



Co-funded by the European Union



LIFE21-IPC-IT-LIFE CLIMAX PO-101069928

25 marzo 2025

Seminario PROVE COVER CROPS E PRATICHE RIGENERATIVE

Scenari di cambiamento climatico e impatti sui sistemi agricoli

Relatori: **Valentina Mereu, Raniero della Peruta**
valentina.mereu@cmcc.it



Fondazione CMCC, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici
Divisione IAFES, Impatti su Agricoltura, Foreste e Servizi Ecosistemici



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



AIPo
Agenzia Interregionale per il Fiume Po
INTERNATIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



arpae
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Emilia-Romagna



Arpa
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Lombardia



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente



UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



AB PUGLIA
PUGLIA REGIONAL CLIMATE ACTION PLAN



AB LOMBARDIA
PUGLIA REGIONAL CLIMATE ACTION PLAN



AB PIEMONTE
PUGLIA REGIONAL CLIMATE ACTION PLAN



AB VENEZIA
PUGLIA REGIONAL CLIMATE ACTION PLAN



LEGAMBIENTE



Politecnico di Torino



Regione Emilia-Romagna



Regione Lombardia



REGIONE PIEMONTE



smat gruppo



SOGESCA
Sviluppo Sostenibile



AB EMILIA ROMAGNA
PUGLIA REGIONAL CLIMATE ACTION PLAN



CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA



ERSAR
Regione Lombardia



cmcc
Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici



Climate change *in the future*
fast changing world



Realizzare **studi e modelli del nostro sistema climatico e delle sue interazioni con la società** per garantire risultati affidabili, tempestivi e rigorosi al fine di **stimolare una crescita sostenibile, proteggere l'ambiente** e sviluppare, nel contesto dei cambiamenti climatici, **politiche di adattamento e mitigazione** fondate su conoscenze scientifiche. Sviluppare **previsioni e analisi quantitative del nostro pianeta e della società del futuro**



MEMBRI E PARTNER ISTITUZIONALI



INTERDISCIPLINARY
RESEARCH

Istituto per la Resilienza Climatica ICR



ICR è profondamente impegnato nella ricerca interdisciplinare a cavallo tra clima, ecosistemi e società, al fine di supportare decisioni, pianificazioni e investimenti operativi (a breve termine) e strategici (a lungo termine), finalizzati ad uno sviluppo resiliente al clima. Ciò include percorsi sinergici di mitigazione, riduzione del rischio di disastri e adattamento.

Divisione IAFES, Impatti su Agricoltura, Foreste e Servizi Ecosistemici



IAFES svolge attività di ricerca nel contesto dell'interazione tra clima ed ecosistemi terrestri, tenendo conto dei nuovi percorsi di sviluppo nel mondo post-pandemia, delle nuove politiche (es. PAC, Legge sul Clima), delle strategie (Green Deal, Digitale) e delle iniziative (Copernicus, Destination Earth) dell'UE, nonché del nuovo programma Horizon Europe (comprese le sue *Missions*) e dei progetti nell'ambito del Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza (PNRR).

Carbon Neutrality in the Land Sector and Sustainable Agricultural Production

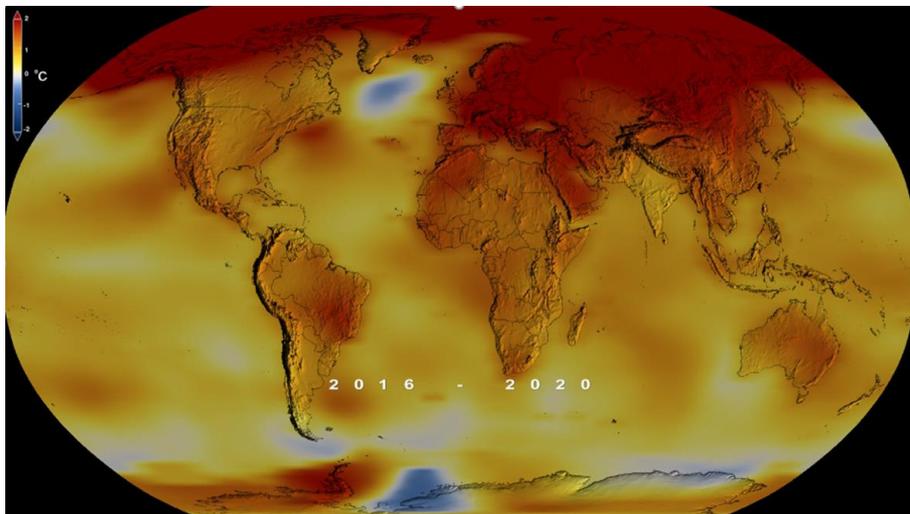
Research Unit Leaders

Maria Vincenza Chiriaco and Valentina Mereu

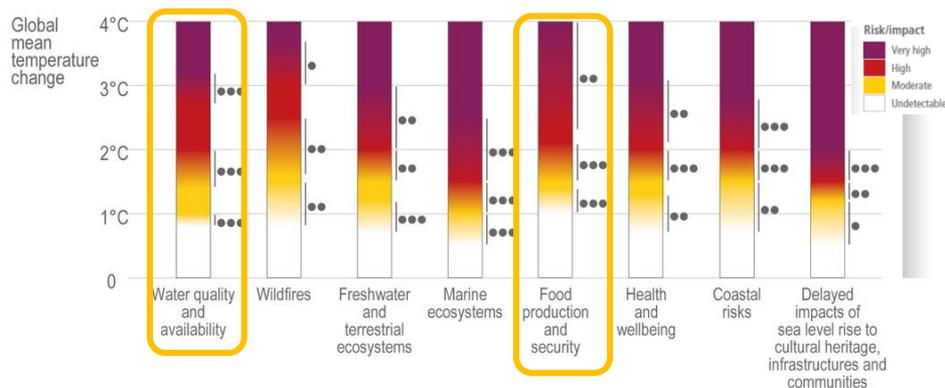
The “Carbon Neutrality in the Land Sector and Sustainable Agricultural Production” Research Unit assess the impact of land use on the carbon cycle to enhance climate resilience and carbon neutrality while sustaining ecosystem services. It includes GHG accounting in the AFOLU sector, land suitability assessments, and remote sensing to understand climate change impacts on agriculture. Assessment of sustainable practices (e.g., regenerative agriculture, precision farming) and emerging technologies (AI, monitoring) to support policies, incentives, and certification for soil health, biodiversity, and carbon farming. Improving the assessment of land use and climate change impacts and risks on crop productivity and food security at local and regional level.

I cambiamenti climatici

La **temperatura superficiale globale** è **cresciuta più velocemente** dal 1970 al 2020 che in qualsiasi altro periodo di 50 anni negli ultimi 2000 anni (**alta confidenza**)



Il Bacino del Mediterraneo è considerato un **'climate change hotspot'** a causa dell'elevato livello di esposizione e vulnerabilità di quest'area ai cambiamenti climatici → **hotspot per rischi climatici altamente interconnessi**



Eventi estremi più intensi e frequenti



Extreme heat
More frequent
More intense



Heavy rainfall
More frequent
More intense



Drought
Increase in some regions



Fire weather
More frequent



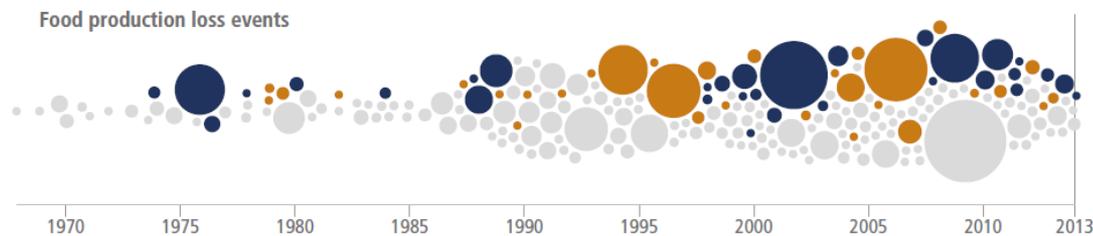
Ocean
Warming
Acidifying
Losing oxygen



All'aumentare del riscaldamento aumentano gli impatti attesi e i costi necessari per contrastarli

Cambiamenti climatici e agricoltura

(a) The frequency of climate-related food production losses in crops, livestock, fisheries and aquacultures has been increasing over the last decades.

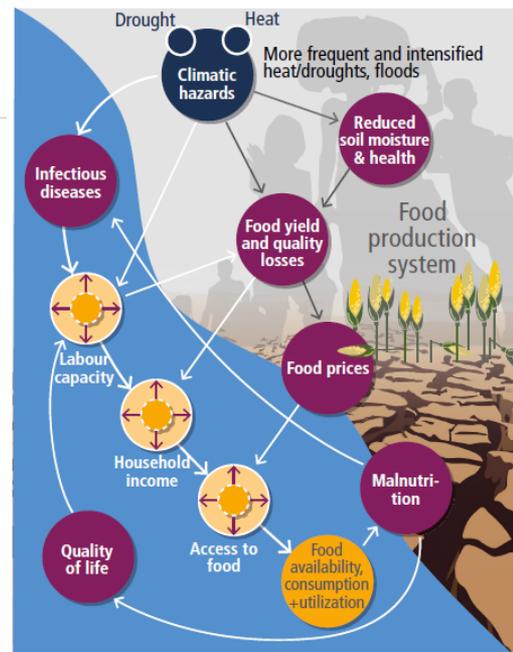


IPCC, 2022

nature
food

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s43016-021-00400-y>



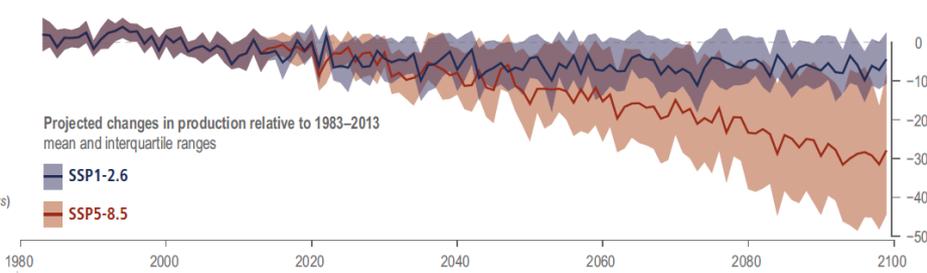
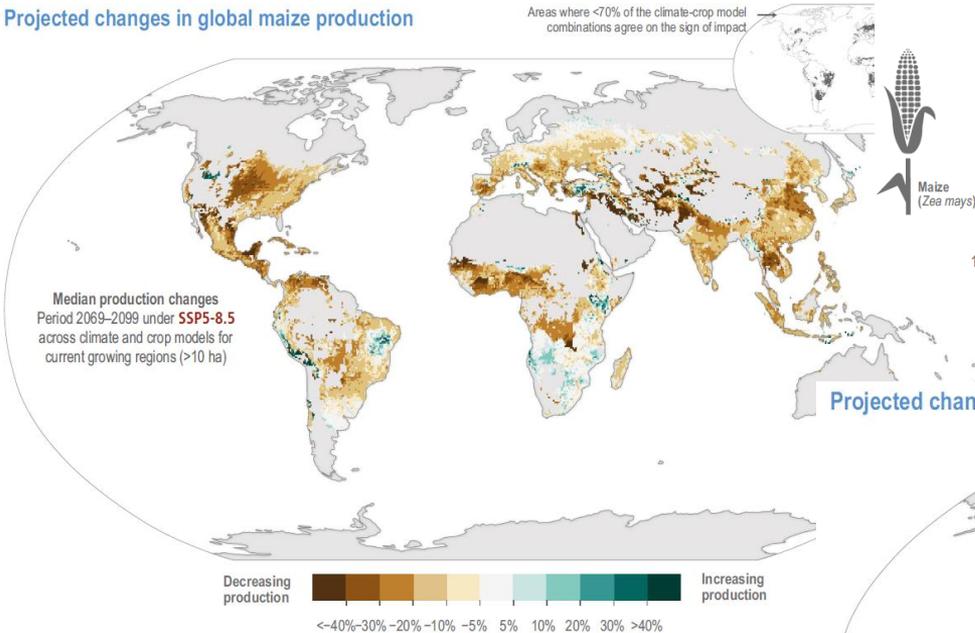
Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models

Jonas Jägermeyr^{1,2,3}, Christoph Müller³, Alex C. Ruane¹, Joshua Elliott⁴, Juraj Balkovic^{5,6}, Oscar Castillo⁷, Babacar Faye⁸, Ian Foster⁹, Christian Folberth⁵, James A. Franke^{4,10}, Kathrin Fuchs¹¹, Jose R. Guarin^{1,2}, Jens Heinke³, Gerrit Hoogenboom^{7,12}, Toshichika Iizumi¹³, Atul K. Jain¹⁴, David Kelly⁹, Nikolay Khabarov⁵, Stefan Lange³, Tzu-Shun Lin¹⁴, Wenfeng Liu¹⁵, Oleksandr Mialyk¹⁶, Sara Minoli³, Elisabeth J. Moyer^{4,10}, Masashi Okada¹⁷, Meridel Phillips^{1,2}, Cheryl Porter⁷, Sam S. Rabin^{11,18}, Clemens Scheer¹¹, Julia M. Schneider¹⁹, Joep F. Schyns¹⁶, Rastislav Skalsky^{5,20}, Andrew Smerald¹¹, Tommaso Stella²¹, Haynes Stephens^{4,10}, Heidi Webber²¹, Florian Zabel¹⁹ and Cynthia Rosenzweig¹

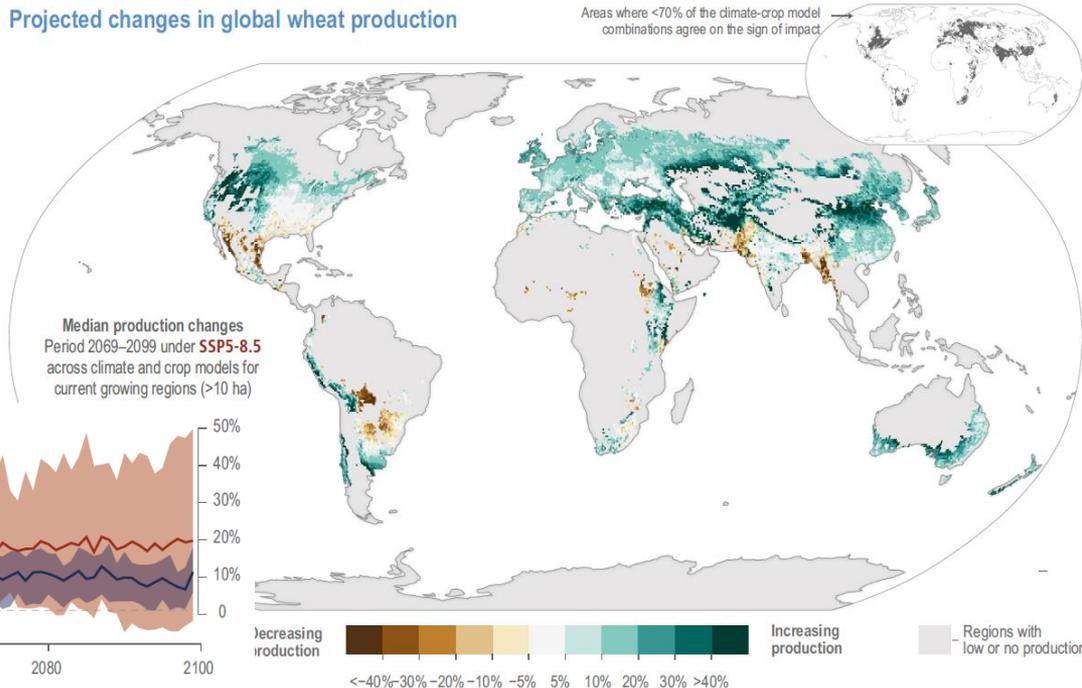
Riduzioni di resa nettamente maggiori per mais, soia e riso rispetto alle precedenti simulazioni. **Produttività media del mais** per la fine del secolo **-6% (SSP1 2.6) e -24% (SSP5 8.5)**. Il **grano** mostra incrementi più forti **(+18%, SSP5 8.5)**, legati alle maggiori concentrazioni di CO₂ e agli incrementi di resa che si registrano alle alte latitudini.

Gli impatti dei cambiamenti climatici si verificano **nelle nuove proiezioni prima del 2040 per diverse regioni chiave per la produzione mondiale di cibo**

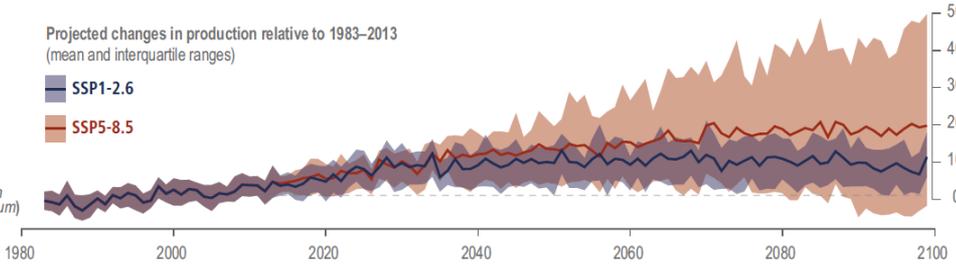
Projected changes in global maize production



Projected changes in global wheat production



<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>



G20 CLIMATE RISK ATLAS

Impacts, policy, economics



With the support of the Ministry of the Environment

ITALY



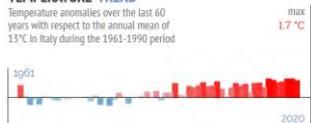
<https://files.cmcc.it/g20climaterisks/Italy.pdf>

MEAN TEMPERATURE Celsius degrees / Over 1991-2020



TEMPERATURE TREND

Temperature anomalies over the last 60 years with respect to the annual mean of 13°C in Italy during the 1961-1990 period

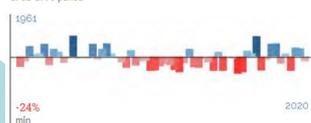


MEAN PRECIPITATION mm/year / Over 1991-2020



PRECIPITATION TREND

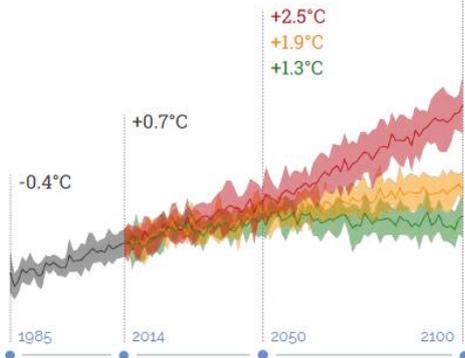
Precipitation anomalies over the last 60 years with respect to the annual mean of 1,025 mm/year in Italy during the 1961-1990 period



TEMPERATURE PROJECTIONS

Under a low emissions scenario projected temperature variations will remain contained at around +1.5°C, both by 2050 and 2100. Under a high emissions scenario, with no reduction in GHG emissions, much greater temperature anomalies are expected by both 2050 and 2100.

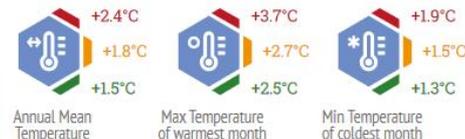
TEMPERATURE ANOMALY



Historical Period

EXPECTED VARIATION FOR TEMPERATURE AT 2050

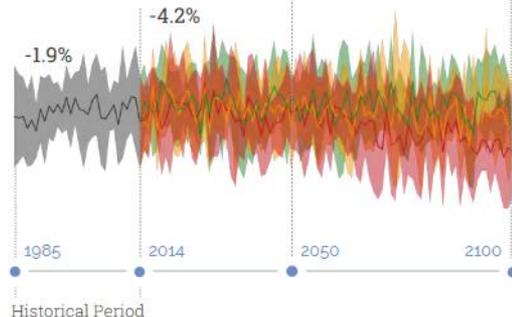
The indicators show variations in selected temperature characteristics for a thirty-year period centred on 2050 (2036-2065) with respect to the reference period 1985-2014.



PRECIPITATION PROJECTIONS

Precipitation trends show a very complex signal, under all emissions scenarios, with a very large variability among climate models. This can be explained considering the complexity of the precipitation regime and dynamics requiring more detailed spatial and temporal analysis.

PRECIPITATION ANOMALY



Historical Period

EXPECTED VARIATION FOR PRECIPITATION AT 2050

The indicators show variations in selected precipitation characteristics for a thirty-year period centred on 2050 (2036-2065) with respect to the reference period 1985-2014.



ITALIA AGRICOLTURA

→ **variabilità della produzione, con una tendenza alla riduzione della resa di molte specie coltivate, accompagnata da una probabile diminuzione della qualità degli alimenti**

Le colture rispondono all'aumento delle temperature con **cambiamenti nella durata della stagione di crescita, spostamenti di fasi fenologiche e delle aree di coltivazione verso latitudini e altitudini più elevate dove si hanno condizioni di crescita migliori**

Gli impatti variano in modo significativo a seconda dell'area geografica e dalle specifiche colture

IMPATTI PREVISTI SULLA PRODUTTIVITÀ AGRICOLA

Aumento delle temperature, riduzione nelle precipitazioni annue medie, intensificazioni di eventi estremi come ondate di calore e siccità, influenzano la variabilità della produzione con una tendenza verso la riduzione della resa per molte specie coltivate, insieme a una probabile diminuzione della qualità degli alimenti. Le coltivazioni rispondono all'aumento delle temperature variando la durata della stagione agricola, anticipando la comparsa delle fasi fenologiche e potenzialmente spostando le aree coltivabili verso latitudini e altitudini superiori dove le condizioni di coltivazione sono migliori. Tuttavia, gli impatti possono variare in modo significativo a seconda dell'area geografica e delle coltivazioni specifiche in questione.

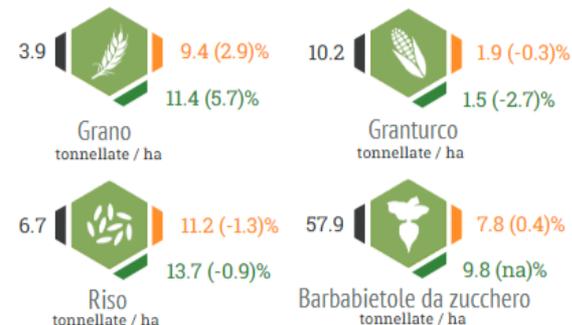


PRODUTTIVITÀ DELLE COLTIVAZIONI

La produttività delle coltivazioni rappresenta la resa dei raccolti di una coltivazione per unità di area agricola. Essa risulta fortemente influenzata dal clima e da altri fattori gestionali/ambientali.

Si prevede che il cambiamento climatico influenzi la produttività di svariate coltivazioni maggiori, che potrebbe essere compensata, in parte, dall'effetto fertilizzante di maggiore quantità di CO₂.

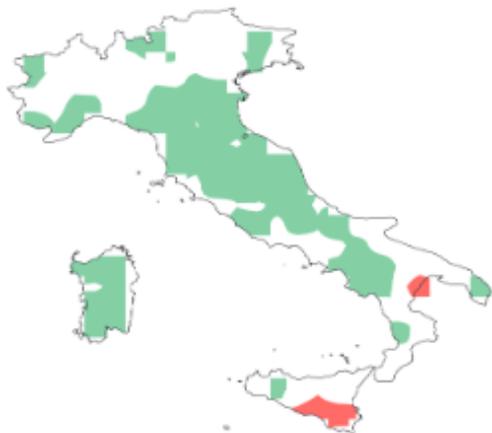
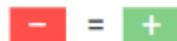
Si tratta di stime realizzate attraverso un range di proiezioni modello sulla base di scenari di emissioni basse-alte (rcp2.6 e rcp6.0) da dati ISI-MIP, e riportate come variazioni percentuali tra una media di 30 anni attorno al 2050 e il periodo storico.



2050

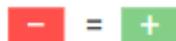
Variazione di produttività con (senza) l'effetto fertilizzante della CO₂. Le stime presumono forniture di acqua e nutrienti sufficienti e non includono l'impatto di parassiti, malattie o eventi estremi.

CAMBIAMENTO NEI GRANO



La produttività del grano è prevista in diminuzione nell'Italia meridionale e nelle isole maggiori, e generalmente in aumento nell'Italia centrale e settentrionale. Il granturco è la principale coltivazione interessata, con rilevanti perdite nella resa e incrementi generali ad altitudini superiori. Grandi riduzioni di resa sono anche previste per alcune coltivazioni primaverili/estive (girasole, soia), specialmente se non irrigate. Il riso può registrare un aumento della resa generale fino a metà secolo, seguito da una successiva diminuzione.

CAMBIAMENTO NEL GRANTURCO



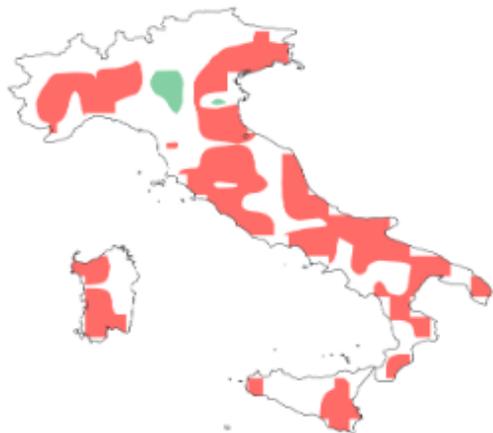
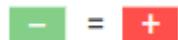
Tuttavia, la produttività del riso può risentire delle temperature estreme durante fioritura e raccolta. L'aumento della frequenza di eventi meteo estremi durante le fasi fondamentali di sviluppo delle colture (per es. stress termico durante la fioritura, giorni di pioggia durante la semina) può ridurre la resa e in particolare i raccolti estivi. La produttività dell'arboricoltura è prevista in diminuzione nelle aree mediterranee a causa di siccità e temperature elevate, aspetti che possono anche deteriorare la qualità della frutta, spingendo la coltivazione di ulivi e vigne verso regioni più fredde.

ADATTAMENTO NELLE RISORSE AGRICOLE IDRICHE

Il cambiamento climatico può avere alcuni effetti positivi su qualche coltivazione principale ampiamente usata. Tuttavia, le temperature elevate generalmente richiederanno un aumento della domanda di irrigazione a causa di una maggiore evapotraspirazione delle piante. L'agricoltura può quindi diventare più dipendente dall'irrigazione intensiva, soprattutto nelle regioni meridionali.

Il cambiamento climatico può influenzare le risorse idriche portando a una grave riduzione nella quantità di risorse idriche rinnovabili, sia in superficie che nel sottosuolo, in quasi tutte le aree semi-aride. Il deficit idrico peggiorerà nella stagione calda quando le risorse sono scarse e la domanda di irrigazione aumenta.

CAMBIAMENTO NELLA **DOMANDA IDRICA**



Domanda idrica
in agricoltura
% di cambiamento



2050



Un aumento consistente nella domanda idrica (17-20% in media) tenderà di sostenere i livelli correnti della produzione agricola e richiederà pratiche di adattamento e varietà di coltivazioni che migliorino l'efficienza dell'uso di acqua al fine di limitare l'aumentato sfruttamento delle risorse idriche.



Effetto dell'incrementata concentrazione atmosferica di CO₂

Colture C3, maggior parte dei cereali (es. frumento, riso e orzo), colture leguminose, foraggere e piante da frutto, potrebbero beneficiarne **incrementando il tasso fotosintetico e aumentando la resa**. Effetto che sulle **specie C4** (ad esempio, mais, sorgo, miglio e canna da zucchero) è **meno marcato**

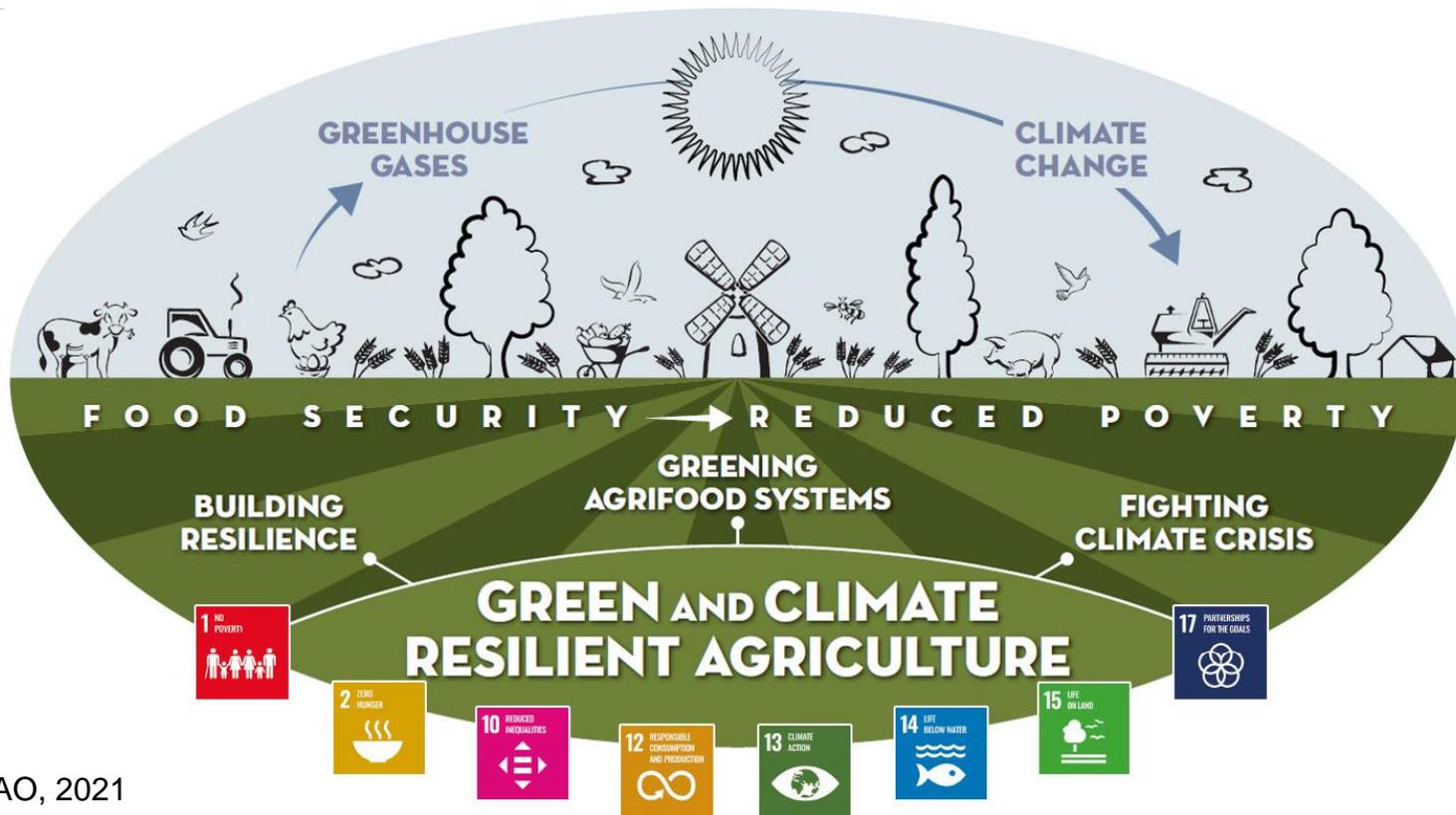
Può influenzare la **chiusura stomatica**, consentendo una riduzione delle perdite per traspirazione e quindi un incremento dell'efficienza dell'uso dell'acqua sia nelle C3 che nelle C4. Miglioramento dell'efficienza di traspirazione ridotto però dal fatto che incrementa nelle C3 la superficie fogliare e la temperatura delle colture, determinando un aumento dell'uso dell'acqua

Può influenzare negativamente la **qualità nutrizionale di alcuni prodotti**, ad esempio riducendo il contenuto proteico dei cereali, la qualità di panificazione del grano e il contenuto di elementi come il ferro e lo zinco, con importanti ripercussioni sugli aspetti alimentari

Colture arboree particolarmente vulnerabili agli impatti dei cambiamenti climatici

- **precoce ripresa vegetativa, anticipo data di fioritura, riduzione del periodo di crescita** e conseguente **maturazione anticipata dei frutti** (soprattutto in aree meridionali), **riduzione nelle dimensioni dei frutti**
- **elevate temperature** danneggiano la **qualità delle gemme**
- **incremento delle richieste irrigue**; carenze durante specifiche fasi di sviluppo potranno determinare una **riduzione dei livelli di produttività**
- variazioni sulla **qualità delle produzioni** (es. vite)
- variazione degli **attacchi di patogeni**
- variazione dell'**estensione e della localizzazione delle aree maggiormente vocate** verso nord e altitudini maggiori
- **fenomeni climatici estremi** (ondate di calore, periodi siccitosi e/o eventi di precipitazione intensa, gelate durante la fase di ripresa vegetativa, etc) potranno ulteriormente **accentuare gli impatti** determinati dalle variazioni medie del clima e limitare l'espansione verso nuove aree

Cambiamenti climatici e agricoltura



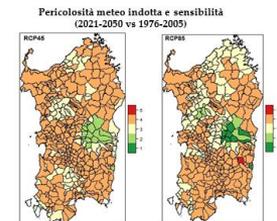
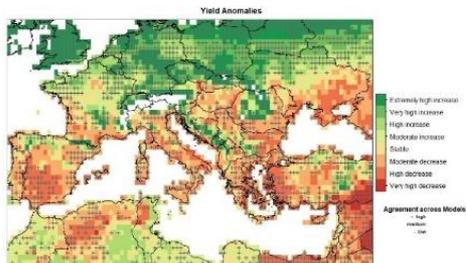
FAO, 2021

Strumenti applicati in agricoltura per il supporto alle decisioni:



Modelli complessi che consentono di simulare gli impatti ma anche diverse soluzioni di adattamento e mitigazione (*what if?*)

Informazioni utili per:



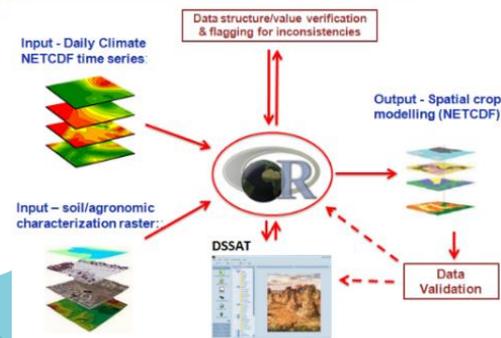
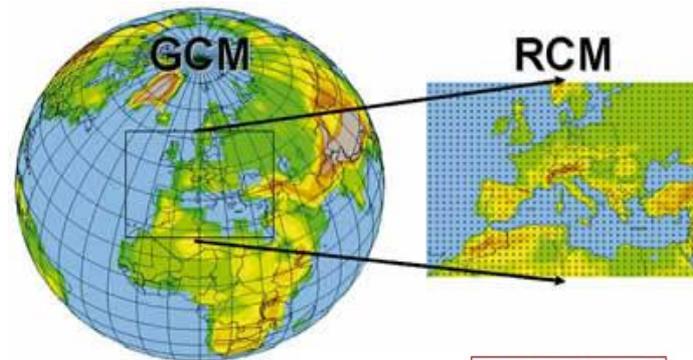
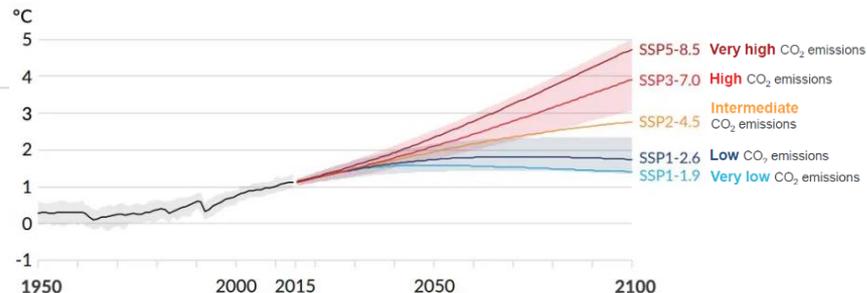
Schema metodologico

Scenari climatici

Modelli climatici globali (GCMs)

Modelli climatici regionali (RCMs)

Modelli di di simulazione colturale



Modellistica culturale



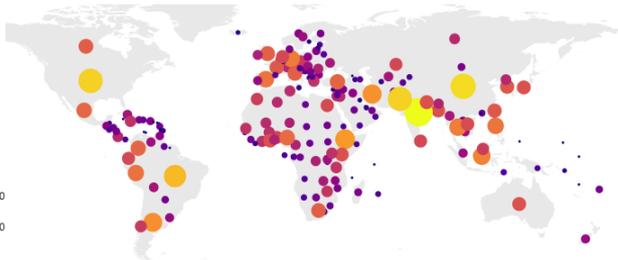
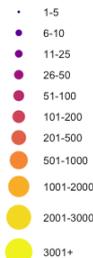
I modelli colturali simulano la crescita, lo sviluppo e la resa delle colture in funzione delle dinamiche suolo-pianta-atmosfera



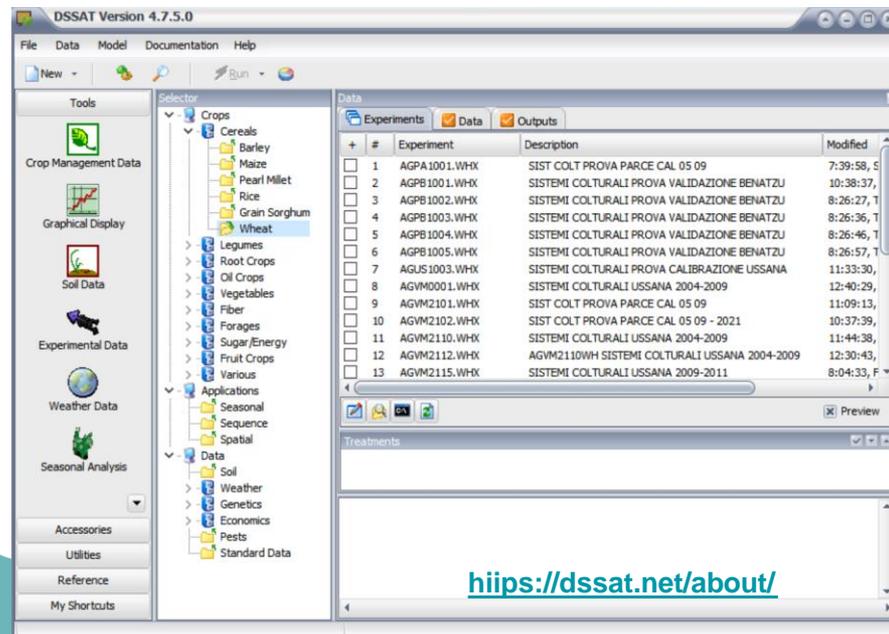
Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) - software che include modelli di simulazione per oltre 42 colture e strumenti per facilitare l'uso di questi modelli: programmi di gestione dei database per il suolo, il meteo, la gestione colturale, i dati sperimentali, programmi applicativi, etc.



Downloads



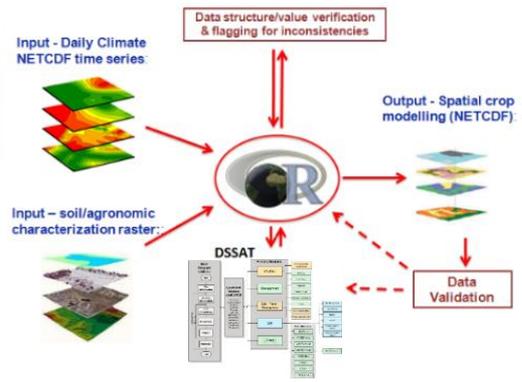
Total DSSAT Downloads: 21287
February 09, 2023



Screenshot of the DSSAT Version 4.7.5.0 software interface. The interface includes a menu bar (File, Data, Model, Documentation, Help), a toolbar, and a main workspace. The workspace is divided into a 'Tools' panel on the left, a 'Selector' panel in the middle, and a 'Data' panel on the right. The 'Data' panel shows a table of experiments with columns for #, Experiment, Description, and Modified. Below the table are sections for 'Treatments' and 'Preview'.

| # | Experiment | Description | Modified |
|----|--------------|---|-------------|
| 1 | AGPA1001.WHX | SIST COLT PROVA PARCE CAL 05 09 | 7:39:58, S |
| 2 | AGPB1001.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA VALIDAZIONE BENATZU | 10:38:37, T |
| 3 | AGPB1002.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA VALIDAZIONE BENATZU | 8:26:27, T |
| 4 | AGPB1003.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA VALIDAZIONE BENATZU | 8:26:36, T |
| 5 | AGPB1004.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA VALIDAZIONE BENATZU | 8:26:46, T |
| 6 | AGPB1005.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA VALIDAZIONE BENATZU | 8:26:57, T |
| 7 | AGUS1003.WHX | SISTEMI COLTURALI PROVA CALIBRAZIONE USSANA | 11:33:30, S |
| 8 | AGVM0001.WHX | SISTEMI COLTURALI USSANA 2004-2009 | 12:40:29, S |
| 9 | AGVM2101.WHX | SIST COLT PROVA PARCE CAL 05 09 | 11:09:13, S |
| 10 | AGVM2102.WHX | SIST COLT PROVA PARCE CAL 05 09 - 2021 | 10:37:39, S |
| 11 | AGVM2110.WHX | SISTEMI COLTURALI USSANA 2004-2009 | 11:44:38, S |
| 12 | AGVM2112.WHX | AGVM2110WH SISTEMI COLTURALI USSANA 2004-2009 | 12:30:43, S |
| 13 | AGVM2115.WHX | SISTEMI COLTURALI USSANA 2009-2011 | 8:04:33, F |

<https://dssat.net/about/>



Mais: variazioni di resa con lo scenario ad elevate emissioni (RCP8.5) che raggiungono in media **-33% (centro), -39% (nord), -43% (sud)** per il 2080 (2066-2095)

Grano: maggiori impatti per il frumento tenero che per il frumento duro, con variazioni di resa che per il tenero raggiungono meno fino a **-30% nel 2080** con lo scenario RCP8.5

Modeling high-resolution climate change impacts on wheat and maize in Italy

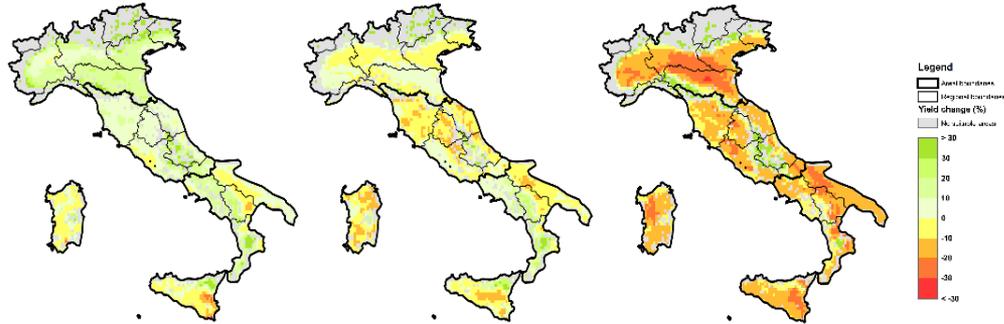
Valentina Mereu^{a,b,*}, Andrea Gallo^a, Antonio Trabucco^{a,b}, Gianluca Carboni^c, Donatella Spano^{a,b}

^a Impacts on Agriculture Forestry and Ecosystem Services (IAFES) Division, Euro-Mediterranean Center on Climate Changes (CMCC), via E. De Nicola 9, 07100 Sassari, Italy
^b Department of Agriculture, University of Sassari, via E. De Nicola 9, 07100 Sassari, Italy
^c AGRIS Sardegna, Agricultural Research Agency of Sardinia, viale Trieste 111, 09123 Cagliari, Italy

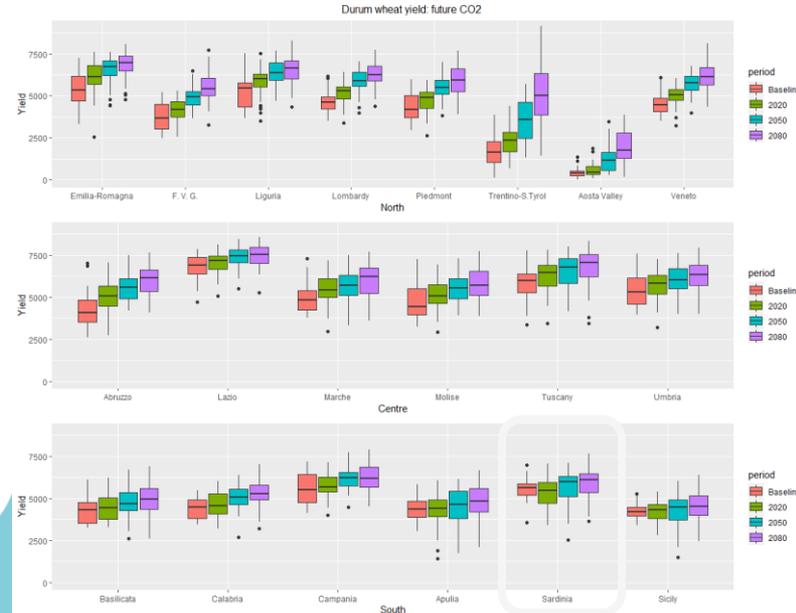
Grano duro

Grano tenero

Mais

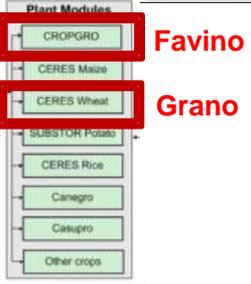
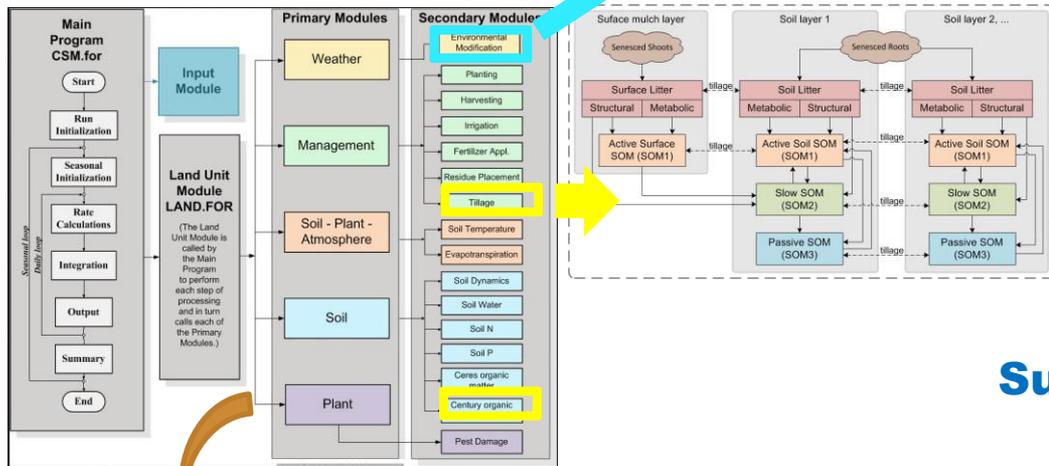


Anomalie di resa (%) attese per il period 2036-2065 rispetto al period di riferimento 1976-2005, con l'RCP 4.5 e il modello RCP COSMO-CLM (8x8 km)



Sistemi cerealicoli in agricoltura conservativa

Scenari climatici



Conservation Agriculture

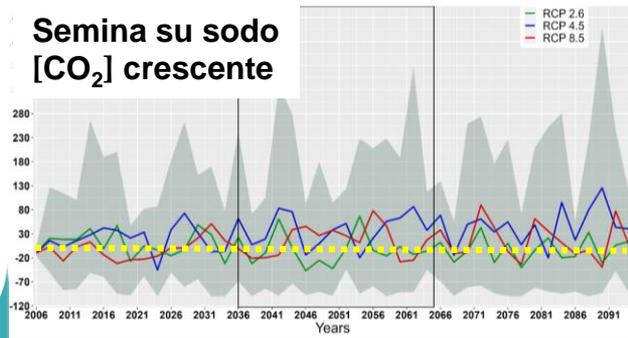


- Minimum/no soil disturbance**
 - Reduced Tillage (RT)
 - Sod seeding (SS o NT)
- Permanent soil cover**
 - Residue mangement
 - cover crop
- Plant diversity**
 - Crop rotation

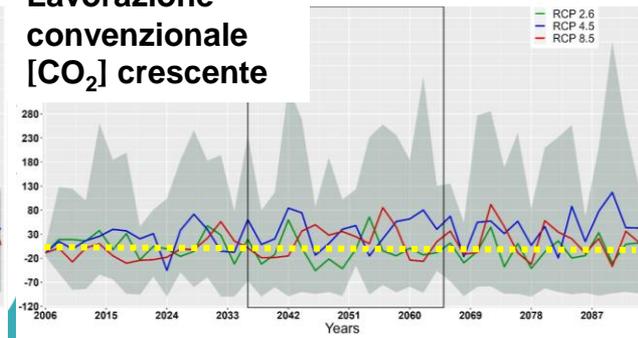


Sud-Italia

Semina su sodo [CO₂] crescente



Lavorazione convenzionale [CO₂] crescente



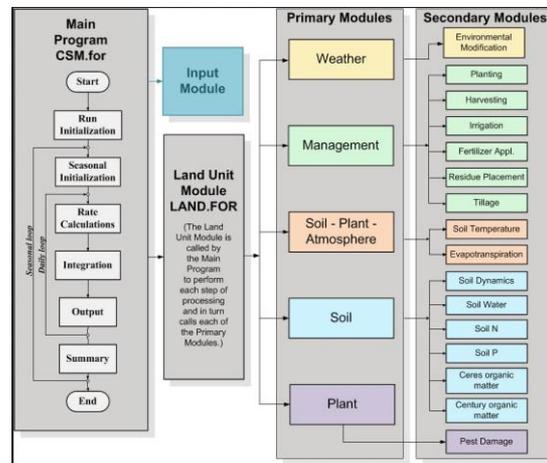
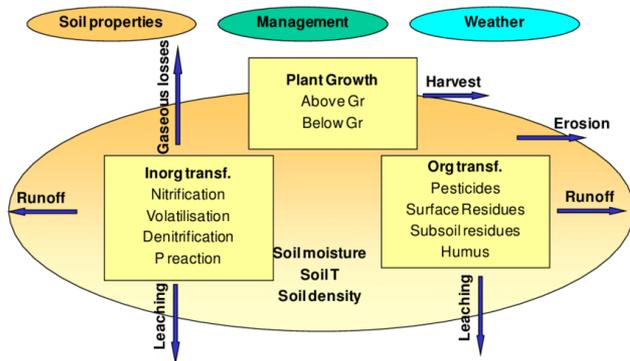


Task 8.2 - Tecniche di gestione conservativa dei suoli agricoli



Modellizzare (EPIC / DSSAT) gli effetti di tecniche di agricoltura conservativa sia sulla resa sia sul bilancio idrico e di carbonio nel suolo

Environmental Policy Integrated Climate (EPIC)





Co-funded by
the European Union



**LIFE
CLIMAX
PO**
Make the Change

LIFE21-IPC-IT-LIFE CLIMAX PO-101069928

Grazie per l'attenzione

Valentina Mereu
valentina.mereu@cmcc.it



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



AIPo
Agenzia Interregionale per il Fiume Po
INTERNATIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



arpae
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Emilia-Romagna



Arpa
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Lombardia



ARPA LOMBARDIA
Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente



UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



AB PUGLIA
PUGLIA REGIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



AB LOMBARDIA
PUGLIA REGIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



AB PIEMONTE
PUGLIA REGIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



AB VENEZIA
PUGLIA REGIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



LEGAMBIENTE



Politecnico
di Torino



Regione Emilia-Romagna



Regione
Lombardia



REGIONE
PIEMONTE



smat
gruppo



SOGESCA
Sviluppo Sostenibile



AB EMILIA ROMAGNA
PUGLIA REGIONAL AGENCY FOR THE PO RIVER



CITTÀ
METROPOLITANA
DI BOLOGNA



ERSAR
Regione Lombardia



cmcc
Centro Euro-Mediterraneo
sul Cambiamento Climatico