

**RELAZIONE DELL'ATTIVITA' SVOLTA NELL'AMBITO DEL III ANNO DEL
PROGETTO FINALIZZATO: CLIMAGRI - Cambiamenti Climatici e Agricoltura**

SOTTOPROGETTO2: AGRICOLTURA ITALIANA E CAMBIAMENTI CLIMATICI

TEMATICA 2.5: "Ruolo attivo dell'agricoltura nei processi di mitigazione del cambiamento climatico globale."

Responsabile della ricerca: *dott.ssa Anna Benedetti*

Collaboratori: *dott.ssa Letizia Pompili, dott. Luigi Nisini*

Il lavoro svolto durante l'intero progetto viene di seguito riassunto in modo tale da poter facilmente seguire il filo conduttore seguito nel corso degli anni.

Metodi:

Sono state prese in considerazione le curve di mineralizzazione della sostanza organica, come misure di evoluzione dell'anidride carbonica in ambiente controllato (metodo di Isermayer, 1952), calcolate nell'arco di 14 giorni, per la totalità dei campioni raccolti. Bisogna ricordare che questa metodologia rappresenta il punto di forza del lavoro, in quanto viene utilizzata per la caratterizzazione *routinaria* della fertilità biologica dei suoli da oltre 30 anni di attività del CRA-ISNP.

I dati di respirazione ottenuti in laboratorio sono stati successivamente trasformati riportandoli alle condizioni di campo (R_c), usando l'equazione (Benedetti, 1985)

$$(1) R_c = C_0 \times k \times C_u.$$

Tale equazione tiene conto dei parametri climatici specifici dei siti prescelti, in quanto in grado di influenzare i processi naturali di mineralizzazione. Infatti, il Coefficiente di umidità del suolo, C_u , si calcola dai valori di capacità di ritenzione capillare, a loro volta desunti dalle medie mensili di piovosità ed evapotraspirazione relativi ad ognuno dei siti studiati per un numero variabile di anni di osservazioni; la costante cinetica di velocità di

reazione, k , si ricava dall'equazione di Arrhenius della teoria cinetica dei gas, ed è inversamente proporzionale alla temperatura T , espressa in gradi Kelvin ($k \propto \log_{10} (1/T)$); il valore sperimentale mensile di respirazione basale, C_0 , si ottiene moltiplicando per 30 giorni il valore basale di respirazione al 14° giorno, espresso in $\text{mg C-CO}_2/\text{kg suolo}$.

Tutti i valori medi mensili di piovosità ed evapotraspirazione sono stati messi a disposizione dall'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria.

I anno:

Durante il I anno del progetto Climagri, sono state prese in considerazione diverse tipologie di suolo, con un diverso contenuto in sostanza organica, per testare la metodica con cui si intendeva procedere nel corso del progetto. I suoli agrari, a seguito di frequenti lavorazioni risultano impoveriti a causa delle mineralizzazioni delle frazioni più labili, spesso non compensate da apporti di concimi organici. Al contrario, suoli più stabili, in condizioni di equilibrio, presentano valori in sostanza organica superiori.

Applicando l'equazione (1) ad ognuno dei circa 350 campioni di suolo considerati si è ricavata una tabella dei valori medi annui di mineralizzazione della sostanza organica relativa ai primi 10 cm di profondità.

Tipologia di Suolo (strato superficiale)	Sostanza Organica ($\text{mg C} \cdot \text{kg}^{-1} \text{suolo}$)	Entità della Mineralizzazione ($\text{mg C-CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \text{suolo}$)	Rapporto Mineralizz / S.O.
Suoli Forestali	$1,51 \cdot 10^4$	9,17	$6,07 \cdot 10^{-4}$
Suoli a prato-pascolo	$1,55 \cdot 10^4$	8,17	$5,27 \cdot 10^{-4}$
Suoli agrari	$0,34 \cdot 10^4$	4,63	$13,62 \cdot 10^{-4}$

I risultati ottenuti alla fine del I anno di progetto, hanno messo in evidenza che l'entità dei processi di mineralizzazione NON dipende dalla quantità di sostanza organica contenuta nel terreno, ma più frequentemente da altri fattori che influenzano le condizioni in cui operano i microrganismi (principalmente temperatura e umidità). I valori dell'ultima colonna in Tabella, rappresentano il rapporto tra l'attività di mineralizzazione calcolata in campo e la quantità di sostanza organica del suolo. Tali valori mostrano una

mineralizzazione spinta nei terreni agrari sottoposti a pratiche agronomiche, al contrario i fenomeni di mineralizzazione appaiono limitati tanto più fortemente quanto più i sistemi sono naturali.

II anno:

Il lavoro svolto durante il II anno del Progetto Climagri è stato di fondamentale importanza nel proseguo dell'attività del progetto. Tutti i dati raccolti nel corso del primo e del secondo anno sono stati organizzati in modo tale che ciascuno dei campioni considerati poteva essere classificato secondo una serie di parametri che permettono di ricavare informazioni relativamente al tipo di gestione del suolo, al sito di giacitura, alla coltura (nei suoli agrari) o alla specie vegetale presente (nei suoli forestali), alla località ed alla profondità a cui il prelievo è stato effettuato.

Il totale dei dati raccolti al termine del primo anno di attività riguardavano per il 25% suoli forestali, per il 66% suoli agrari e per il restante 9% suoli a copertura prato-pascolo (*Figura 1*) coprendo in tal modo il 50% delle regioni italiane.

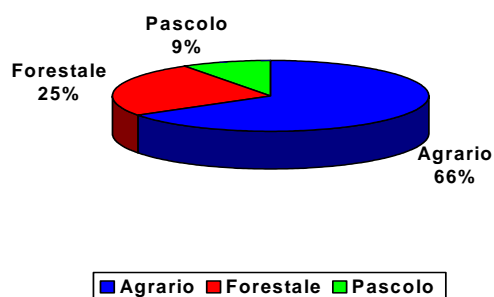


Figura 1 – rappresentazione dei dati raccolti finora in base al tipo di uso del suolo

Le elaborazioni effettuate sui dati raccolti nel II anno si sono concentrate sui suoli a gestione agraria. In particolare hanno mirato a definire l'influenza dei diversi tipi di gestione (biologica, convenzionale minerale ed organica) sull'evoluzione di CO₂ dal suolo. Come verifica delle differenze tra i diversi tipi di gestione agraria è stata effettuata una Analisi in Componenti principali (*Figura 2*). Sono state prese in considerazione le prime tre componenti, ma il loro risultato non ha offerto la possibilità di separare i campioni analizzati in base al tipo di gestione agraria.

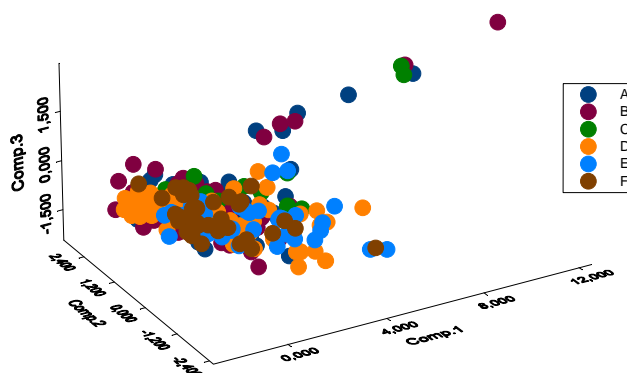


Figura 2 – Analisi in Componenti Principali. Le prime tre componenti sono in grado di spiegare il 98% dei dati, ma non permettono la clusterizzazione in base al tipo di gestione agraria

Al contrario l’analisi della varianza (Figura 3), effettuata per ciascun giorno di analisi, per tutta la durata della stessa, ha permesso di distinguere i suoli a gestione biologica (C) e convenzionale a fertilizzazione organica (E) da quelli a gestione convenzionale a fertilizzazione minerale (A e B) ed organo-minerale (D e F).

	1° gg	2° gg	4° gg	7° gg	10° gg	14° gg
A	76,4	58,7	39,0	17,1	14,0	9,6
B	78,4	55,9	35,4	17,5	12,9	7,8
C	66,2	49,0	36,3	22,2	16,3	14,7
D	78,3	41,9	30,5	19,0	13,7	10,7
E	106,4	57,6	44,8	27,4	19,2	15,3
F	81,6	49,3	31,5	15,7	12,7	8,4

Figura 3 – Tabella relativa all’Analisi della Varianza (fattore di variazione = gestione agraria). La gestione biologica e convenzionale con fertilizzazione organica sono uguali tra loro e significativamente diversi dalle altre gestioni.

Tale distinzione si è evidenziata durante tutto il periodo dell’analisi, pur presentando delle differenze non significative durante il periodo centrale dell’analisi stessa (soprattutto dal 4° al 10° giorno). Comunque, sebbene i valori finali di mineralizzazione della sostanza organica dei suoli a gestione biologica ed organica sembrano più elevati rispetto a quelli a gestione convenzionale, in realtà l’intervallo di emissioni di CO₂ è sempre talmente

piccolo che il contributo dei suoli agrari al fenomeno del riscaldamento della biosfera può considerarsi minimo.

III anno:

E' stato approfondito il lavoro già svolto nel corso del II anno, andando ad incrementare il numero dei campioni di suolo su cui si è lavorato, considerando le condizioni climatiche medie tipiche originarie di ciascun campione di suolo raccolto e riportando i valori a dati di campo.

In particolare si è voluta approfondire l'influenza dei diversi sistemi di gestione agronomica dei suoli sui processi di mineralizzazione della sostanza organica, per un totale di circa 500 suoli.

Le gestioni considerate sono riportate in tabella, mentre il num di campioni raccolti per ciascun tipo di gestione sono rappresentati in figura 4.

	Tipi di gestioni agronomiche
T	Suoli di Controllo
B	Gestione Biologica
C	Gestione Convenzionale
OM	Fertilizzazione Organo -Minerale
M	Fertilizzazione Minerale
O	Fertilizzazione Organica
R	Coltivazione Ridotta
N	Coltivazione Minima
S	Coltivazione Convenzionale in Serra
A	Aggiunte effettuate in laboratorio

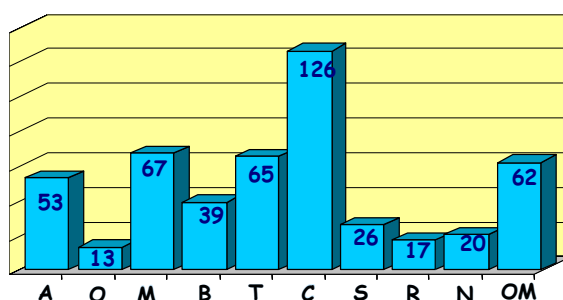


Figura 4 – Distribuzione di frequenza delle tipologie di campioni raccolti su un totale di 493)

La distribuzione geografica dei campioni di suolo raccolti è rappresentata in figura 5.

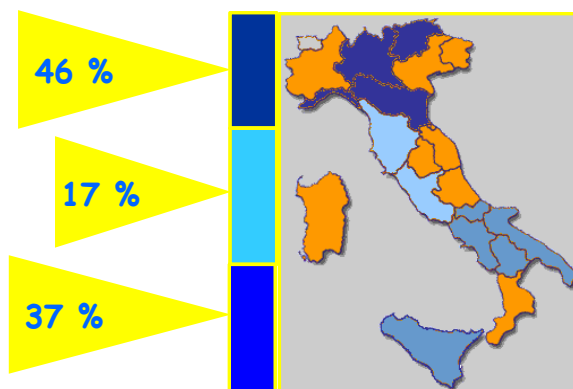


Figura 5 – Distribuzione geografica percentuale dei campioni di suolo raccolti.

Elaborazione statistica dei dati raccolti:

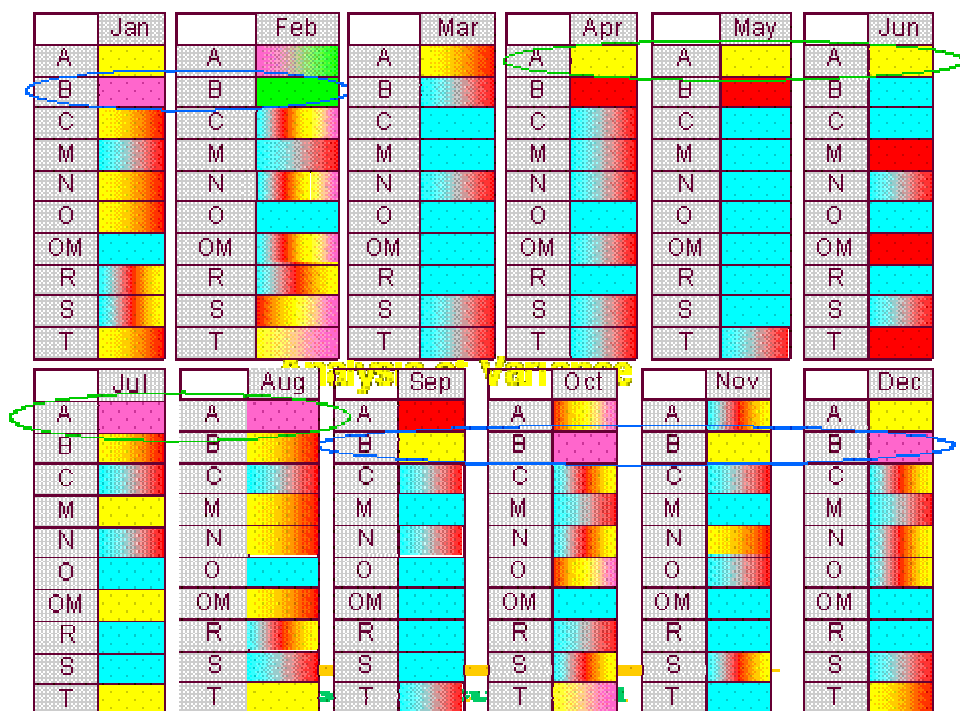
Il primo passo nell'elaborazione è stata l'individuazione degli *outlier* (*anomali*). Per ogni mese è stato analizzato l'intero campione di dati relativamente ad ogni gestione. Non tutti i campioni messi in evidenza dall'analisi sono stati in realtà considerati *outlier*, bensì soltanto quelli risultati anomali per ogni mese dell'anno. La matrice di partenza, comprendente tutti i valori di emissione di CO₂ dai suoli agrari per ciascuna curva di respirazione è stata "pulita" per l'analisi della varianza.

Il secondo passo è stato quello di ricalcolare la matrice di mineralizzazione durante il periodo di un intero anno tenendo conto delle condizioni climatiche in cui ogni singolo campione si trova in condizioni di campo.

La matrice con i dati calcolati è riportata di seguito.

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
A	2.6	1.9	1.4	1.4	1.4	1.3	1.4	1.8	2.2	3.1	2.9	3.8
B	4.5	2.2	1.3	1.0	1.0	0.3	0.5	0.9	3.3	4.4	3.4	5.3
C	2.3	1.4	0.9	0.6	0.6	0.3	0.3	0.6	1.5	2.4	2.5	2.9
M	1.2	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.9	1.1	1.6	2.3	1.9
N	2.3	1.4	1.0	0.8	0.6	0.4	0.2	0.9	1.4	2.5	3.2	2.7
O	2.3	1.2	0.8	0.6	0.4	0.2	0.2	0.4	1.2	3.0	2.4	3.1
OM	1.1	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.9	1.0	1.4	2.2	1.8
R	1.6	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.6	1.0	1.7	2.1	1.8
S	2.2	1.5	0.9	0.7	0.5	0.4	0.1	0.5	0.9	2.0	2.7	2.2
T	2.3	1.6	1.1	0.9	0.7	0.6	0.6	1.0	1.4	3.3	2.4	3.2

Per ciascun mese, considerando tutte le repliche, è stata poi effettuata analisi della varianza, per capire quali erano le eventuali gestioni agronomiche che fanno effettivamente la differenza. I risultati nella figura 6 sottostante.



L'analisi statistica dei dati ha messo in evidenza una differenza significativa, soprattutto durante i mesi più freddi dell'anno, tra la gestione biologica e tutte le altre. Al contrario, durante i mesi caldi, è stata osservato il maggior numero di differenze tra le gestioni agronomiche.

I valori medi di emissione per ogni singola gestione sono riportati in figura 6.

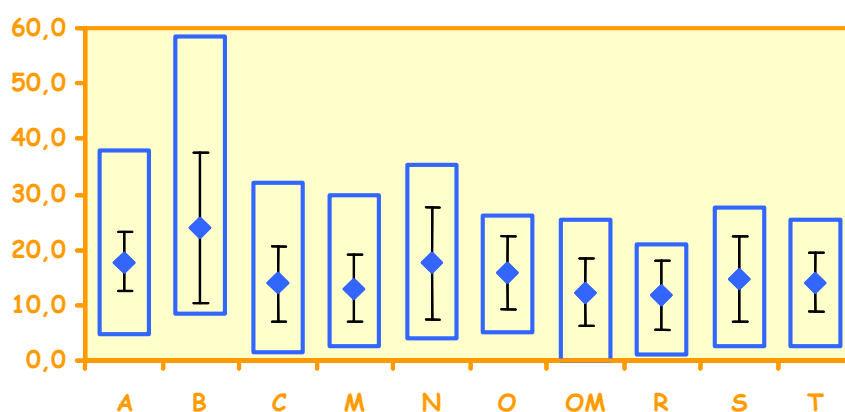


Fig. 6 – Range di emissione annuale di mg C-CO₂ per kg di suolo. Valori medi e deviazione standard per ciascun tipo di gestione.

Anche se i valori di emissione relative alla gestione biologica sembrano essere più elevate rispetto alle altre gestioni, di fatto, se si osserva la totalità dei valori di emissione di CO₂ riportati in figura 6, si può affermare che tali valori sono sempre così bassi che si può sicuramente considerare minimo l'impatto dell'agricoltura sul fenomeno del riscaldamento della biosfera.

Dai risultati ottenuti si può, dunque, “rivalutare” il ruolo dell'agricoltura nel C-sink in modo da inserirla, come previsto nel corso della CoP-9 a Milano, come voce attiva nella valutazione quantitativa delle variazioni degli stock di carbonio nei vari comparti ambientali. Tutto ciò nell'ottica dei nuovi meccanismi di flessibilità, *Joint Implementation*, *Clean Development Mechanism* and *Emission Trading*, che prevedono la vendita e l'acquisto di “*quote*” di emissione da un paese firmatario il Protocollo di Kyoto all'altro. Potrebbe essere auspicabile, allora, che Paesi con estesa attività agricola possano compensare le emissioni in atmosfera di CO₂ da parte di Paesi a maggiore sviluppo industriale.

BIBLIOGRAFIA ESSENZIALE

- Benedetti A., Alianiello F., Dell'Orco S., Pinzari F., Trincherà A. (1995) Valutazione dell'impatto di differenti fattori xenobiotici sulla fertilità del suolo. In: Rapporto annuale Progetto di Monitoraggio Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. pp. 70-85.
- Framework Convention on Climate Change of United Nation (Kyoto, 1-10 December 1997) Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change.
- Houghton R.A. (1995). Chapter 9. Balancing the Global Carbon Cycle with Terrestrial Ecosystem. In: Role of Nonliving Organic Matter in the Earth's Carbon Cycle. John Wiley and Sons Ltd. Ed.
- Isermeyer H. (1952). Eine einfache Methode sur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate im Boden. *Z. Pflanzanernah Bodenk.* **56**: 26-38.
- Ministero dell'Ambiente (1997) Seconda Comunicazione Nazionale per la Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici.
- OECD, Joint Working Party of the Committee for Agriculture and the Environment Policy Committee (22 August 1997) The climate implications of agricultural policy reform.
- Riffaldi R., Saviozzi A., Levi-Minzi R. (1996). Carbon mineralization kinetics as influenced by soil properties. *Biol. Fertil. Soils.* **22**: 293-298.
- Sequi P. (1979). Lavorazione e struttura del terreno. *L'Italia agricola.* 116 (2) 135-159.
- Springer U., Klee J. (1954). Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. *Z. Pflanzenernähr. Dang. Bodenk.* 64.
- Vance E.D., Brookes P.C., Jenkinson D.S. (1987). An extraction method for measuring microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* **19**: 703-707.

IL RESPONSABILE DELLA RICERCA

Anna Benedetti
