



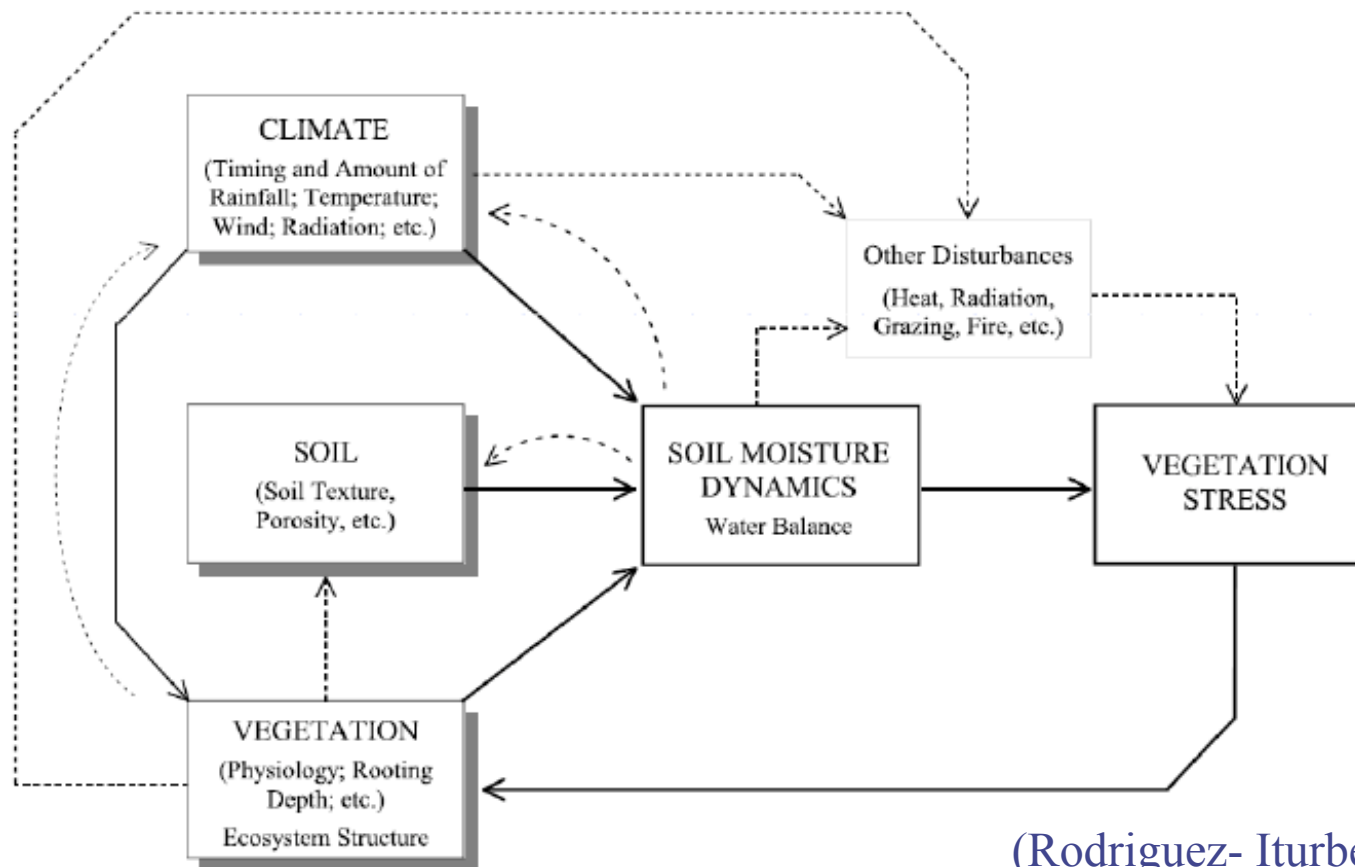
La modellazione ecoidrologica per descrivere i cambiamenti nella organizzazione spaziale della vegetazione in relazione al clima

Salvatore Manfreda

Università degli Studi della Basilicata, Italy.

E-mail: salvatore.manfreda@unibas.it

Ruolo del contenuto idrico del Suolo



(Rodriguez- Iturbe et al., 2001)

Eterogeneità dei Sistemi Naturali



Il ruolo della diversità ambientale in ecologia

Landscape ecology emphasizes the interaction between spatial pattern and ecological process (movement of plants & animals; edge/interior effects, isolation) that is the causes and consequences of spatial heterogeneity across a range of scales.

“Two fundamental and interconnected themes in ecology are the development and maintenance of spatial and temporal pattern, and the consequences of that pattern for the dynamics of populations and ecosystems.”

– Simon A. Levin, 1992



(Photo by Yann Arthus-Bertrand)

Alcuni esempi di pattern

Descrivere l'organizzazione dei pattern di vegetazione è fondamentale per comprendere il comportamento delle comunità ecologiche e l'impatto del clima sull'idrologia superficiale.

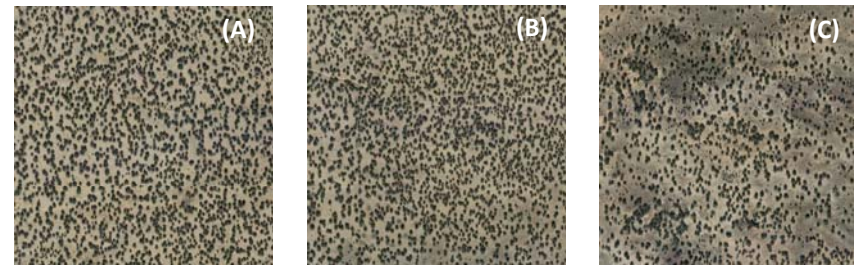


Figura 1. Esempi di pattern reali di individui con distribuzioni differenti (New Mexico, USA): A) uniform, B) random, C) clumped.

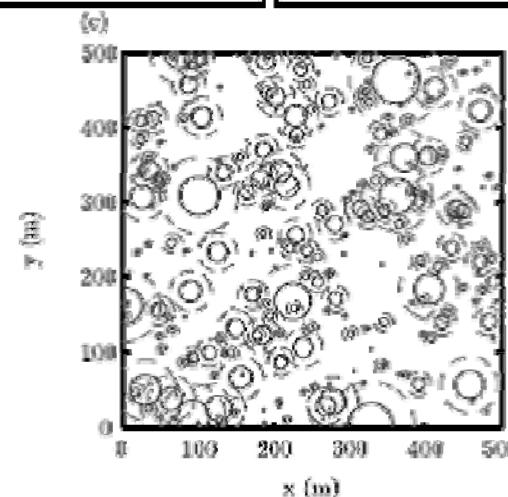
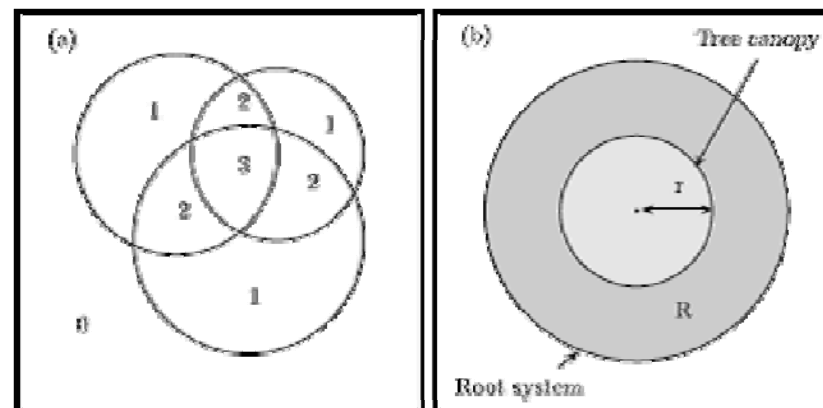
Gli individui mostrano una struttura con diversi livelli di organizzazione che alterano i processi a livello di parcella.

In diversi ecosistemi, si osservano transizioni da individui dispersi (e.g. ordered lattice – Figure 1.A) a individui aggregati (e.g. clumped points – Figure 1.B).

Schema Matematico per le Configurazioni Piane

Sulla base del lavoro di Caylor et al . [2006], è possibile descrivere la vegetazione come un insieme di individui distribuiti casualmente nello spazio con una chioma e un apparato radicale di forma circolare e dimensioni casuali.

Il contenuto idrico del suolo è controllato dal numero di chiome (n_C) e apparati radicali (n_R) sovrapposti in un determinato punto.



The soil moisture correlation function changing the landscape

$$\lambda_T = 500 \text{ km}^{-2}$$

$$\rho_T^{-1} = 8 \text{ m}$$

Tree cover = 0.18%

$$\lambda_T = 1500 \text{ km}^{-2}$$

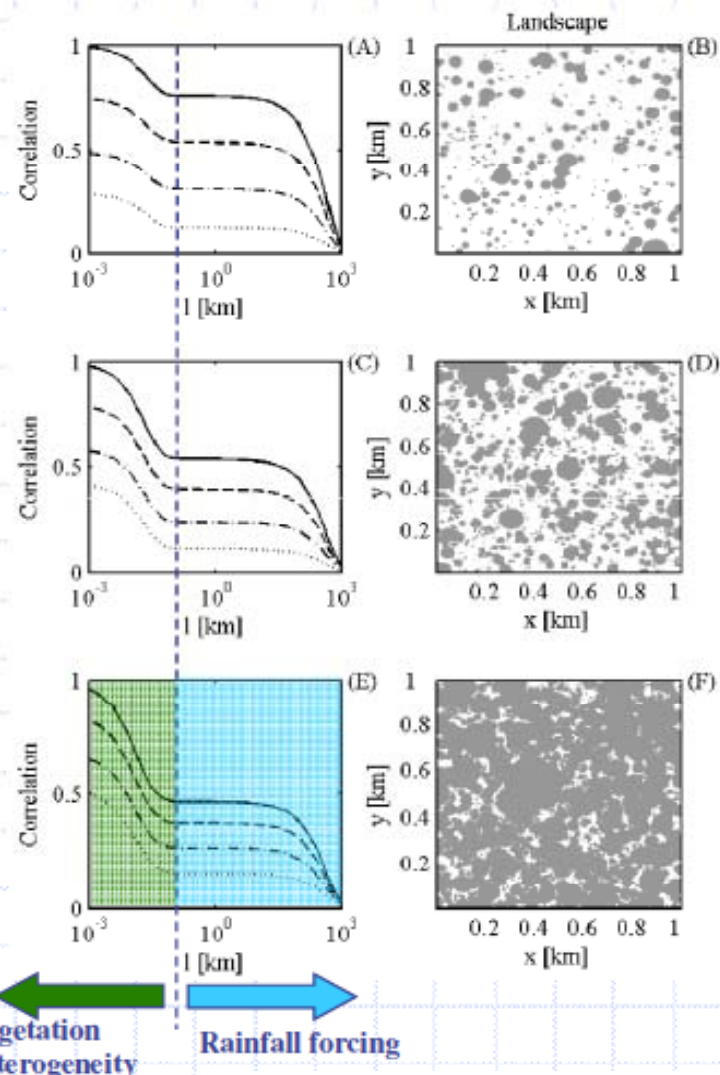
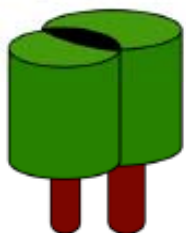
$$\rho_T^{-1} = 8 \text{ m}$$

Tree cover = 45%

$$\lambda_T = 5000 \text{ km}^{-2}$$

$$\rho_T^{-1} = 8 \text{ m}$$

Tree cover = 85%



Modelli utilizzati per descrivere l'organizzazione spaziale in aree montuose

Among all considered cases, the second and third schemes (see Fig. 5 B and C) provide spatial patterns that replicate more closely the actual distribution of vegetation in the Rio Salado basin.

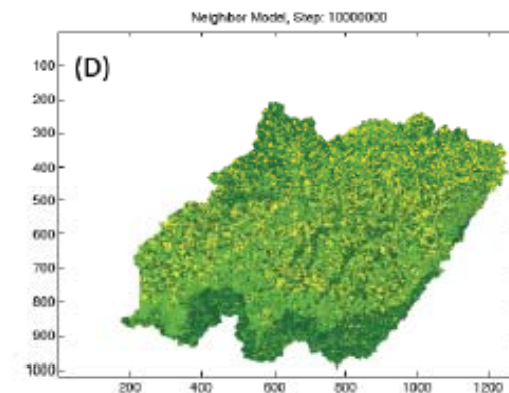
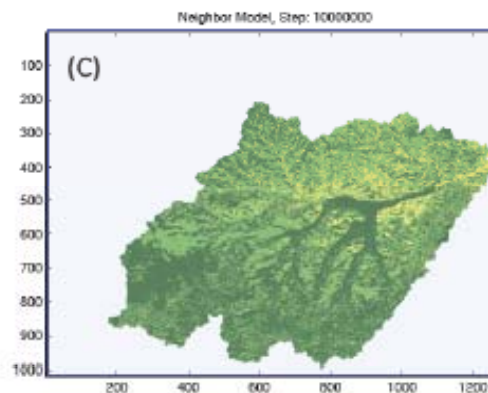
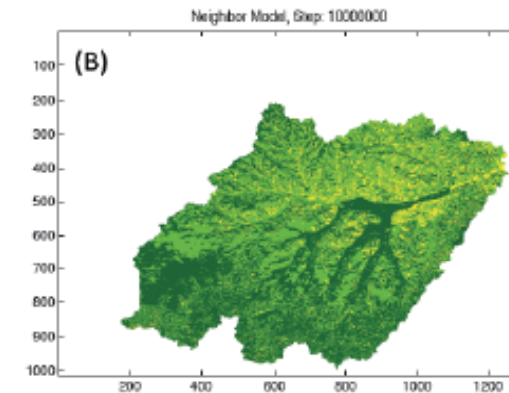
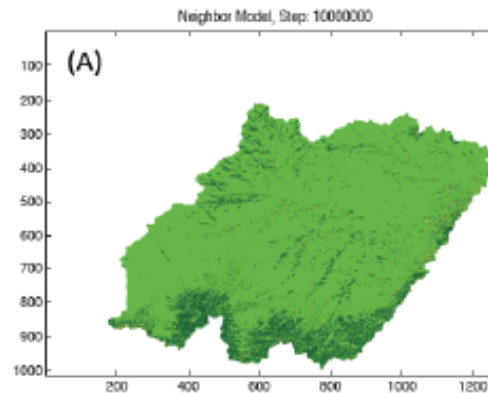
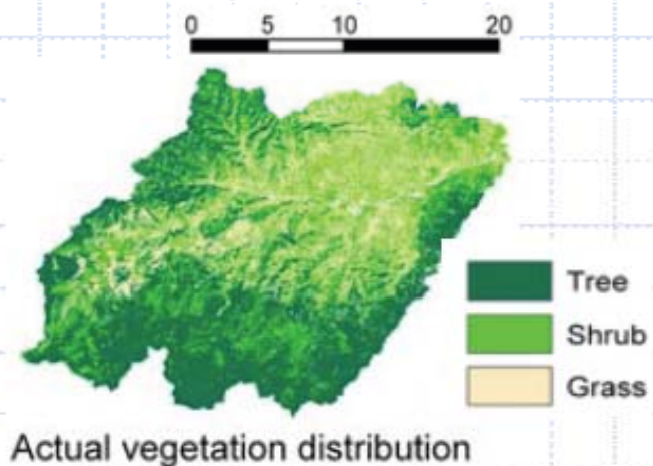


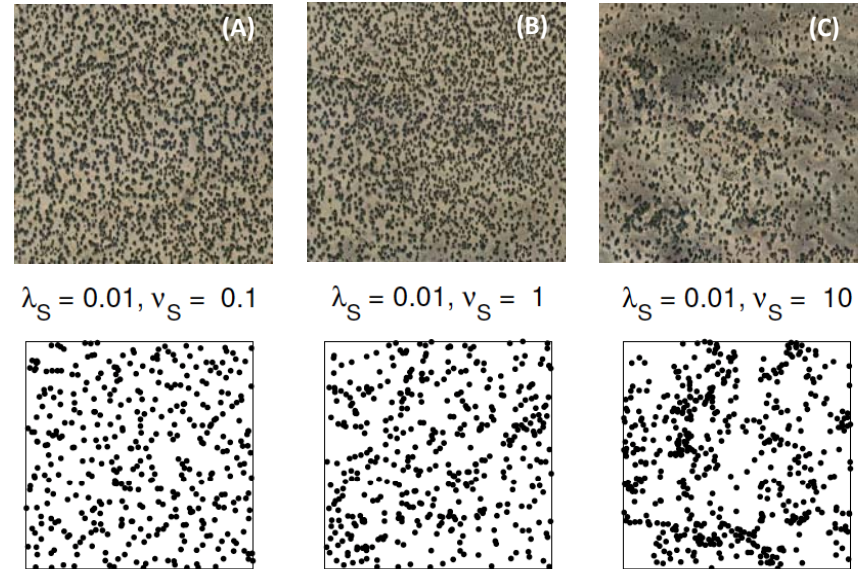
Fig. 5. Vegetation map obtained with the vegetation model using a four different replacement probability: A) $P=(1-\bar{\theta}_1' / (\bar{\theta}_1' + \bar{\theta}_2'))$ with the condition $\bar{\theta}_1' < \bar{\theta}_2'$; B) $P=(1-\bar{\theta}_1' / (\bar{\theta}_1' + \bar{\theta}_2'))$ with the condition $T_1 < T_2$; C) $P=(1-\bar{\theta}_1' / (\bar{\theta}_1' + \bar{\theta}_2'))((T_1 - T_2) / T_1)$; D) $P=(1-\bar{\theta}_1' / (\bar{\theta}_1' + \bar{\theta}_2'))(T_1 / (T_1 + T_2))$.

(Manfreda et al., Procedia Environ. Sci. 2013)

Mathematical Framework: Distribution of Individuals

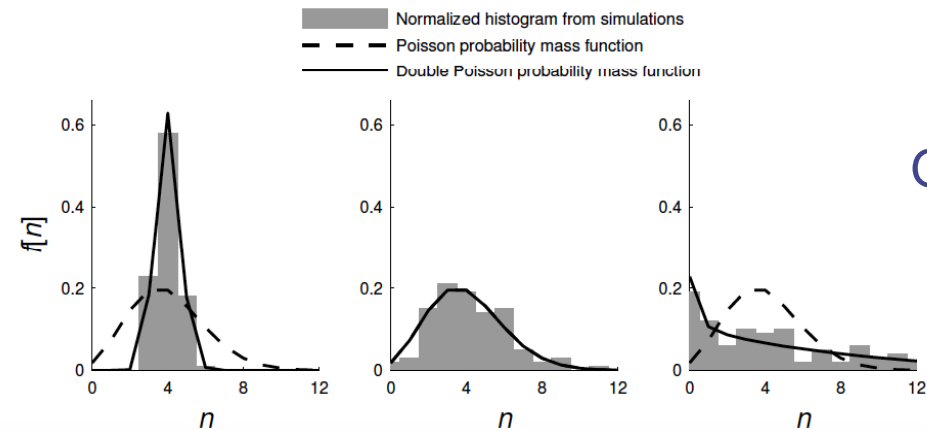
The probability that a random number of individuals, \mathbf{N} , will be equal to a number n is given by [Efron, 1986]

$$f_{DP(S\lambda_S, \nu_S)}(n) = \frac{\nu_S^{-1/2} e^{-S\lambda_S/\nu_S}}{c_{DP}} \left(\frac{e^{-n} n^n}{n!} \right) \left(\frac{eS\lambda_S}{n} \right)^{n/\nu_S}$$



Spatial Patterns of Individuals

Double Poisson distributions



Goo

Limiti Climatici per le diverse configurazioni di vegetazione

A,

Mass Weighted
Water Use

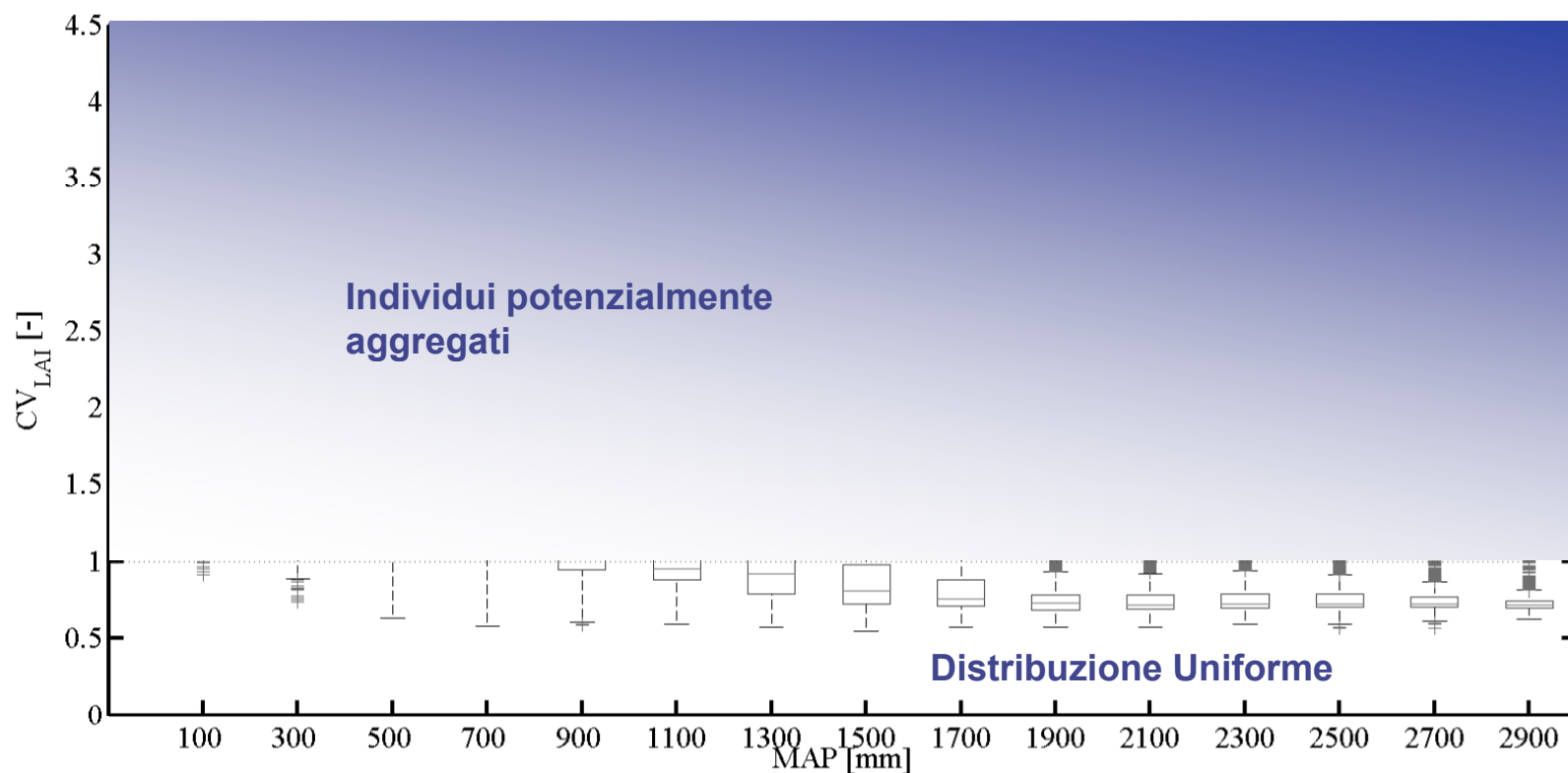
$$= \langle \bar{T} \rangle (1 - \langle \bar{\xi} \rangle)$$

Evapotranspiration

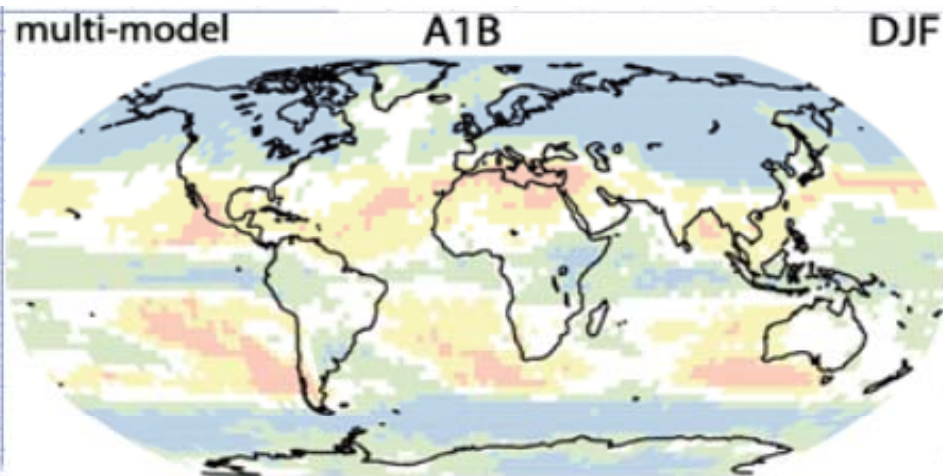
Water Stress



Caratteristiche della vegetazione a scala globale: variabilità del LAI interna alla cella



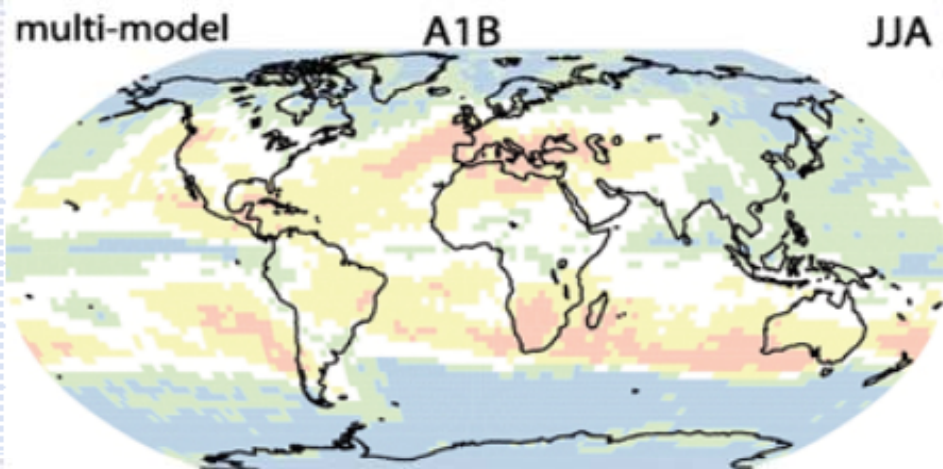
I cambiamenti climatici



How climate change will impact on vegetation patterns?



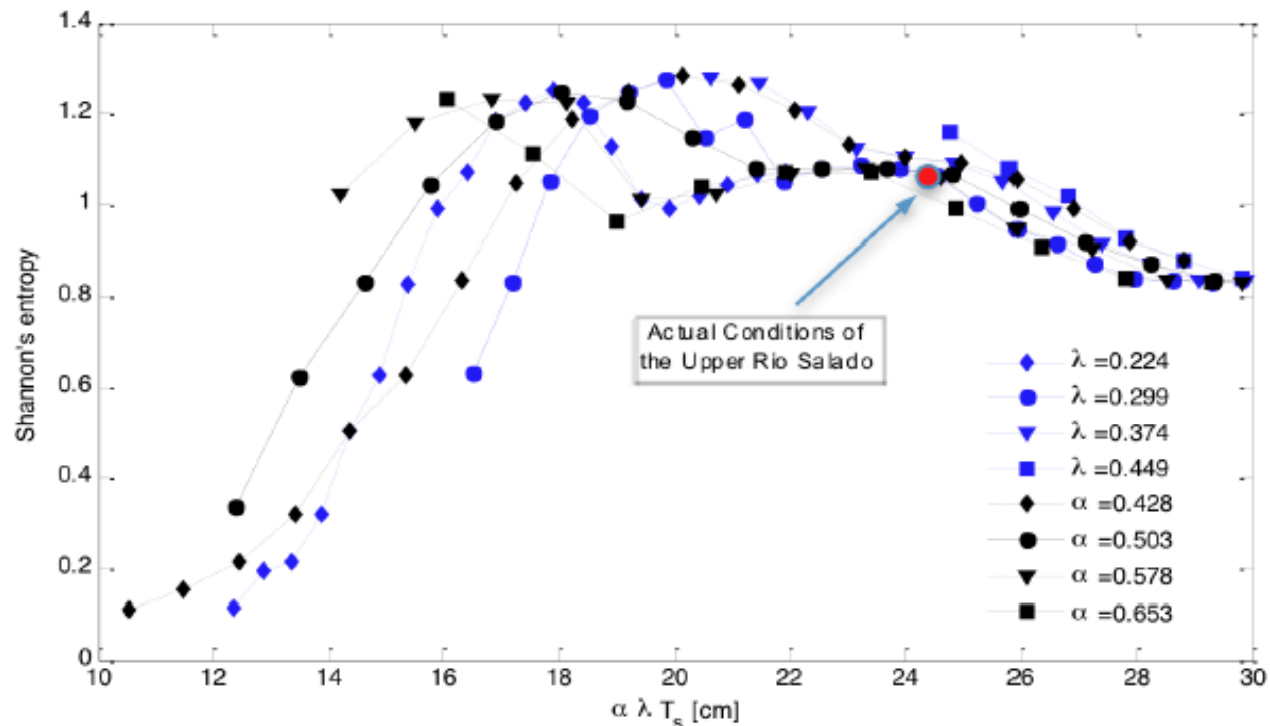
How this will modify water resources?



Global precipitation projections for December, January, and February (top map) and June, July, and August (bottom map.) Blue and green areas are projected to experience increases in precipitation by the end of the century, while yellow and pink areas are projected to experience decreases.





Source: Christensen et al. (2007)

Sensibilità dell'indice di diversità di un ecosistema ai cambiamenti climatici



...changes in α provides sharper modifications of landscape

Conclusioni

-  Gli schemi matematici presenti in letteratura evidenziano il ruolo rilevante giocato dalla vegetazione e dalla sua organizzazione spaziale nella caratterizzazione dei processi idrologici.
-  Le caratteristiche fisiologiche della vegetazione e delle precipitazioni sono fattori di controllo per la struttura attesa della vegetazione.
-  Gli schemi matematici consentono di interpretare i pattern osservati a scala globale e gli effetti legati a diverse caratteristiche fisiche dei sistemi naturali.
-  La diversità (biodiversità) degli ecosistemi è fortemente influenzata dalle condizioni climatiche di riferimento, quindi variazioni climatiche simili possono comportare trasformazioni molto differenti in ecosistemi climaticamente diversi.

Grazie...