

IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SULLE PRODUZIONI AGRICOLE: STRATEGIE DI ADATTAMENTO AI PROCESSI DI DESERTIFICAZIONE NELLE AREE MEDITERRANEE (CYCAS-MED)

Antonella Bodini

CNR – IMATI

C. Cesaraccio, P. Duce, P. Zara

CNR IBIMET

E. Entrade, G. Bonfanti, C. Brambilla

CNR IMATI

SCOPI GENERALI DEL PROGETTO

- sviluppare strumenti e metodologie per la **valutazione del cambiamento climatico** in area mediterranea
- sviluppare strumenti e metodologie per la **valutazione degli impatti** ad esso conseguenti sull'agricoltura in aree mediterranee a rischio di desertificazione
- determinare le più appropriate **azioni di adattamento**, economicamente e socialmente sostenibili, che consentano di ridurre e contrastare gli impatti negativi.

Laboratoire d'Agrométéorologie et Systèmes d'Informations Géographiques,
Centre Régional de la Recherche Agronomique,
Institut National de la Recherche Agronomique, INRA – CRRRA, Settat, Maroc

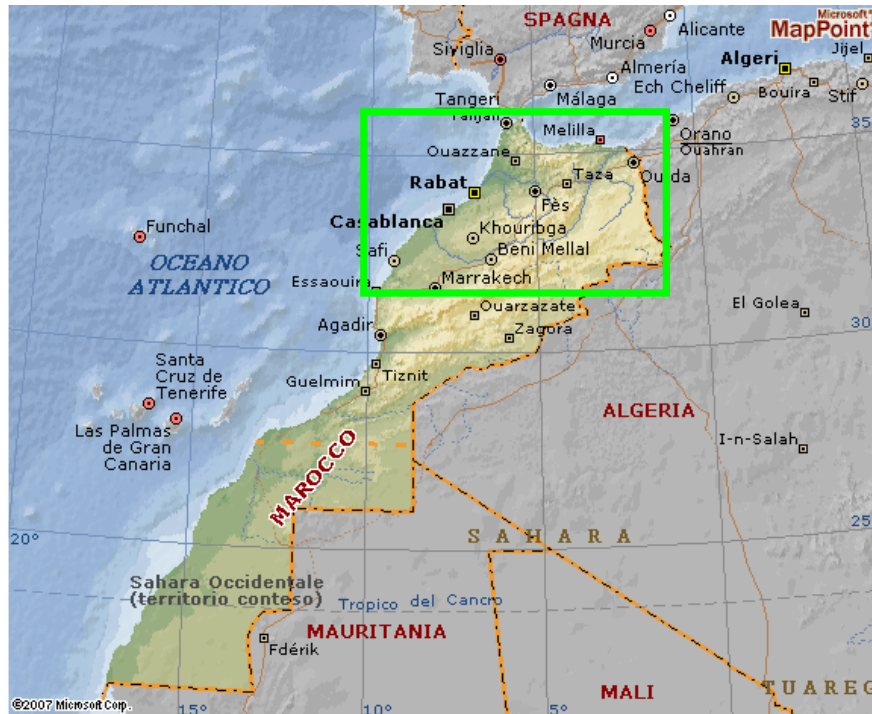
Comune di Milano - Milano per la tutela della biodiversità. Contributi a favore della solidarietà e della cooperazione internazionale – anno 2008



SCOPI SPECIFICI DEL PROGETTO

1. descrivere la **climatologia** dell'area di studio e quantificare gli eventuali trend climatici
2. mettere a punto un sistema di classificazione agro-climatica delle aree agricole della regione di Chaouia Ouardigha, con particolare riferimento alla provincia di Settat
3. analizzare la **relazione tra variabilità meteorologica osservata e variabilità produttiva delle colture cerealicole** al fine di stimare i possibili impatti dei cambiamenti climatici e della desertificazione sulla produttività di colture cerealicole ad uso alimentare, a scala locale
4. definire linee guida per la selezione di varietà di grano duro, non OGM, in grado di adattarsi con successo negli ambienti pedo-climatici più rappresentativi del Marocco
5. determinare una classificazione qualitativa dei costi di adattamento con riferimento a diversi scenari

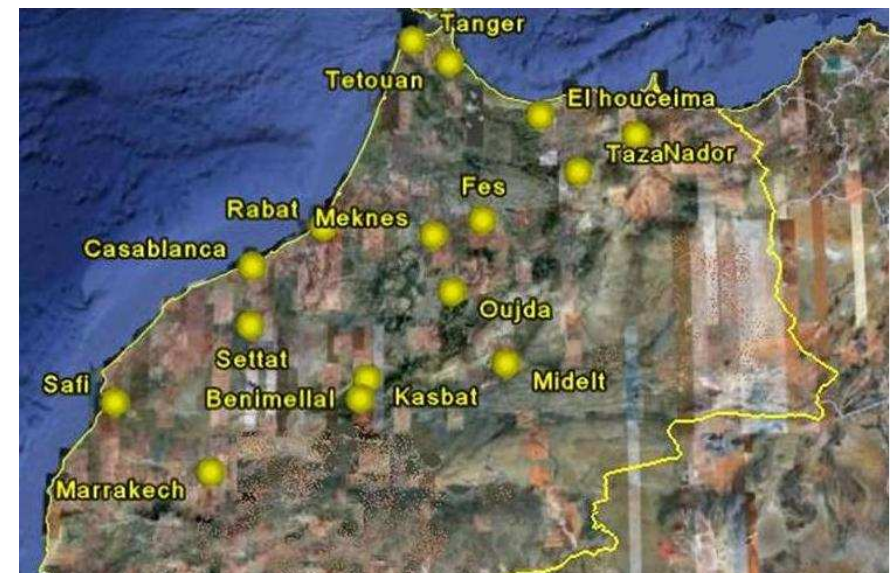
L'AREA DI STUDIO



Il Marocco è diviso in una stretta cintura costiera con un clima tipicamente mediterraneo; una regione interna di montagne elevate ed altipiani; una frangia meridionale ai margini del deserto del Sahara.

È dominato dal clima mediterraneo: **piogge nella stagione fredda e stagione calda secca**. Tuttavia, latitudine, Oceano Atlantico, Mar Mediterraneo e le montagne dell'Atlantide creano **condizioni climatiche variegata**, da umide a desertiche.

La **siccità** è la principale manifestazione dell'elevata variabilità climatica, come testimoniato da lunghi episodi negli anni Novanta.



L'AREA DI STUDIO



Estensione: 72 milioni di ha

33 milioni di abitanti

13-17% del PIL da attività agricola (prima fonte economica)

≥ 40% popolazione attiva in agricoltura

13% del territorio è coltivato (9.2 mil. ha)

40% del territorio agricolo coltivato a cereali

15% (1.4 mil. ha) irrigato (prodotti di esportazione, legumi e frutta)

Alta variabilità sia della fertilità dei suoli sia delle rese (condizioni climatiche)

Bassi livelli di meccanizzazione agricola

ANALISI CLIMATICA: ALCUNI RISULTATI

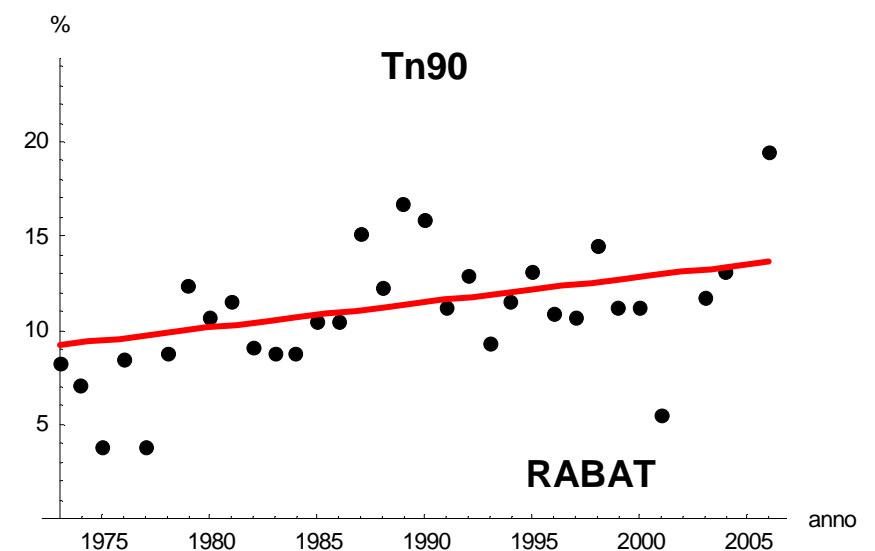
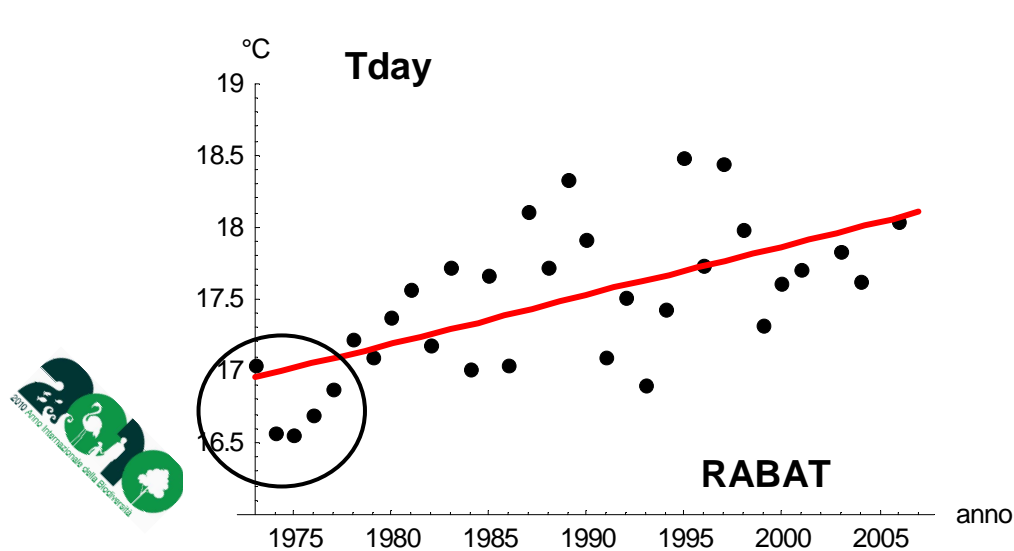
trend	Tmin	Tmax	Tday	ETR	LGSt	HWDI	Tn90
Marrakech	1	1	1	0	0	0	0
Nouasser	1	1	1	0	0	0	1
Rabat	0	1	1	0	0	X	1
Tangeri	0	1	1	-1	0	0	1

Mann-Kendall test per analisi dei trend e quantificazione

Quantificazione per decennio	Tmin °C	Tmax °C	Tday °C	ETR °C	LGSt	HWDI	Tn90 %
Marrakech	0.46	0.37	0.44	xx	xx	xx	xx
Nouasser	0.6	0.55	0.59	xx	xx	xx	13.5
Rabat	xx	0.43	0.40	xx	xx	xx	5.8
Tangeri	xx	0.32	0.44	-1.2	xx	xx	5.8

Tn90

Nr. di giorni in % in cui Tmin > 90^{mo} percentile calcolato sul periodo standard 1971-2000.
Indice di notti calde.



SVILUPPO DI UNA FUNZIONE STATISTICA PER L'ANALISI E LA PREVISIONE DELLA PRODUZIONE CEREALICOLA

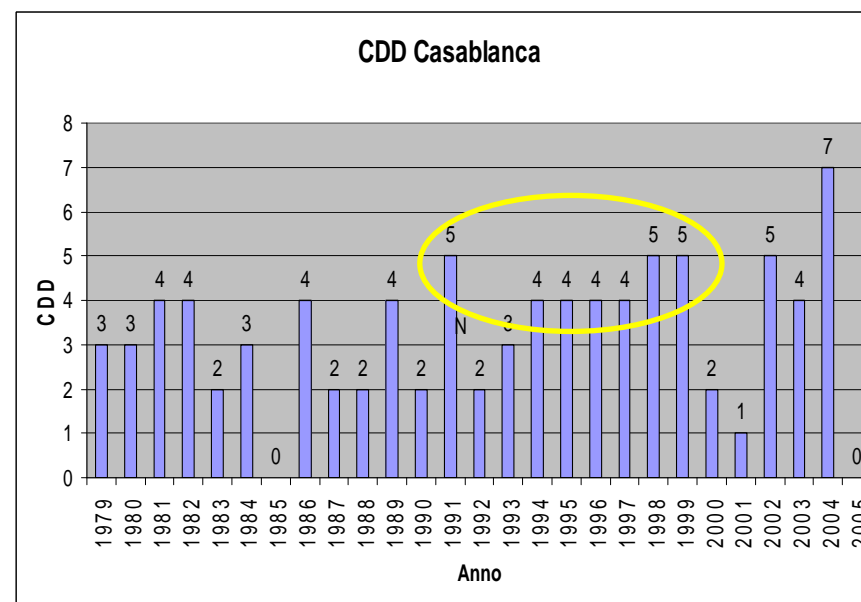
Cereali: grano duro, grano tenero e orzo; produzione 1980-2006

Predittori: output del modello *Crop Specific Soil Water Balance* (CSSWB, FAO 1986): *total water requirement, water satisfaction index, water excess, water deficit e actual evapotranspiration*, alle diverse fasi fenologiche e complessivi.

Software: *AgroMetShell* (FAO). Pioggia ed ET_0 (formula di Hargreaves-Samani) alla scala dekadale

Metodo: Regressione multivariata

CDD: Consecutive Dry Dekades
 (pioggia <0.5 mm)



SVILUPPO DI UNA FUNZIONE STATISTICA PER L'ANALISI E LA PREVISIONE DELLA PRODUZIONE CEREALICOLA

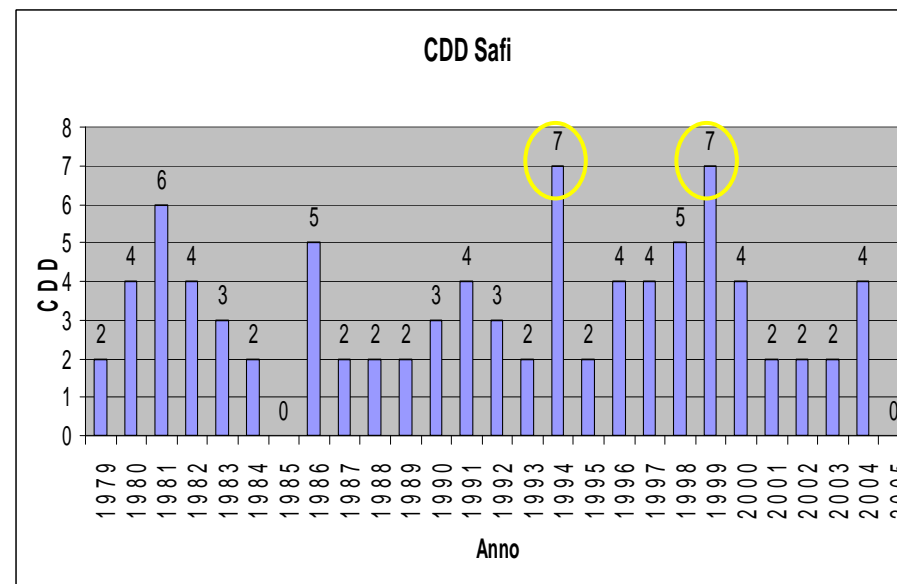
Cereali: grano duro, grano tenero e orzo; produzione 1980-2006

Predittori: output del modello *Crop Specific Soil Water Balance* (CSSWB, FAO 1986): *total water requirement, water satisfaction index, water excess, water deficit e actual evapotranspiration*, alle diverse fasi fenologiche e complessivi.

Software: *AgroMetShell* (FAO). Pioggia ed ET_0 (formula di Hargreaves-Samani) alla scala dekadale

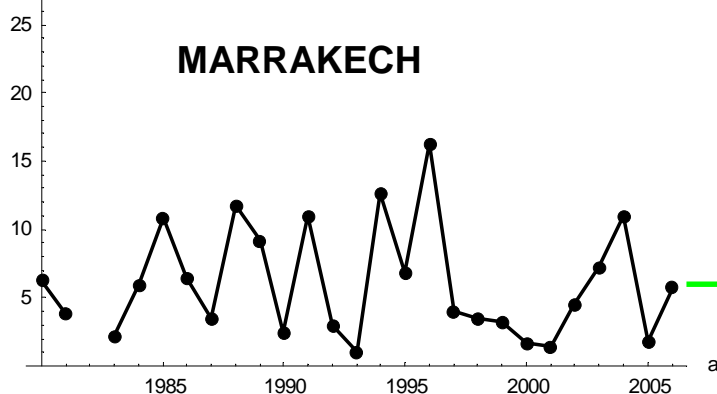
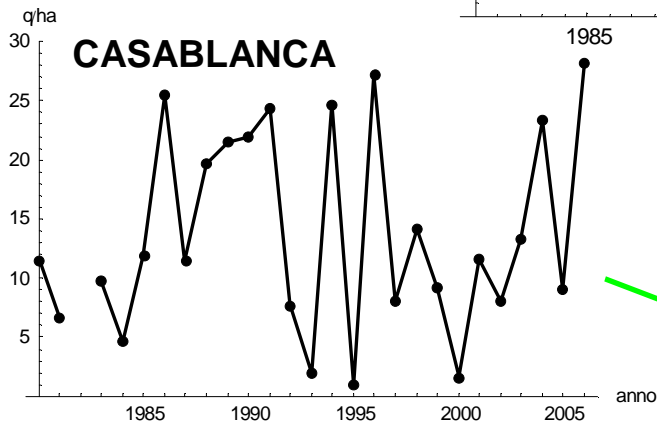
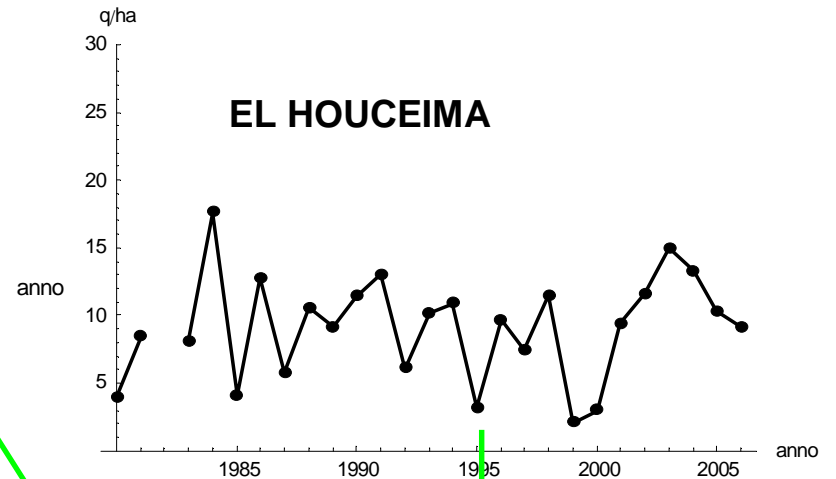
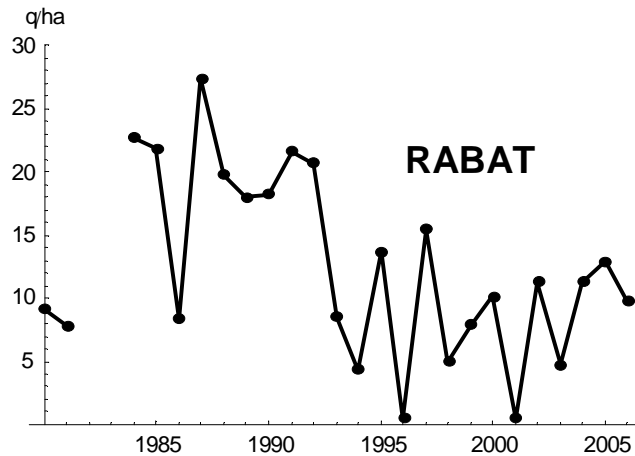
Metodo: Regressione multivariata

CDD: Consecutive Dry Dekades
 (pioggia <0.5 mm)



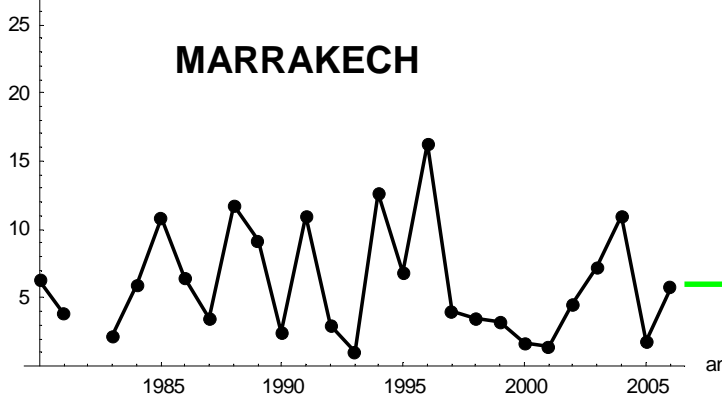
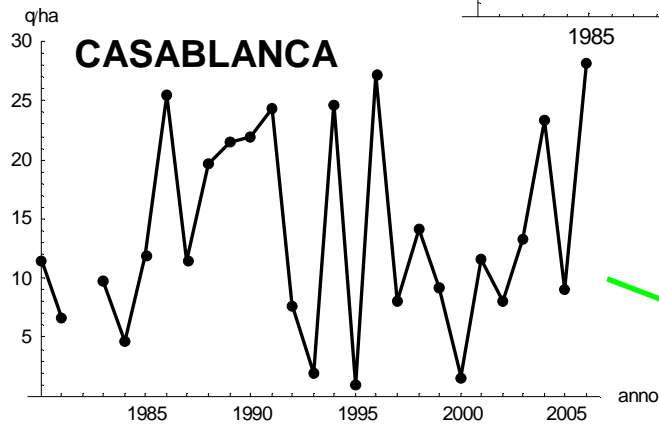
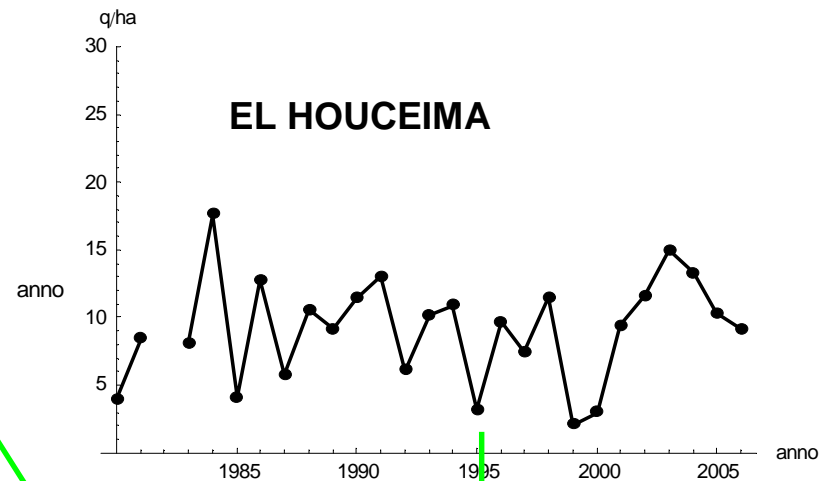
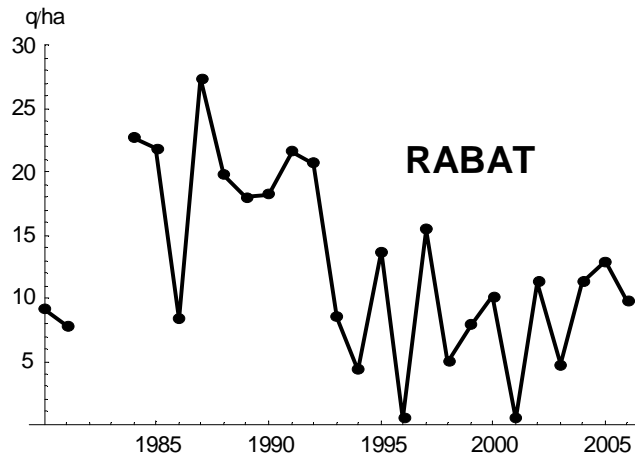
**I DATI DI
 PRODUZIONE:
GRANO DURO**

ASSENZA DI TREND



I DATI DI PRODUZIONE: GRANO DURO

RAINFED/IRRIGATED NON DISTINTO



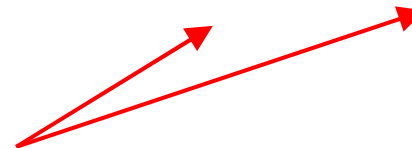
I DATI DI PRODUZIONE DEL GRANO DURO

Correlazione lineare con gli output di AMS

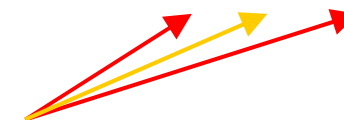
	INDX		WDEF										ETA				
	TWR	Harvest	WEXi	WEXv	WEXf	WEXr	WEXt	WDEFi	WDEFv	WDEFf	WDEFr	WDEFt	ETAi	ETA _v	ETAf	ETAr	ETAt
Benimellal	-0.152	0.711	0.102	0.434	0.377	0.365	0.420	-0.309	0.501	0.674	0.223	0.674	-0.227	0.572	0.528	0.394	0.642
Casablanca	-0.372	0.693	0.444	0.397	0.151	-0.106	0.346	-0.463	0.290	0.524	0.391	0.698	-0.247	-0.069	0.254	0.490	0.577
El Houceima	-0.492	0.723	0.244	0.350	0.094	NA	0.207	0.445	0.721	0.657	0.320	0.783	0.260	0.467	0.545	0.474	0.682
Fes	-0.337	0.725	0.465	0.537	0.436	-0.121	0.236	-0.265	0.355	0.631	0.367	0.775	-0.002	0.040	0.495	0.367	0.680
Marrakech	-0.736	0.784	0.102	0.008	NA	NA	0.046	0.247	0.451	0.784	0.104	0.799	0.181	0.329	0.689	0.228	0.684
Meknes	-0.463	0.471	0.161	0.360	0.591	0.422	0.510	0.115	0.245	0.617	0.044	0.505	-0.163	-0.162	0.239	0.103	0.149
Midelt	-0.456	0.504	NA	NA	NA	NA	NA	0.106	0.337	0.306	0.567	0.534	0.057	0.284	0.410	0.638	0.487
Nador	0.221	0.427	0.209	0.476	-0.189	NA	0.337	-0.205	-0.205	0.372	0.167	0.368	0.021	-0.010	0.413	0.360	0.459
Nouasser	-0.574	0.747	-0.118	0.319	0.072	0.059	0.171	-0.344	0.483	0.755	0.416	0.776	-0.260	0.340	0.511	0.553	0.714
Oujda	-0.061	0.740	0.389	0.159	NA	0.160	0.234	-0.188	0.287	0.614	0.458	0.118	0.160	0.315	0.575	0.584	0.689
Rabat	-0.340	0.586	-0.128	0.022	0.072	0.358	0.035	-0.369	0.114	0.533	0.361	0.576	-0.383	-0.255	0.436	0.336	0.300
Safi	-0.471	0.711	0.445	0.305	0.114	NA	0.238	NA	0.555	0.582	0.489	0.710	-0.231	0.453	0.517	0.535	-0.060
Tanger	-0.099	0.324	0.248	0.230	0.106	0.105	0.305	-0.334	NA	0.249	0.351	0.406	-0.111	-0.151	0.116	0.280	0.115
Taza	-0.248	0.567	0.348	0.402	0.100	0.164	0.497	NA	NA	0.560	0.302	0.580	-0.032	-0.394	0.525	0.346	0.423
Tetuan	0.205	0.760	0.419	-0.316	0.151	0.606	-0.055	NA	NA	0.508	0.704	0.710	-0.092	0.108	0.467	0.658	0.558
Kasbat	-0.831	0.423	0.071	0.479	-0.248	NA	-0.197	0.283	0.782	0.712	0.535	0.699	0.347	-0.428	0.806	0.569	0.486



INDX = Water satisfaction index



WDEF = water deficit



ETA = actual evapotranspiration

WEX = water excess

L'analisi in componenti principali degli indici non porta a risultati utili



I DATI DI PRODUZIONE DEL GRANO DURO

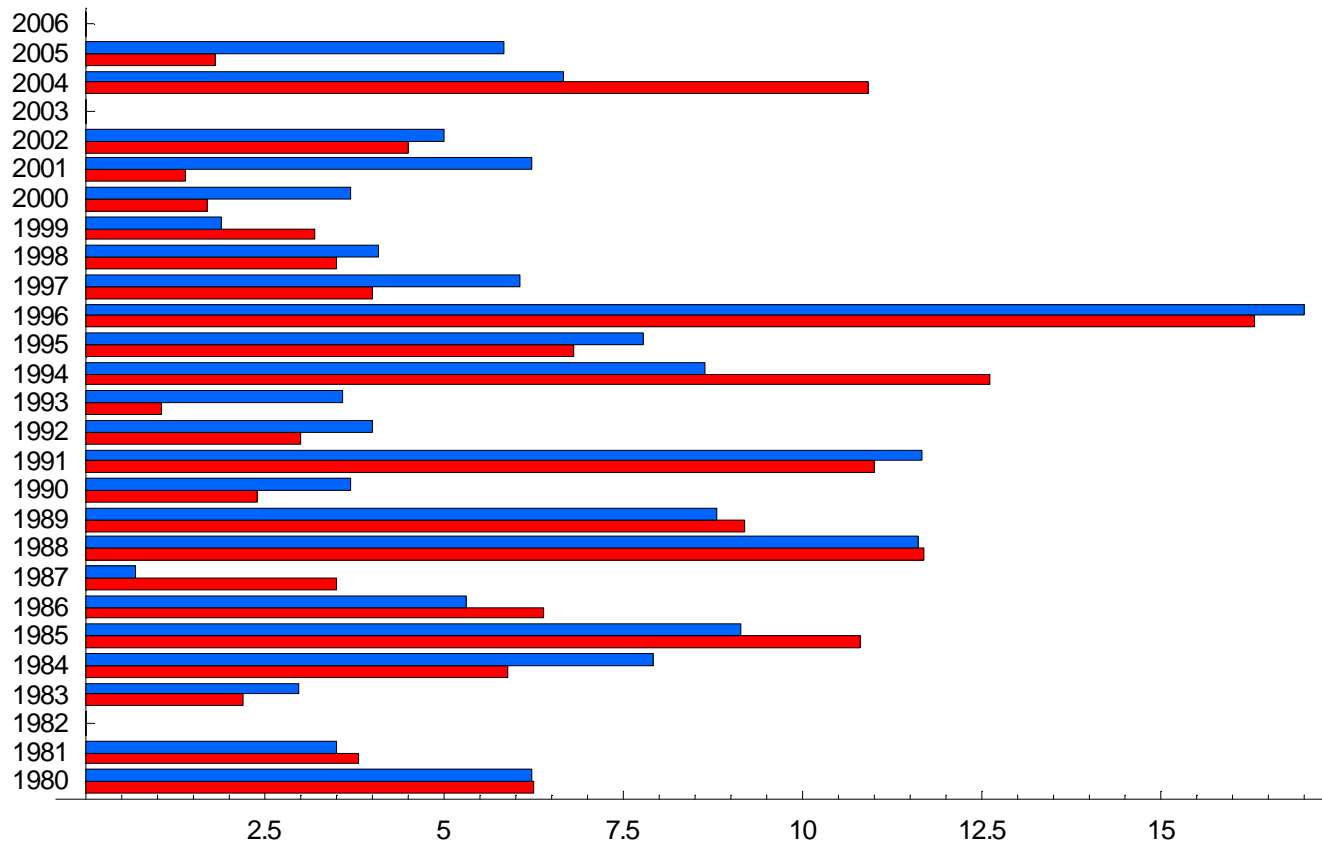
Correlazione lineare *tra* gli output di AMS

	TWR	INDXHarvest	WEXi	WEXv	WEXf	WEXr	WEXt	WDEFi	WDEFv	WDEFf	WDEFr	WDEFt	ETAi	ETAv	ETAf	ETAr	ETAt
TWR	1	-0.315	0.148	0.108	-0.558	-0.463	-0.019	NA	NA	-0.581	0.097	-0.372	0.506	0.599	0.120	0.081	0.302
INDXHarvest		1	-0.025	0.062	0.418	0.277	0.165	NA	NA	0.779	0.746	0.989	0.243	-0.098	0.656	0.738	0.800
WEXi			1	0.084	-0.349	-0.160	0.249	NA	NA	0.160	-0.227	-0.010	0.024	-0.115	0.335	-0.211	0.088
WEXv				1	0.016	-0.043	0.953	NA	NA	0.133	0.038	0.119	0.137	-0.124	0.240	0.113	0.192
WEXf					1	0.497	0.188	NA	NA	0.379	0.241	0.414	-0.033	-0.377	0.048	0.223	0.046
WEXr						1	0.089	NA	NA	0.174	0.247	0.266	0.006	-0.185	-0.072	0.124	-0.033
WEXt							1	NA	NA	0.266	0.046	0.221	0.126	-0.245	0.318	0.109	0.211
WDEFi								1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WDEFv									1	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
WDEFf										1	0.180	0.834	0.119	-0.444	0.676	0.222	0.456
WDEFr											1	0.692	0.250	0.379	0.284	0.947	0.782
WDEFt												1	0.228	-0.113	0.655	0.693	0.772
ETAi													1	0.410	0.492	0.192	0.582
ETAv														1	-0.248	0.357	0.296
ETAf															1	0.239	0.750
ETAr																1	0.771
ETAt																	1



	Covariate	R ²	p-value	Potere predittivo	Nr dati
Benimellal	INDXHarvest	0.45	0.00619	2.28	15
Casablanca	INDXHarvest	0.58	0.0001422	5.34	19
El Houceima	INDXHarvest	0.54	0.001182	3.57	16
Fes	INDXHarvest	0.64	4.12E-05	6.73	19
Marrakech	INDXHarvest, TWR	0.74	7.91E-07	8.52	24
Meknes	INDXHarvest, WEXt	0.43	0.01872	1.43	17
Midelt	INDXHarvest, WDEFr	0.41	0.01977	1.40	18
Nador	INDXHarvest	0.18	0.146		13
Nouasser	INDXHarvest	0.59	1.90E-05	6.97	23
Oujda	INDXHarvest	0.56	0.0005937	4.13	17
Rabat	INDXHarvest	0.34	0.002617	2.68	24
Safi	INDXHarvest	0.51	0.00059	3.98	19
Tanger	INDXHarvest, WEXi, WEXv	0.42	0.01495	1.44	23
Taza	INDXHarvest, WEXt	0.49	0.004668	2.10	19
Tetuan	INDXHarvest	0.58	0.0002505	4.88	18

Coeff. INDX ∈ (0.07, 0.45)



■ Produz. osservata

■ Produz. prevista

$\rho = 0.85$

RMSE : 2.1 q/ha

MARRAKECH

Predittori: **INDXH** (water satisfaction index) & **TWR** (total water requirement)



CONCLUSIONI ed ATTIVITA' FUTURA

- difficoltà per l'ampio numero di **dati mancanti** nelle serie storiche dei dati climatici per la brevità delle serie storiche stesse

- approfondire l'analisi di regressione (risultato precedente "scontato"...)

- proseguire con l'attività di progetto:
 1. Classificazione agro-climatica
 2. **Azioni di adattamento** (selezione di varietà adattabili ed analisi dei costi)



Biodiversity is life
Biodiversity is our life

Grazie per l'attenzione

