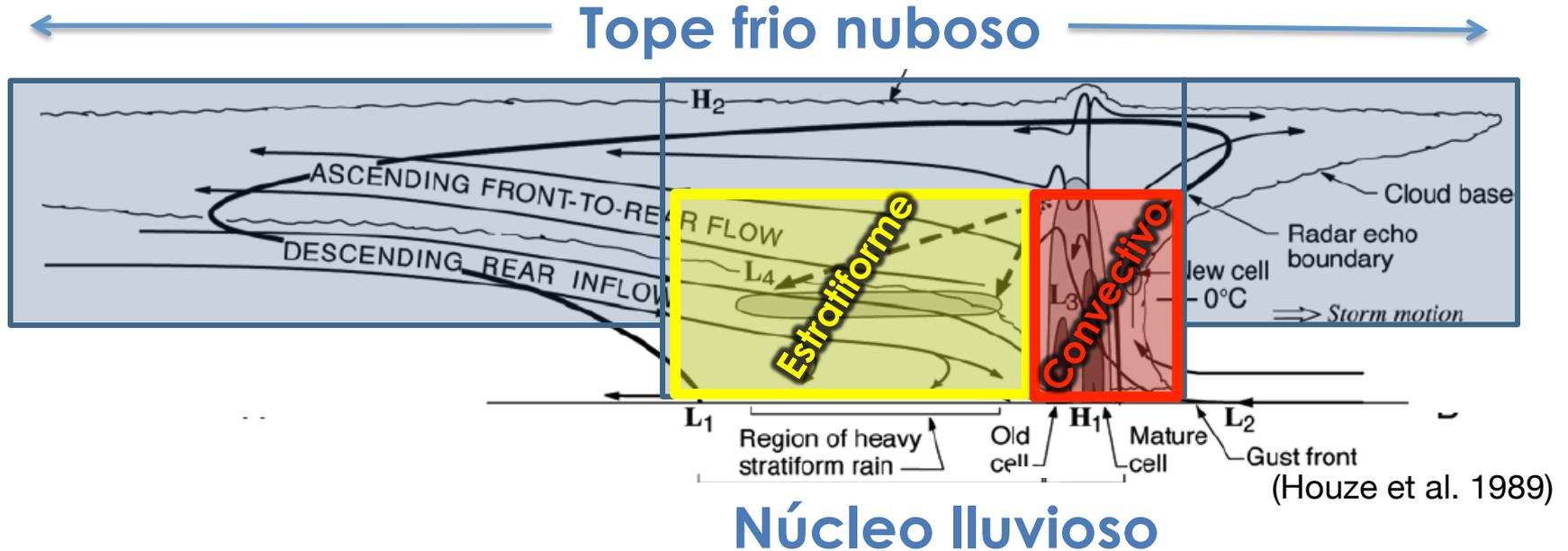
Colombia y regiones circundantes

- Identificación de SCM sobre Colombia
- Alta concentración de eventos en la región Pacífica, los valles del Magdalena y Cauca, la ZCIT y en la Amazonía y Orinoquía Colombiana
- Pocos detalles de la estructura interna y del estado convectivo



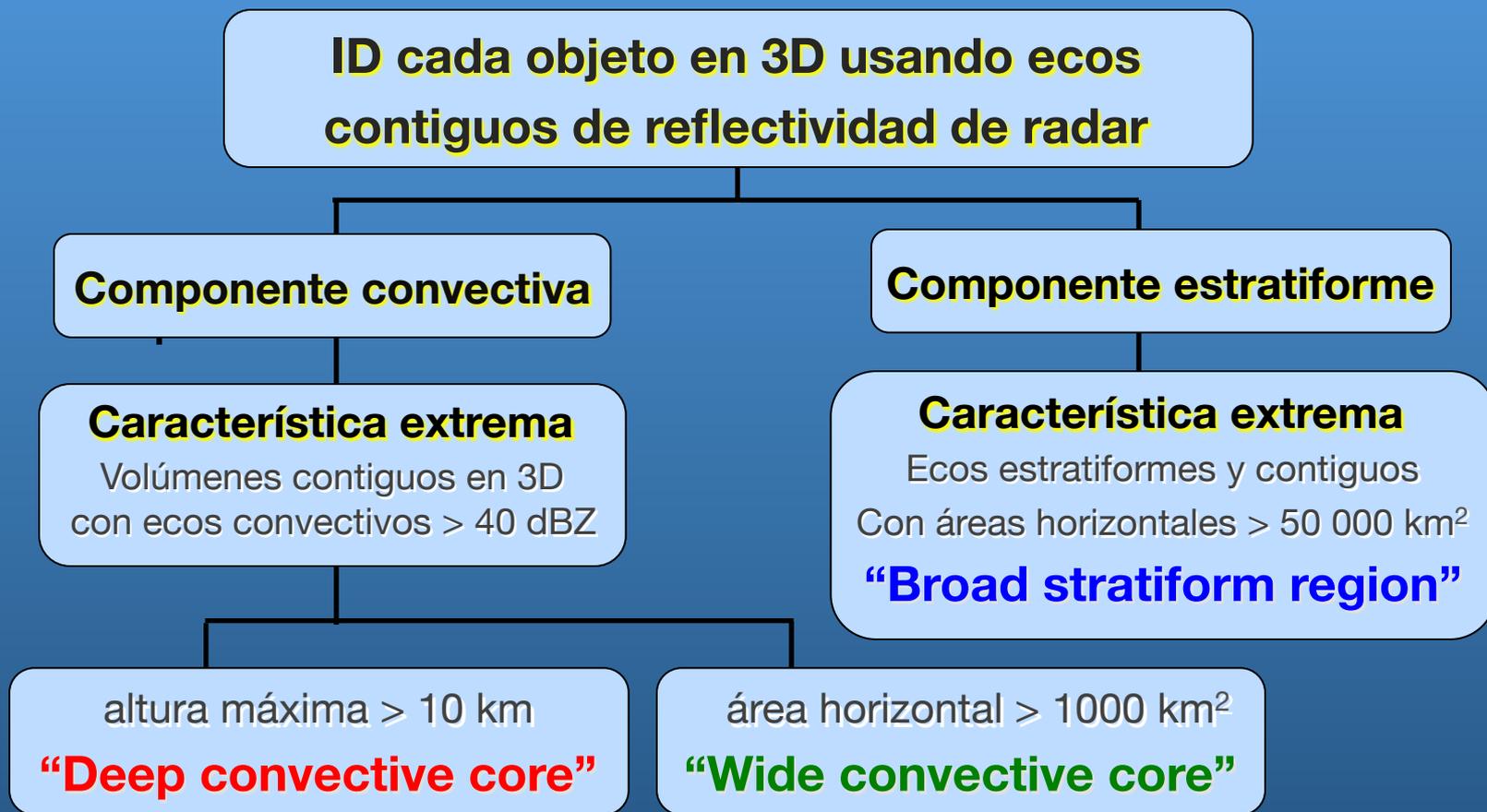
(Zuluaga and Poveda 2004)

Identificación de convección extrema



- Inicialmente los estudios usaban imágenes IR o MW para determinar la climatología de los eventos extremos
- Radares meteorológicos son usados para analizar la estructura tri-dimensional de la lluvia con separación de tipos

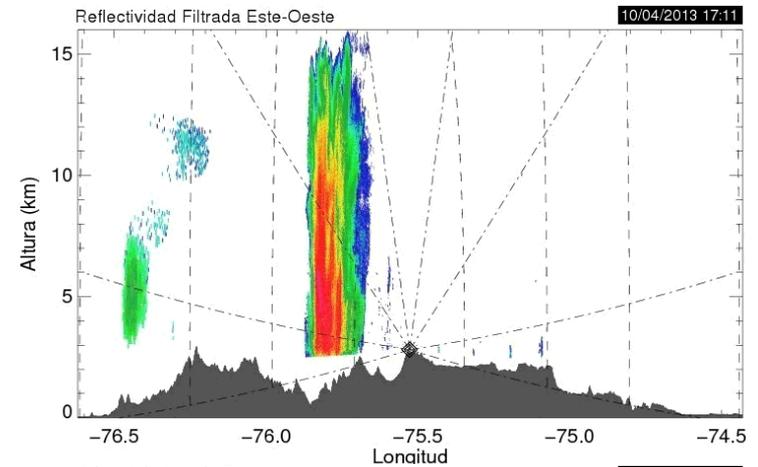
Uso de PR-TRMM para identificar los elementos convectivos y estratiformes más extremos



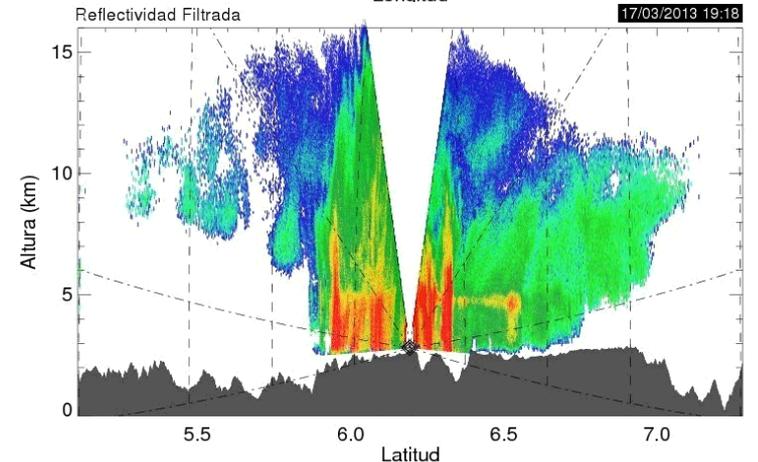
Reflectividad de radar

Secciones del radar C del
SIATA localizado en Medellín

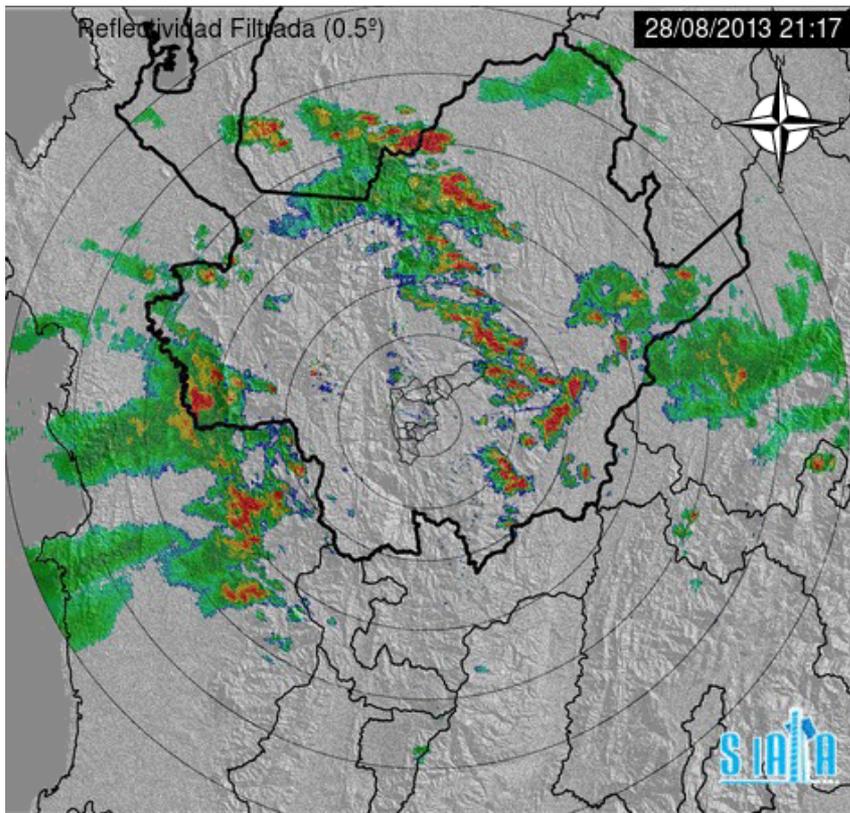
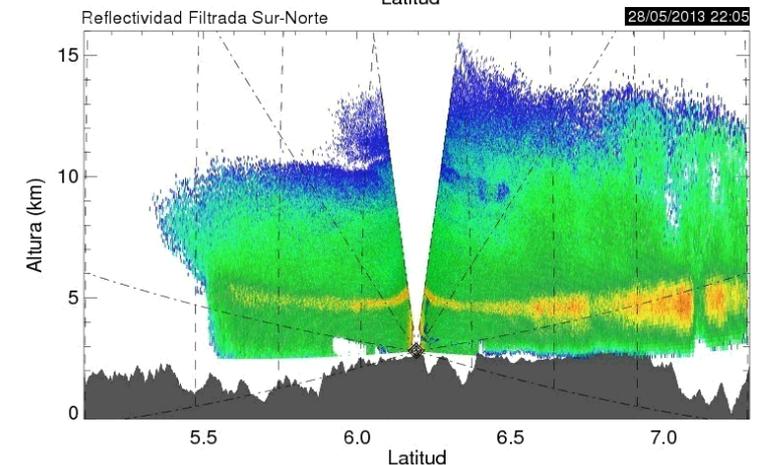
**Deep
Convective
Cores**



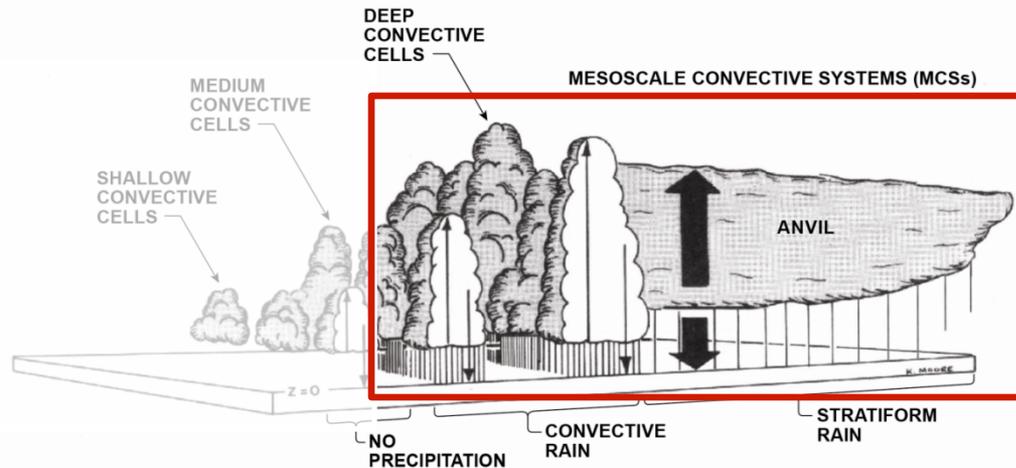
**Wide
Convective
Cores**



**Broad
Stratiform
Regions**



Modelo de la Población de Nubes Convectivas



(Houze et al. 1980)

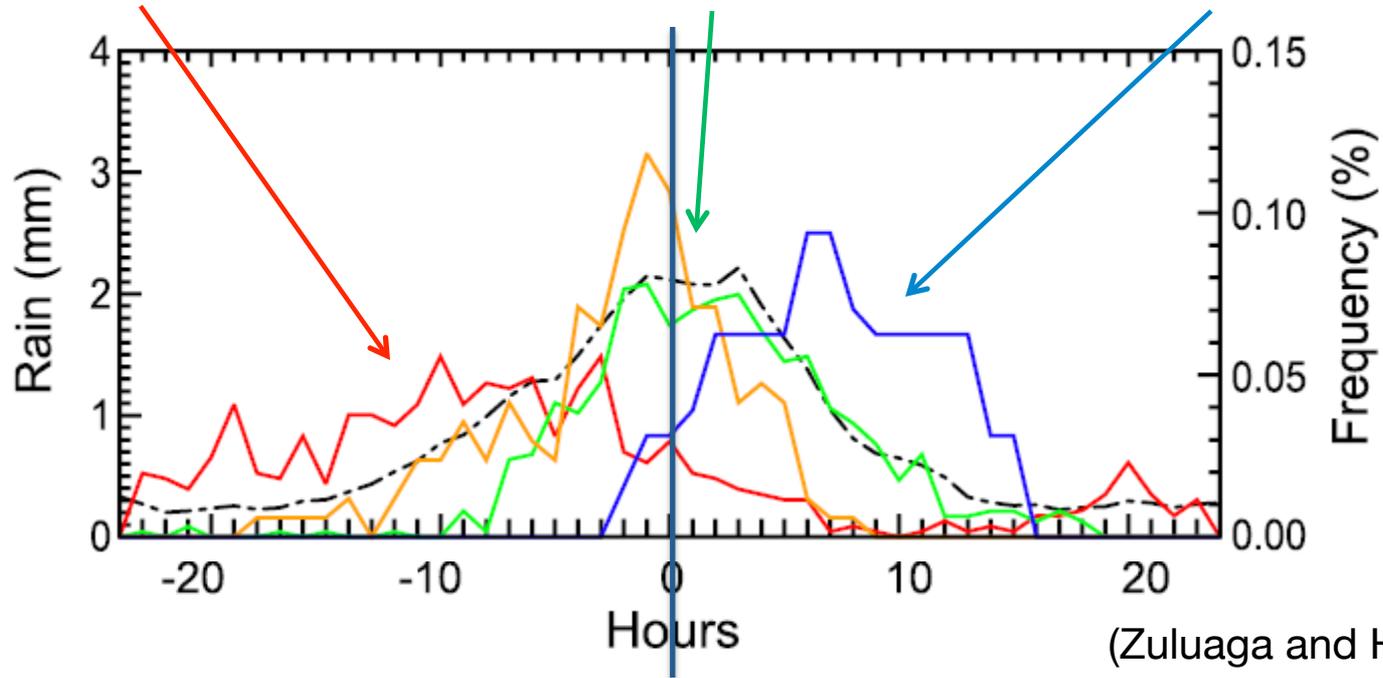
- **Ventaja:** Asociar cada eco convectivo con características de los elementos básicos dentro de la población de nubes convectivas
- Tres tipos de ecos de radar
 - **Núcleos Convectivos Profundos e intensos** -> estados iniciales
 - **Núcleos Convectivos Anchos** -> estados maduros
 - **Regiones Estratiformes Extensas** -> estados finales

Evolución de los tipos de eco en relación con la precipitación máxima

Deep convective

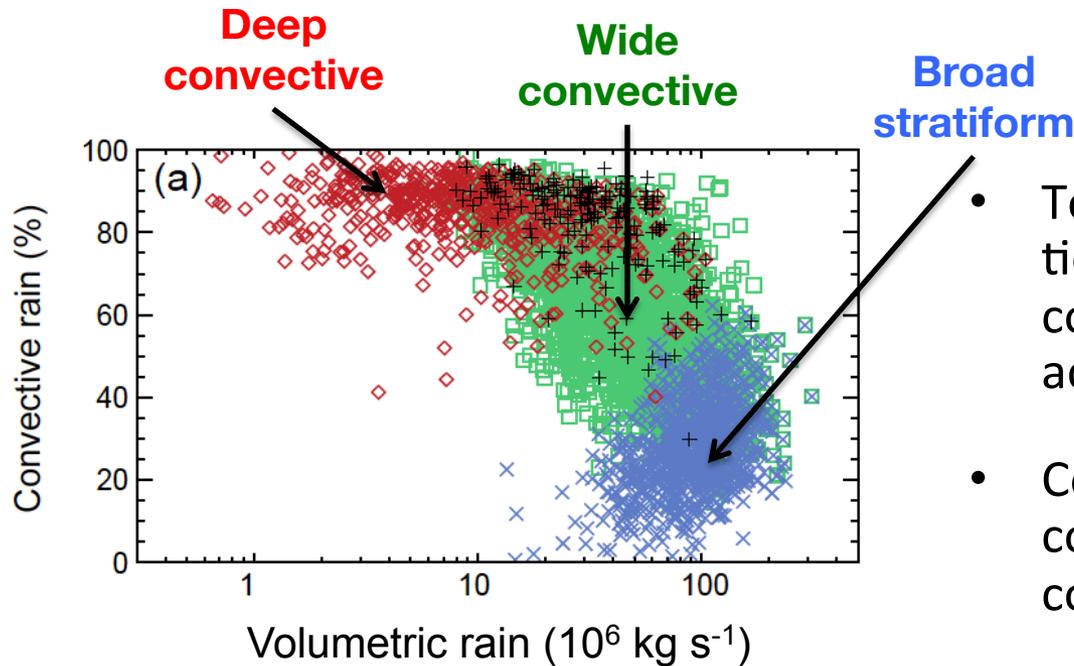
Wide convective

Broad stratiform



- Los elementos dentro de la población convectiva cambian en un orden secuencial con respecto a la lluvia máxima acumulada

Precipitación, % convectiva y tipo de eco



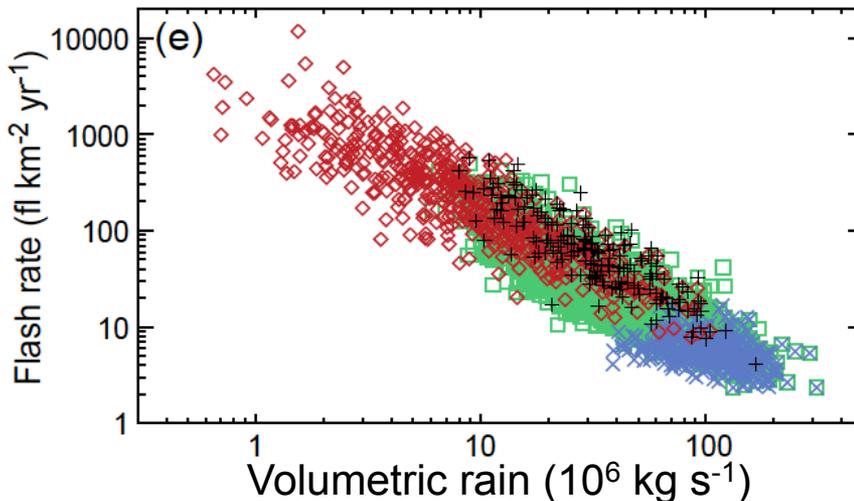
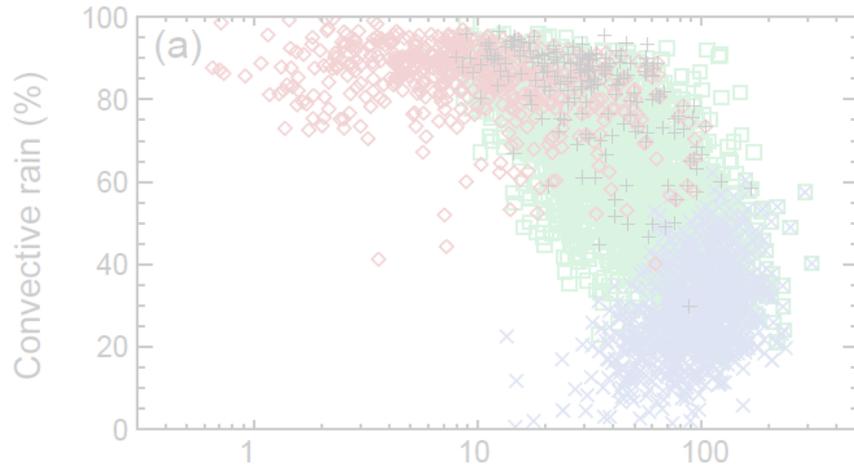
- Tormentas que contienen **DCC** tienen un alto porcentaje de lluvia convectiva, pero poca acumulación volumétrica
- Comparativamente, tormentas con **BSR** tienen poca lluvia convectiva y alta acumulación

Precipitación, % convectiva y tipo de eco

Deep convective

Wide convective

Broad stratiform



- Tormentas que contienen **DCC** tienen un alto porcentaje de lluvia convectiva, pero poca acumulación volumétrica
- Comparativamente, tormentas con **BSR** tienen poca lluvia convectiva y alta acumulación
- Mayoría de tormentas con **BSR** producen pocos rayos
- Por el contrario, tormentas con **DCC** son energéticamente eficientes para producir descargas eléctricas

Objetivos

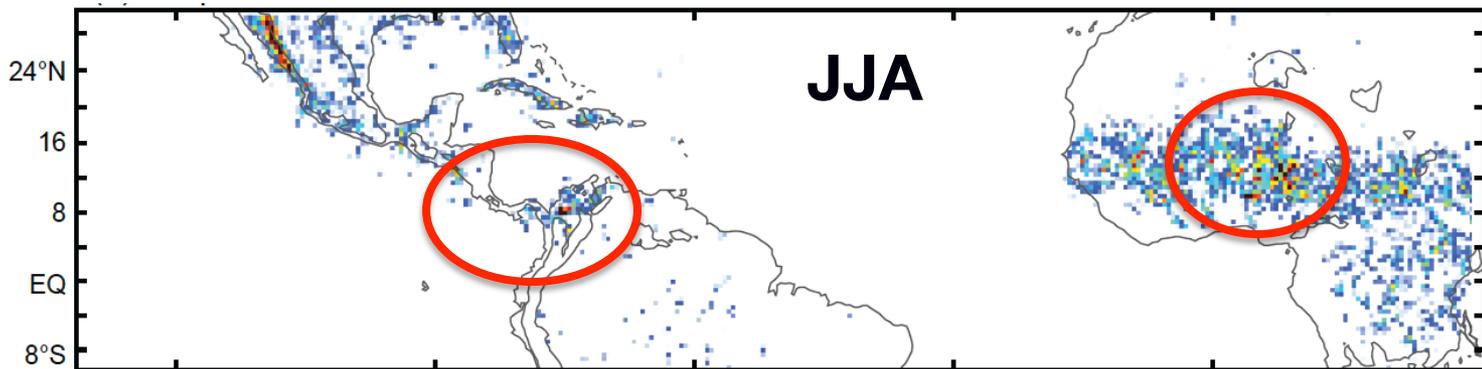
- Documentar la **frecuencia de ocurrencia** de los varios tipos de eventos nubosos extremos, describiendo su **ciclo diurno**
 - 15 años de datos de reflectividad de radar y tipo de lluvia proveniente del radar PR de la TRMM durante Junio-Julio-Agosto
- Describir las **condiciones sinópticas** que se observan durante la ocurrencia de estos eventos de convección extrema
 - Datos del re-análisis ERA Interim de la ECMWF
- Describir su **contribución** al total de la precipitación climatológica
 - Usando un método tradicional Z-R para estimar la precipitación



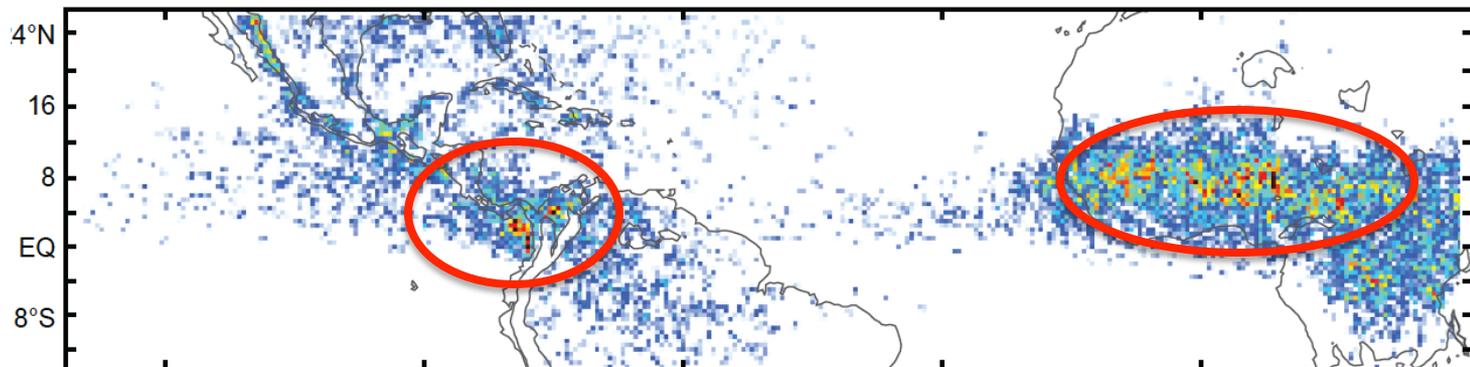
Distribución espacial de elementos convectivos extremos

Probabilidad TRMM-PR

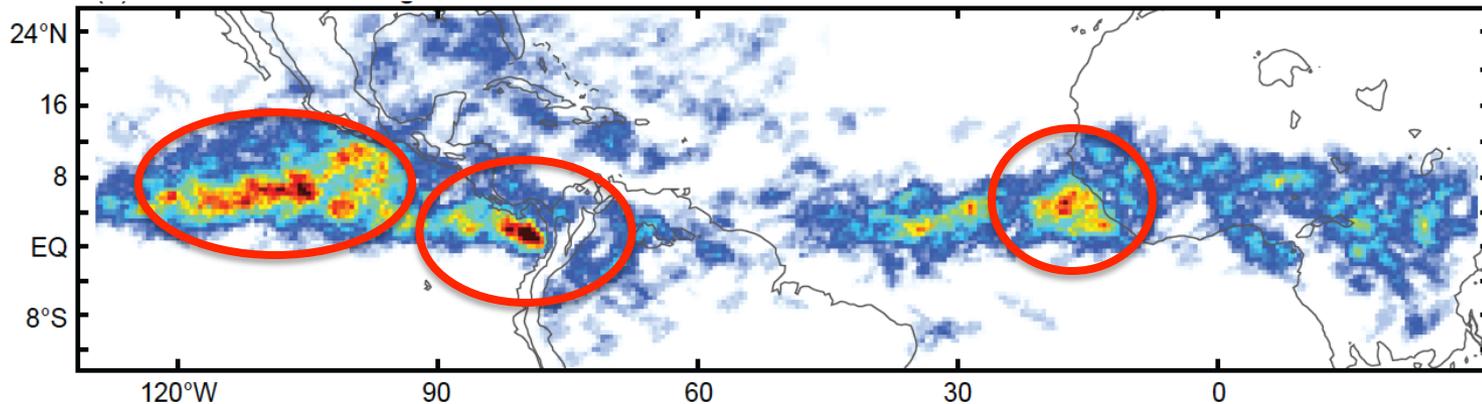
Deep
Convective
Cores



Wide
Convective
Cores



Broad
Stratiform
Regions

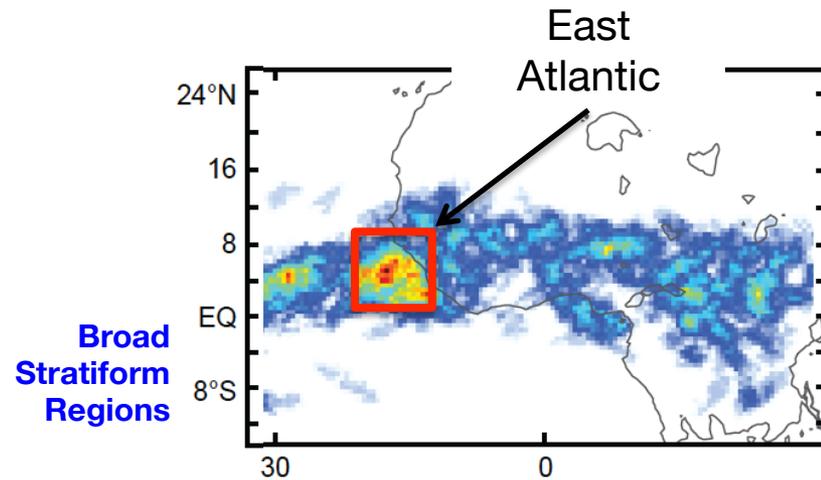
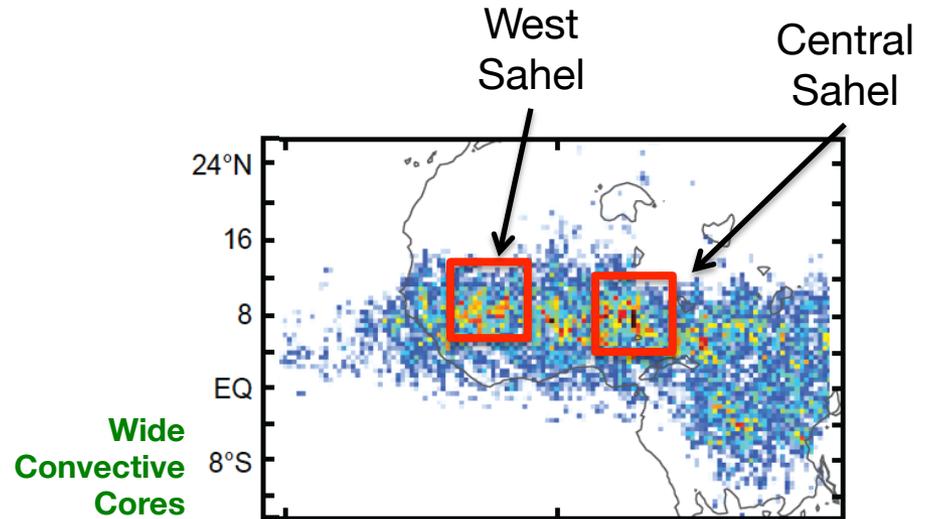


(Zuluaga and Houze 2014)



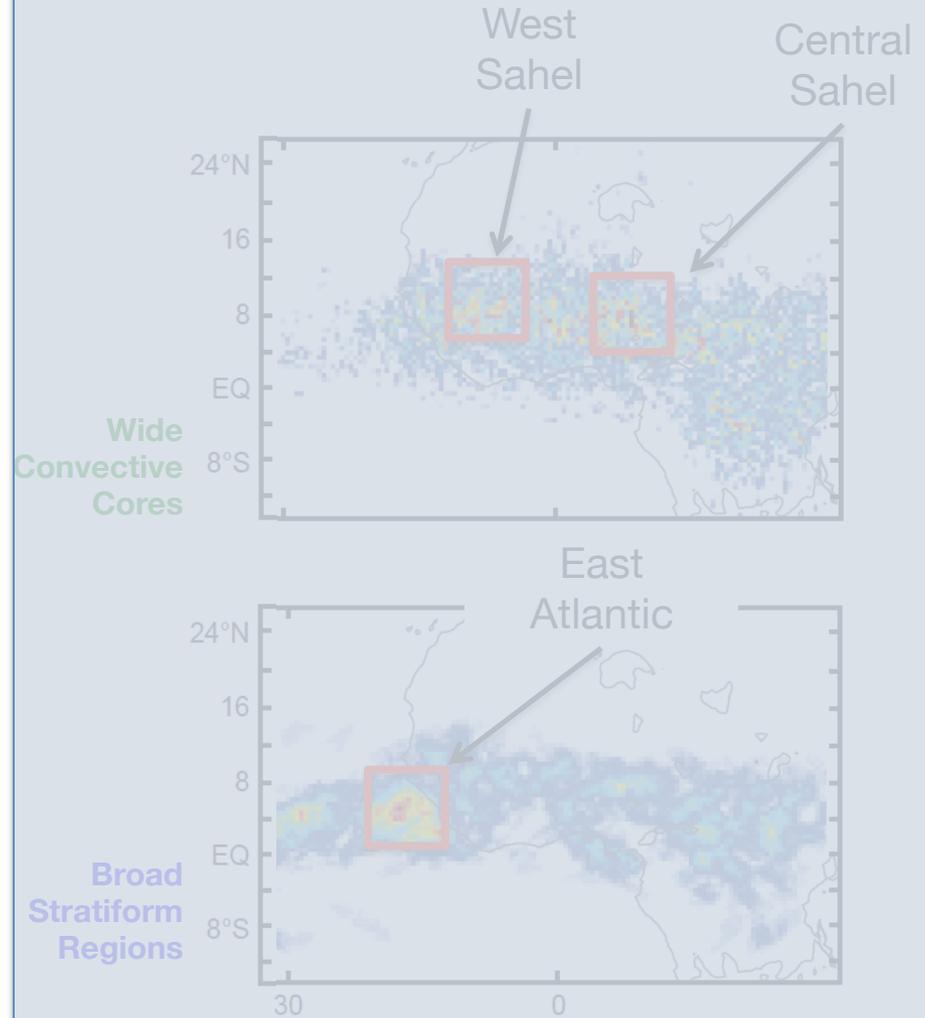
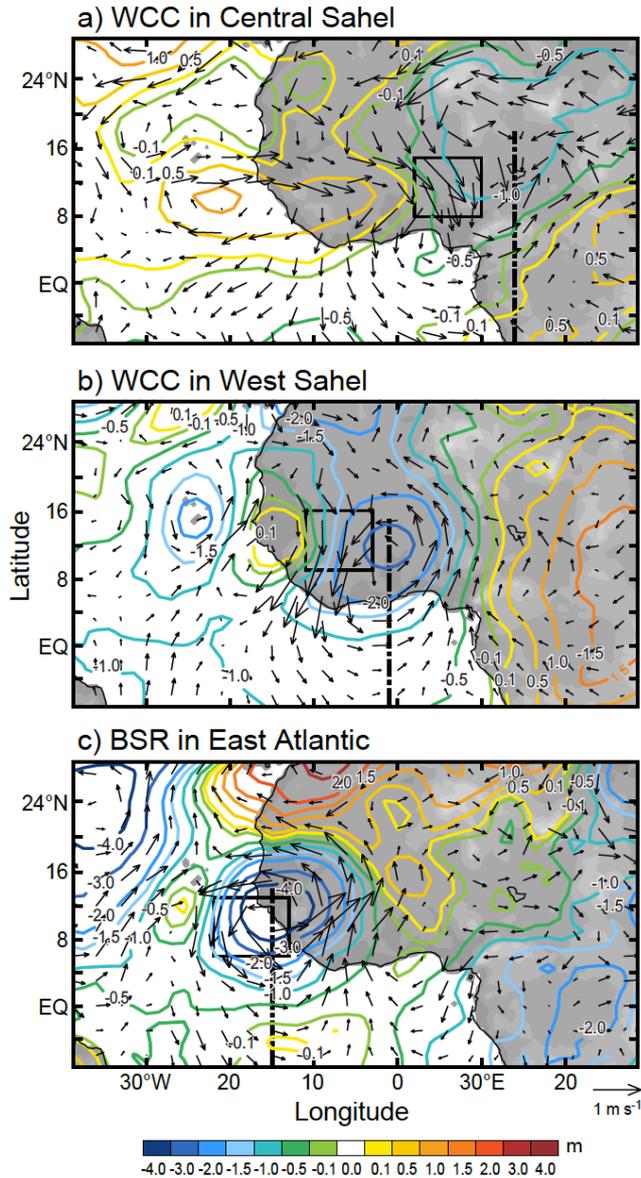
Condiciones del ambiente donde se desarrollan
los eventos convectivos extremos

África y el océano Atlántico Oriental

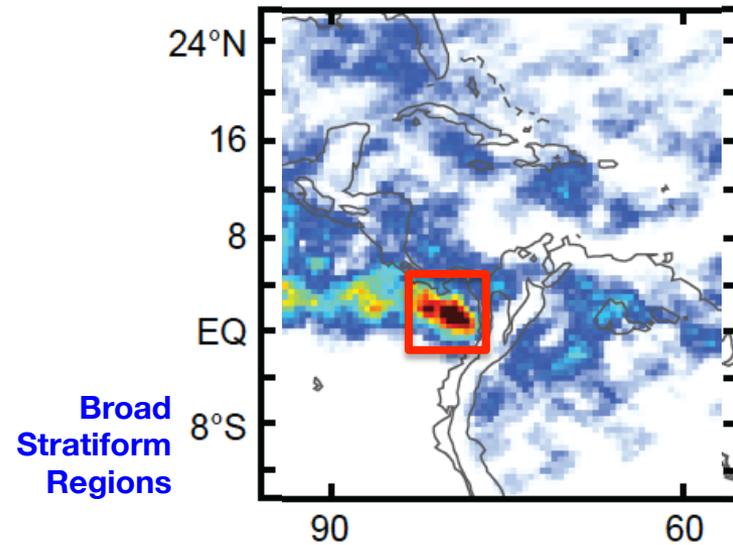
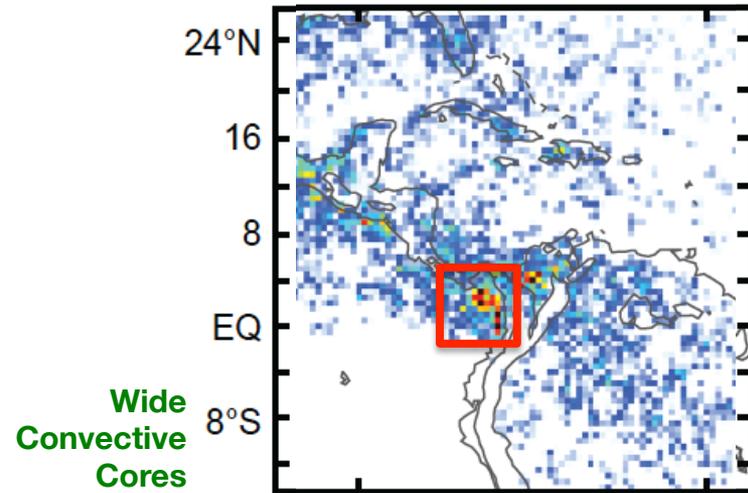


Imágenes compuestas de anomalías de altura geopotencial y de vector de viento en 700 hPa

África y el océano Atlántico Oriental

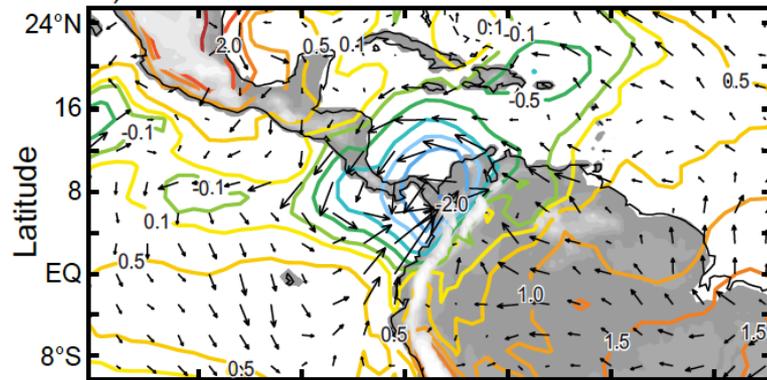


Costa Pacífica Colombiana

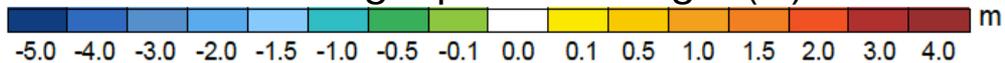


Tormentas con WCC

b) Hour 0 for WCC

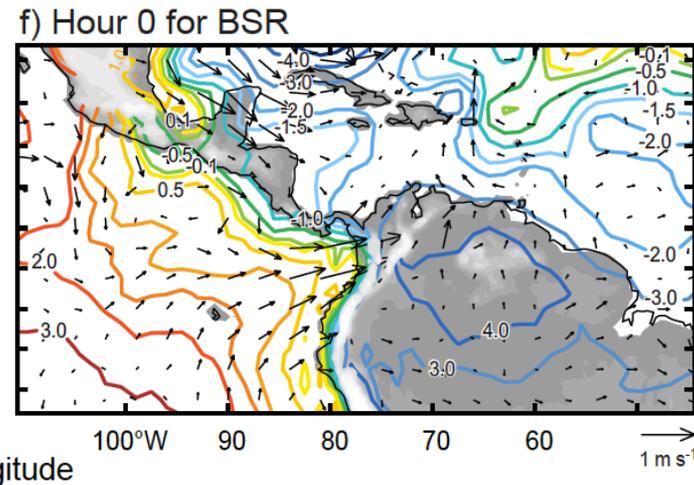
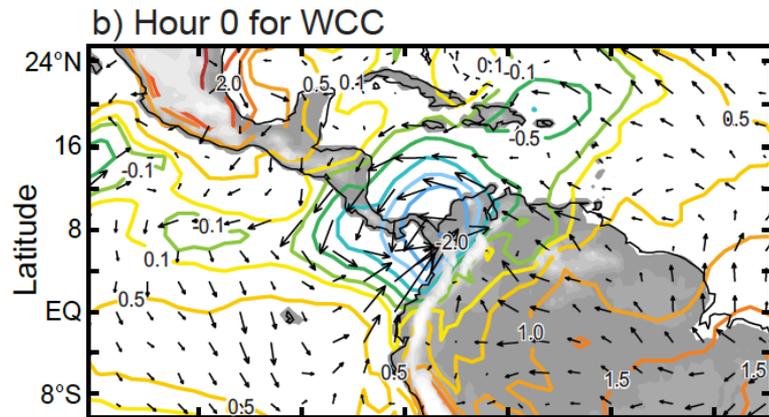


850 hPa geopotential height (m)



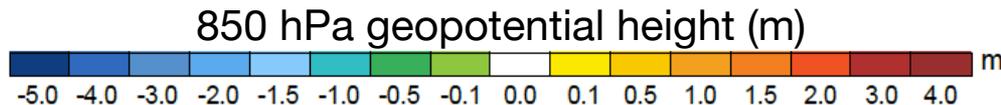
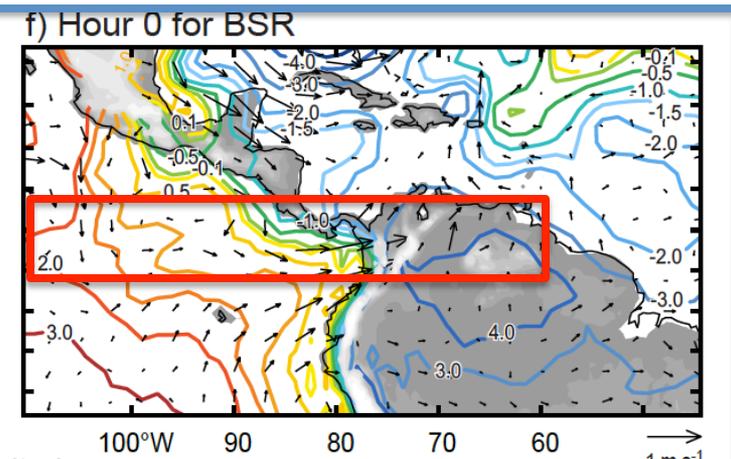
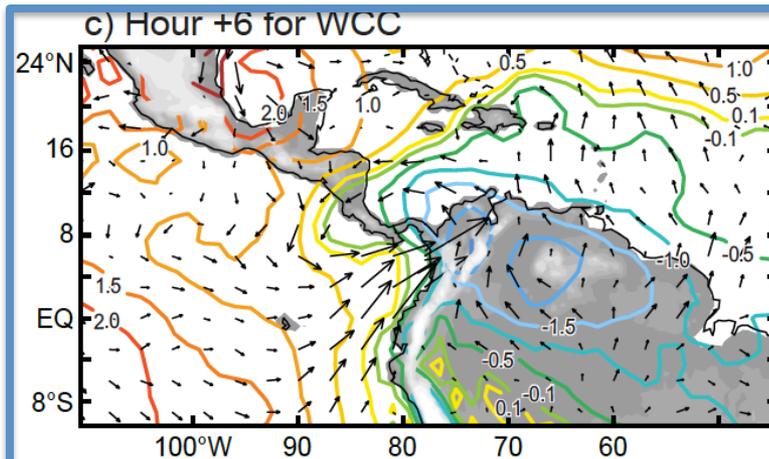
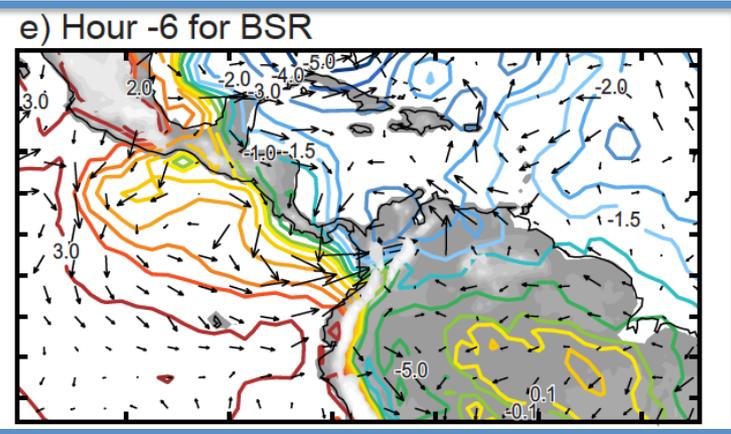
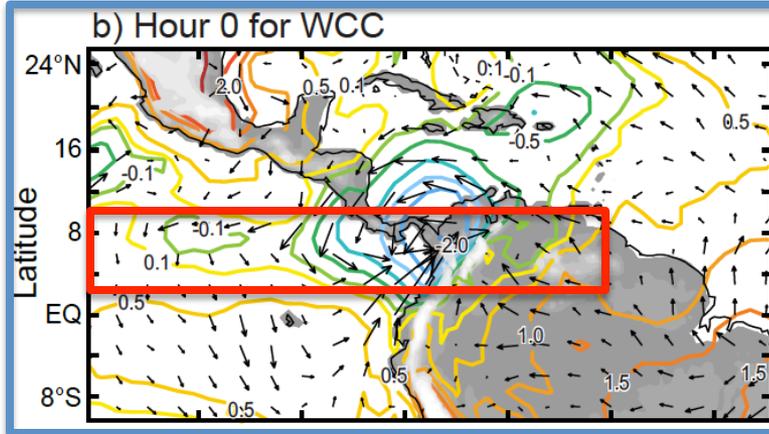
Tormentas con WCC

Tormentas con BSR



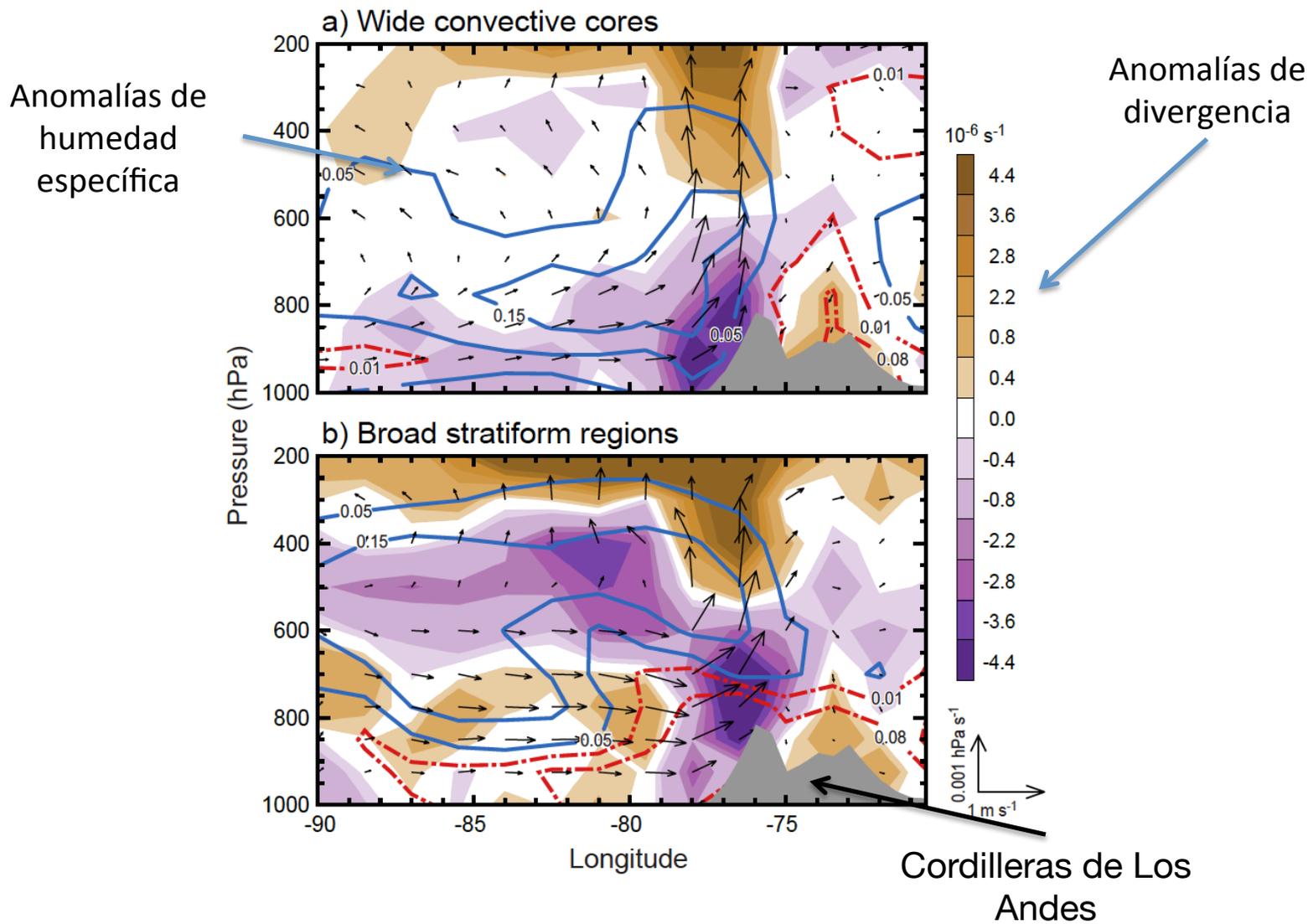
Tormentas con WCC

Tormentas con BSR

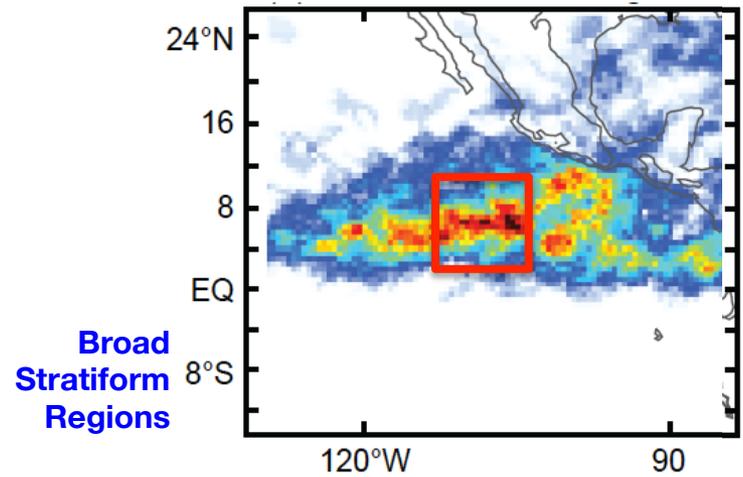


Corte Vertical [2°N-8°N]

Costa Pacífica Colombiana

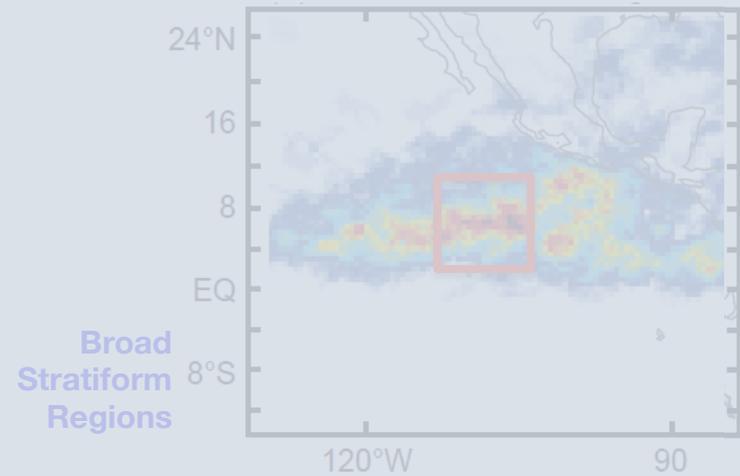
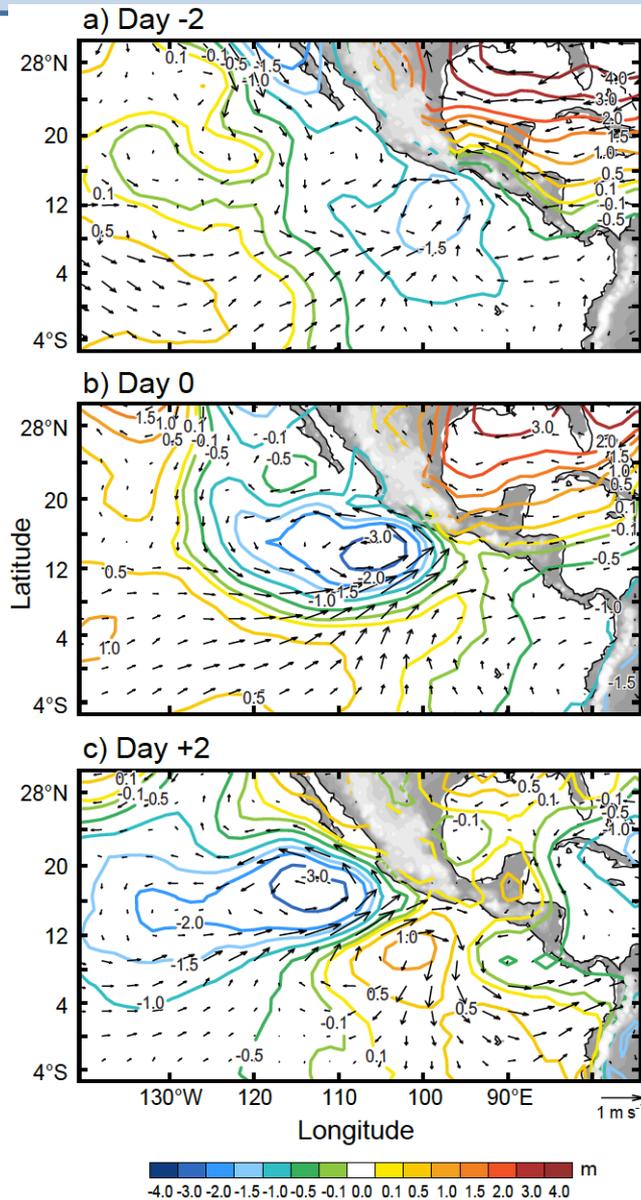


Océano Pacífico Oriental (ZCIT)



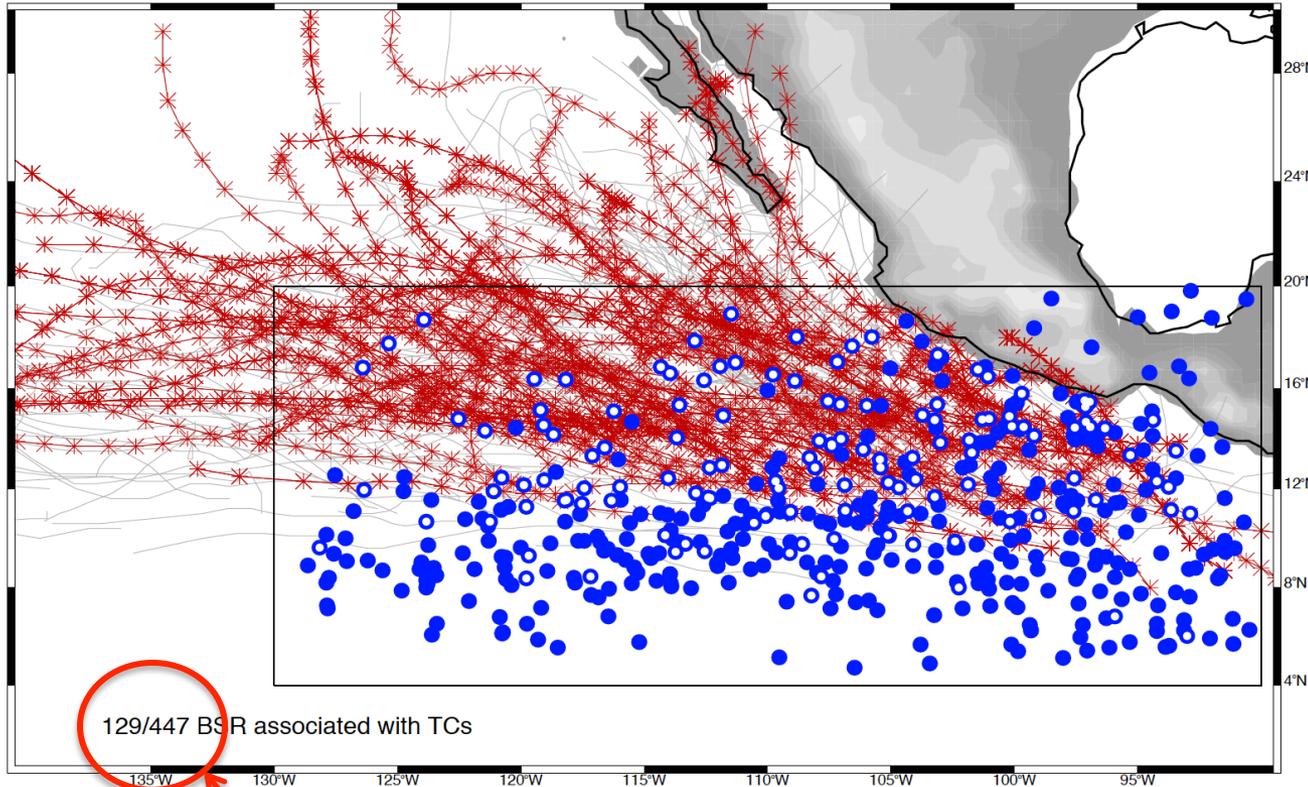
Imágenes compuestas de anomalías de altura geopotencial y de vector de viento en 850 hPa

Océano Pacífico Oriental (ZCIT)



Tormentas con BSR asociadas a Ciclones Tropicales (TC)

Océano Pacífico Oriental (ZCIT)



- Trayectoria de una tormenta Tropical *
- Tormentas con BSR
- Tormentas con BSR asociadas a TCs

*database: Northeast and North Central Pacific hurricane best-track data (HURDAT2, NHC)

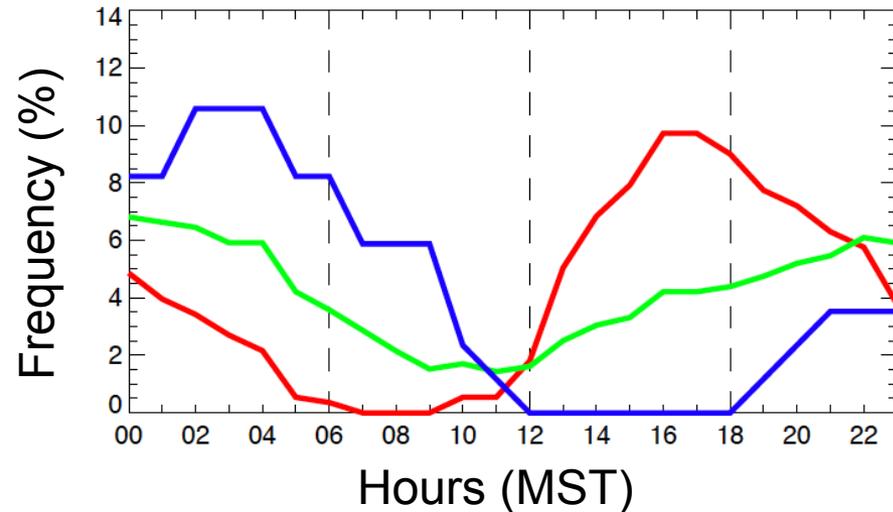
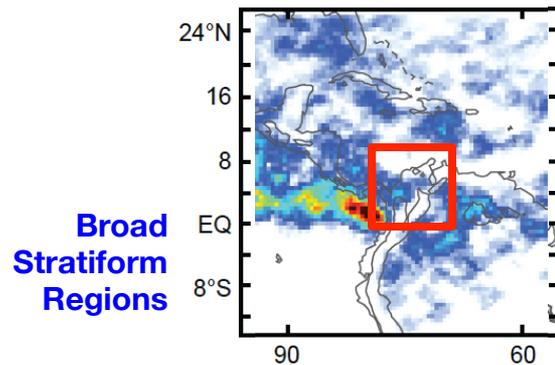
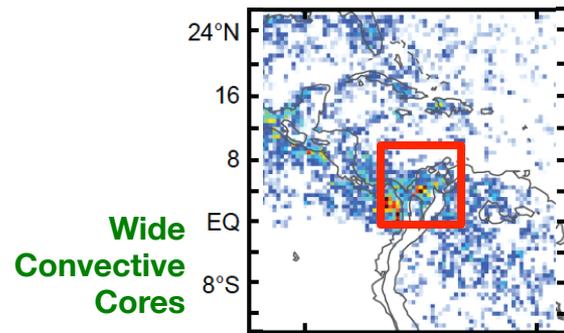
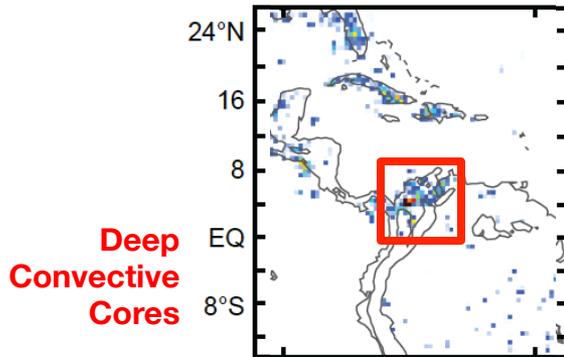
129/447 BSR associated with TCs

~30% of storms



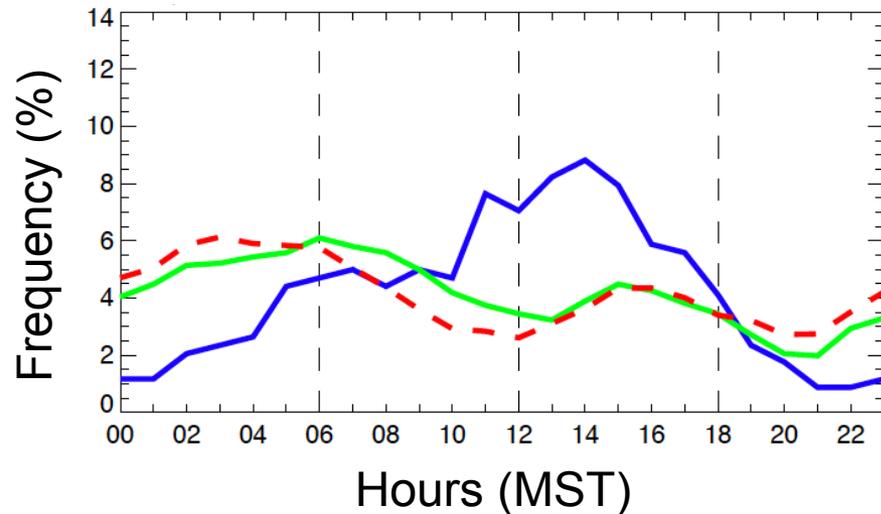
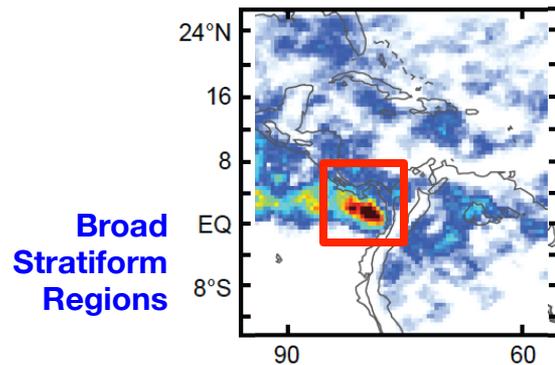
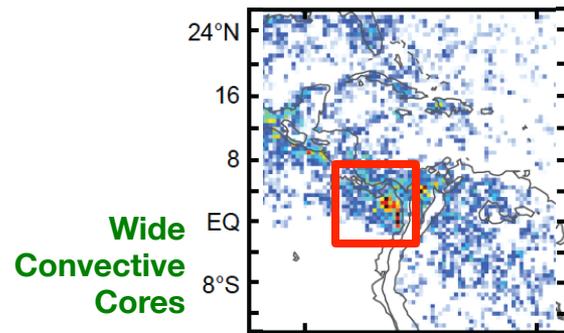
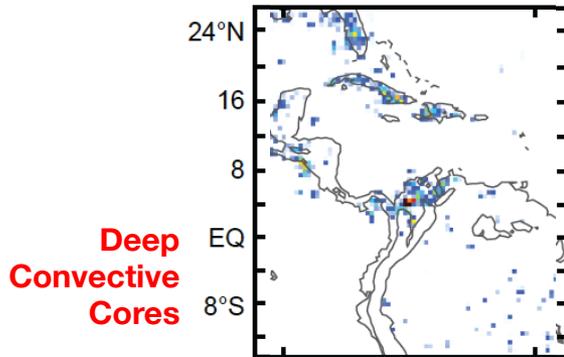
Ciclo diurno de
elementos convectivos extremos

Ciclo diario en el Norte de Colombia



- Secuencia de elementos convectivos con máximos en:
 - **DCC fin de la tarde**
 - **WCC alrededor de la media noche**
 - **BSR temprano en la madrugada**
- Similar para regiones sobre tierra en África

Ciclo diario en la costa Pacífica Colombiana

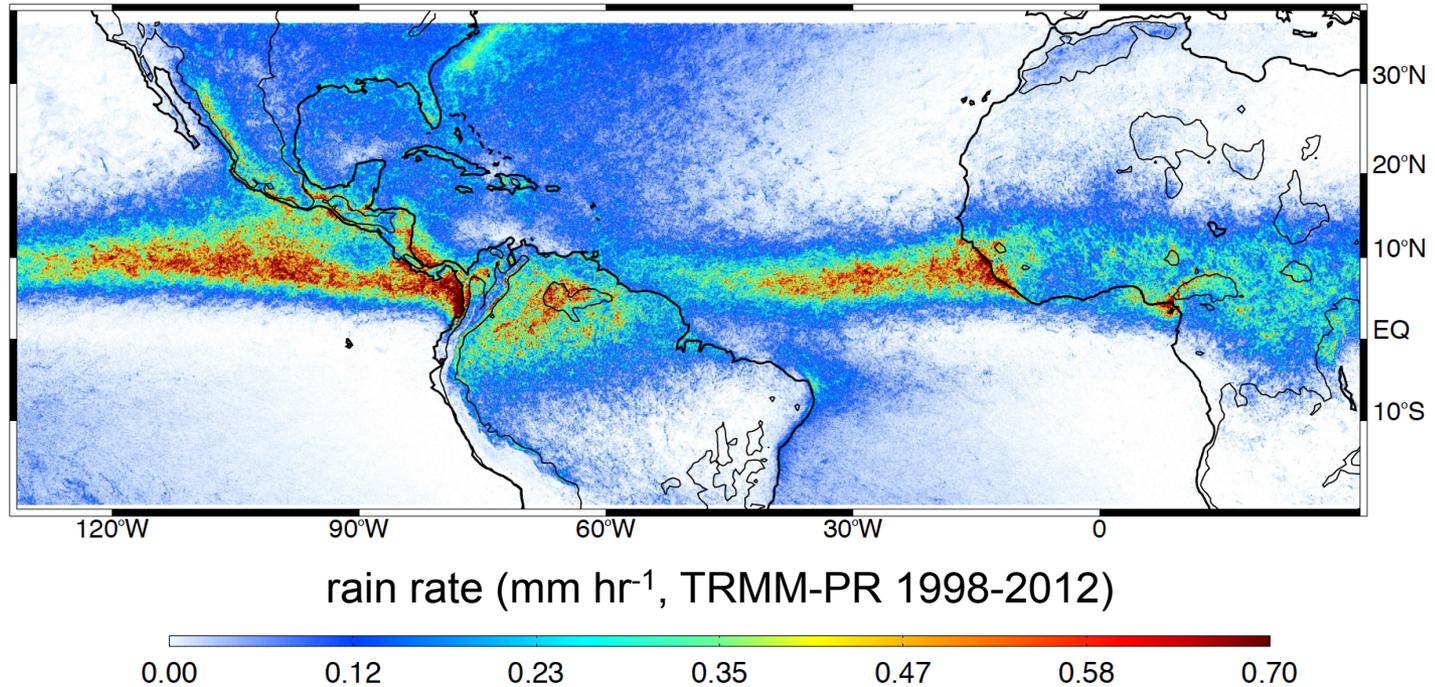


- Secuencia de elementos convectivos con máximos en:
 - **DCC y WCC** temprano al amanecer
 - **BSR** alrededor del medio día
- Consistente con el cambio en las condiciones sinópticas
- Ciclo similar en la region del Atlantico Oriental cercano a las costas de Africa occidental



Contribución de los eventos convectivos extremos
a la precipitación climatológica

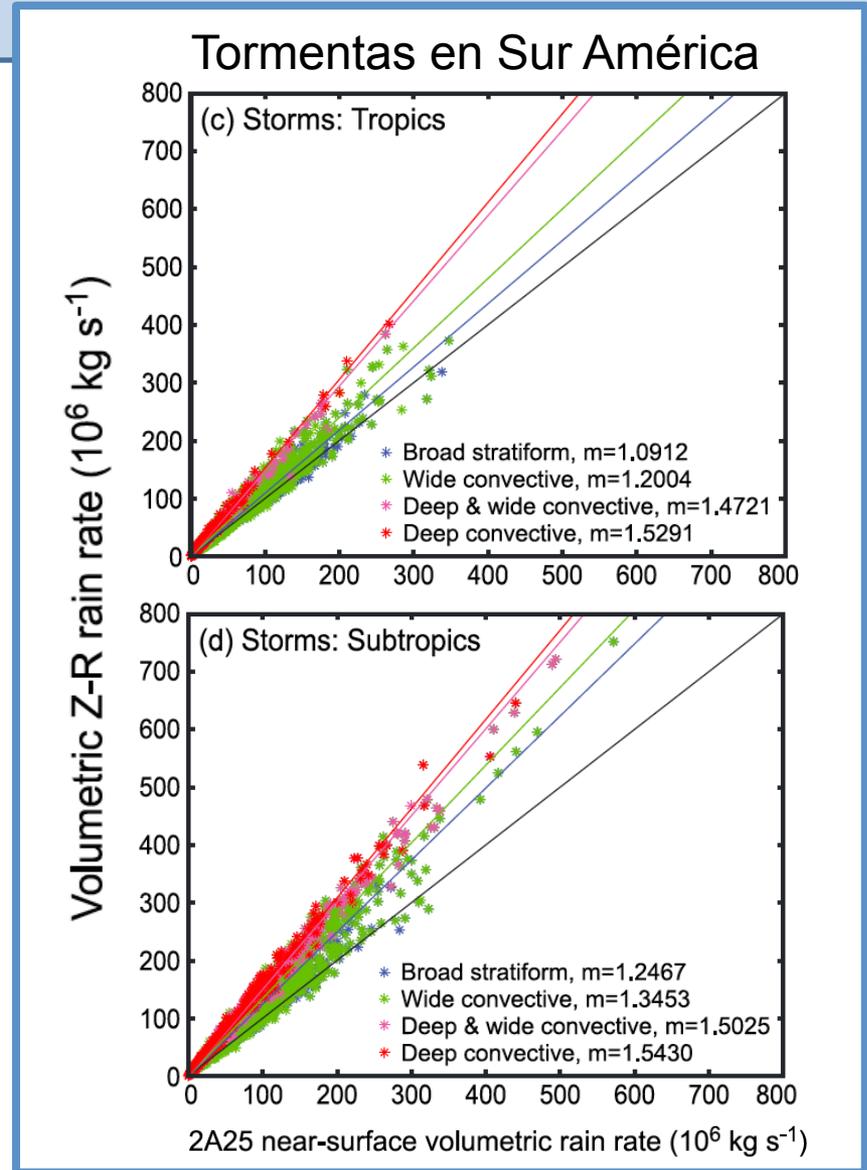
TRMM PR - precipitación climatológica de JJA



Que porcentaje de la precipitación es producida por eventos extremos (e.g., SCM)?

Estimación de la lluvia usando datos de TRMM

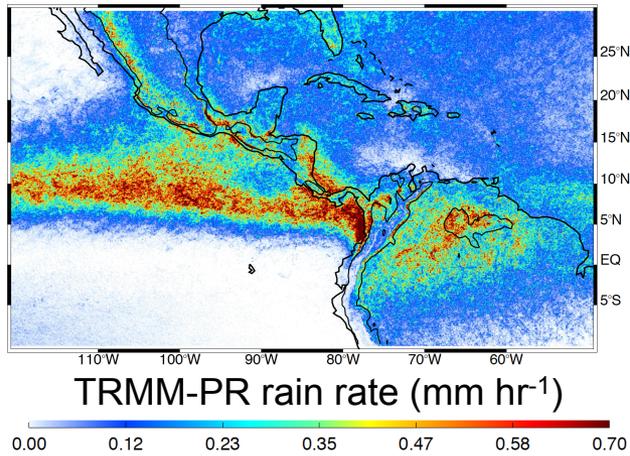
- El objetivo es el entendimiento de la precipitación proveniente de de la **convección extrema**
- El TRMM PR algoritmo para detección de lluvia subvalora precipitación en especial sobre tierra (Iguchi et al. 2009)
- Se encontró que este subvaloración es mucho mas grande para tormentas con ecos mas profundos (cantidades significativas de partículas con fase mixta)
- Necesidad de mitigar esta subvaloración
- Uso de un método Z-R tradicional



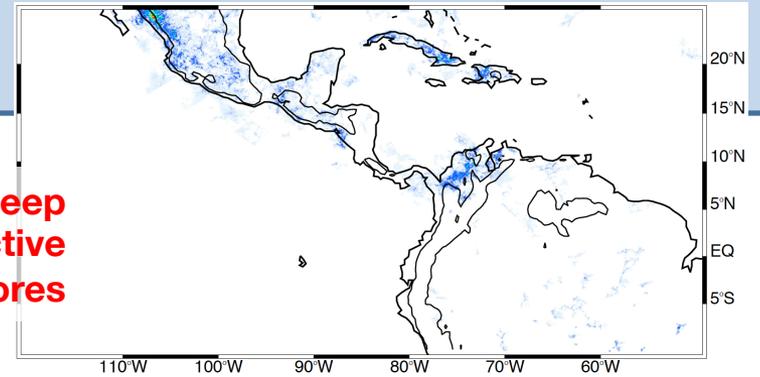
(Rasmussen et al. 2013)

Contribución de lluvia por tipo de tormenta

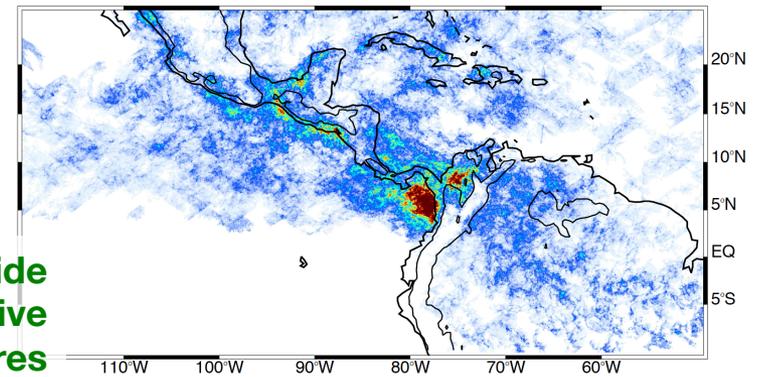
Intensidad de lluvia media para JJA



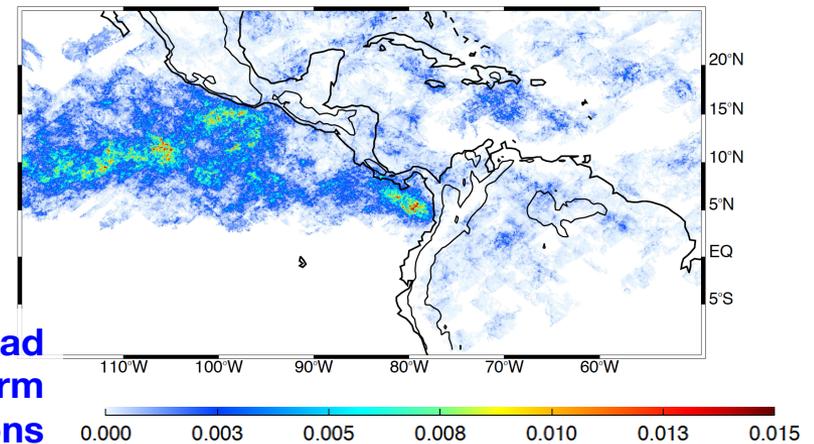
Deep
Convective
Cores



Wide
Convective
Cores

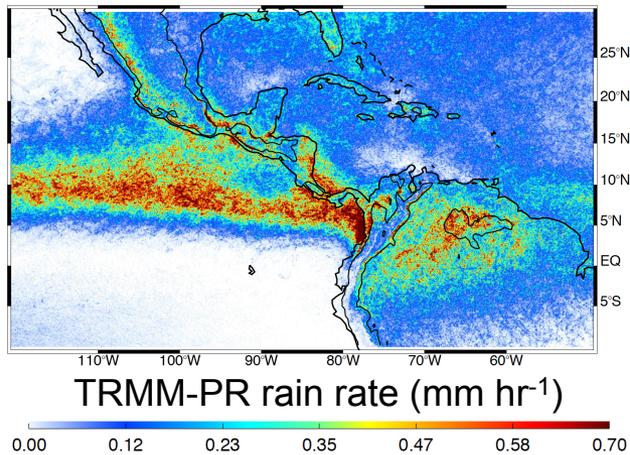


Broad
Stratiform
Regions



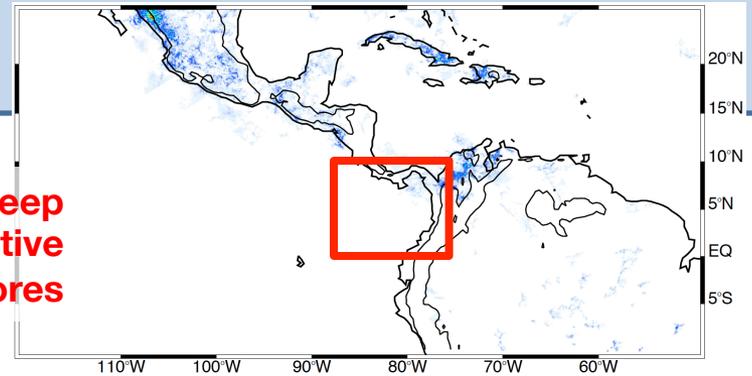
Contribución de lluvia por tipo de tormenta

Intensidad de lluvia media para JJA



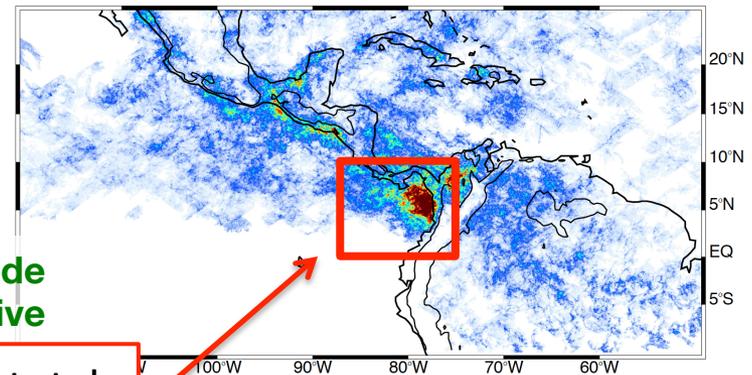
- Contribución de las categorías extremas en la costa Pacífica Colombiana: ~42%

Deep
Convective
Cores

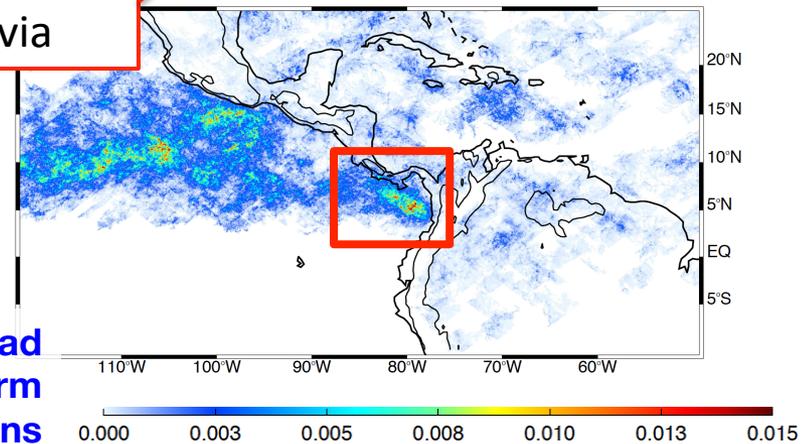


Wide
Convective

30% del total
de lluvia

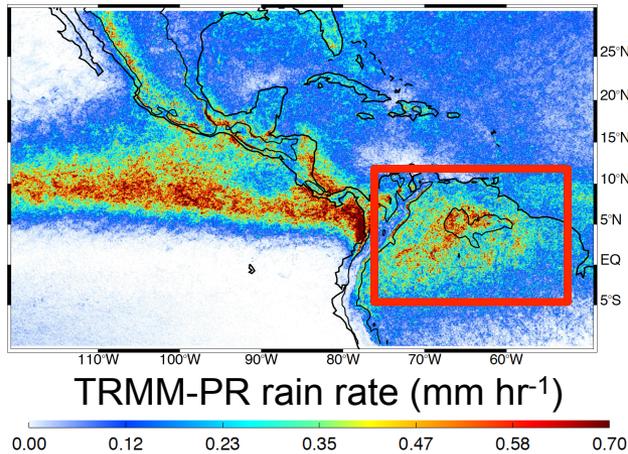


Broad
Stratiform
Regions



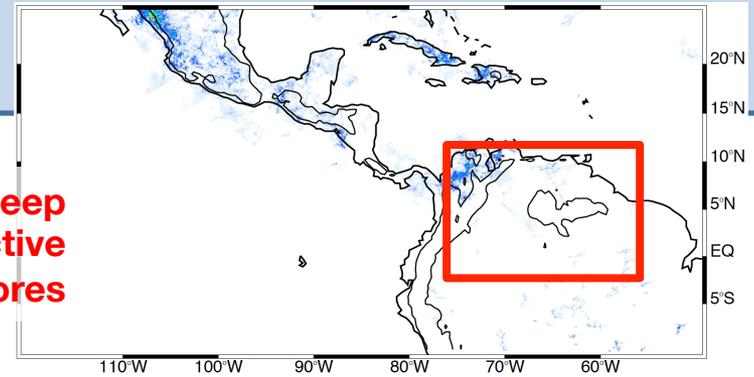
Contribución de lluvia por tipo de tormenta

Intensidad de lluvia media para JJA

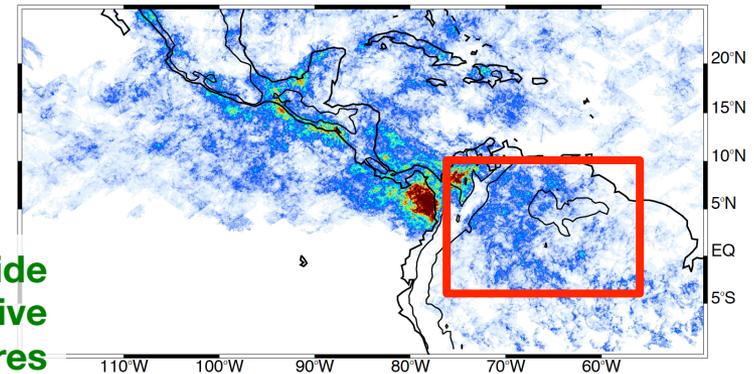


- Contribución de las categorías extremas en la costa Pacífica Colombiana: ~42%
- En contraste, no existe una contribución significativa por estas tormentas en la región de la Orinoquia y Amazonía

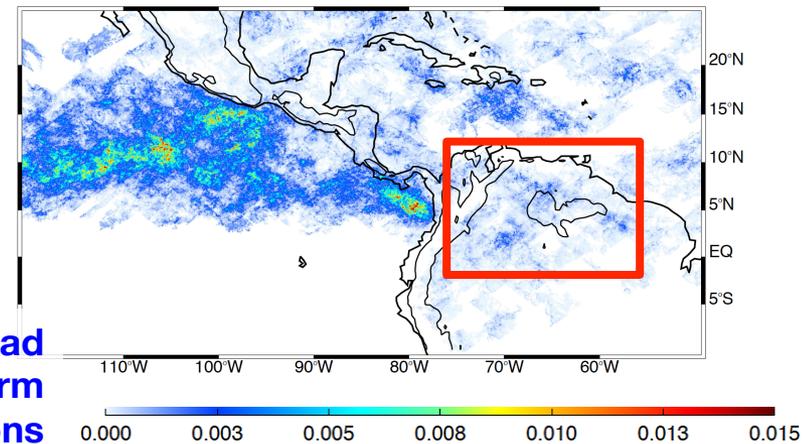
**Deep
Convective
Cores**



**Wide
Convective
Cores**

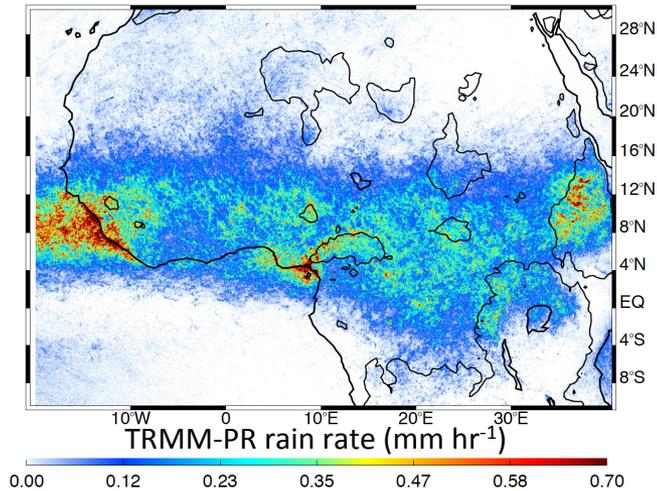


**Broad
Stratiform
Regions**

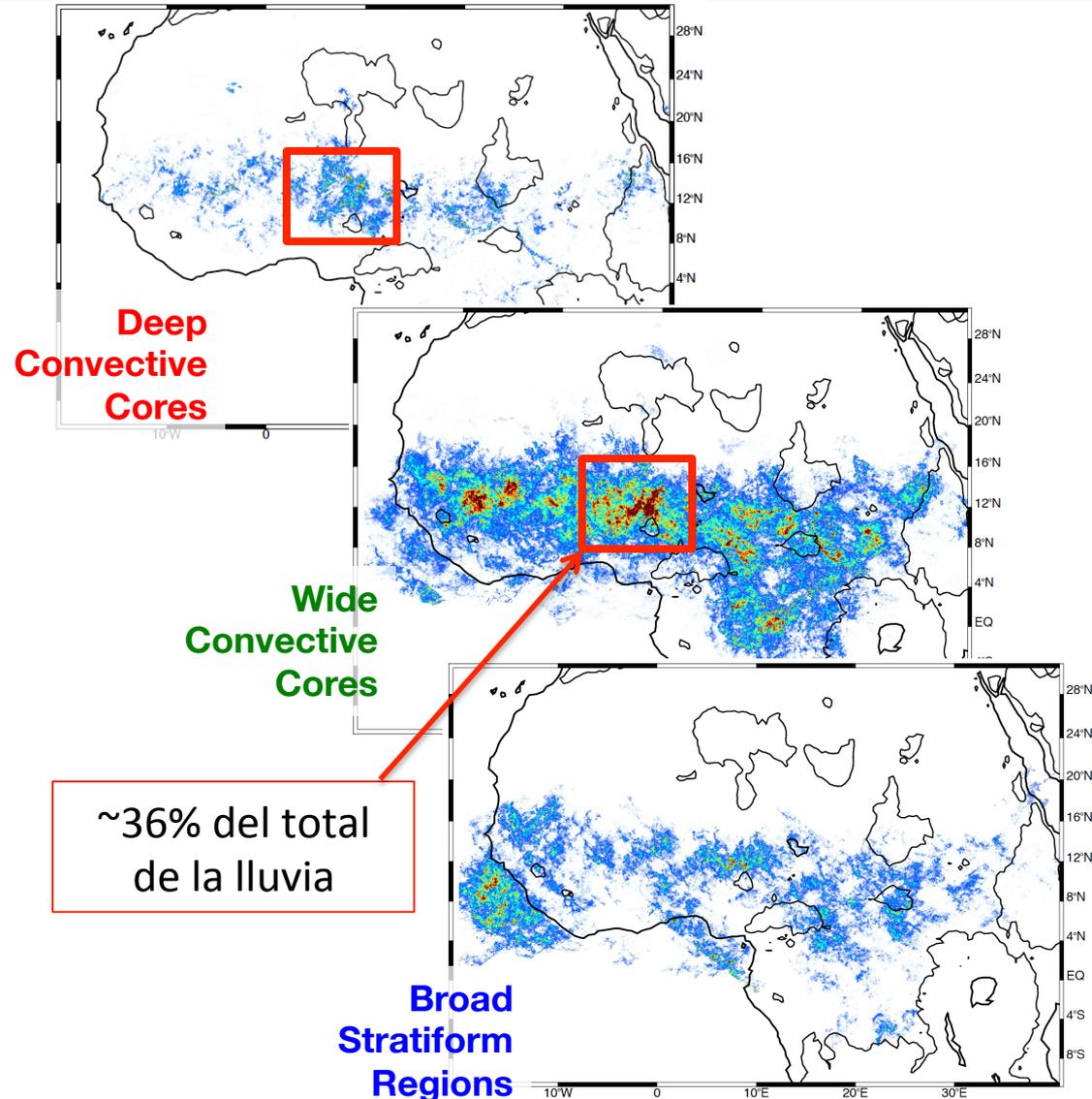


Contribución de lluvia por tipo de tormenta sobre África

Intensidad de lluvia media para JJA

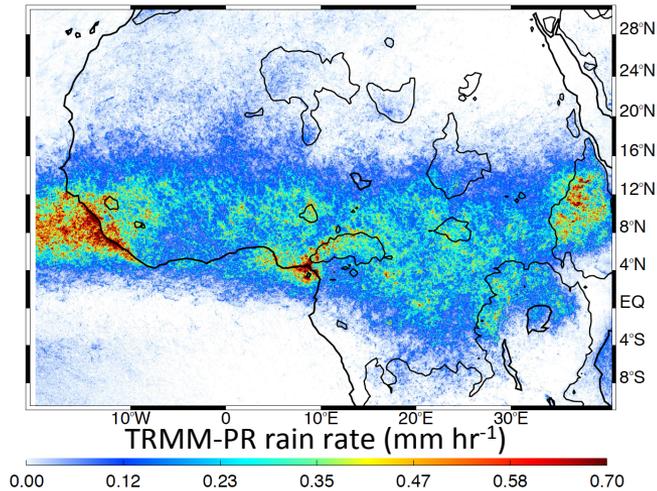


- Contribución de las categorías extremas al total de lluvia en la temporada de verano: ~ 47%

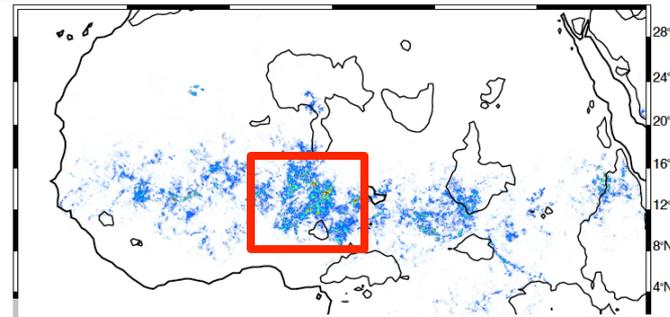


Contribución de lluvia por tipo de tormenta sobre África

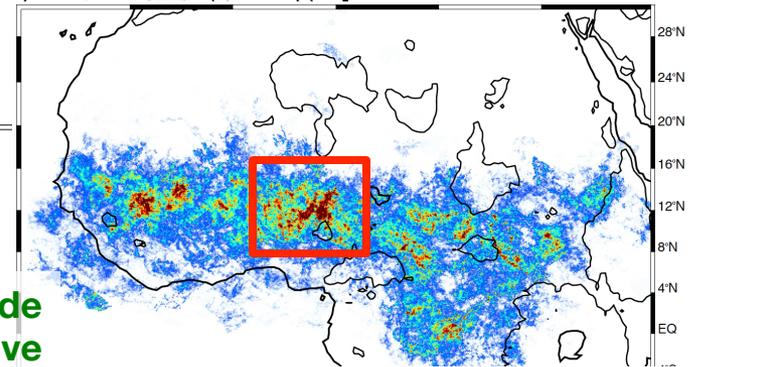
Intensidad de lluvia media para JJA



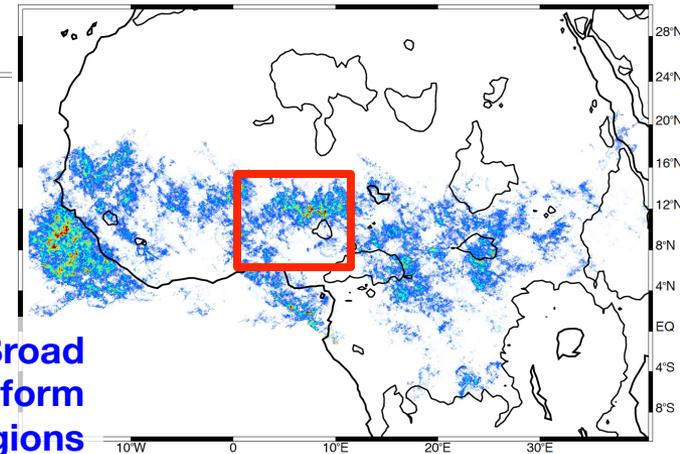
- Contribución de las categorías extremas al total de lluvia en la temporada de verano: ~ 47%
- Incluyendo las tormentas con BSR, el porcentaje se vuelve ~ 58%



**Deep
Convective
Cores**



**Wide
Convective
Cores**



**Broad
Stratiform
Regions**

(Zuluaga, Rasmussen and Houze in prep.)

Conclusiones

- Las tormentas de convección extrema puede tomar varias formas:
 - **Núcleos Convectivos Profundos** ocurren con mayor probabilidad sobre regiones continentales, con un máximo diurno en la tarde. Ocurren raramente sobre el océano y no presentan una contribución significativa
 - **Núcleos Convectivos Anchos** se localizan en las mismas regiones que los eventos con DCC, pero se extienden también hacia el océano. Poseen máximos desde la media noche hasta el amanecer. Son las tormentas que presentan la mayor contribución de lluvia a la climatología de la precipitación
 - **Regiones Estratiformes extensas** son más frecuentes sobre el océano y con mucha menos variación diurna. Presentan una importante contribución a la lluvia climatológica, en particular sobre el océano
- Estas formas de convección extrema están controladas por:
 - Cadenas montañosas en Suramérica
 - Actividad sinóptica de Ondas del Este en África y Ondas Tropicales en el Pacífico

