

Este trabajo tiene licencia bajo CC BY-NC-SA 4.0.

Para ver una copia de esta licencia, visite:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Para materiales traducidos, le sugerimos dar crédito al autor(es) original y a (los) traductor(es).



Pregunta.

¿Cómo fluye ahora la energía por los ecosistemas del área de Niwot?

¿Cómo lo medimos?

¿Quién robó la energía perdida?



<https://tvtropes.org/pmwiki/pmwiki.php/Main/DastardlyWhiplash>

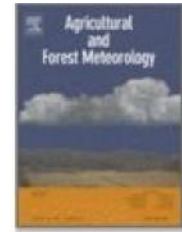




Meteorología agrícola y forestal

Volúmenes 171-172, 1S

ApriPáginas 137-1S2



Análisis basado en datos del cierre del balance energético en los centros de investigación FLUXNET: El papel de la heterogeneidad a escala de paisaje

Paul c. Stoy^a ^{''}, Ivatthias Mauder^b, Thomas Foken^c, Barbara Marcolla ^{*}, Eva Boegh^e, Andreas Ibrom ['],
fvf. Altaf Arain . Almut Arneth ^{b' h}, Mika Aurelai ['], Christian Bernhofer ^j, Alessandro Cescatti ^k, Ebba Dellwik ['],
Pierpaolo Duce^{''}, Damiano Gianelle^d, Eva van Gorsel ['], Gerard Kiely [^], Alexander Knohl ['], Hank Margolis ^{*}, Harry
IVtCaughey ['], Lutz IVterbold [^], Leonardo Mo ntagnani ^{'' - *}, Dario Papale ^{'^}, Markus Reichstein [^],
Matthew Saunders ^{*}, Penélope Serrano-Ortiz^z, IVlatteo Sottocornola ['], Donatelia Spano ['], Francesco Vaccari
[^], Andrej Varlagin



Colaboradores de la base de datos LaThuile

<https://fluxnet.org/data/la-thuille-dataset/>



Microsoft[™]
Research



Max Planck Institute
for Biogeochemistry



KoFlux

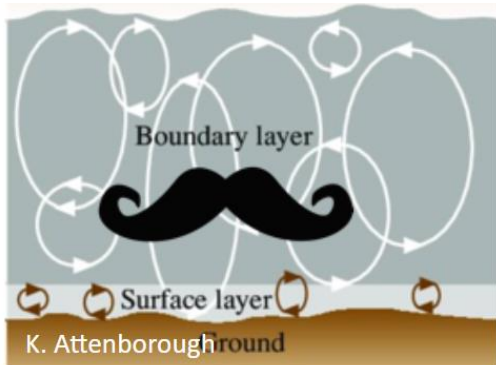


OZ Flux



NECC

Los culpables



Big eddies



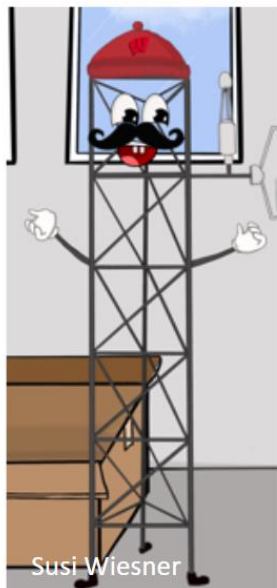
Campbell

Unmeasured ecosystem energy flux



Campbell

The sonic anemometer



Susie Wiesner

Tower design



Data filtering



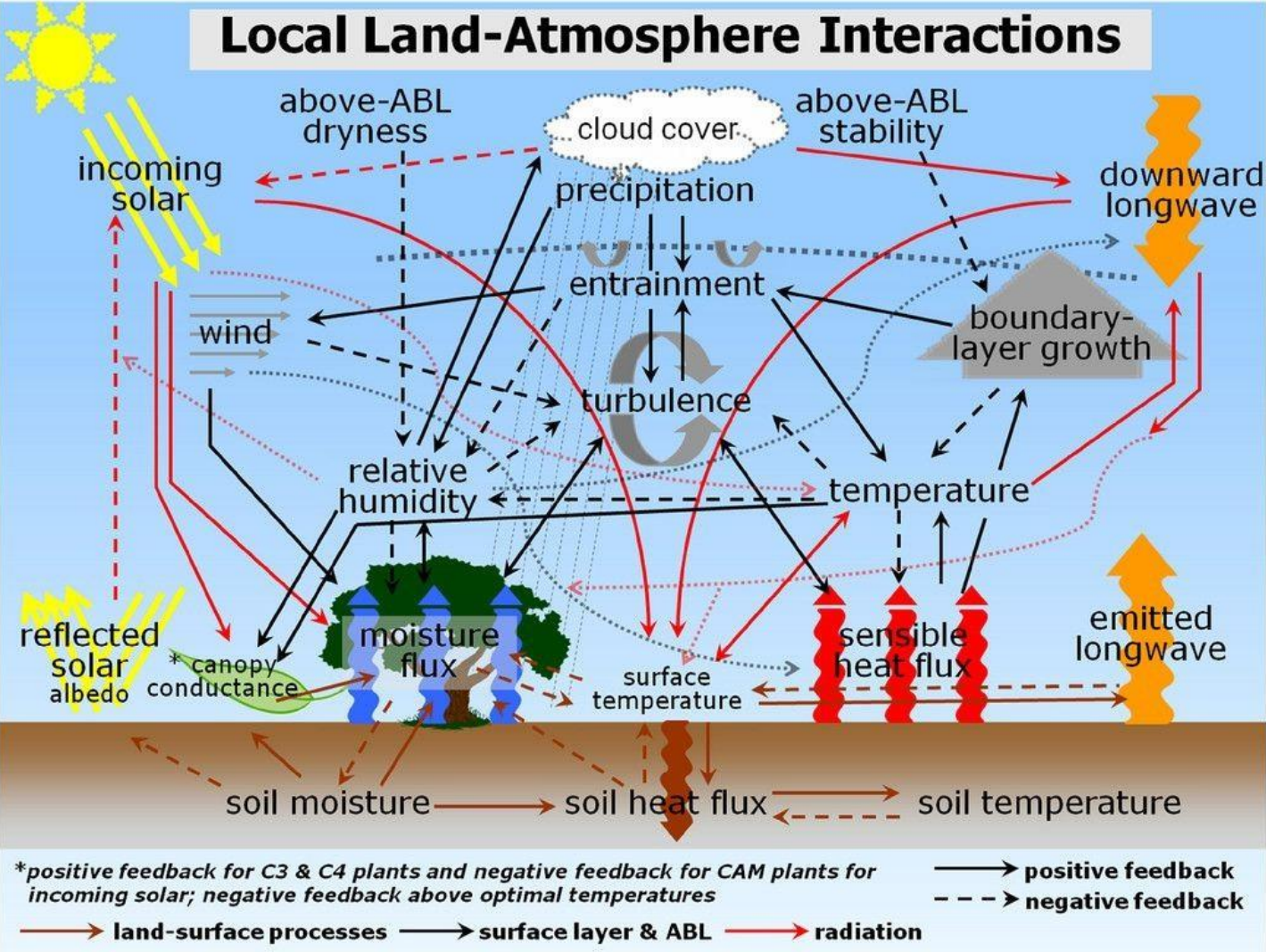
LiCor

Data processing

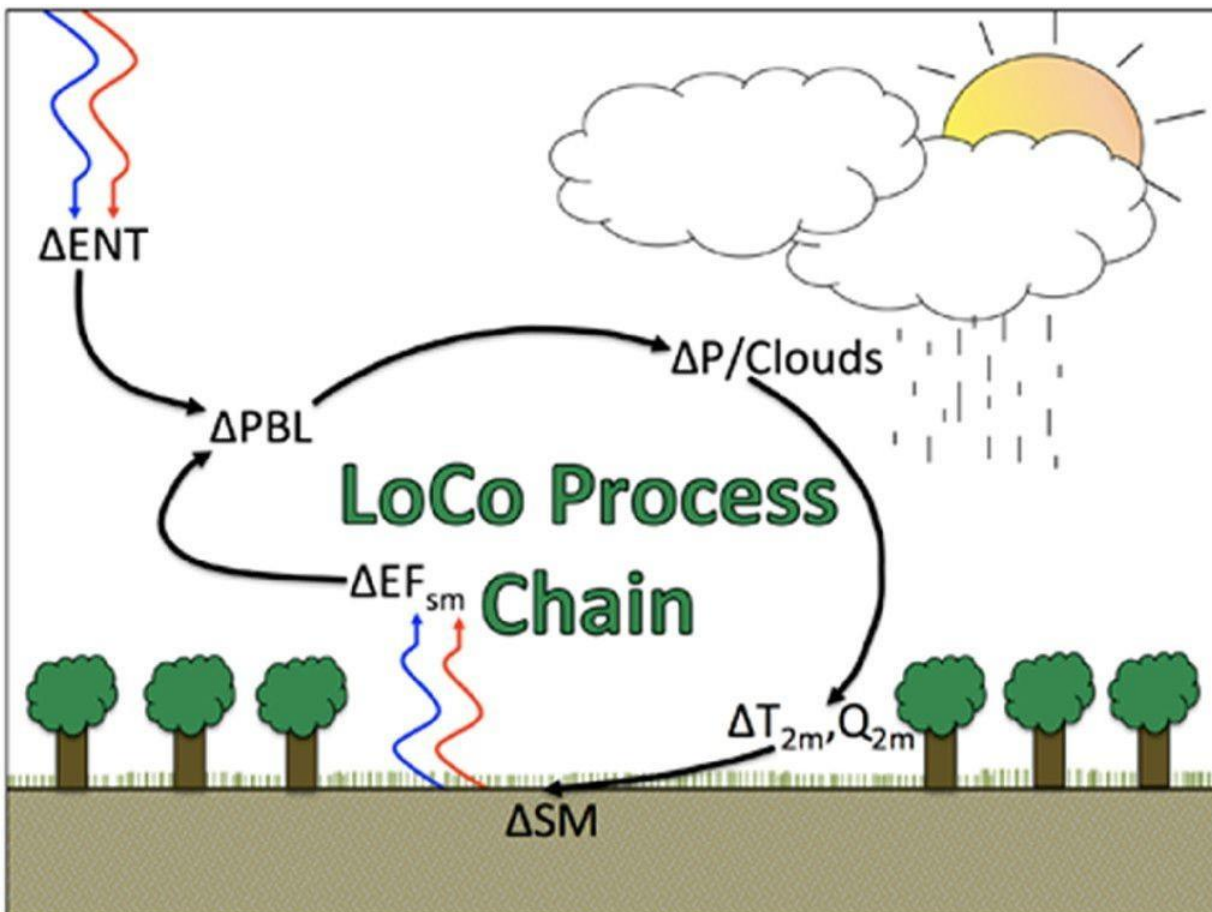
Other



Mi motivo oculto: flujo de energía y retroalimentación tierra-atmósfera



Santanello et al. (2018)



$$\Delta SM \xrightarrow{(a)} \Delta EF_{sm} \xrightarrow{(b)} \Delta PBL \xrightarrow{(c)} \Delta ENT \xrightarrow{(d)} \Delta T_{2m}, Q_{2m} \triangleright \Delta P/Clouds$$

ENT = arrastre
 PBL = capa límite planetaria
 SM = humedad del suelo
 EF = fracción evaporativa
 P = precipitación
 T = temperatura
 Q = humedad

Santanello et al. (2018)

Pistas: Cierre del balance energético

Planteamiento del problema

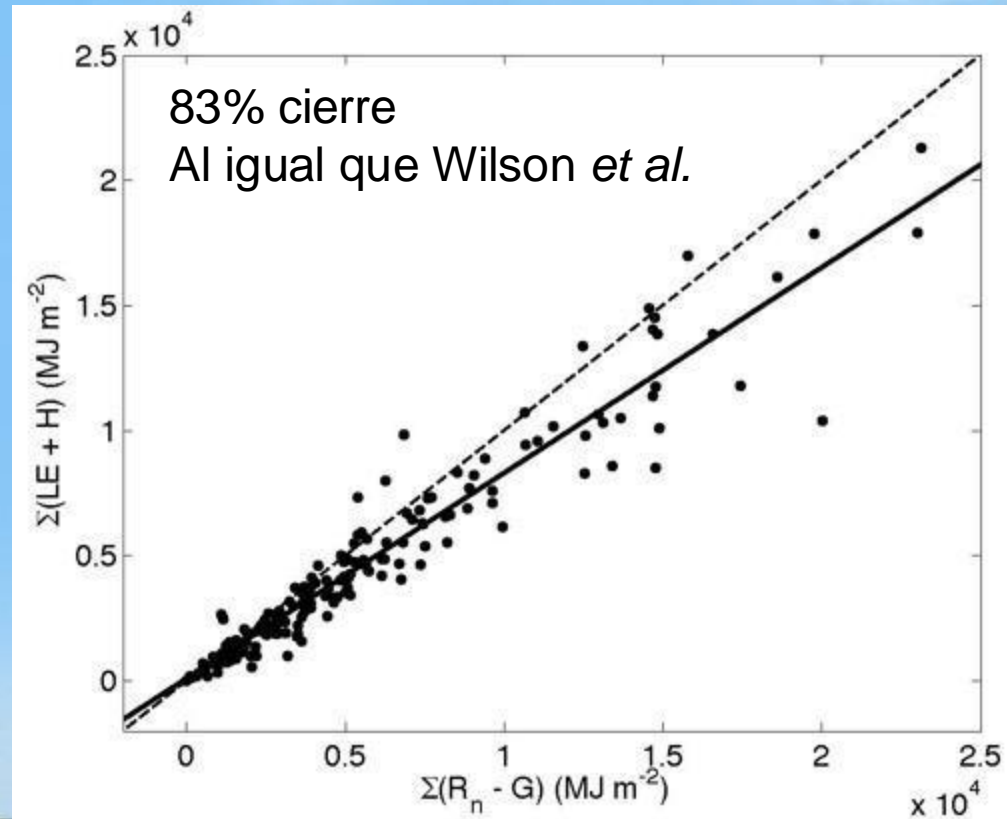
- Energía medida de entrada \neq Energía medida de salida + Δ Almacenamiento

Fondo

- Las síntesis multisitio no informan del cierre completo:
 - 0,79 [0,53, 0,99] (Wilson *et al.*, 2002)
 - 0,84 [0,58, 1,00] (Li *et al.*, 2005; Yu *et al.*, 2006)
 - 0,85-0,89 (Barr *et al.*, 2006)
 - 0,74 [0,65 - 0,89] (Hendricks Franssen *et al.*, 2010)
- Las grandes campañas de campo (por ejemplo, FIFE, LITFASS) no informan del cierre completo
- Algunos estudios informan de un cierre casi total
p. ej. Heusinkveld *et al.*, 2004; Lindroth *et al.*, 2009; Moderow *et al.*, 2009; Vourlitis y Oechel, 1999
Gerken *et al.*, 2018

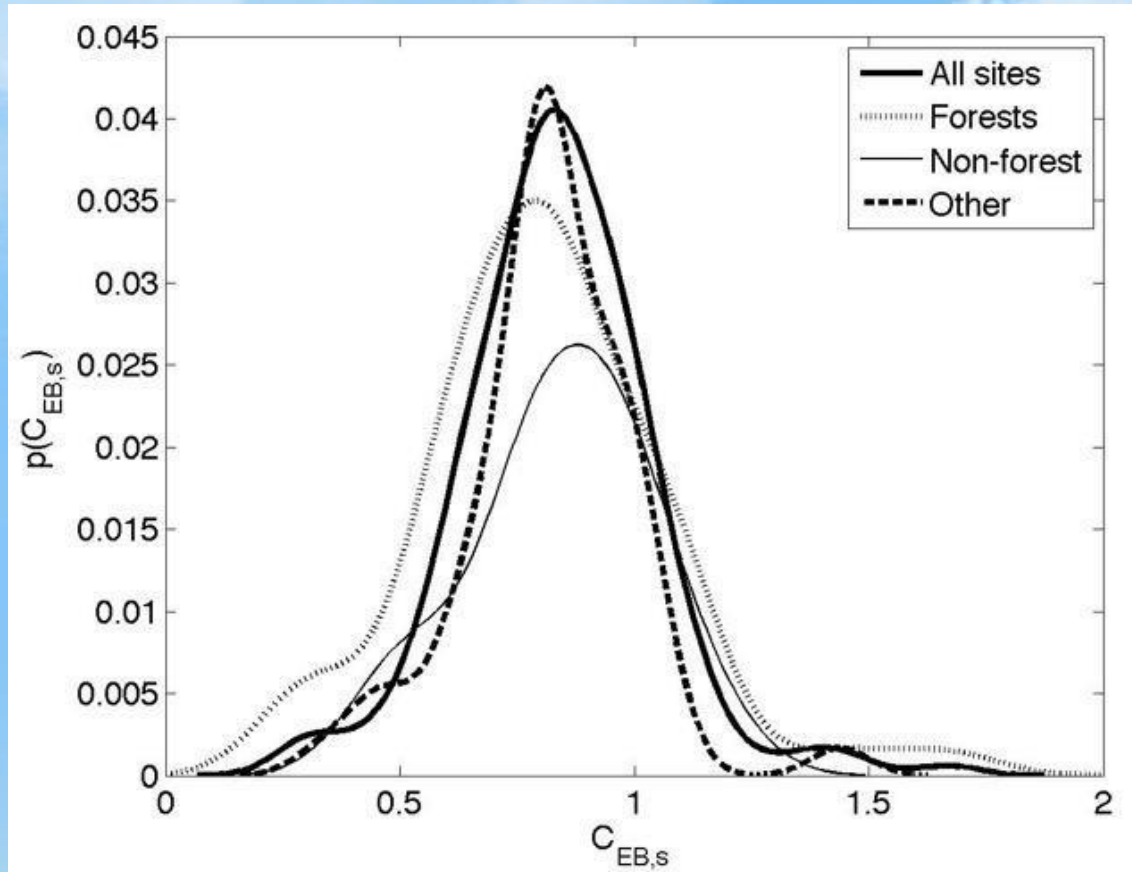
Cierre del balance energético de FLUXNET (C_{EB})

- All LaThuille sites with G measurements ($n = 180/253$)
- Exclude: $\text{sum}(R_n - G) < 0$ & $C_{EB,S} > 2$ ($n = 172$)



La altura del ecosistema no parece importar

No hay diferencias significativas entre bosques, no bosques y otros (sabana/humedales)



Es improbable que la culpa la tenga un almacenamiento secundario no medido.



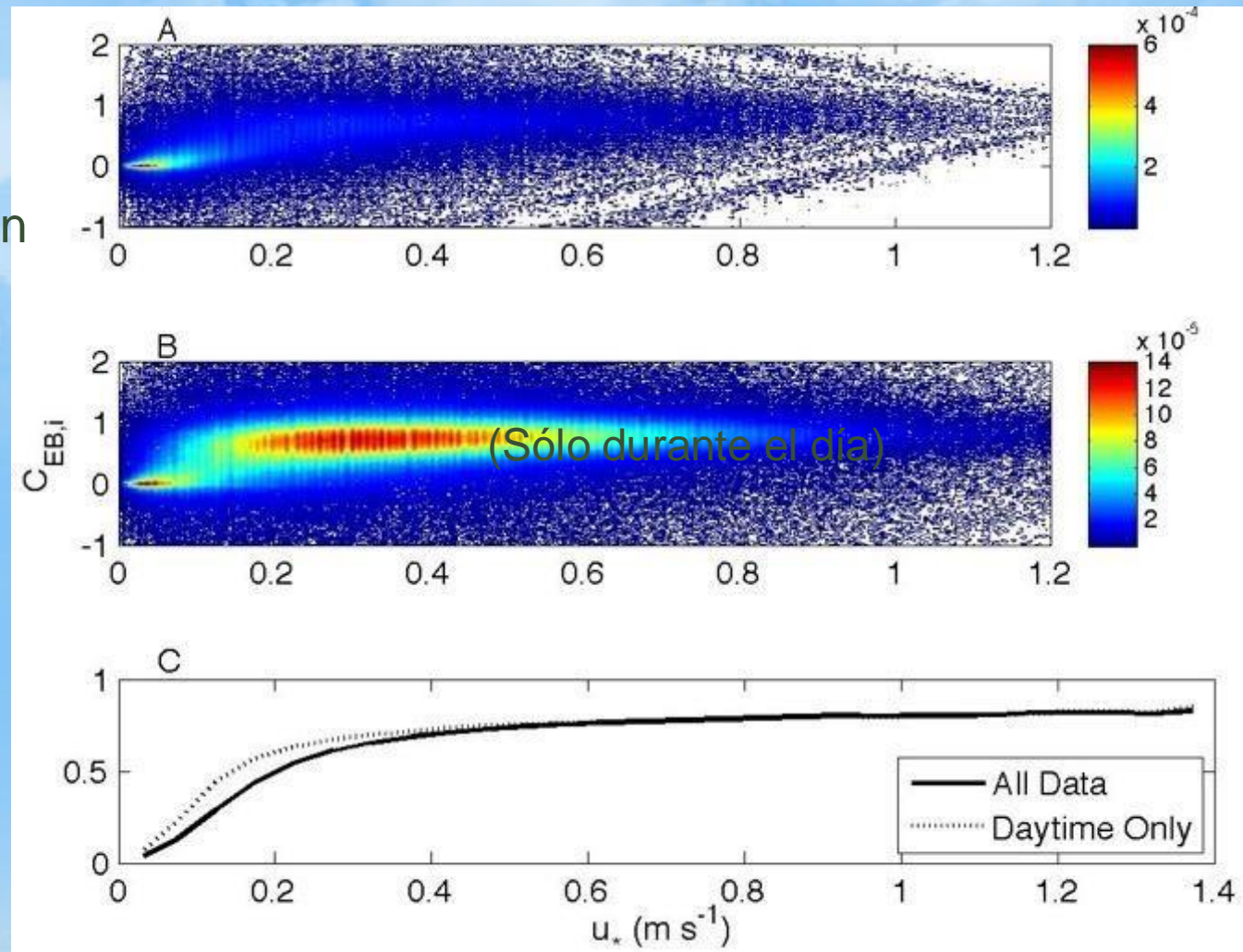
El tipo de ecosistema importa... a veces

PFT	n	CEB _s
Cultivos	25	0.78 ± 0.16
Arbustos	9	0.87 ± 0.15
Bosque caducifolio latifoliado	20	0.69 ± 0.18
Bosque latifoliado perennifolio	10	0.94 ± 0.16
Bosque perennifolio de agujas	47	0.88 ± 0.23
Pastizales	32	0.94 ± 0.39
Bosque mixto	10	0.79 ± 0.18
Sabana	10	0.91 ± 0.14
Humedales	7	0.76 ± 0.13
TOTAL	158*	0.83 ± 0.14



Cierre instantáneo (1/2 hora): el papel de u_*

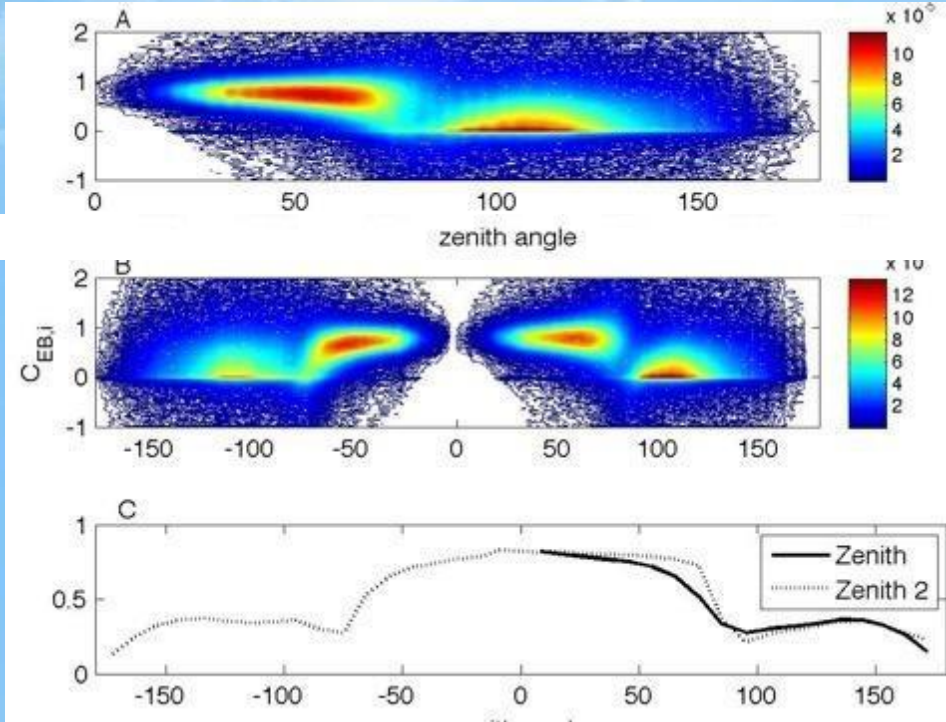
Visualización de la estimación de la densidad del núcleo en 2D



Cierre en función del ángulo cenital y de la precipitación (P)

El cierre es mejor por la tarde

cierre es mejor en los lugares más



$${}_{EB,S} C = -1,6 \times 10^{-4} \mu P + 0,89$$

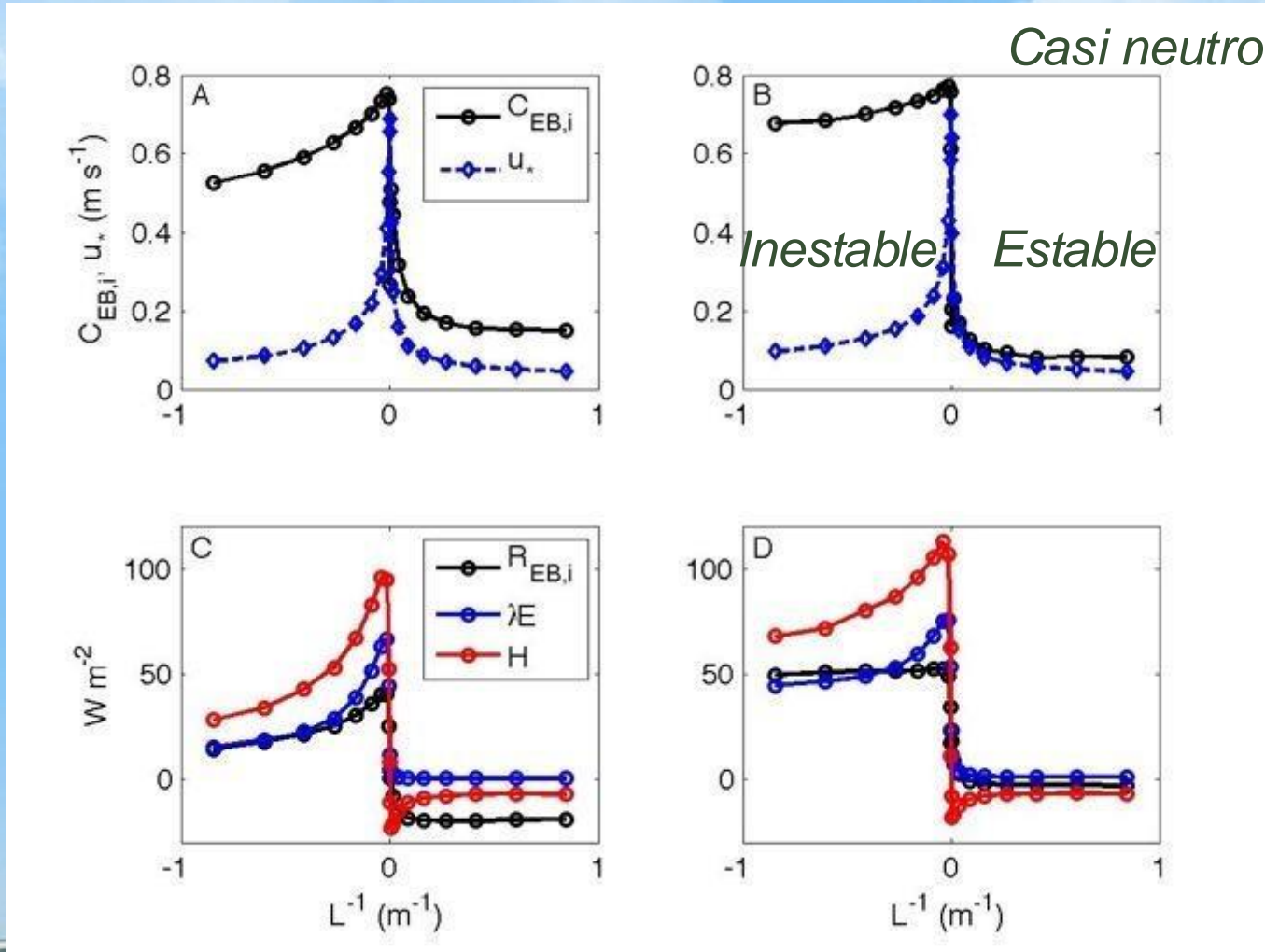
$$r = -0,27; p < 0,0005$$

Bajo r^2 , mucha dispersión, pero casi nunca ocurriría por casualidad

Por la mañana
Tarde

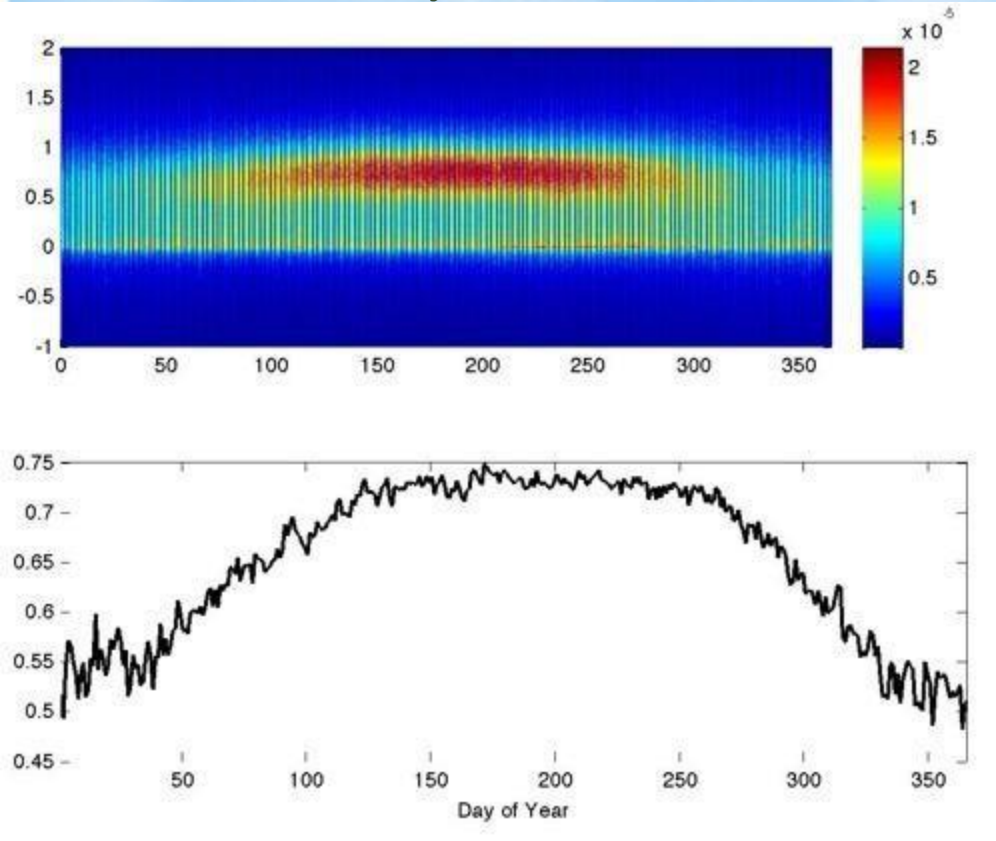


Estabilidad atmosférica: la longitud de Obukhov (L)



Cierre en función de la GPP (Productividad Primaria Bruta)

El cierre es mejor en verano



Día del año

...pero más GPP >>>> peor cierre

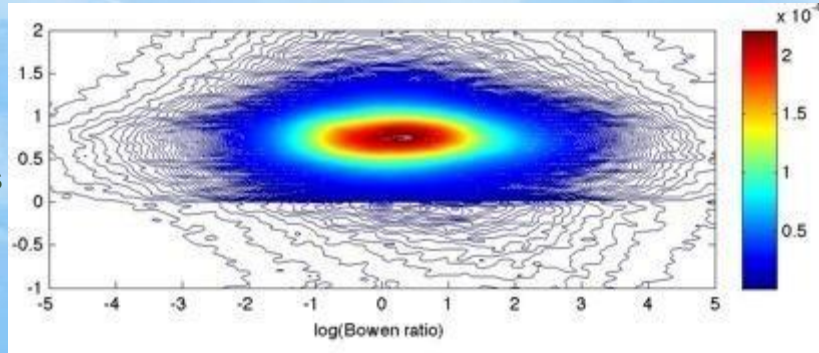
$$C_{EB,s} = 0,003\mu GPP + 0,83$$

$$r = -0,19; p = 0,01$$



Cierre en función de la relación de Bowen ($\beta = H/LE$)

Sin relación β instantánea
cierre.



Log(β)

...pero mayor nivel de sitio $\beta \gg \gg$ peor

$$C_{EB,s} = -0,016\beta + 0,88$$

$$r = -0,16; p = 0,04$$

Tendencias a lo largo del tiempo

73 sitios

empeoran 69 sitios

mejoran

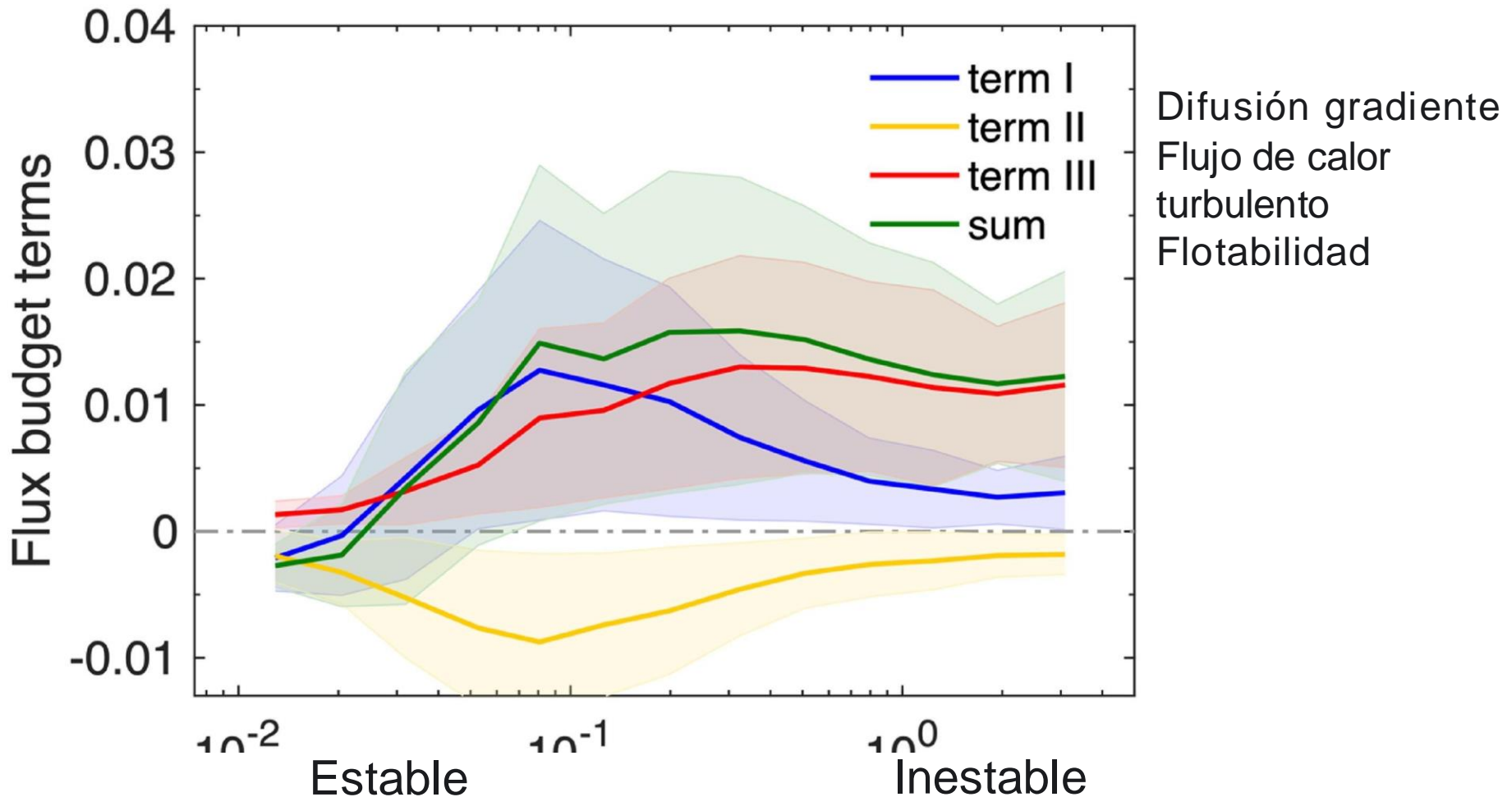
37 centros sin cambios

significativos



La estructura de la turbulencia en la capa superficial

"La heterogeneidad superficial a pequeña escala en el calentamiento expulsa remolinos con mayores contribuciones de flujo que los remolinos de barrido, causando un transporte de flujo asimétrico en la capa superficial atmosférica" -Liu et al. (2021)



Circulación estacionaria y Advección - de M. Mauder

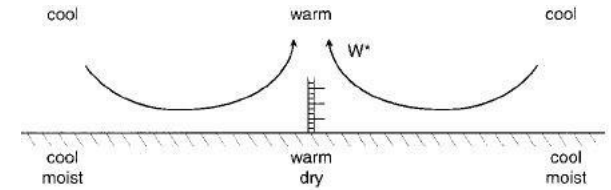
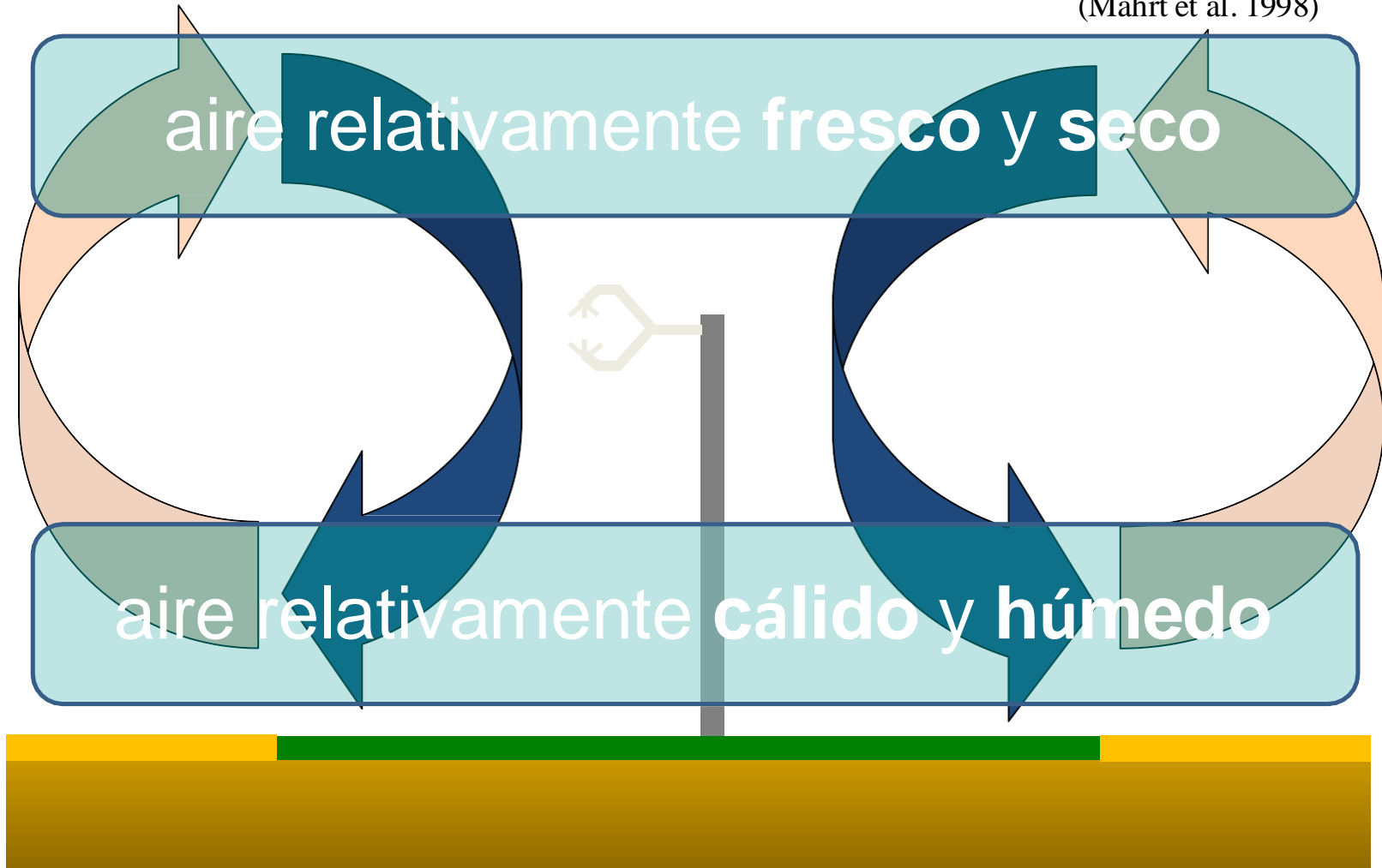


FIG. 3. Schematic of the heat flux by stationary motions.

(Mahrt et al. 1998)

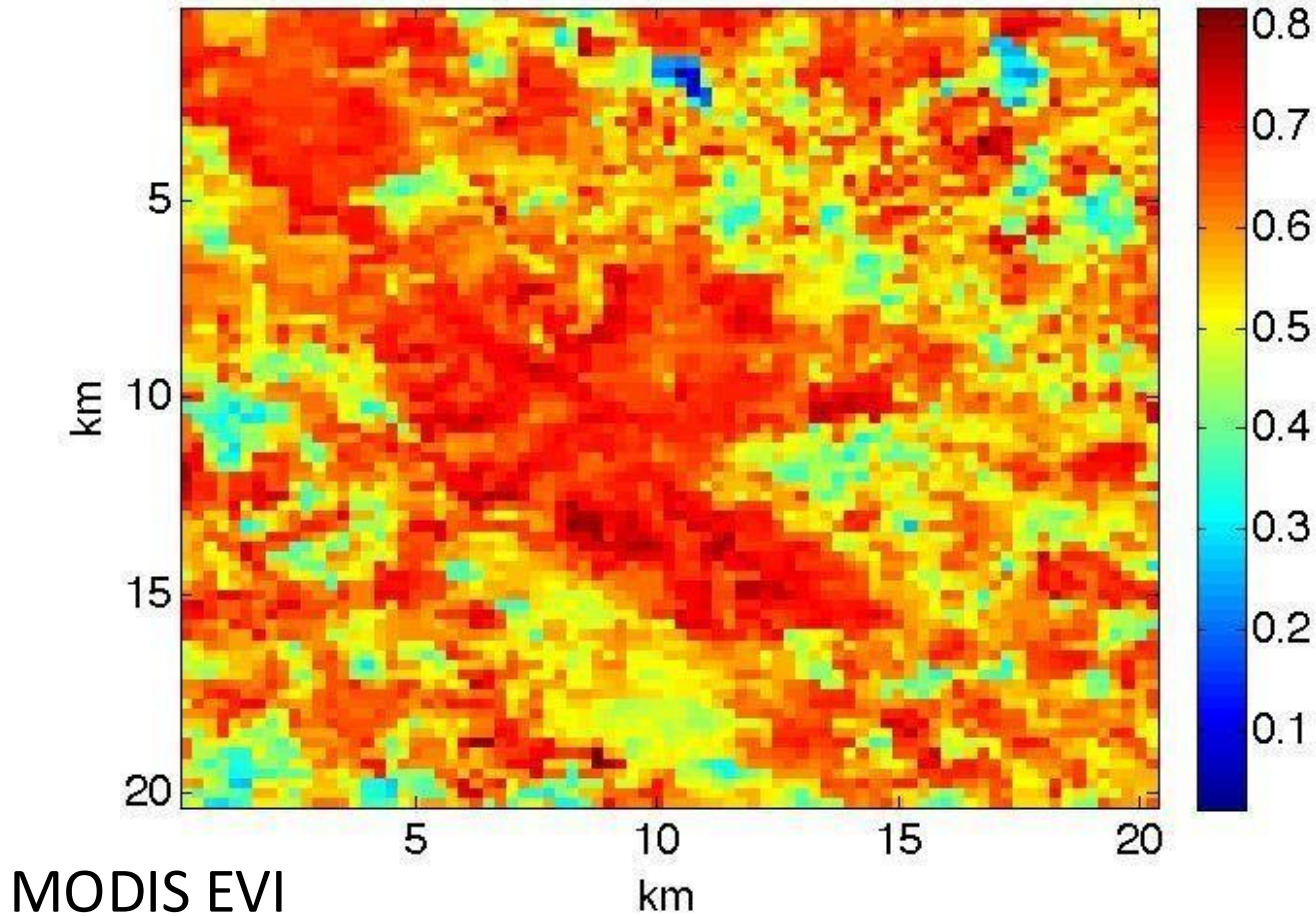


Nota: Anisótropo

Cierre del balance energético

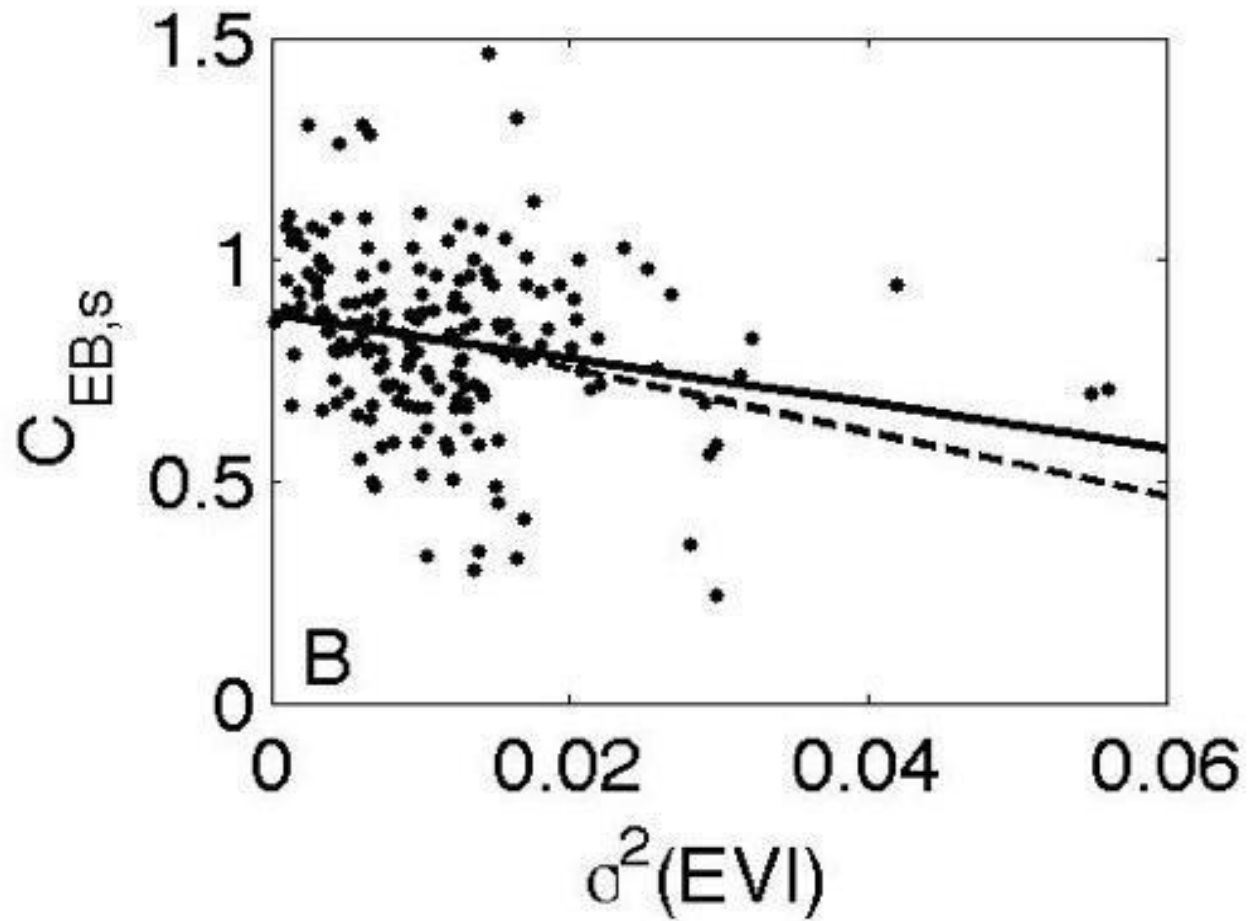
Mauder *et al.* (2007) relacionaron el cierre con la heterogeneidad a nivel de paisaje en un área de unos 20 x 20 km² .

- Ejemplo: Bosque de Hainich, Alemania.



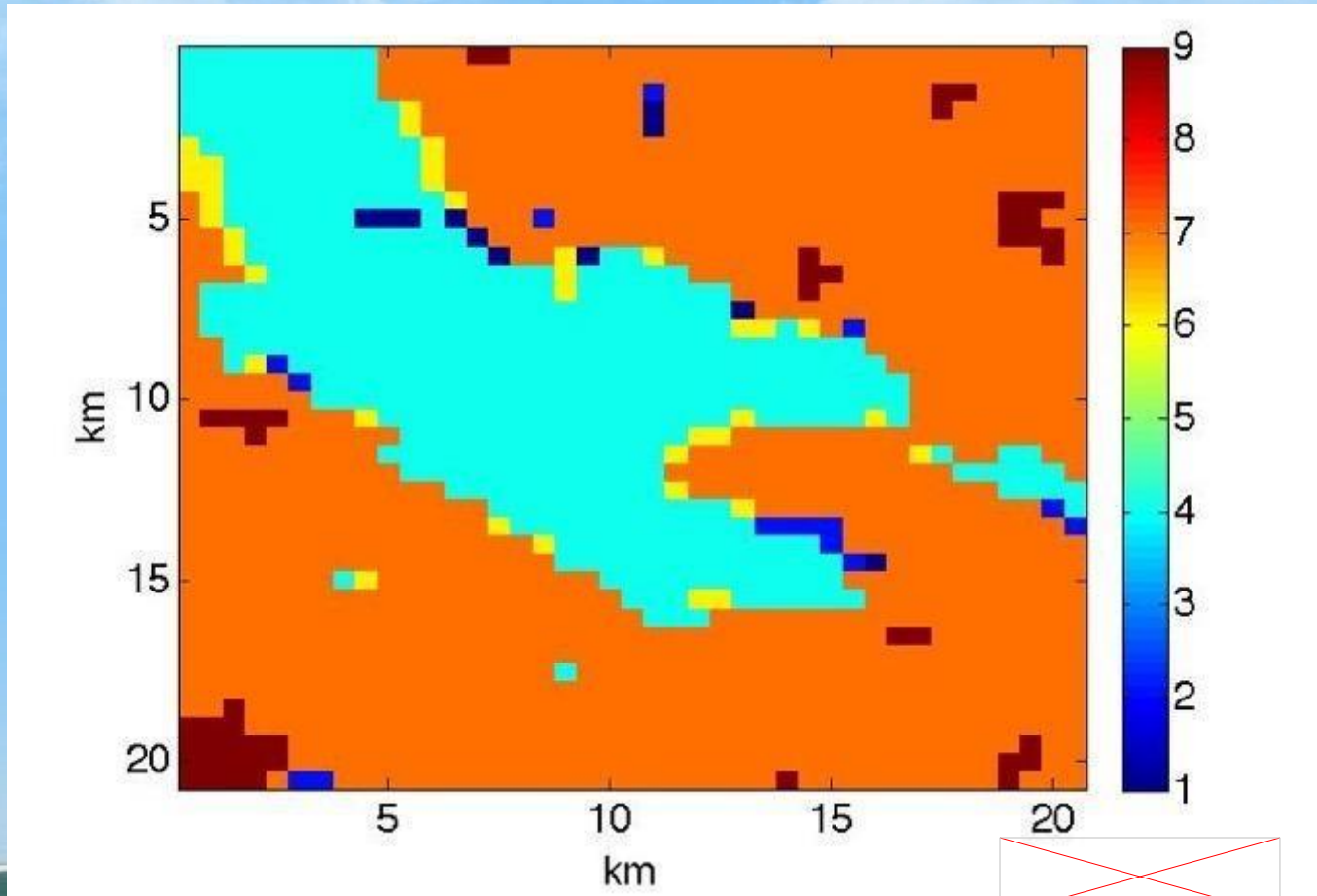
C_{EB} está relacionada con la variabilidad a nivel de paisaje (EVI)

$$r = -0,16; p = 0,040$$

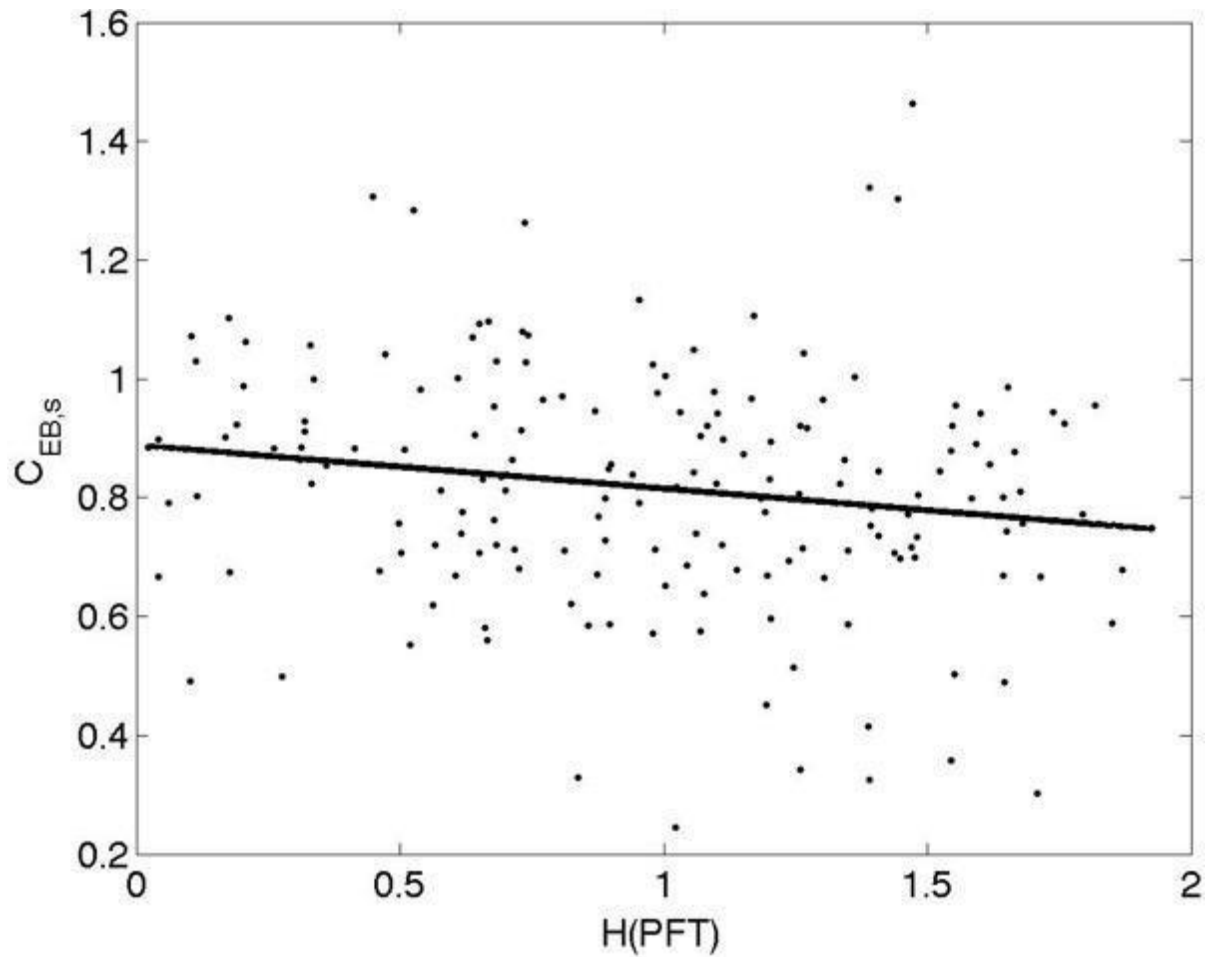


TFP a nivel de paisaje

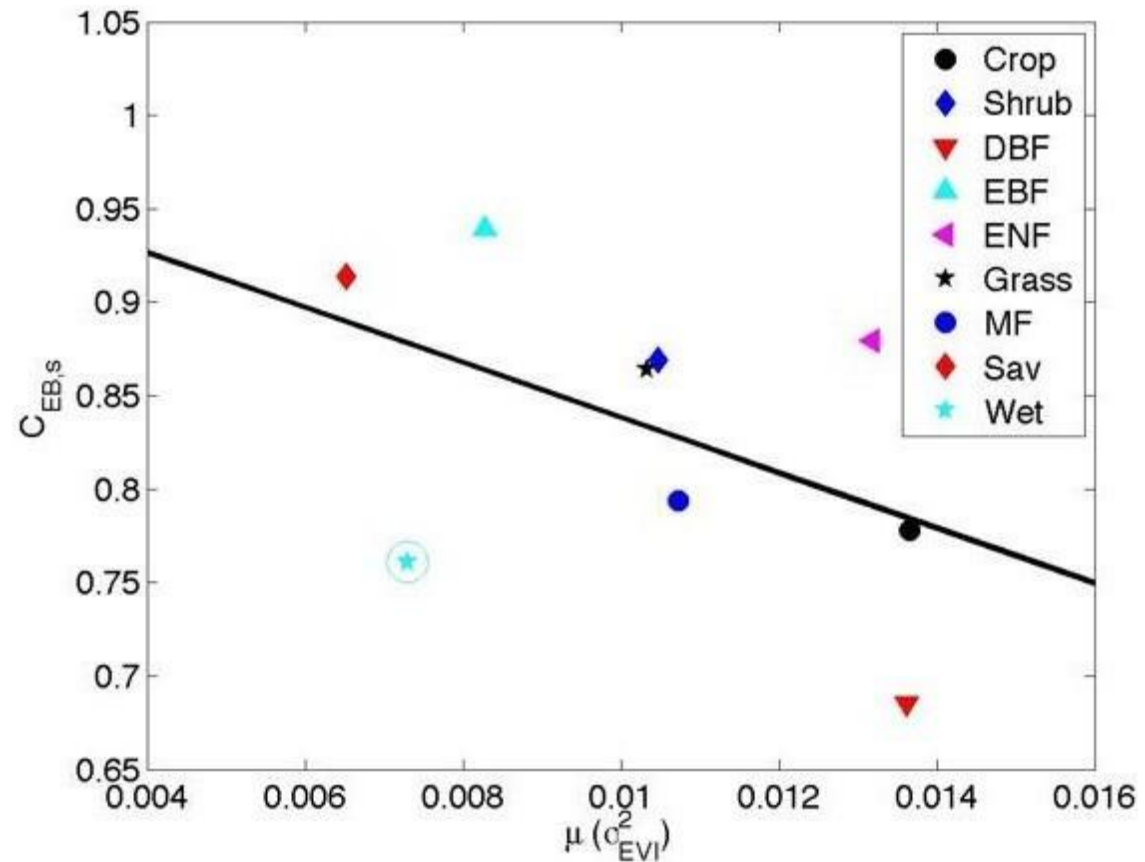
- Variabilidad calculada mediante la Entropía Informativa de Shannon:



C_{EB} está relacionada con la variabilidad a nivel de paisaje (PFT)



La RBE está relacionada con la variabilidad del paisaje

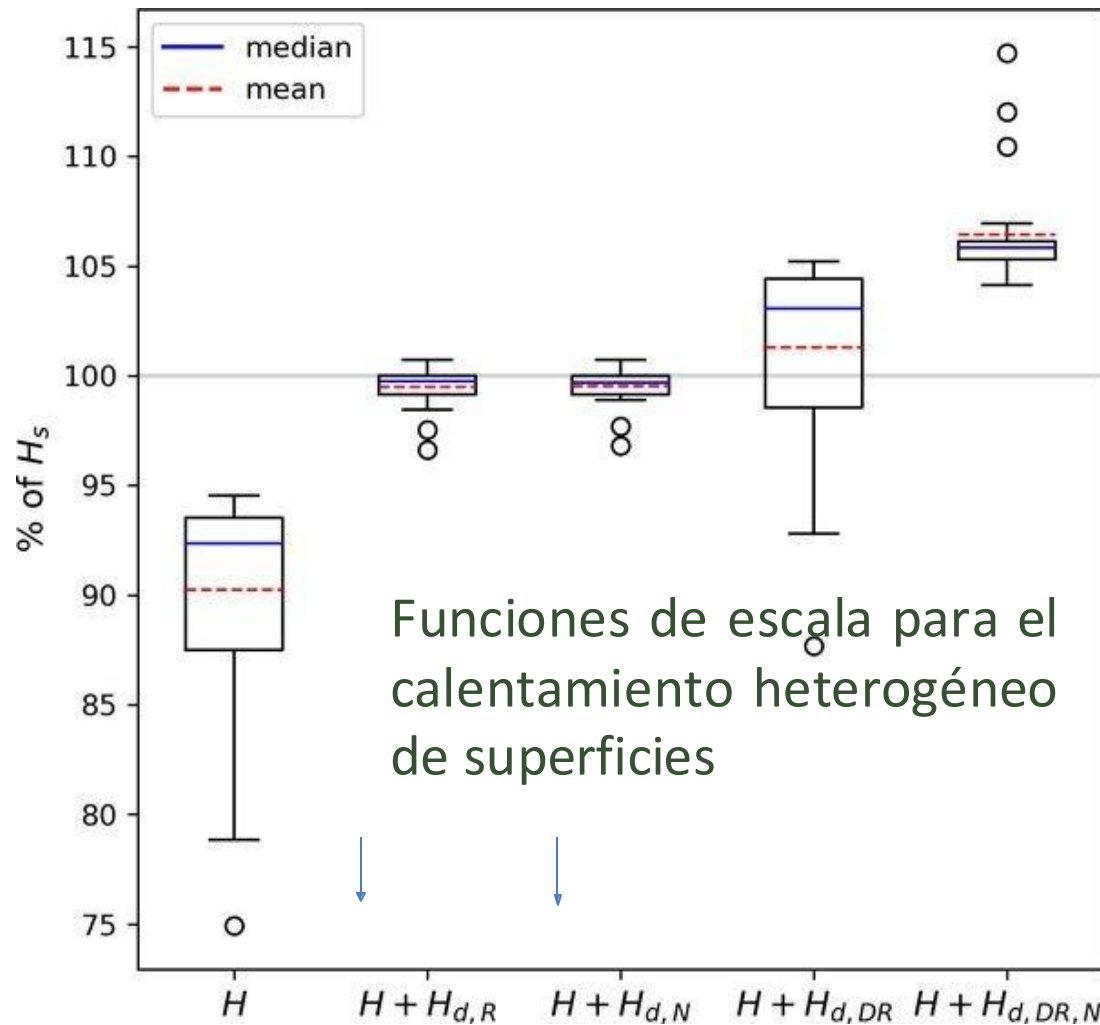


- Muchos tipos de ecosistemas tienen un cierre medio $> 0,9$.

Nota: no hay relación entre la calidad de la huella y

el CEB- T. Foken

Correcciones propuestas para la heterogeneidad de la superficie



Luise Wanner y otros (2022),
véase también De Roo et al. (2018) ("DR")

En el futuro:

Grandes campañas
como

CHEESEHEAD19

IP: Ankur Desai

