

Hidrología de los ecosistemas mediterráneos: impactos del cambio climático y cambios en el uso del suelo

Francesc Gallart

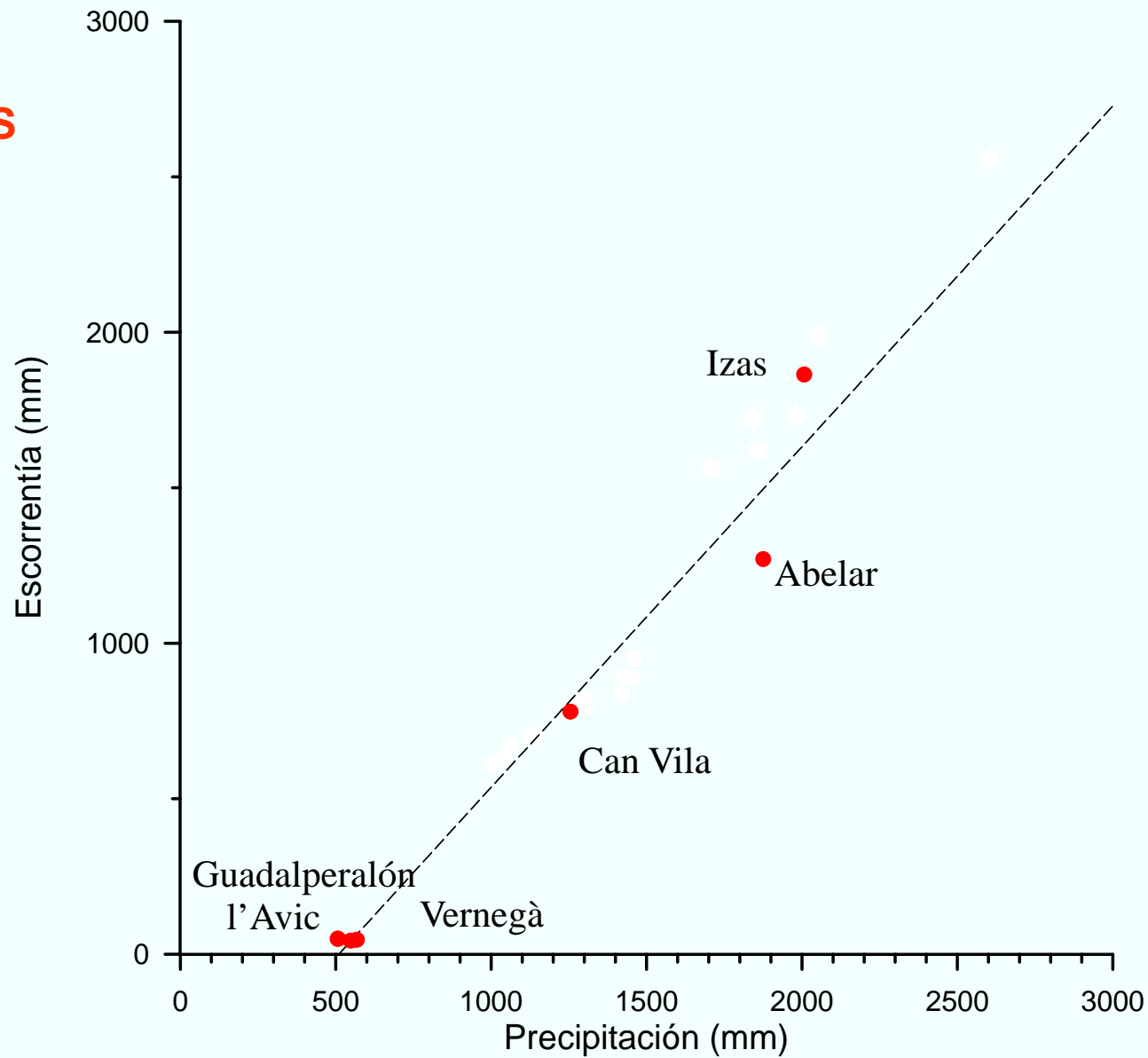
**Instituto de Diagnóstico Ambiental
y Estudios del Agua (IDÆA)
CSIC**



Balances de agua en cuencas

Cuencas RESEL

$$P = Et + Q + \Delta S$$

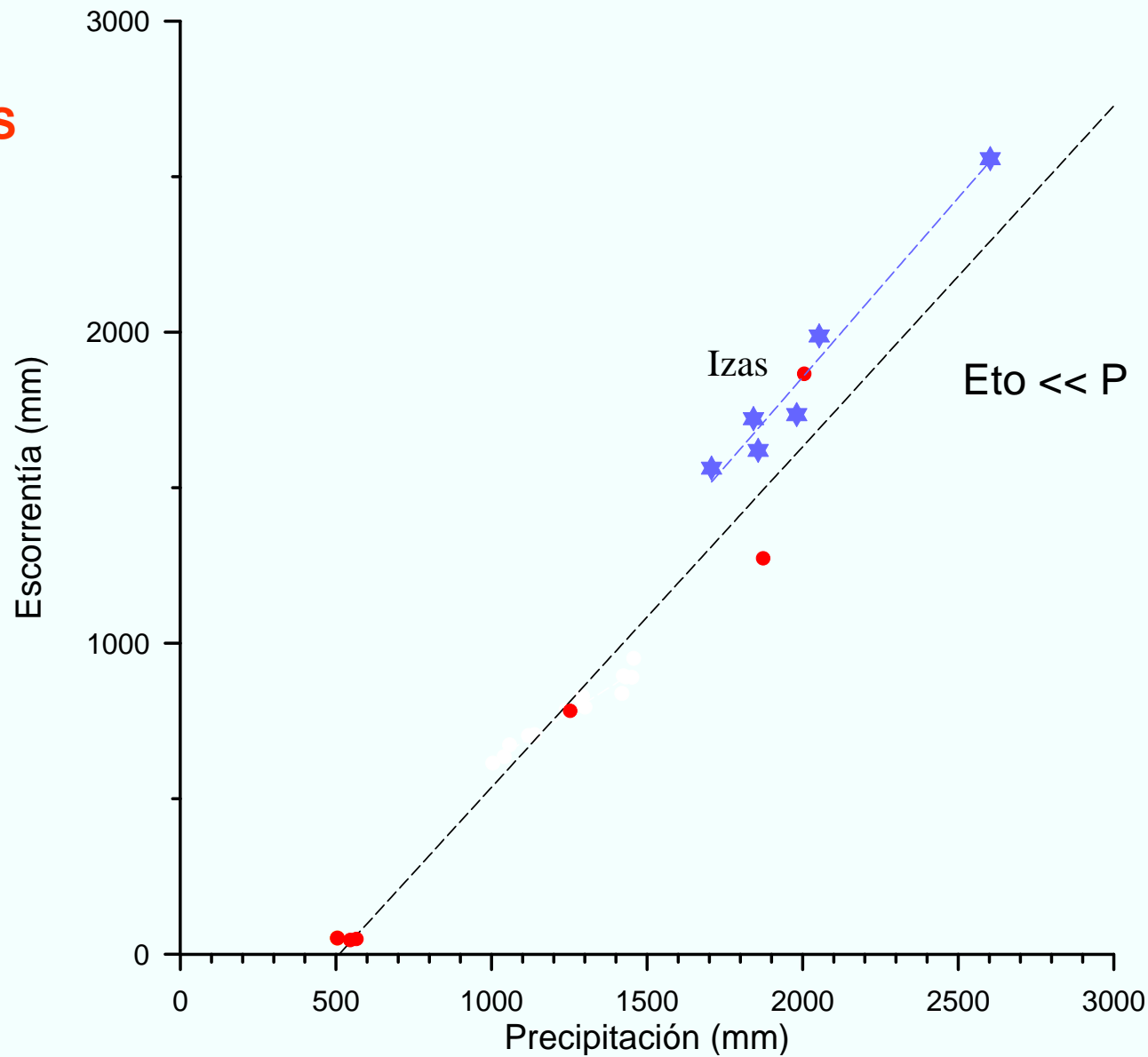


Alvera, Bellot, Diaz-Fierros, Latron, Sala, Schnabel,

Balances de agua en cuencas

Cuencas RESEL

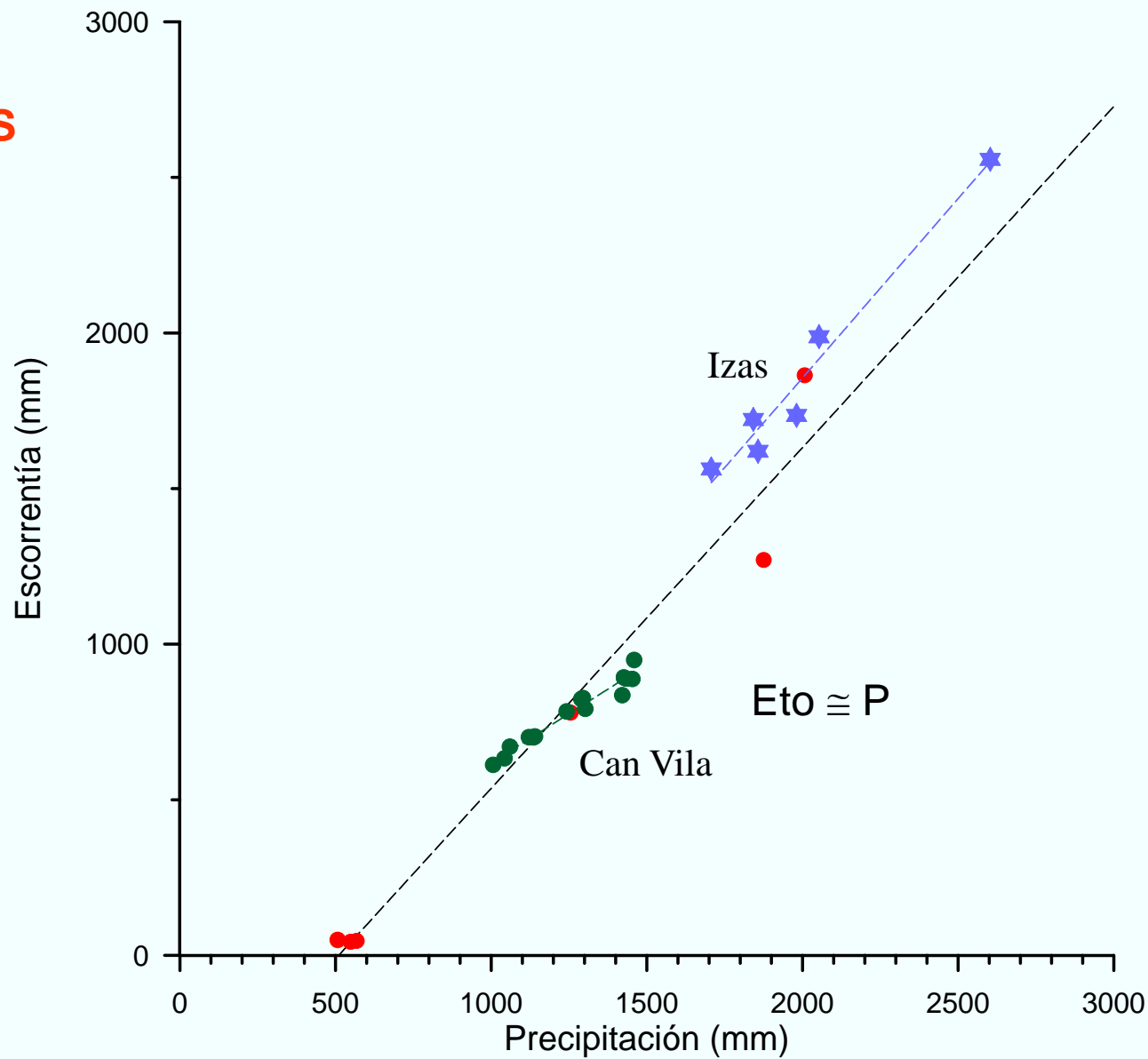
$$P = Et + Q + \Delta S$$



Balances de agua en cuencas

Cuencas RESEL

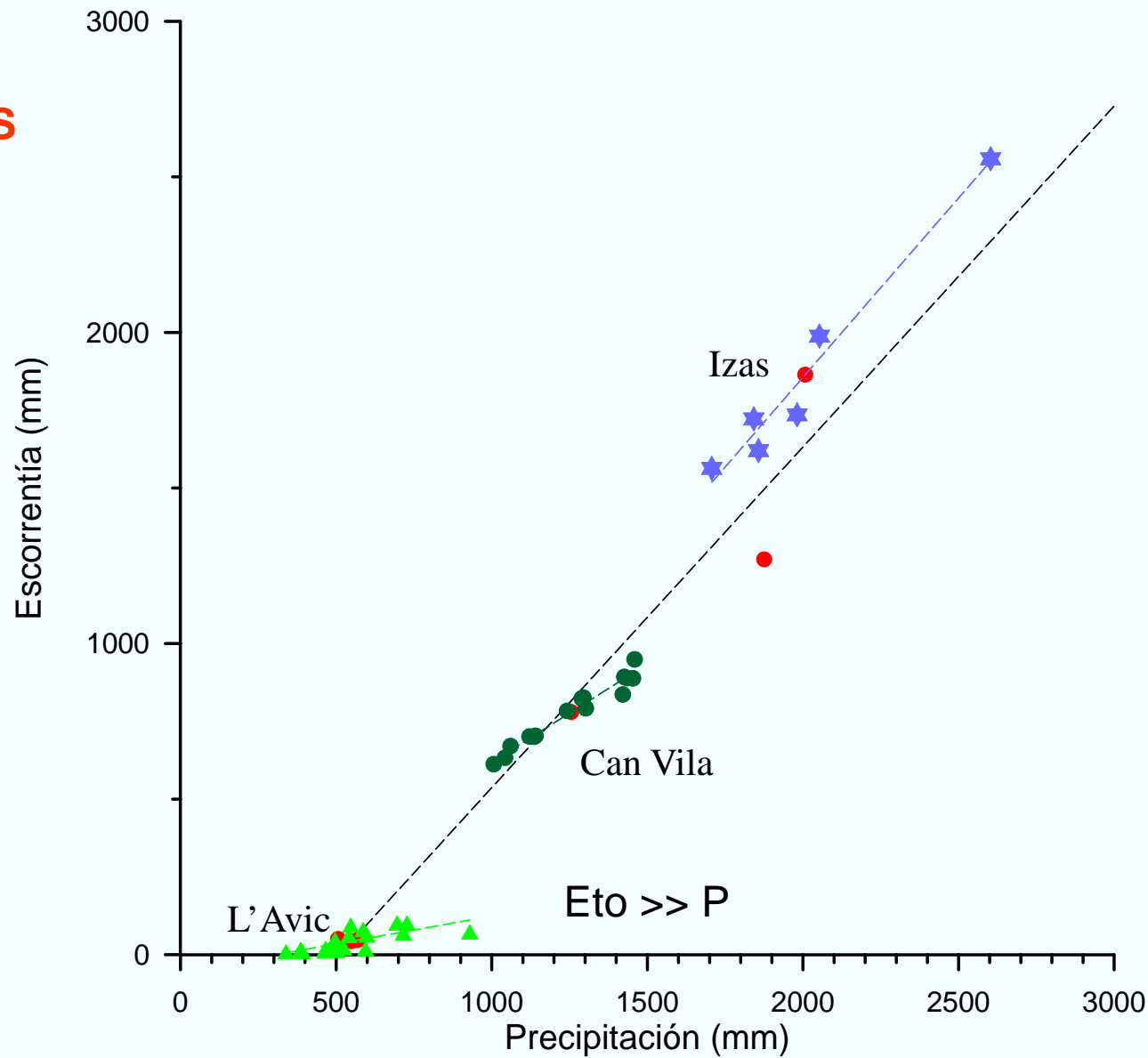
$$P = Et + Q + \Delta S$$



Balances de agua en cuencas

Cuencas RESEL

$$P = E_t + Q + \Delta S$$



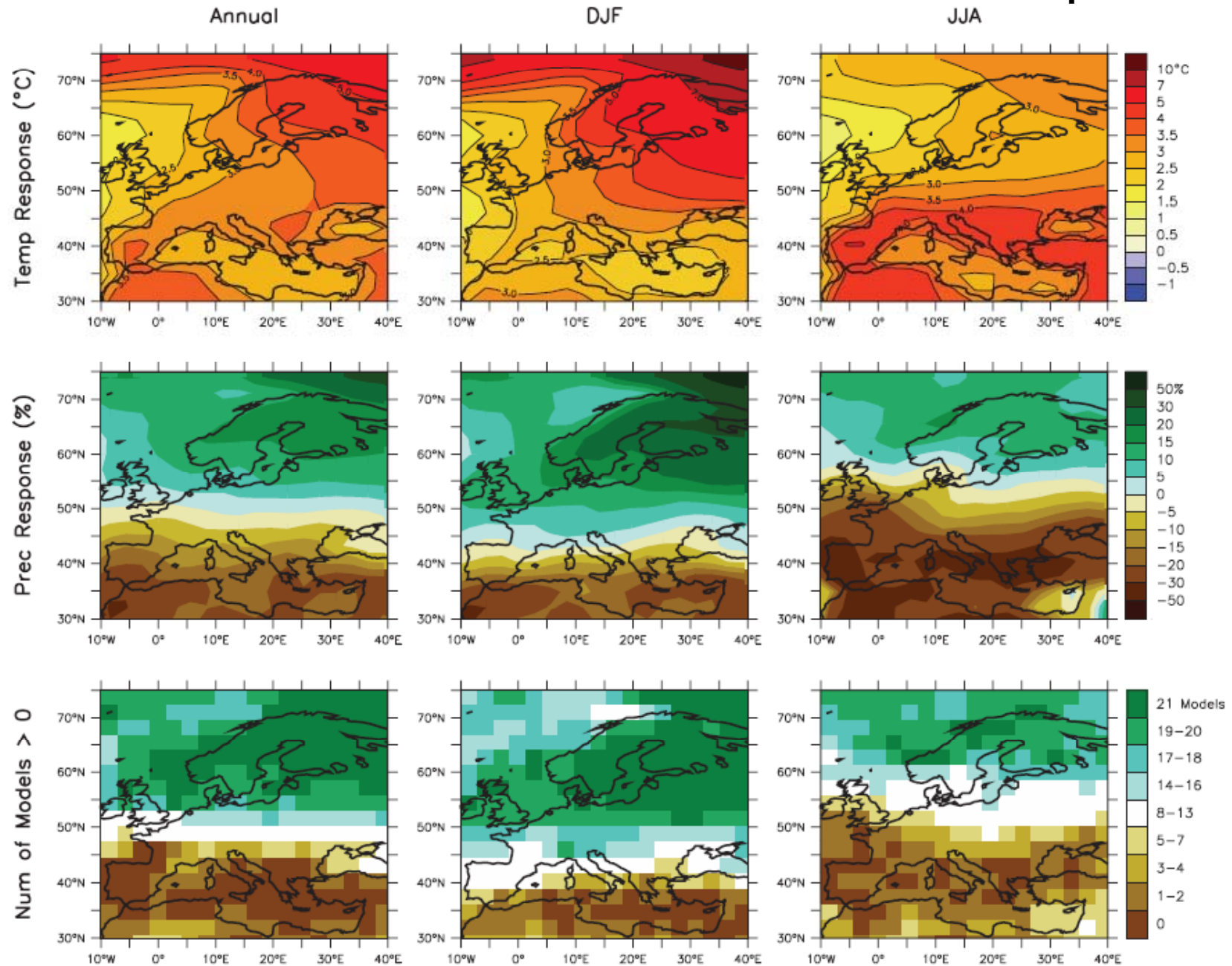
Balances de agua en cuencas

Las respuestas a cambios de temperatura y precipitación dependen del grado de stress hídrico de la vegetación:

- en zonas húmedas los cambios afectarán linealmente los aportes de agua**
- en zonas secas los cambios afectarán más la evapotranspiración (vegetación) que los aportes**

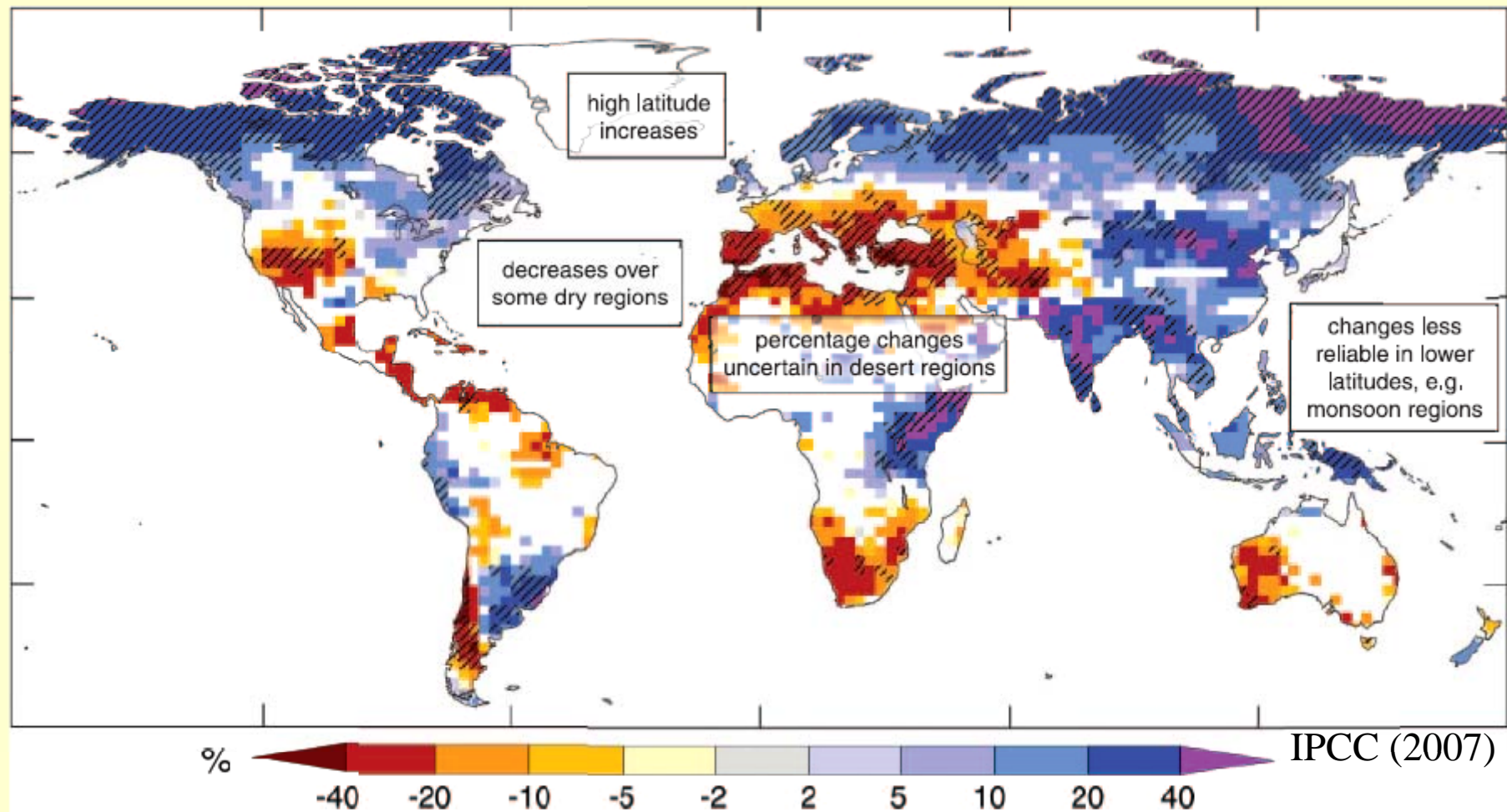
Previsiones Cambio Climático

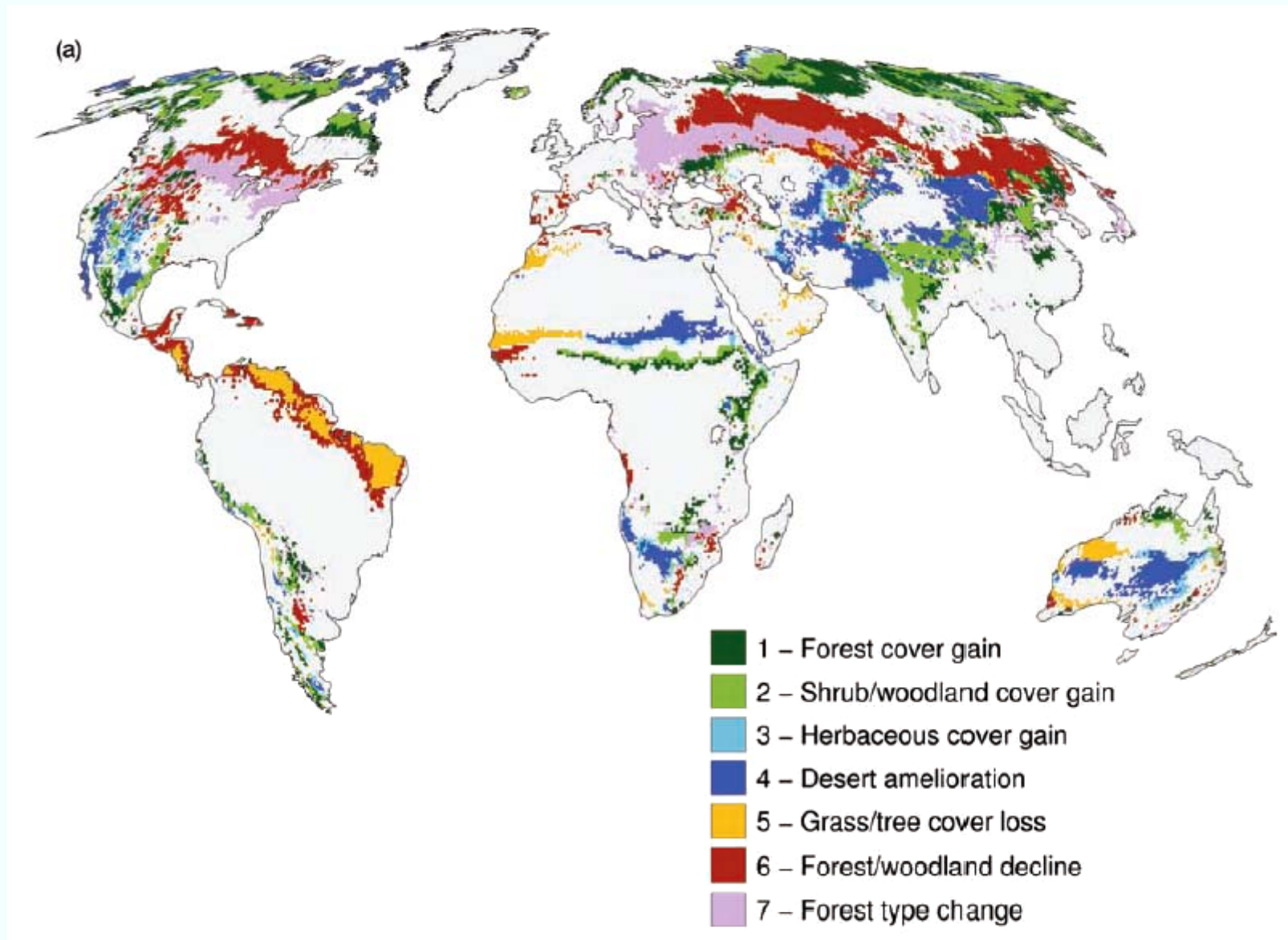
Europa



Christensen et al. (2007)

Projections and model consistency of relative changes in runoff by the end of the 21st century





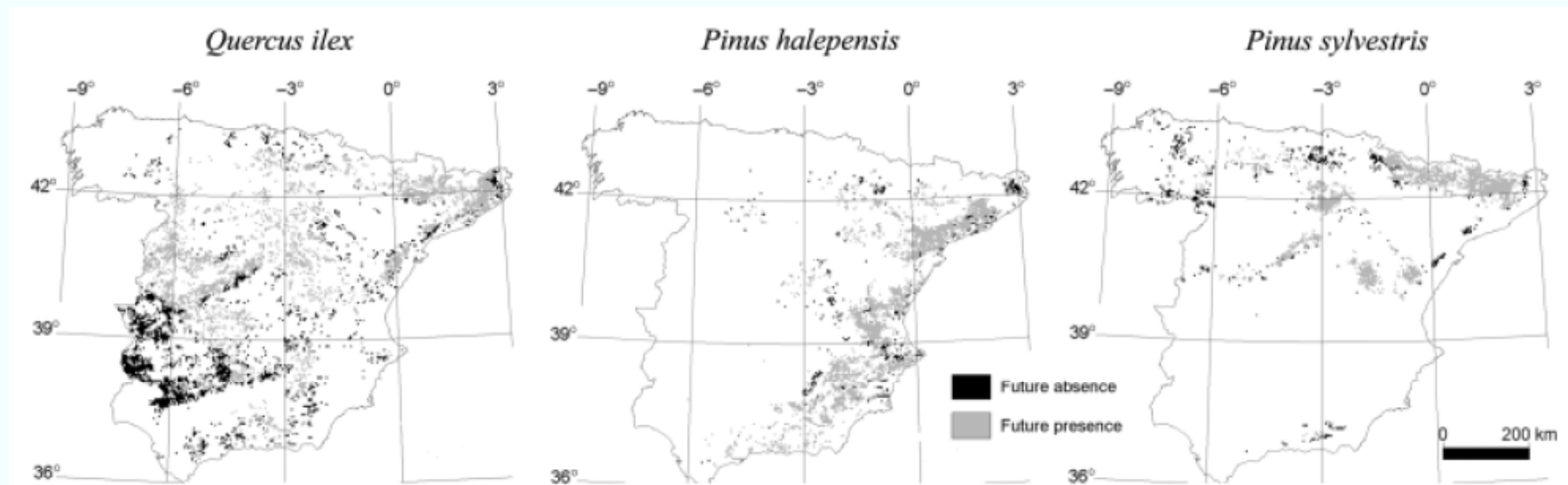


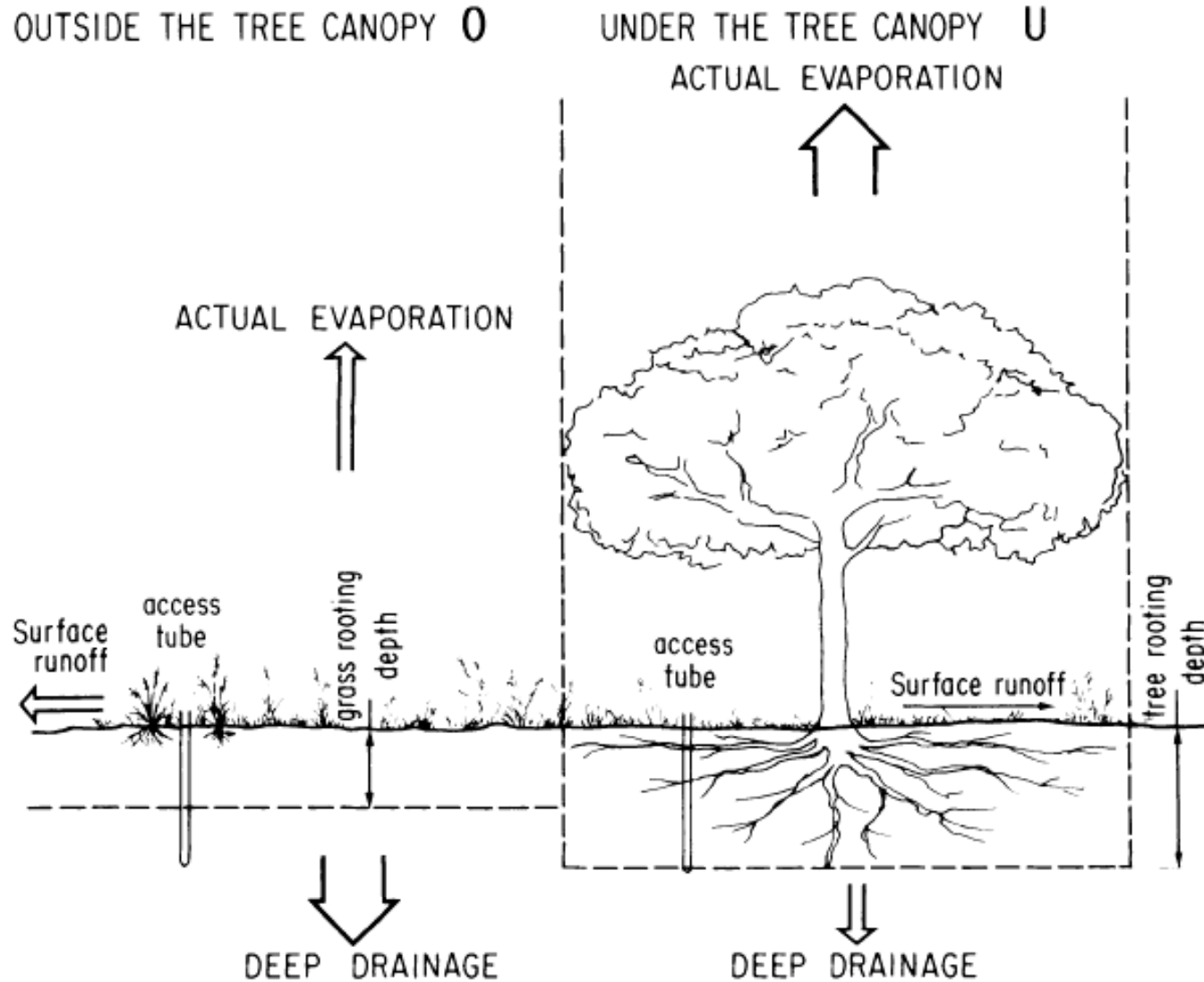
Fig. 4 Predicted future of current forests of *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, and *P. sylvestris* in continental Spain, as predicted by the multimodel ensemble for the period 2050–2080. Future absence relates to current forest stands in locations which are projected to be geoclimatically unsuitable by the period 2050–2080.

Keenan et al. (2010)

Hidrología de los cambios de Cubierta

Balance de agua

$$P = E + t + Q + \Delta S$$



Bosque:

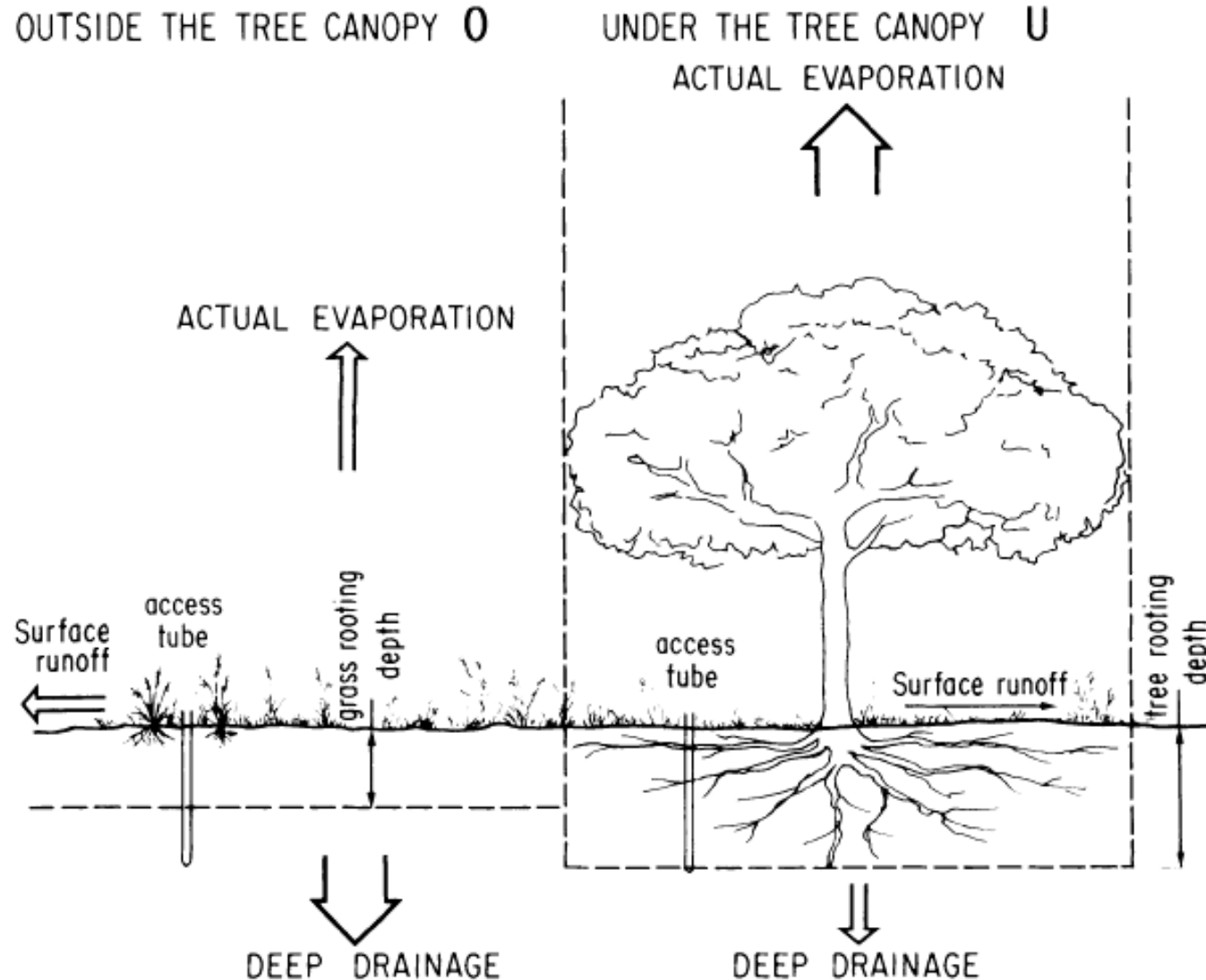
mayor biomasa aérea
(interceptación)

Joffre & Rambal 1993

Hidrología de los cambios de Cubierta

Balance de agua

$$P = E + t + Q + \Delta S$$



Bosque:

mayor biomasa aérea
(interceptación)

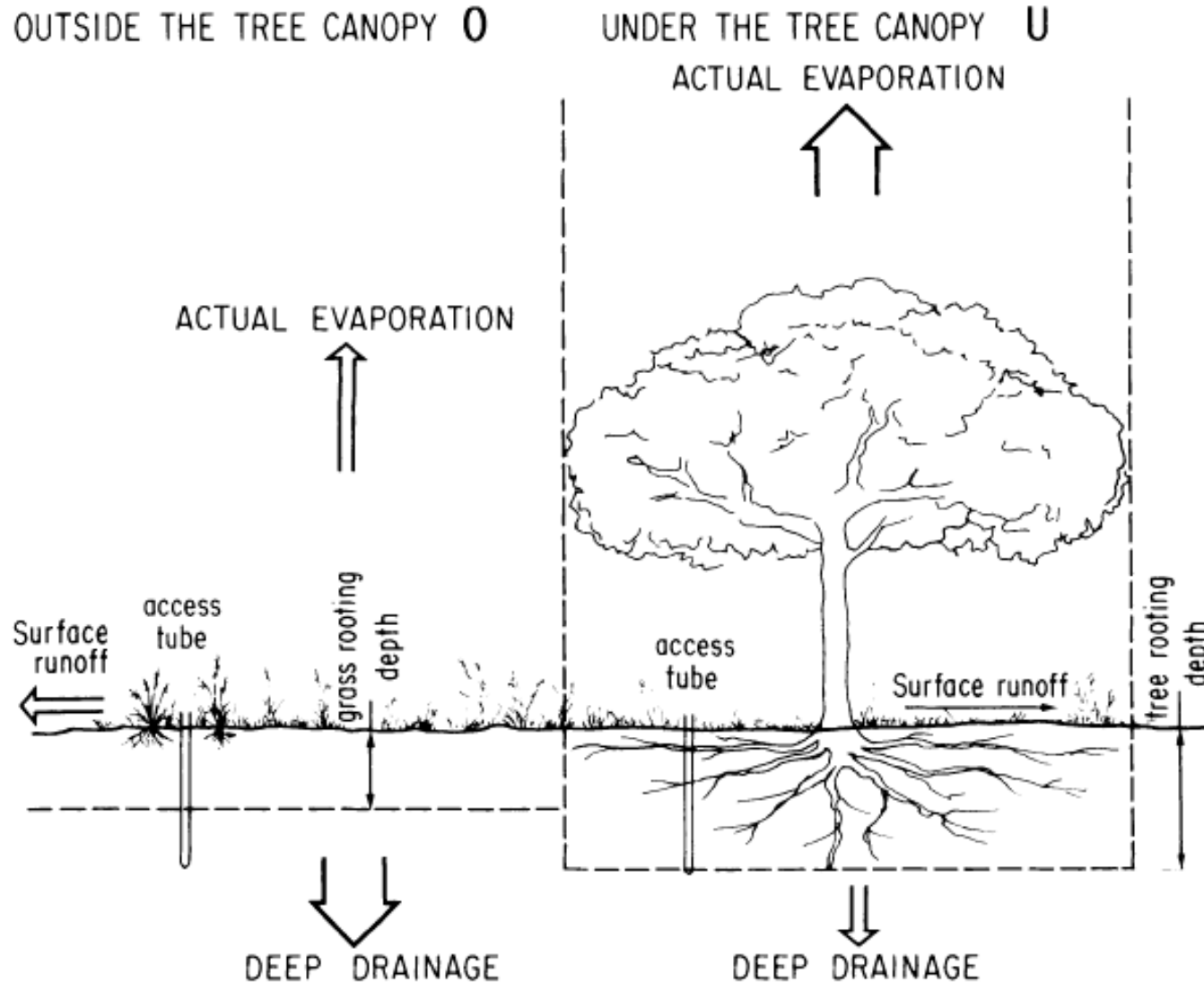
Et limitada por energía
- albedo
+ rugosidad aerod.

Joffre & Rambal 1993

Hidrología de los cambios de Cubierta

Balance de agua

$$P = E + t + Q + \Delta S$$



Bosque:

mayor biomasa aérea
(interceptación)

Et limitada por energía
- albedo
+ rugosidad aerod.

Et limitada por agua
+ profund. raíces

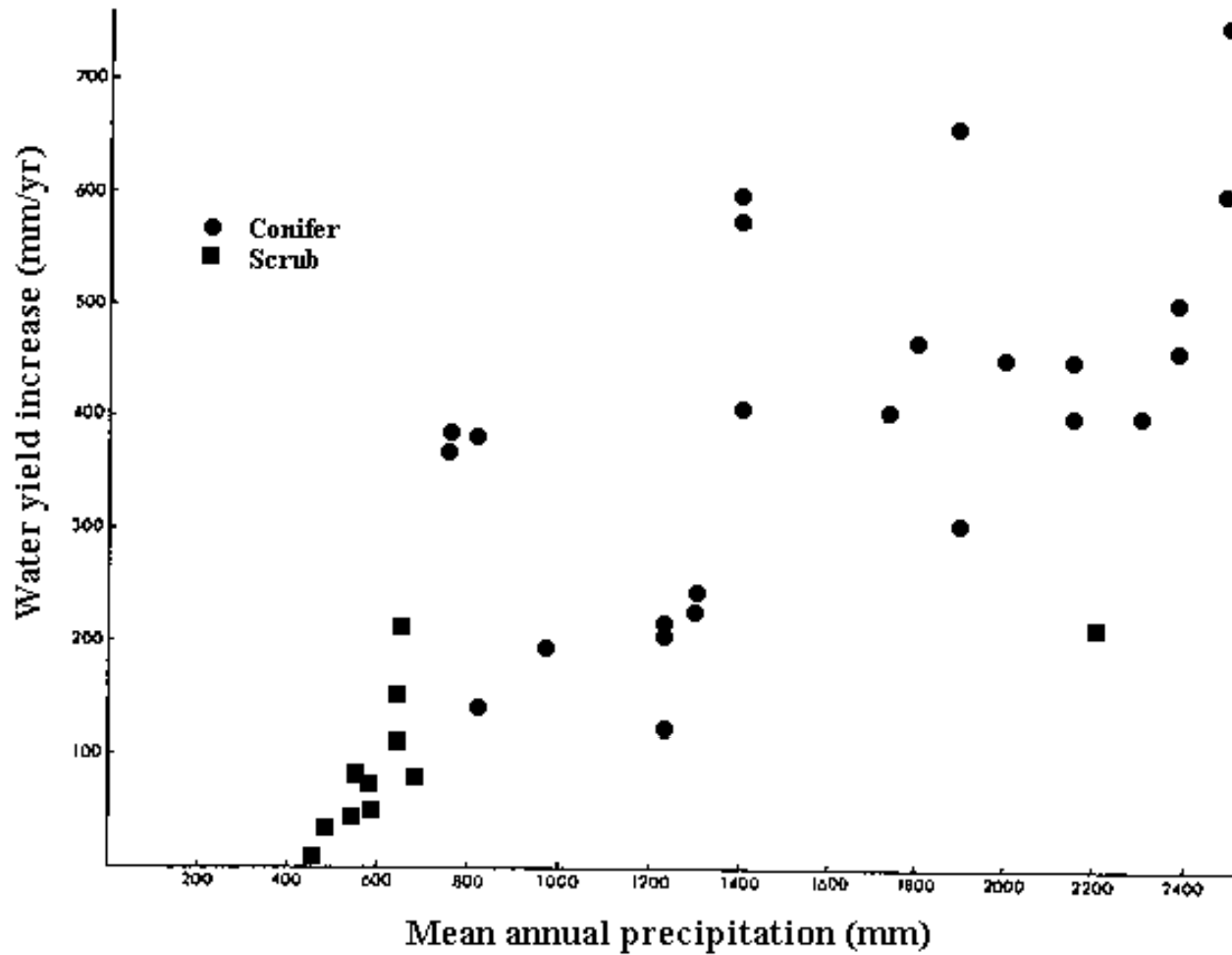
Joffre & Rambal 1993

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina
una menor escorrentía que la herbácea en las cuencas

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor escorrentía que la herbácea en las cuencas



Bosch & Hewlett, 1982

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor escorrentía que la herbácea en las cuencas

Excepciones (muy raras):

- Precipitación oculta (bosques de niebla)
- Bosques muy viejos

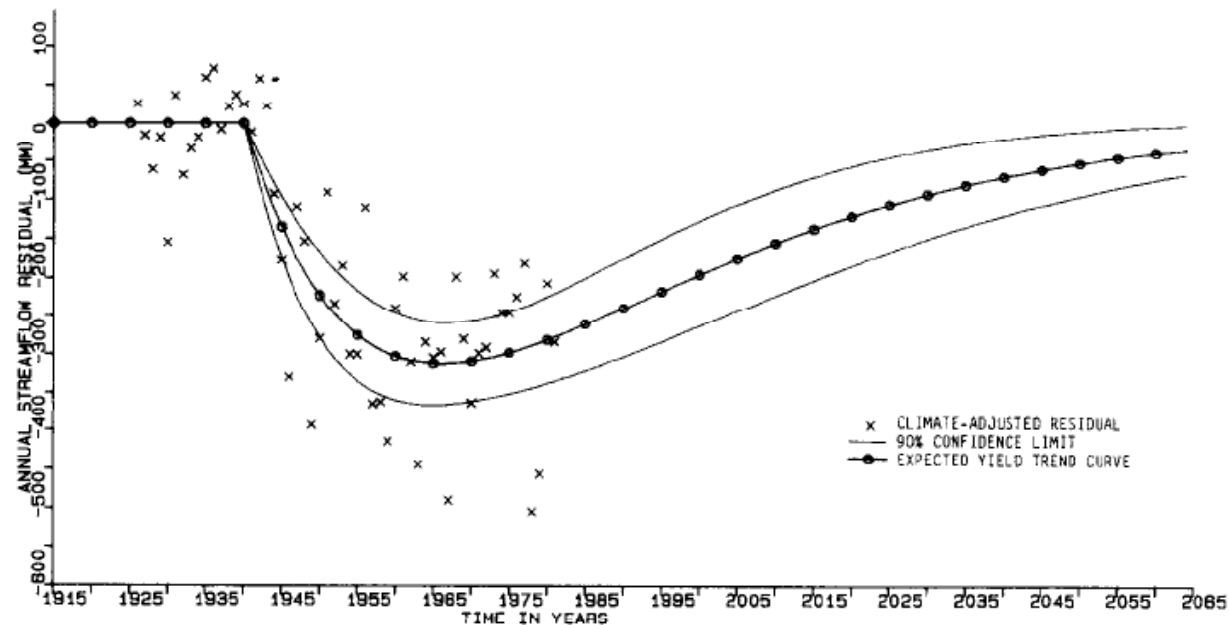


Fig. 2. Plot of climate-adjusted residuals and fitted yield trend for Watts catchment.

Kuczera, 1987

Hidrología de los cambios de Cubierta

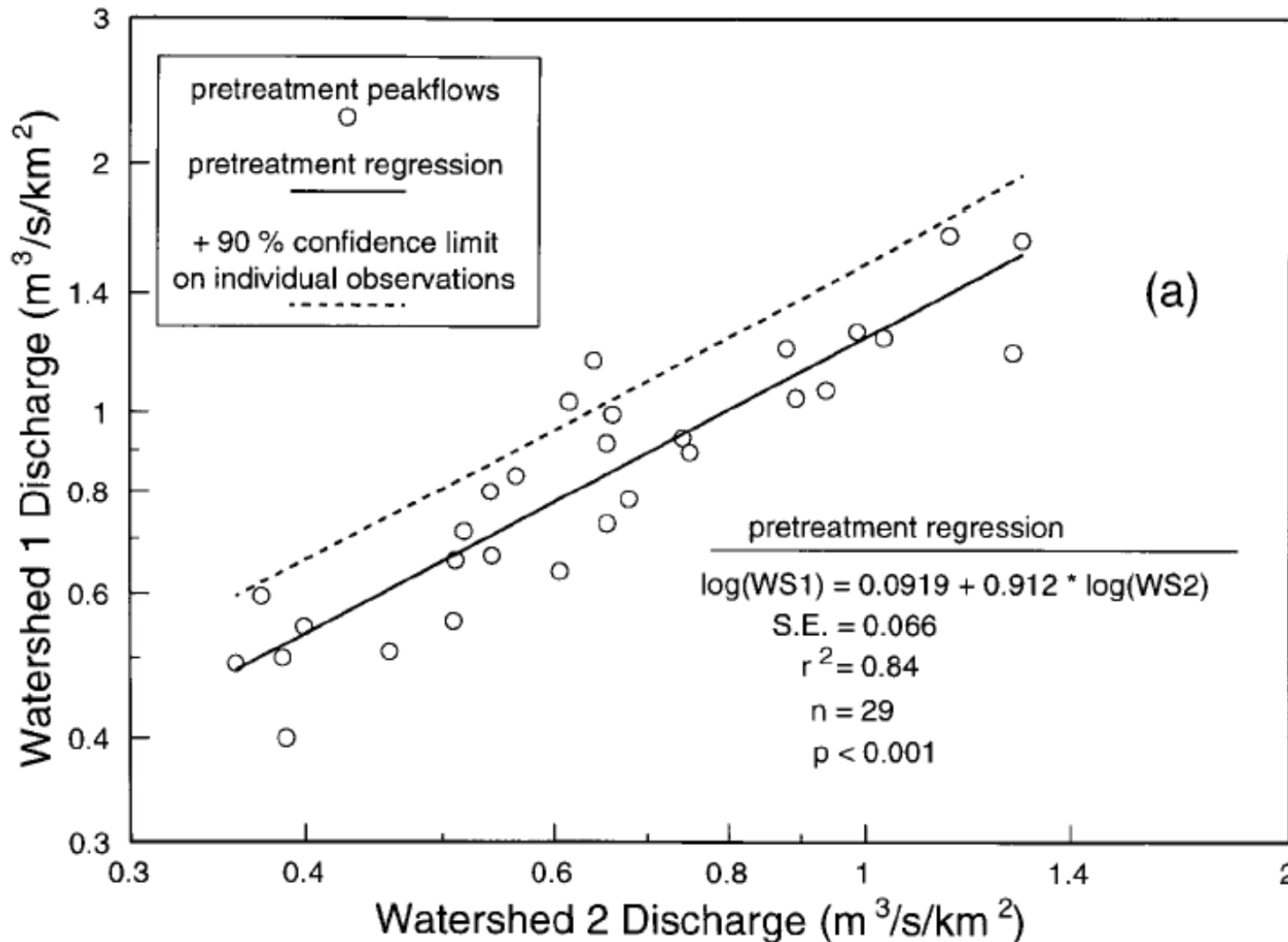
La cubierta forestal determina menores crecidas (pequeñas y moderadas) que la herbácea en las cuencas

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina menores crecidas (pequeñas y moderadas) que la herbácea en las cuencas

R.L. Beschta et al. / Journal of Hydrology 233 (2000) 102–120

109

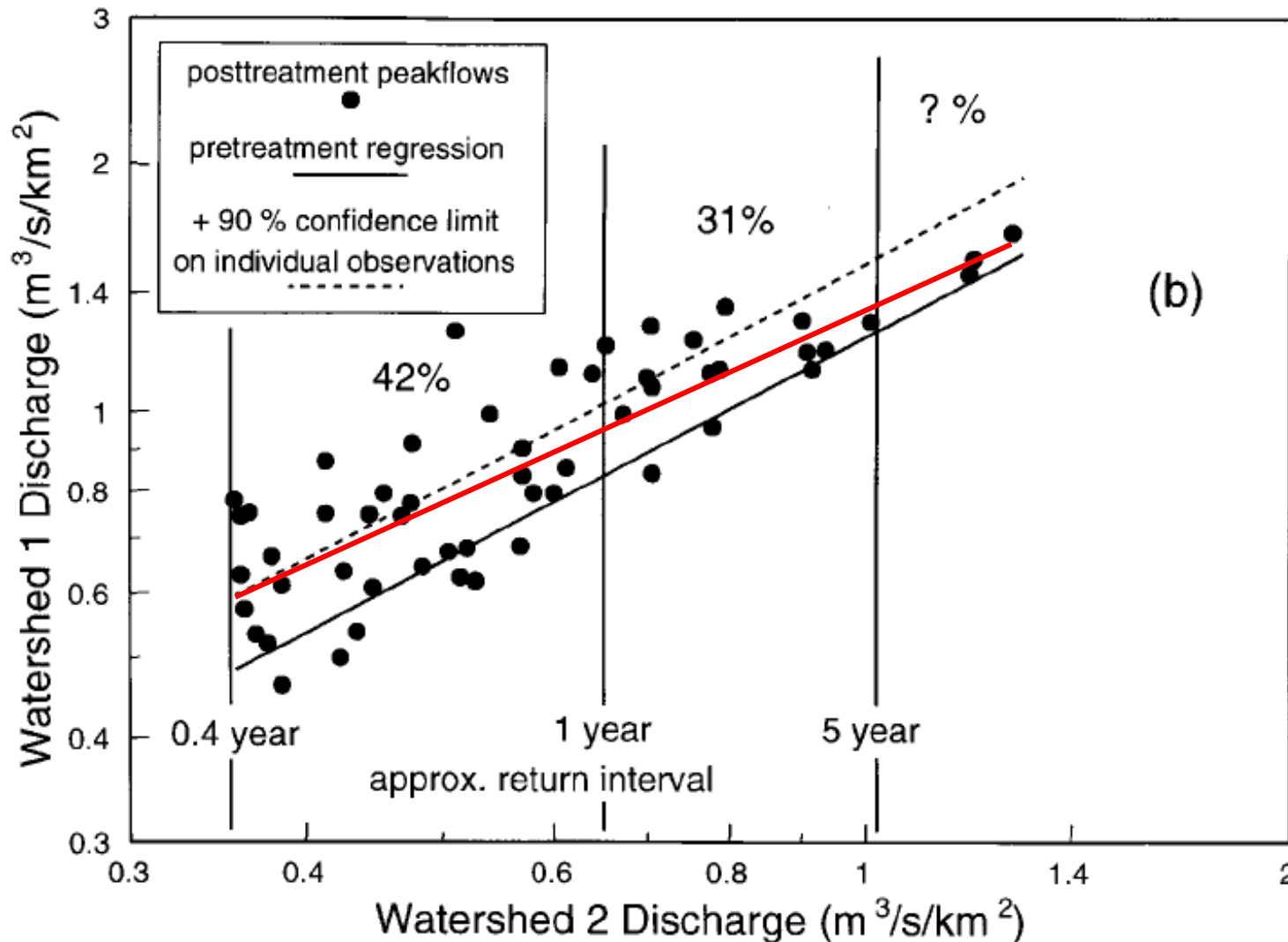


Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina menores crecidas (pequeñas y moderadas) que la herbácea en las cuencas

R.L. Beschta et al. / Journal of Hydrology 233 (2000) 102–120

109



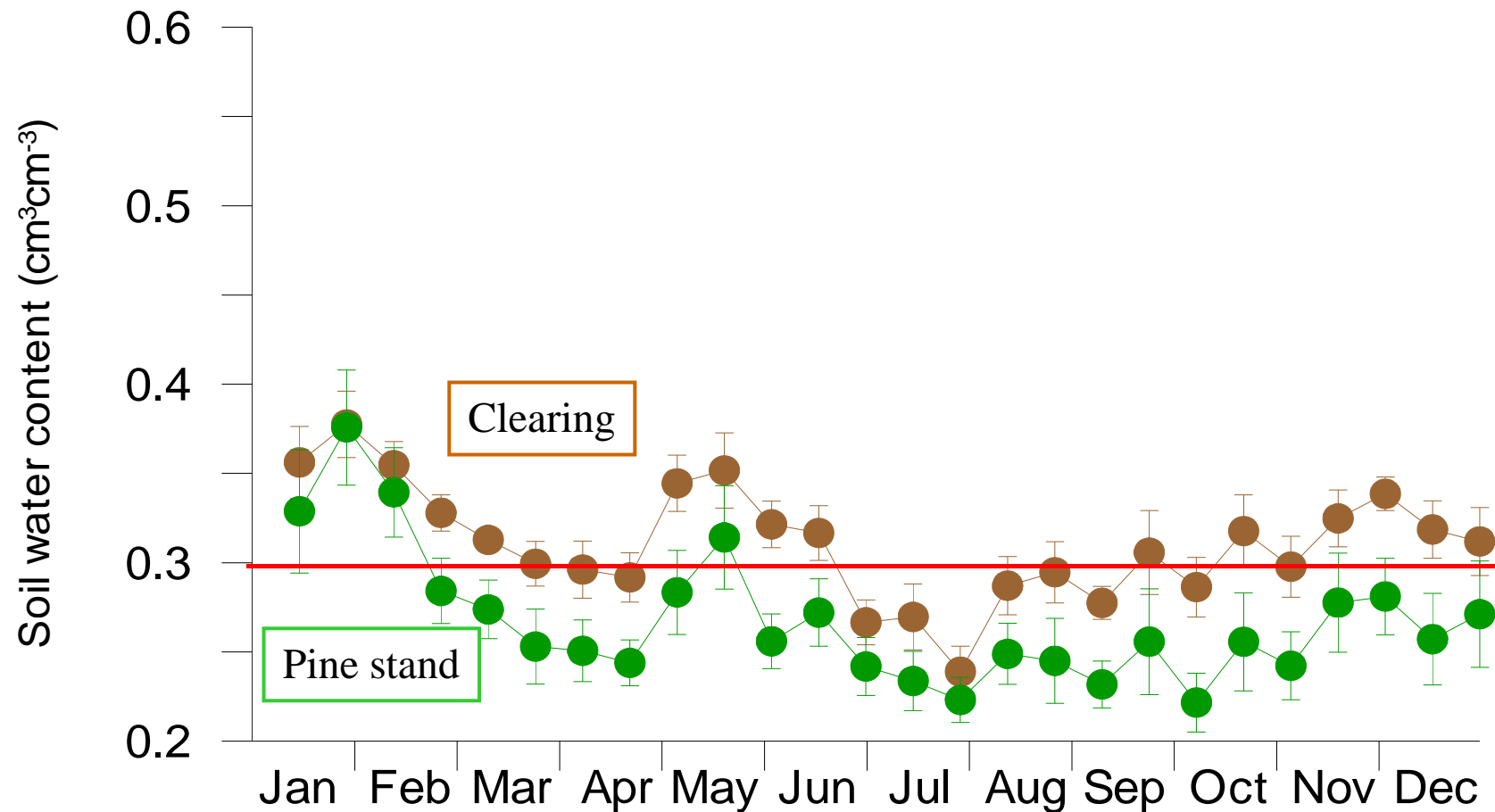
Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina
una menor humedad del suelo y recarga subterránea que la de hierba

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor humedad del suelo y recarga subterránea que la de hierba

Prepirineo

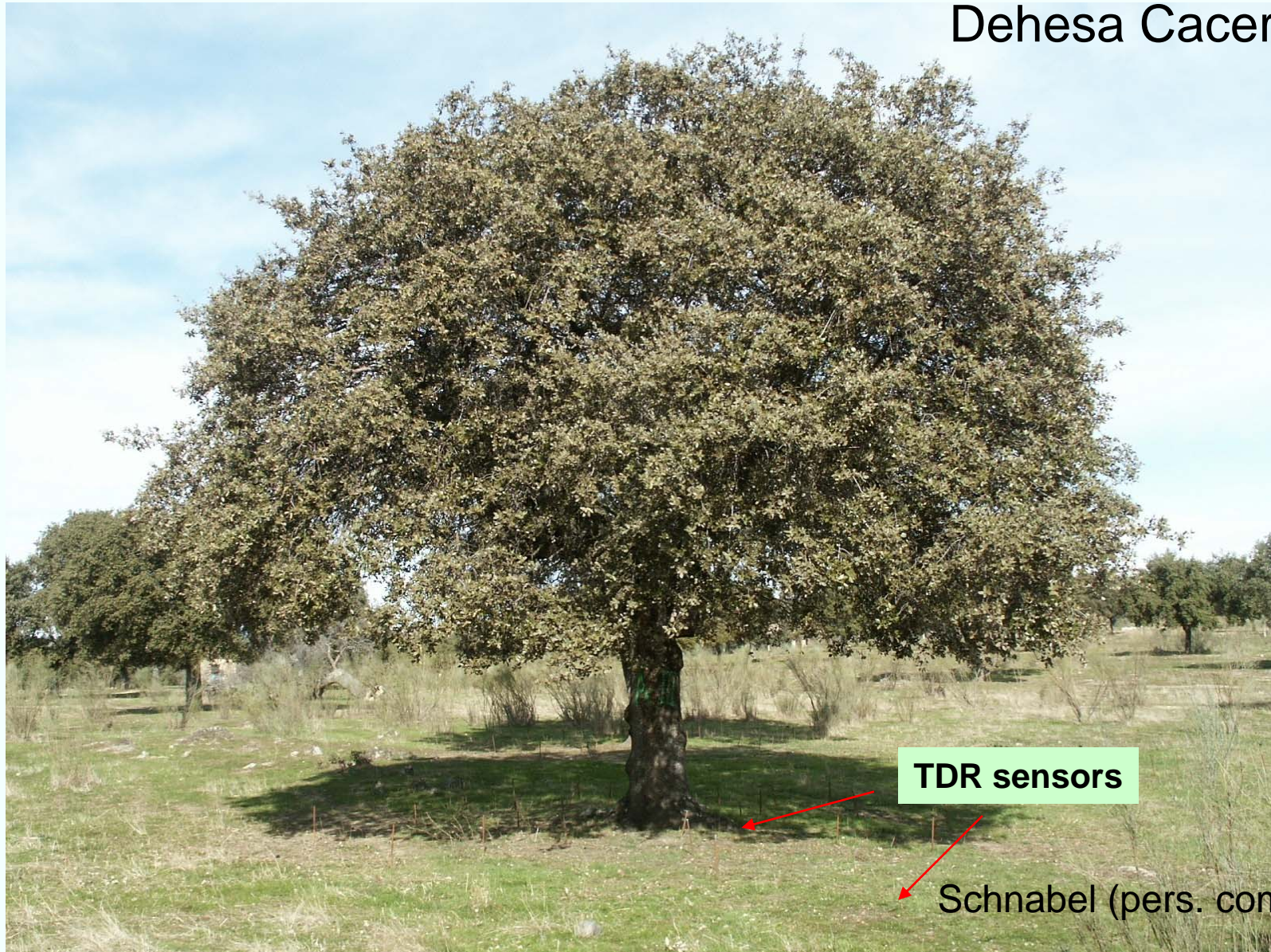


Gallart et al. 2002

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor humedad del suelo y recarga subterránea que la de hierba

Dehesa Cacereña



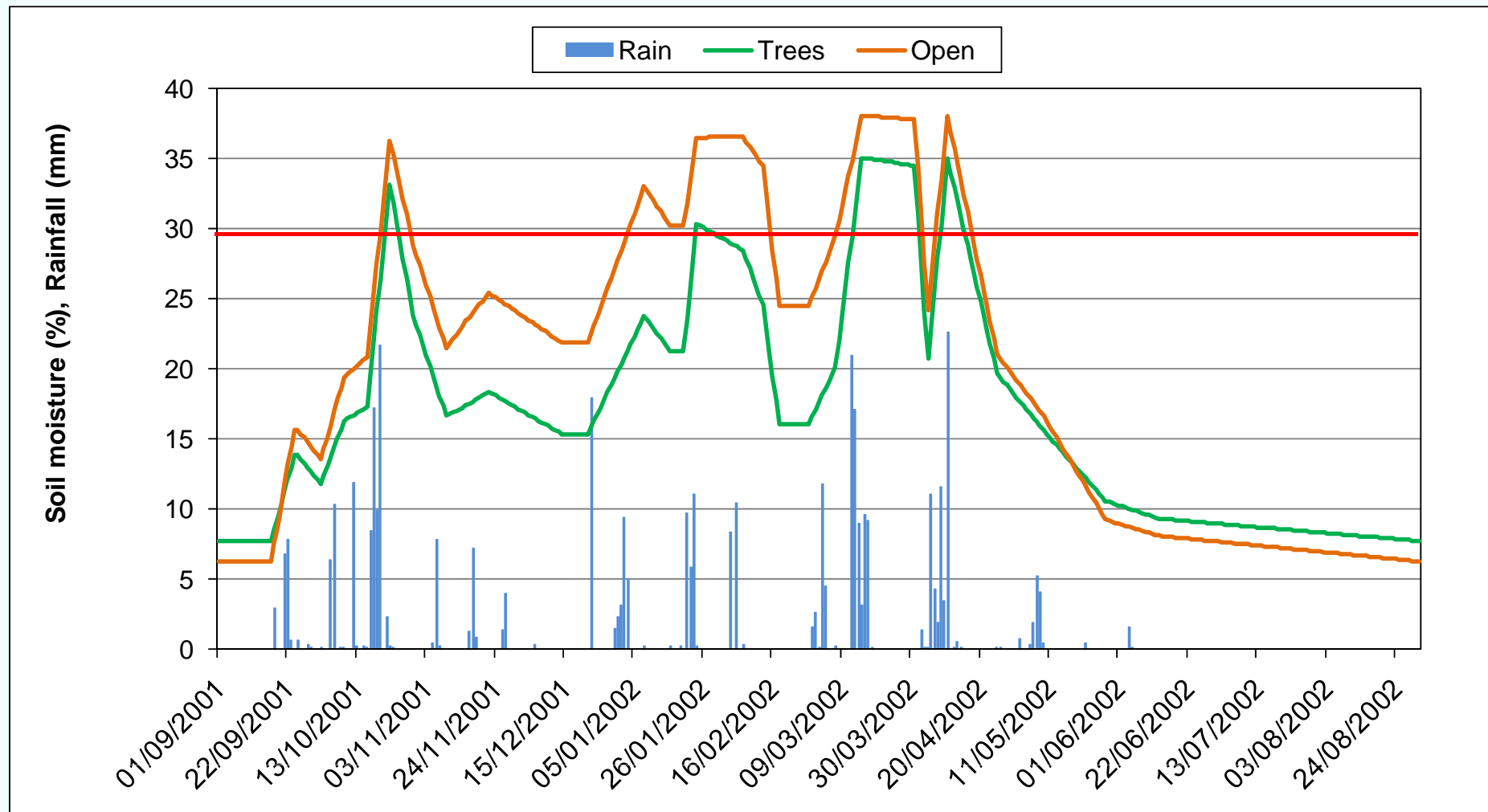
TDR sensors

Schnabel (pers. comm.)

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor humedad del suelo y recarga subterránea que la de hierba

Dehesa Cacereña

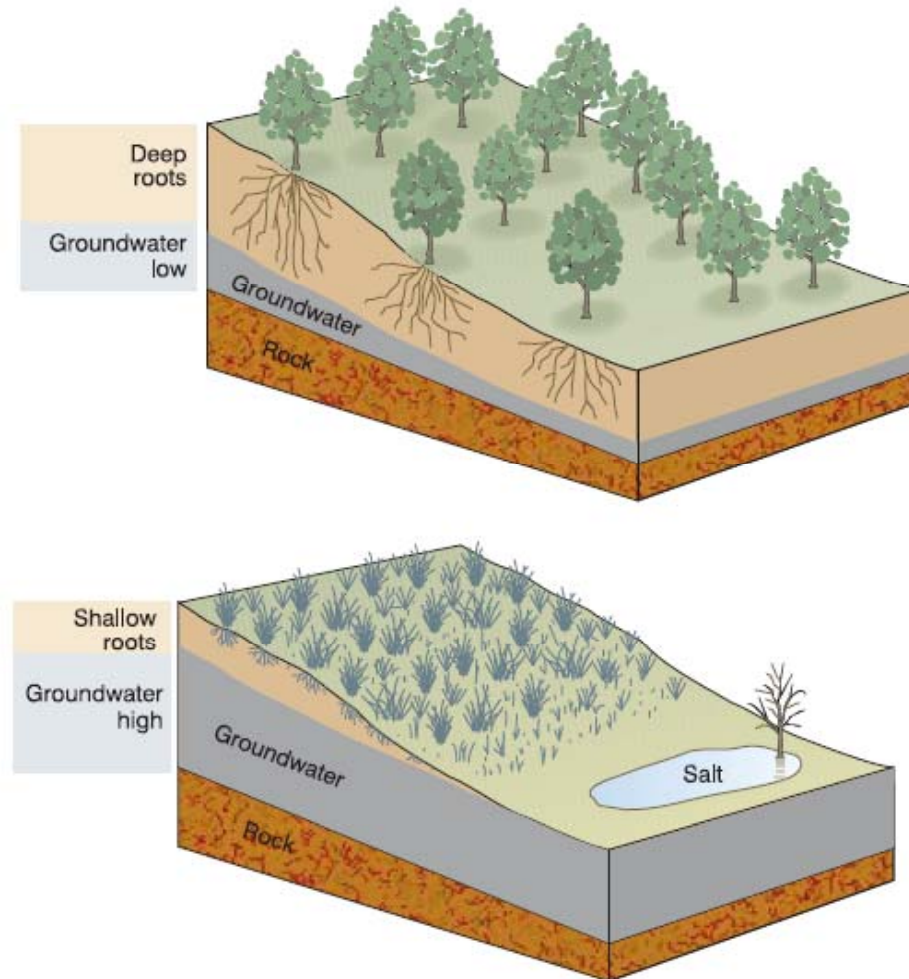


Schnabel (pers. comm.)

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina una menor humedad del suelo y recarga subterránea que la de hierba

SE Australia



Replacing native vegetation with shallow rooted annual crops and pastures has led to substantial increases in the amount of water 'leaking' into the soil. The consequences are rising groundwater levels and dryland salinity.

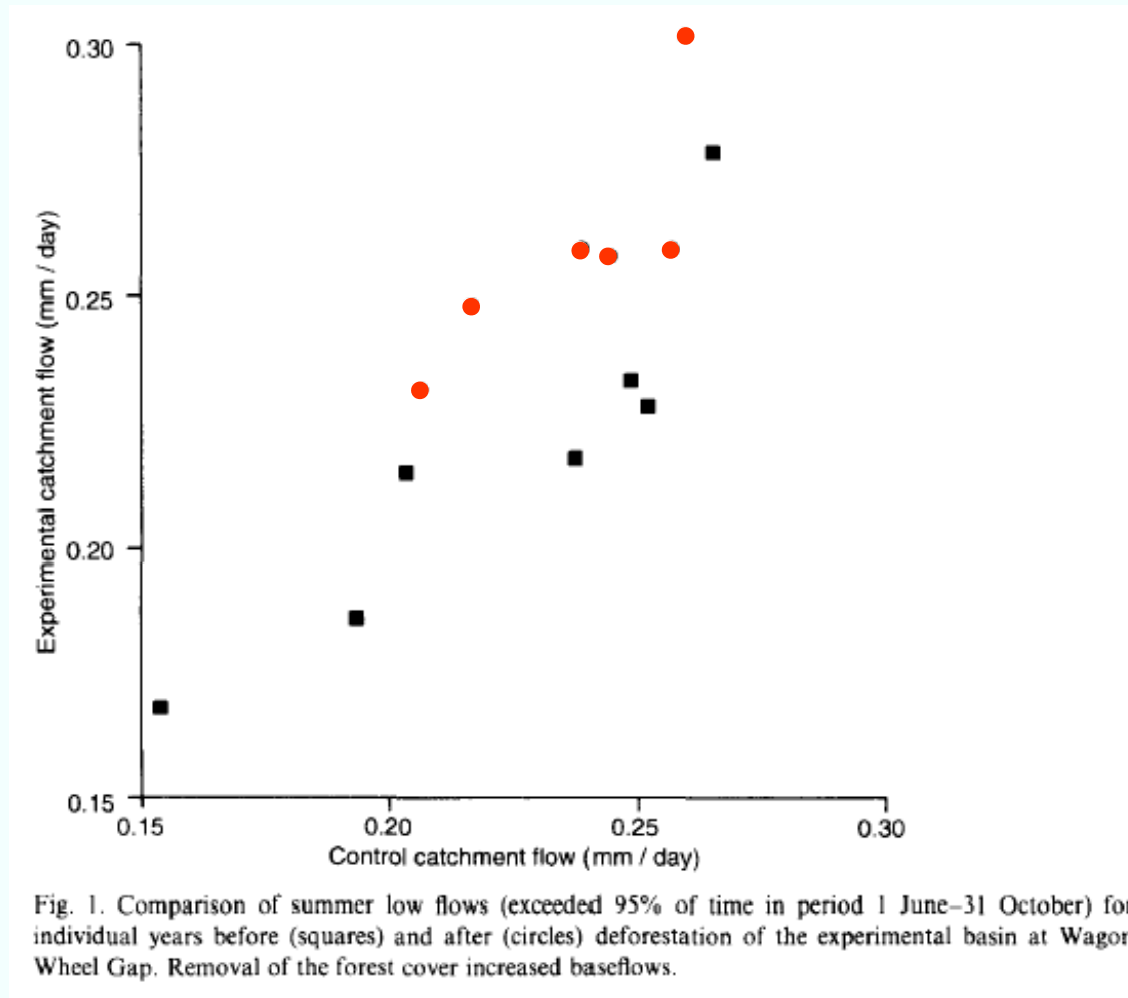
Walker et al. 1999

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina menores caudales de estiaje que la de hierba en las cuencas

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina menores caudales de estiaje que la de hierba en las cuencas



Bates & Henri (1928):

Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina menores caudales de estiaje que la de hierba en las cuencas

SO Australia

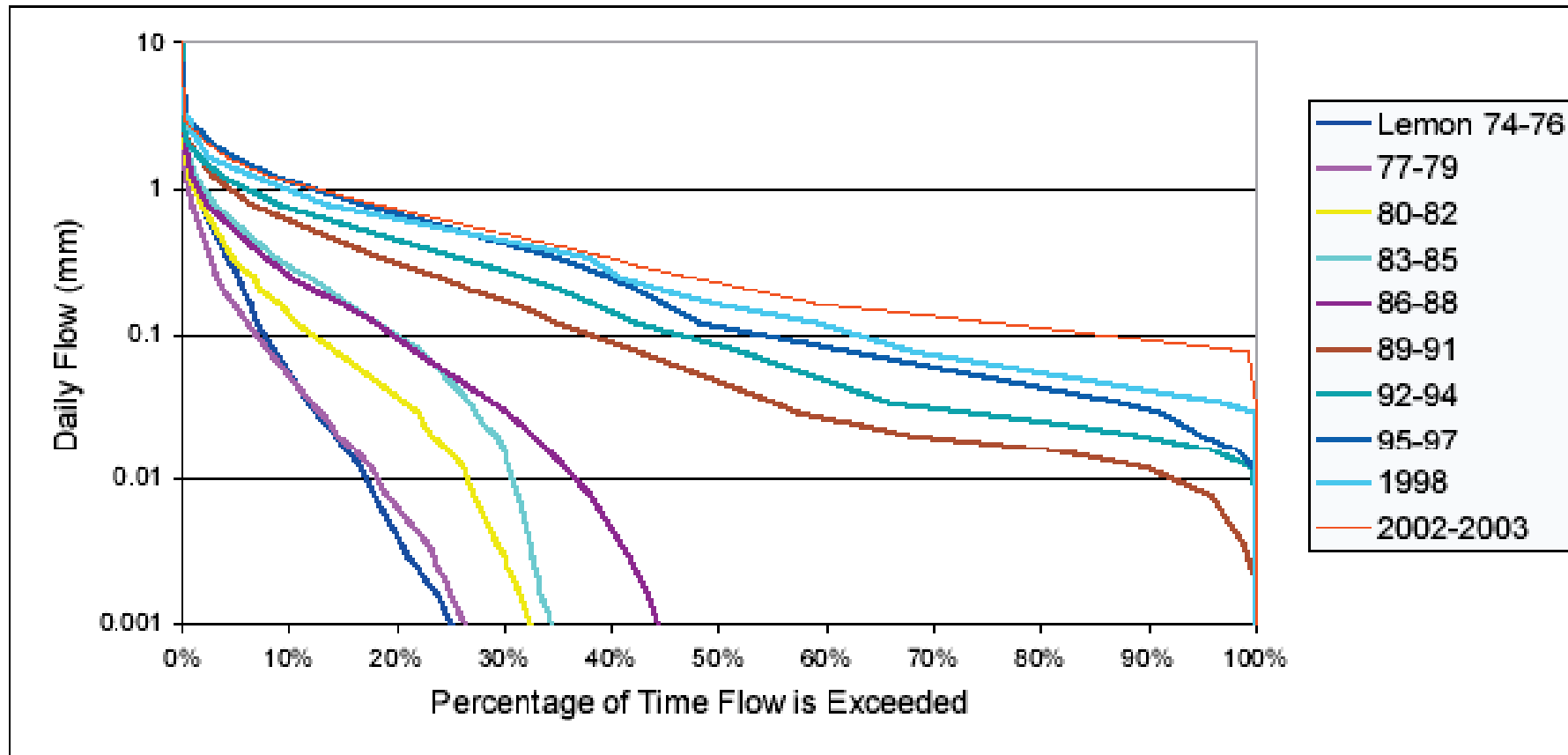


Figure 16. Flow Duration Curves for the Lemon Catchment (lower 50% clear-felled). No data recorded 1999-2001.

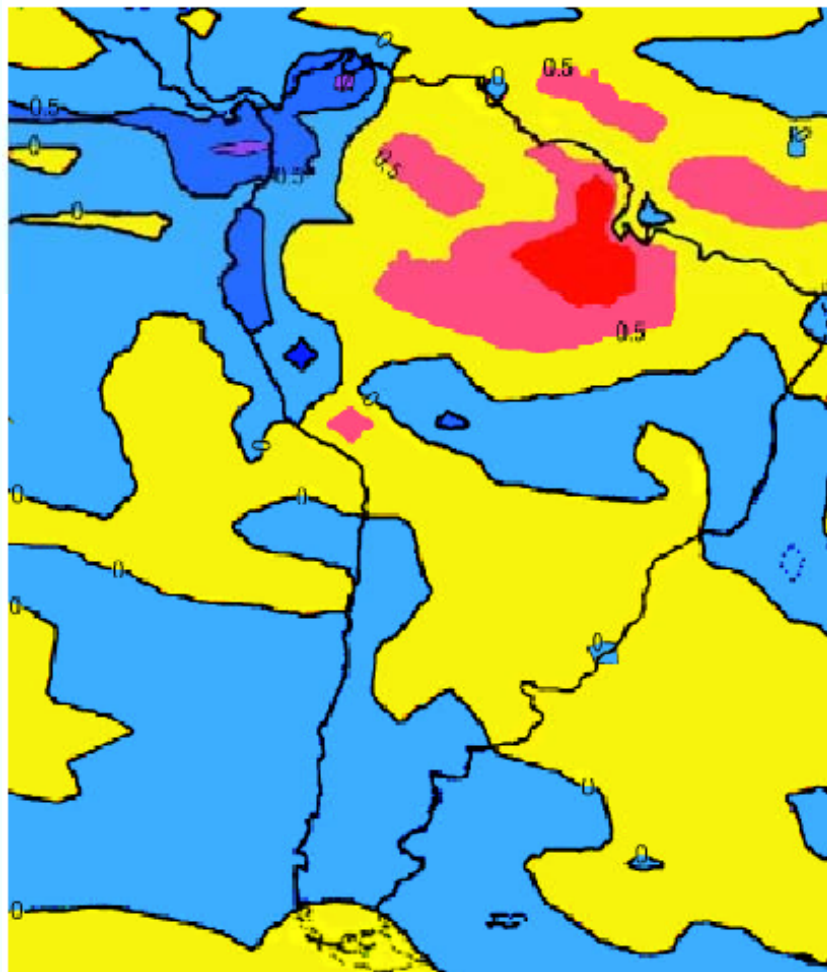
Hidrología de los cambios de Cubierta

La cubierta forestal determina
mayor precipitación a escala continental

Hidrología de los cambios de Cubierta

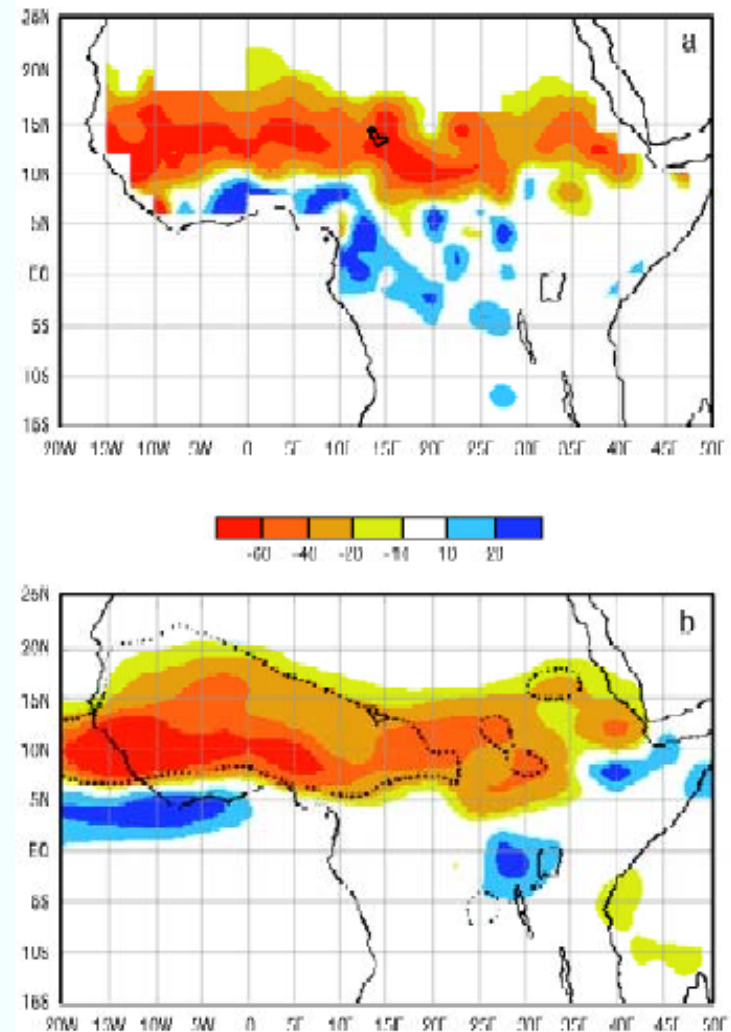
La cubierta forestal determina mayor precipitación a escala continental

FIGURE 1.
Spatial variation of the annual change in rainfall (millimeters per day) over Amazonia resulting from complete removal of the Amazon forest: Predictions made by the Hadley Centre Global Circulation Model.



Source: Institute of Hydrology 1994.

The observed change in the rainfall pattern (a) together with the spatial variability of the predicted change in rainfall (b) over Central Africa as a result of the Sahelian vegetation occurring over the last 30 years.



Source: Xue 1997.

Conclusiones I

Hidrología y cambio climático

Los aportes de agua en las cuencas húmedas responden linealmente a cambios de P y Eto

En las cuencas secas, los cambios de P afectan más a la evapotranspiración (vegetación) que a los aportes

Las predicciones de CC para la Europa Mediterránea señalan mayores aumentos de T y descensos de P durante el verano que durante el invierno

Cabe esperar que los impactos del cambio climático en la Europa Mediterránea sean más marcados sobre la vegetación que sobre los aportes de las cuencas.

Conclusiones II

Hidrología y cambios en la cubierta del suelo

Para las mismas condiciones fisiográficas, una cubierta forestal determina una mayor evapotranspiración que una cubierta herbácea

Esto se debe a una mayor biomasa aérea, una mayor captación de energía radiativa, un mejor intercambio de energía y agua con la atmósfera y una mayor profundidad de las raíces

El cambio de cubierta herbácea a forestal en una cuenca determina:

- un menor aporte de agua**
- la atenuación de las crecidas pequeñas y moderadas**
- la reducción de la humedad del suelo y la recarga de los acuíferos**
- la reducción de los caudales de estiaje**

La cubierta forestal, al favorecer la evapotranspiración, favorece la precipitación a escala continental

**Gracias por
la atención y discusión**

Agradecimientos

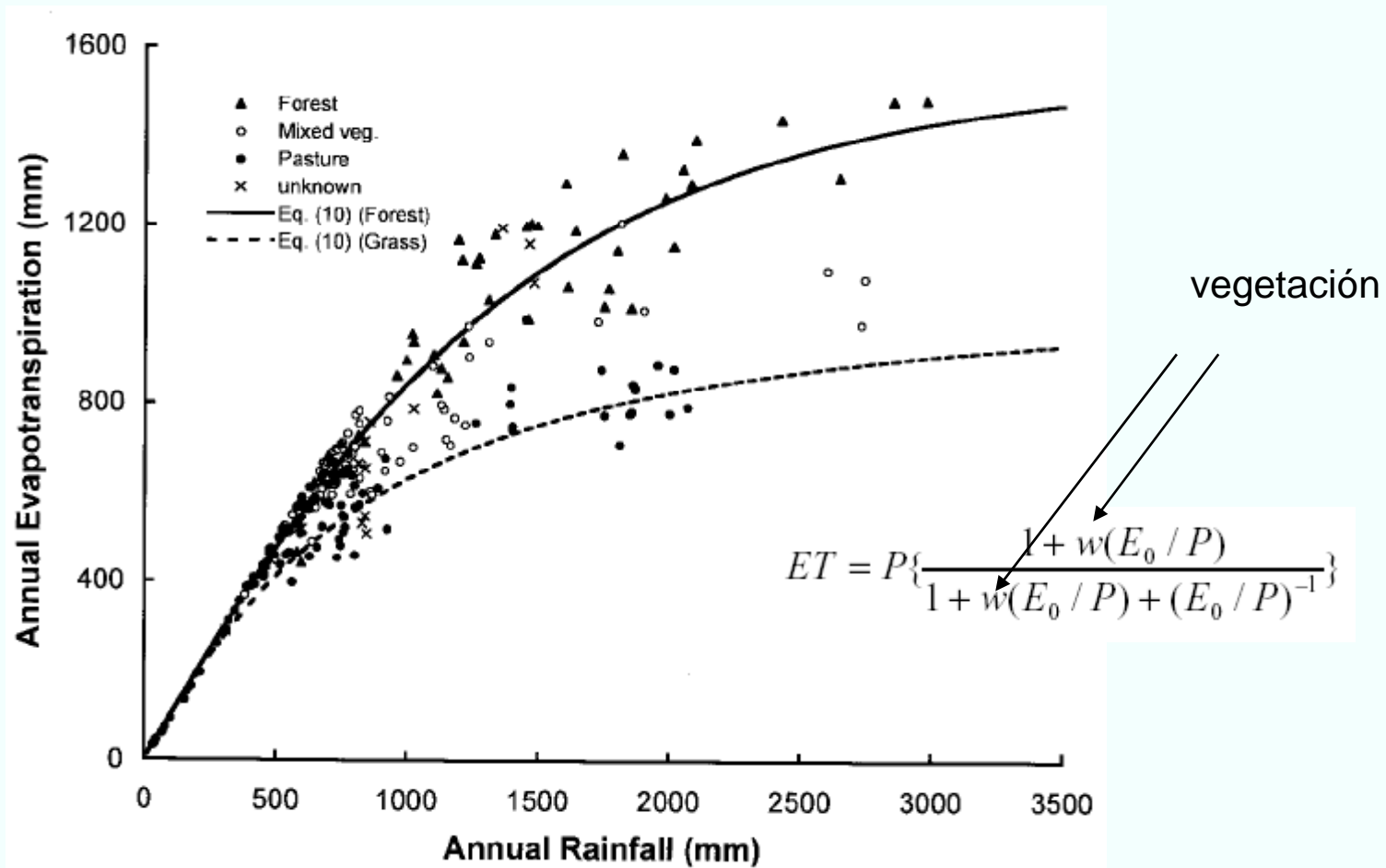
Susanne Schnabel (UNEX)



References

- Allison, G.B. et al., 1990. Land Clearance and River Salinization in the Western Murray Basin, Australia. *Journal of Hydrology*, 119(1-4): 1-20.
- Bosch, JM. & Hewlett JD. (1982). A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *J. Hydrol.* 55: 3-23.
- Calder, I. R. 1998. Water-resource and land-use issues. SWIM Paper 3. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute. 33pp.
- Calder, I.R., 1998. Water use by forests, limits and controls. *Tree Physiology*, 18(8-9): 625-631.
- Cubera E, Moreno G. (2007) Effect of land-use on soil water dynamic in dehesas of Central–Western Spain. *Catena* 71, 298–308
- Gallart, F.& Llorens, P. (2003) Catchment management under Environmental Change: Impact of Land Cover Change on Water Resources. *Water International* 28 (3): 334-340.
- Gallart, F. & Llorens, P. (2004) Observations on land cover changes and water resources In the headwaters of the Ebro Catchment, Iberian Peninsula. *Physics and Chemistry of the Earth* 29: 769-773.
- Gallart, F., Llorens, P., Latron, J. and Regüés, D. (2002) Hydrological processes and their seasonal controls in a small Mediterranean mountain catchment in the Pyrenees. *Hydrology and Earth System Sciences*, 6 (3), 527 - 537.
- Green, J.C., Reid, I., Calder, I.R. and Nisbet, T.R., 2006. Four-year comparison of water contents beneath a grass ley and a deciduous oak wood overlying Triassic sandstone in lowland England. *Journal of Hydrology*, 329(1-2): 16-25.
- Hatton T. & George R. 2000. The role of afforestation in managing dryland salinity. In: E.K.S. Nambiar & A.G. Brown Plantations, farm, forestry and water. *Water and Salinity Issues in Agroforestry* nº 7, RIRDC/LWA/FWPRDC. RIRDC Pub. Nº 01/20, Melbourne: 28-35
- Llorens, P., Poch, R., Latron, J. & Gallart, F. (1997): Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch overgrown in a Mediterranean mountainous abandoned area. I. Monitoring design and results down to the event scale. *J. Hydrology* 199: 331-345.
- Leblanc, M.J. et al., 2008. Land clearance and hydrological change in the Sahel: SW Niger. *Global and Planetary Change*, 61(3-4): 135-150.
- López-Moreno JI., Beguería S. & García-Ruiz JM (2006) Trends in high flows in the central Spanish Pyrenees: response to climatic factors or to land-use change?. *Hydrological Sciences Journal*, 51(6)
- MDBMC 1999, The Salinity Audit of the Murray–Darling Basin: a Hundred-Year Perspective, Murray-Darling Basin Ministerial Council, Canberra
- MIMAM (2000). Plan Hidrológico Nacional. Análisis de los sistemas hidráulicos. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. p. 390.
- Silbers tein R, Adhitya A, Dabrowski C. (2003) Changes in flood flows, saturated area and salinity associated with forest clearing for Agriculture. Technical Report 03/1. CRC Centre for Catchment Hydrology, Monash, Australia.
- Scanlon, B.R., Reedy, R.C., Stonestrom, D.A., Prudic, D.E. and Dennehy, K.F., 2005. Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the southwestern US. *Global Change Biology*, 11(10): 1577-1593.
- Zhang, L., W.R. Dawes, & G.R. Walker (2001) "Response of mean annual evapotranspiration to vegetation changes at catchment scale." *Water Resour. Res.* 37: 701-708.

Factores /limites de la evapotranspiración



$$ET_{forest} = \left\{ \frac{1 + 2.0 \times 1410 / P}{1 + 2.0 \times 1410 / P + P / 1410} \right\} \times P$$

$$E_{0\,forest} = 1410 \text{ mm año}^{-1}$$

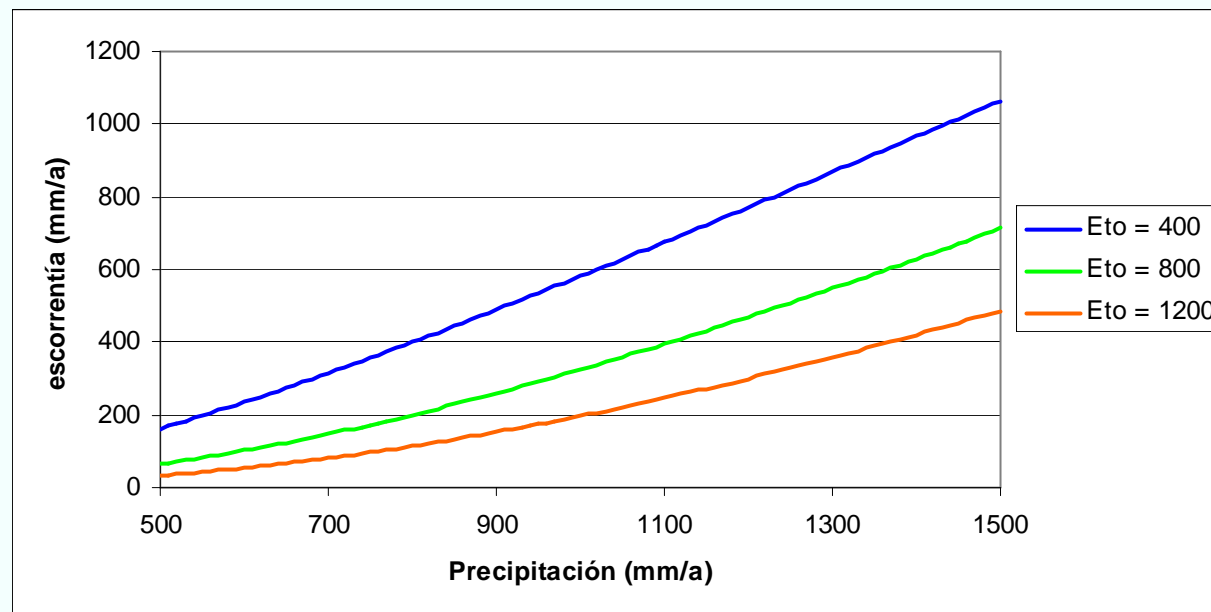
$$ET_{non-forest} = \left\{ \frac{1 + 0.5 \times 1100 / P}{1 + 0.5 \times 1100 / P + P / 1100} \right\} \times P$$

$$E_{0\,no-forest} = 1100 \text{ mm año}^{-1}$$

Zhang et al. (1999, 2001)

Balances de agua en cuencas

$$P = E_t + Q + \Delta S$$



Balances de agua en cuencas

$$P = E_t + Q + \Delta S$$

