



Rendiconti
Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL
Memorie di Scienze Fisiche e Naturali
118° (2000), Vol. XXIV, pp. 371-380

S. RAIMONDI* - M. DI LEO*

Il regime di temperatura del suolo come qualità ambientale: esempio di applicazione ai territori di Gela e Floresta (Sicilia)**

INTRODUZIONE

Il processo di valutazione di un territorio si basa essenzialmente sul rilevamento dei caratteri e delle qualità dello stesso in funzione delle utilizzazioni che si vogliono effettuare. Questi caratteri dipendono dal suolo e dal clima e sono raccolti durante i rilevamenti e gli studi di base (FAO, 1976; Favi e Costantini, 1991).

Le qualità del territorio sono misurate o stimate tramite questi caratteri. Così ad esempio, quando si misura la temperatura dell'aria in una stazione, nel corso di un anno o di più anni, non si fa altro che rilevare un carattere. Dall'elaborazione di questo dato, secondo metodologie scientifiche, si ottengono valori che mettono in evidenza l'andamento annuale, stagionale e l'ampiezza delle oscillazioni rappresentative in quell'ambiente (regime di temperatura). Confrontando i dati rilevati in due o più stazioni, tale qualità permette di zonizzare gli ambienti e trarre delle deduzioni pratiche per una migliore gestione del territorio (Costantini *et al.*, 1998).

Lo scopo di questo lavoro è quello di mettere in evidenza l'influenza del regime di temperatura del suolo nell'utilizzazione agricola di due zone della Sicilia.

LA QUALITÀ AMBIENTALE: REGIME DI TEMPERATURA DEL SUOLO

La temperatura del suolo ha un'influenza primaria sui processi biologici, chimici e fisici che in esso avvengono. Da essa dipendono per molti versi le possibilità

* Dip. di Agronomia, Coltivazioni erbacee e Pedologia, Università di Palermo.

** Relazione presentata al Convegno su "Indicatori per la qualità del suolo: prospettive ed applicabilità", Roma, 29 marzo 2000. Il primo Autore ha ideato il lavoro, il secondo ha curato la raccolta e l'elaborazione dei dati. La stesura del testo è da attribuire in parti uguali.

di formazione del suolo, di sviluppo della vegetazione e della sopravvivenza della fauna terricola. La temperatura all'interno del suolo varia da orizzonte a orizzonte e nel tempo. Essa in prossimità della superficie varia in base alle ore del giorno e delle stagioni. Le oscillazioni possono essere molto piccole o molto grandi in relazione alle condizioni ambientali. Questo andamento ha portato molti pedologi ad affermare che la temperatura non è una proprietà del suolo asserendo comunque che ciascun pedon ha un suo caratteristico regime di temperatura che può essere misurato e descritto. Riguardo a tale affermazione, la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) riporta: "per la maggior parte degli scopi pratici, il regime di temperatura può essere rappresentato dalla temperatura media annua del suolo, dalle normali oscillazioni stagionali rispetto alla media e dal gradiente medio stagionale caldo o freddo della temperatura del suolo all'interno del volume della massa terrosa esplorato dall'apparato radicale, che va da una profondità di 5 cm a 100 cm".

Ciascun pedon ha una temperatura media annua, che è essenzialmente la stessa in tutti gli orizzonti a tutte le profondità del suolo. La temperatura media annua del suolo è in relazione con la temperatura media annua dell'aria, ma questa relazione è influenzata a sua volta dalla quantità e dalla distribuzione della pioggia e della neve, dalla protezione degli orizzonti superficiali da parte delle foreste e dalla loro ombra, dall'esposizione, dal gradiente della pendenza e dall'irrigazione (Soil Survey Staff, 1999).

Questa temperatura è il risultato della media di una serie di letture. Le oscillazioni si rinvengono sia nei cicli giornalieri che in quelli annuali e stagionali. Queste oscillazioni diminuiscono con l'aumentare della profondità e si annullano nei substrati dove la temperatura è costante.

Le variazioni giornaliere della temperatura dell'aria hanno un effetto significativo sulla temperatura degli orizzonti del suolo fino ad una profondità di circa 50 cm (Soil Survey Staff, 1999). Esse sono influenzate dalla presenza delle nubi, dalla lunghezza del giorno, dalla vegetazione, dalla pendenza, dall'umidità del suolo, dalla circolazione dell'aria in prossimità del terreno e dalla temperatura delle piogge. L'umidità può essere importante per ridurre le oscillazioni della temperatura del suolo.

L'estensione delle oscillazioni stagionali e dei periodi di tempo in cui la temperatura del suolo è calda o fredda sono funzione della latitudine e del clima. Alle medie latitudini l'angolo dell'irradiazione solare è il fattore più importante; tuttavia l'estensione delle oscillazioni può essere influenzata dalle nuvole, dalla pioggia, dall'acqua di irrigazione, dalla copertura nevosa, dalla direzione e dall'angolo di inclinazione dei pendii, dalla presenza o assenza di una falda freatica poco profonda e dagli spessi orizzonti organici. Le oscillazioni stagionali alle medie latitudini sono di solito più di 5°C, cioè la temperatura media estiva del suolo supera la temperatura media invernale del suolo di più di 5°C nel primo metro di suolo.

Per un certo suolo, più vicina è la superficie e più grande sarà l'ampiezza delle oscillazioni. Le variazioni stagionali della temperatura del suolo sono maggiori in

superficie e diminuiscono con la profondità, fino a scomparire in prossimità dei 9 m o più.

Escludendo i pochi centimetri in superficie, le variazioni in profondità della temperatura media stagionale del suolo si possono considerare quasi lineari. Si può affermare che la temperatura media stagionale del suolo, nel tratto di profondità che comprende la zona principale dell'apparato radicale, equivale alla temperatura media del punto situato a media profondità. Il gradiente di temperatura è positivo in inverno e negativo in estate. Esso è circa 0.5°C per 10 cm. Per la maggior parte dei suoli delle medie latitudini, i gradienti sono pressoché identici (Soil Survey Staff, 1999).

Anche la vegetazione, nelle regioni umide, può avere una notevole influenza sulle oscillazioni stagionali della temperatura del suolo. Le differenze tra i vari tipi di copertura (arborea ed erbacea) nell'ombreggiamento o nell'isolamento termico del suolo sono minori quando gli orizzonti organici sono transitori o assenti. L'irrigazione dei suoli asciutti può avere un notevole effetto in estate sulla temperatura del suolo. Sia l'evaporazione che l'ombra hanno alcuni effetti, ma l'evaporazione è il fenomeno più importante. La riduzione può superare anche gli 8°C in alcune zone.

Infine l'esposizione e la ripidezza del pendio possono influenzare la deviazione della temperatura media mensile del suolo dalla temperatura media annuale. L'effetto è più marcato in inverno rispetto all'estate. I versanti rivolti a sud hanno fluttuazioni stagionali minori dalla media annuale rispetto a quelli esposti a nord.

LA VALUTAZIONE DELLA TEMPERATURA DEL SUOLO ATTRAVERSO I DATI DELLA TEMPERATURA DELL'ARIA

La temperatura del suolo alle medie latitudini può essere determinata in base ai dati climatologici con una precisione adeguata alle attuali necessità del servizio di rilevamento del suolo (Soil Survey Staff, 1999). Per gran parte dei suoli delle medie latitudini si può determinare la temperatura media annua del suolo (tma) aggiungendo 1°C alla temperatura media annua dell'aria. La temperatura media estiva dei primi cento centimetri di numerosi suoli pianeggianti, ben drenati, coltivati o ricoperti da piante erbacee, può essere determinata sottraendo 0.6°C alla temperatura media estiva dell'aria. Si può determinare anche la temperatura media estiva del suolo ad una profondità specifica. Per far ciò si possono considerare le temperature medie estive (tme) dei primi 100 cm e correggere il gradiente di temperatura-profondità aggiungendo o sottraendo 0.6°C per ogni 10 cm al di sopra o al di sotto di una profondità di 50 cm. La temperatura media invernale (tmi) di molti suoli delle medie latitudini può essere determinata dalla differenza tra le temperature medie annuali ed estive poiché le differenze sono della stessa grandezza, ma hanno segni opposti (Soil Survey Staff, 1999).

Noti questi dati, è possibile ricavare il regime di temperatura del suolo che prevede sei tipi così definiti (Soil Survey Staff, 1999):

- *Pergelico*: suoli con temperatura media annua inferiore a 0°C.
- *Cryico*: suoli con temperatura media annua superiore a 0°C e inferiore a 8°C.
- *Frigido*: suoli con temperatura media annua inferiore a 8°C ma durante i mesi estivi hanno una temperatura superiore rispetto ai suoli con un regime cryico.
- *Mesico*: suoli con temperatura media annua uguale o maggiore di 8°C e inferiore a 15°C e con una differenza tra la temperatura media estiva ed invernale maggiore di 5°C ad una profondità di 50 cm.
- *Termico*: suoli con temperatura media annua uguale o maggiore a 15°C e inferiore a 22°C e con una differenza tra la temperatura media estiva ed invernale maggiore di 5°C ad una profondità di 50 cm.
- *Ipertermico*: suoli con temperatura media annua uguale o maggiore a 22°C e con una differenza tra la temperatura media estiva ed invernale maggiore di 5°C ad una profondità di 50 cm.

Se la differenza fra la temperatura media estiva ed invernale risulta inferiore a 5°C, le ultime quattro classi assumono la seguente dizione: *Isofrigido*; *Isomesico*; *Isotermico*; *Isoipertermico*.

Per quanto riguarda il regime di temperatura Termico, Raimondi *et al.*, (in corso di stampa) hanno proposto di suddividere tale regime in due sottoclassi, il Termico marittimo ed il Termico continentale, in virtù del fatto che questa classe è molto ampia e include ambienti diversi. Il valore della temperatura media annua che separa le due sottoclassi è di 19°C.

Un altro parametro molto significativo nel campo agronomico, che è possibile elaborare a partire dalla temperatura dell'aria, è il valore della temperatura media invernale del suolo a 15 cm di profondità.

Tabella 1. *Classi di temperatura media invernale del suolo a 15 cm di profondità e sensibilità delle colture erbacee annuali.*

<i>Temperatura media invernale a 15 cm di profondità (°C)</i>	<i>Sensibilità delle colture cerealicole autunno-primaverile e della cotica erbosa dei pascoli</i>
≥ 11	Assente o quasi
11-8	Leggera
8-5	Media
5-2	Forte
< 2	Fortissima

Tramite questo parametro è possibile stimare la sensibilità delle colture autunno primaverile (cereali, foraggere) e della cotica erbosa dei pascoli in un determinato ambiente. Raimondi *et al.* (1997), hanno stilato una classazione di sensibilità, in funzione di questo valore della temperatura. Le classi previste sono riportate nella tabella 1.

LE AREE DI STUDIO ED IL CLIMA

Le zone prese in considerazione per questa ricerca sono l'agro di Gela (CL), rappresentativa della fascia costiera meridionale della Sicilia, e Floresta (ME), sita sulla catena montuosa Nebrodi o Caronie. Le altimetrie prevalenti sono 50 m s.l.m. nella piana di Gela e 1100 m s.l.m. sui Nebrodi.

Per la caratterizzazione climatica dei due ambienti è stato fatto riferimento ai dati termopluviometrici registrati presso le stazioni di Gela (45 m s.l.m.), e Floresta (1250 m s.l.m.). I dati sono stati raccolti e tabellati dal Servizio Idrografico del Genio Civile. Il periodo di osservazione considerato è compreso fra il 1967 ed il 1994 per la stazione di Gela ed il 1951-94 per la stazione di Floresta.

Dai dati medi del periodo riportati nella tabella 2 si evince che presso la stazione di Gela la temperatura media annua risulta essere di 19.5°C. Questa stazione si inserisce nell'insieme areale più caldo della Sicilia e dell'Italia. Il valore medio massimo stagionale si verifica in estate con 25.6°C. La temperatura massima mensile si registra nel mese di agosto con 27.0°C. Il valore minimo stagionale è presente nel periodo invernale con 13.7°C; mentre il valore mensile più basso si verifica a gennaio con 13.3°C.

Per quanto riguarda la stazione di Floresta, la temperatura media annua è di 10.9 °C. Il valore medio massimo stagionale si verifica in estate con 19.2°C. La temperatura massima mensile si registra nel mese di agosto con 20.2°C. Il valore minimo stagionale è presente in inverno con 3.3°C; mentre il valore mensile più basso si verifica a gennaio con 2.6°C.

Per quanto riguarda la piovosità, la media annuale per la stazione di Gela è di 351 mm. Le piogge sono distribuite in massima parte nel periodo autunno-vernino con 270 mm di pioggia, pari al 76.9% del totale annuo. Il valore massimo mensile si registra a dicembre con 56 mm, mentre il minimo stagionale si rileva nel periodo estivo con 11 mm di pioggia. Il mese più asciutto è luglio con appena 2 mm di pioggia, pari all'1.1%.

Per la stazione di Floresta, la media annuale è di 1167 mm. Le piogge sono distribuite in massima parte nel periodo autunno-vernino con 784 mm di pioggia, pari al 67.2% del totale annuo. Il valore massimo mensile si registra nel mese di gennaio con 175 mm, mentre il minimo stagionale si rileva nel periodo estivo con 92 mm di pioggia. Il mese più asciutto è luglio con 26 mm di pioggia, pari al 2.2%.

Tabella 2. *Temperature e Piovosità delle stazioni considerate.*

STAZIONE	GELA (45 m s.l.m.)		FLORESTA (1250 m s.l.m.)	
	Temperatura °C	Piovosità mm	Temperatura °C	Piovosità mm
<i>Inverno</i>				
Dicembre	14.2	56	4.3	161
Gennaio	13.3	46	2.6	175
Febbraio	13.6	39	3.1	139
<i>Media</i>	<i>13.7</i>	<i>141</i>	<i>3.3</i>	<i>475</i>
<i>Primavera</i>				
Marzo	14.8	33	5.2	125
Aprile	16.8	25	7.9	111
Maggio	20.0	12	12.9	55
<i>Media</i>	<i>17.2</i>	<i>70</i>	<i>8.7</i>	<i>291</i>
<i>Estate</i>				
Giugno	23.7	3	17.3	30
Luglio	26.0	2	20.1	26
Agosto	27.0	6	20.2	36
<i>Media</i>	<i>25.6</i>	<i>11</i>	<i>19.2</i>	<i>92</i>
<i>Autunno</i>				
Settembre	25.0	29	16.8	63
Ottobre	21.9	52	12	112
Novembre	17.7	48	7.7	134
<i>Media</i>	<i>21.5</i>	<i>129</i>	<i>12.2</i>	<i>309</i>
<i>Media anno</i>	<i>19.5</i>	<i>351</i>	<i>10.9</i>	<i>1167</i>

MATERIALI E METODI

La metodologia adottata per la valutazione dell'attitudine alle produzioni agricole erbacee delle due aree è la seguente:

- raccolta dei dati termometrici mensili di un lungo periodo (1967-94 per la stazione di Gela e 1951-1994 per la stazione di Floresta);
- elaborazione dei bilanci idrici annuali secondo l'annata agraria (settembre-agosto) e secondo Thornthwaite (Thornthwaite e Mather, 1957);

- determinazione dei giorni asciutti annui della sezione di controllo dell'umidità mediante la rappresentazione grafica di Billaux (Billaux, 1978);
- capacità di ritenzione idrica del suolo (A.W.C.) considerata nei bilanci: 25, 50, 100, 200, 300 mm;
- elaborazione delle variabili annuali del clima e del pedoclima secondo i principi del calcolo probabilistico (Raimondi *et al.*, 1997), per ottenere un dato che si deve ripetere per almeno 6 anni su 10 (cioè con una probabilità del 60%).
La valutazione probabilistica di tutti i parametri è stimata mediante la formula di Hazen (Giardini, 1992):

$$Fa = 100 (2n-1)/2N$$

dove: Fa = probabilità in % di superare un determinato valore,

n = numero d'ordine per valori decrescenti,

N = numero di anni presi in considerazione.

- valutazione di regimi di temperatura e umidità secondo le indicazioni della Soil Taxonomy.

RISULTATI

Dall'elaborazione probabilistica dei dati si evincono i seguenti risultati:

Stazione di Gela

- la temperatura media annua dell'aria è di 18.4°C;
- la piovosità media annua è di 294 mm;
- la temperatura media annua del suolo è di 19,4 (20.5°C dalla temperatura media annua del periodo Tab. 2);
- il regime di temperatura del suolo riscontrato è il Termico marittimo;
- dal valore dell'indice di umidità globale pari a - 68.2 si evince che la stazione è caratterizzata dal tipo climatico Arido ($E = -100/-66.6$);
- il valore dell'efficienza termica con una evapotraspirazione potenziale di 995 mm rientra nella B3', mettendo in risalto l'appartenenza alla Varietà Climatica del Terzo mesotermico;
- la classe di Concentrazione Estiva dell'Efficienza Termica è la a' (< 48.0%) con 45%;
- l'ampiezza del periodo asciutto della sezione di controllo dell'umidità dei suoli, in funzione dell'AWC, è la seguente:
AWC 25 mm 303 giorni asciutti
AWC 50 mm 250 giorni asciutti
AWC 100 mm 235 giorni asciutti
AWC 200 mm 229 giorni asciutti
AWC 300 mm 226 giorni asciutti

- il regime idrico riscontrato per tutte le classi di AWC è l'Aridico (numero di giorni asciutti >180);
- la temperatura media invernale del suolo a 15 cm di profondità è di 13.7°C.

Stazione di Floresta

- la temperatura media annua dell'aria è di 10.1°C;
- la piovosità media annua è di 1104 mm;
- la temperatura media annua del suolo è di 11.1°C (considerando i valori medi annuali dell'aria è di 11,1);
- il regime di temperatura del suolo riscontrato è il Mesico;
- dal valore dell'indice di umidità globale pari a 65.41 si evince che la stazione è caratterizzata dal tipo climatico Umido (B3 = 60/80);
- il valore dell'efficienza termica con una evapotraspirazione potenziale 627 mm [B1' (PE = 712-570 mm)], mette in risalto l'appartenenza alla Varietà Climatica del Primo mesotermico;
- la classe di Concentrazione Estiva dell'Efficienza Termica è la b4' (48.0 – 51.9 %) con 50.35%;
- l'ampiezza del periodo asciutto della sezione di controllo dell'umidità dei suoli, in funzione dell'AWC, è la seguente:
 - AWC 25 mm 138 giorni asciutti
 - AWC 50 mm 96 giorni asciutti
 - AWC 100 mm 91 giorni asciutti
 - AWC 200 mm 63 giorni asciutti
 - AWC 300 mm 23 giorni asciutti
- il regime idrico riscontrato è lo Xerico per le classi di 25, 50, 100 e 200 mm di AWC, mentre è l'Udico per la classe di 300 mm di AWC;
- la temperatura media invernale a 15 cm di profondità è di 2,5°C.

CONCLUSIONI

Il presente studio costituisce un ulteriore contributo allo studio del clima e del pedoclima dei suoli della Sicilia.

L'elaborazione basata sull'annata agraria (settembre-agosto), ha il vantaggio di definire i parametri del clima in una forma utilizzabile anche per fini agronomici e di evidenziare la variabilità nel tempo degli elementi climatici.

I tipi climatici presenti nelle due aree, vanno dall'arido (E) che interessa i suoli siti a quote più basse, all'umido (B3) presente sui rilievi. Una notevole variabilità si riscontra anche nei regimi termometrici e idrici dei suoli di queste due zone. Nella stazione di Gela è stato riscontrato il regime Termico marittimo, mentre nella stazione di Floresta il regime Mesico. I regimi idrici sono l'Aridico a Gela, mentre a Floresta è presente lo Xerico e l'Udico. In funzione di questa diversità climatica, nei due ambienti si verificano processi e fasi vegetative differenti.

Durante il periodo in cui la sezione di controllo dell'umidità del suolo è asciutta, i processi pedogenetici risultano bloccati per la mancanza di acqua, eccezion fatta per il rimescolamento e la salinizzazione (se c'è una falda). Questo periodo risulta piuttosto lungo nell'area di Gela, mentre nelle zone di montagna, come a Floresta, i processi pedogenetici risultano attivi per un periodo più lungo e il suolo durante il periodo piovoso è interessato da un flusso idrico discendente più veloce.

Nelle zone di montagna, a partire dai 700-1000 m in su (Raimondi, 1990), in relazione all'esposizione, alla morfologia del versante, all'ampiezza del complesso montuoso e alla vegetazione, la temperatura del suolo durante l'inverno scende avvicinandosi allo zero. Nell'area di Floresta si hanno 2.5°C a 15 cm di profondità durante tale periodo. I processi pedogenetici, in questi momenti, sono notevolmente rallentati; la sostanza organica tende ad accumularsi in superficie e i processi di trasformazione della lettiera risultano molto lenti.

Nella fascia costiera di Gela, la sezione di controllo dell'umidità permane umida e con flusso idrico discendente per un periodo breve nel corso dell'anno e tale movimento non accade tutti gli anni (Raimondi, 1995; Raimondi, 1998). In questi ambienti, i processi pedogenetici sopraccennati risultano notevolmente attenuati ed il fronte di inumidimento si ferma all'interno del profilo. In alcuni anni il suolo rimane asciutto al di sotto dei 50-60 cm di profondità.

In conseguenza di ciò nelle zone di Gela le specie erbacee sono costrette a chiudere anticipatamente il loro ciclo vegetativo, in primavera; mentre nelle zone di montagna, come a Floresta tale fase è posticipata. L'utilizzazione dei pascoli costieri non ha limitazione durante l'anno, essendo la temperatura invernale a 15 cm di profondità uguale a 13.7°C, mentre sulle catene montuose le basse temperature invernali, essendo di 2.5°C, blocca l'attività vegetativa e per periodi più o meno lunghi è presente anche una copertura nevosa. Il periodo di pascolamento è di solito il seguente: primavera-estate-autunno, nelle zone di montagna aventi regime di temperatura Mesico ed idrico Udico (Raimondi e Dolce, 1996) così come si verifica a Floresta; autunno inverno-primavera in pianura con regime di temperatura e di umidità rispettivamente Termico e Aridico o Xerico, condizioni che si verificano nella zona di Gela. I suoli di Gela consentono quindi un'agricoltura più intensiva, rispetto a quelli di Floresta, e spesso due o tre colture ortive nel corso dell'anno purché si superi la sensibilità ambientale legata alla carenza idrica, spesso esasperata dalle spirate dei venti caldi sciroccali. In regime asciutto bisogna puntare sulle colture arido-resistenti o a ciclo breve per sfuggire all'aridità primaverile estiva. Attualmente nelle zone più aride, per incrementare la riserva idrica del suolo e quindi assicurare il normale completamento del ciclo colturale del frumento, viene realizzato il maggese nudo e alle volte è richiesta anche, in virtù della carenza idrica nella fase di levata del frumento duro, una irrigazione di soccorso. Nelle zone di montagna, sui suoli a regime idrico Xerico e Udico, così come a Floresta l'irrigazione non è richiesta. Oltre ai pascoli si riscontrano il castagno, il nocciolo e il faggio.

La conoscenza del comportamento dell'attività vegetativa, nel corso dell'anno è necessaria per fornire utili indicazioni dal punto di vista pratico e gestionale.

Mentre nella zona di alta montagna, gli allevatori per poter superare il periodo invernale in cui si verifica una stasi vegetativa e quindi un calo della disponibilità di foraggio, devono aumentare gli stoccaggi di fieno, paglia e mangimi per alimentare il loro bestiame e devono progettare delle strutture idonee come stalle, fienili, ecc.

Nell'area di Gela il regime di temperatura del suolo ed il relativo valore a 15 cm di profondità durante il periodo invernale costituiscono una qualità del suolo e per utilizzare al meglio questo (agricoltura intensiva) è necessario, invece un approvvigionamento idrico garantito. Sulla base delle conoscenze attuali costituiscono indicatori di questa qualità del suolo la temperatura media annua e la temperatura media invernale a 15 cm di profondità.

BIBLIOGRAFIA

- Billaux P. (1978): "Estimation du 'regime hidrique' des sols au moyen des données climatiques. La méthode graphique: son utilisation dans le cadre de la Taxonomie Americaine des solos". *ORSTOM, ser. Pedol.*, Vol. XVI, n. 3, France, pp. 317-338.
- Costantini E.A.C., Castrignanò A., Lorenzoni P., Calì A., Raimondi S., Castellini F. (1998): "Il pedoclima e il suo ruolo di indicatore di sensibilità ambientale". In: *Sensibilità e vulnerabilità del suolo*, a cura di Sequi P. e Vianello G., Franco Angeli. Milano, pp. 29-44.
- Favi E., Costantini E.A.C., (1991): "Pedologia applicata alla valutazione del territorio". In *Il Suolo*, a cura di Cremaschi M. e Rodolfi G., La Nuova Italia Scientifica, pp. 319-365.
- FAO (1976): *A framework for land evaluation*. FAO Soil Bulletin, n. 32, Roma, pp. 72.
- Giardini L. (1992): *Agronomia Generale*. Patron, Bologna, pp. 54-56.
- Raimondi S. (1990): "Il regime di temperatura dei suoli in Sicilia". *Quaderni di Agronomia*, 13. Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni erbacee di Palermo, Italia, pp. 79-89.
- Raimondi S. (1995): "La distribuzione di alcuni indici climatici in Sicilia". *Atti del 16° Congresso Nazionale del S.I.T.E.* (Società Italiana di Ecologia). Venezia 26-29 Settembre 1994. Edizione Zara, pp. 513-534.
- Raimondi S., Dolce F. (1996): "Un pedotipo da conservare nel territorio del Comune di Montemaggiore Belsito (Pa), (Typic Palendolfo)". In: *Il pedoclima e applicazioni tassonomiche*. Palermo, pp. 55-58.
- Raimondi S., Poma I., Frenda A.S. (1997): "Il pedoclima come fattore di sensibilità ambientale: esempio di metodologia applicata all'agro di Sparacia-Cammarata (AG)". *Rivista di Agronomia*, XXXI, n. 3, pp. 726-733.
- Raimondi S. (1998): "Gli Aridisuoli siciliani: caratteristiche morfologiche e distribuzione geografica". *Atti del XVI convegno SICA*. SBR edizioni, Bologna, pp. 131-138.
- Raimondi S., Lupo M., Tusa D. (in corso di stampa), "Il clima ed il pedoclima dei suoli vulcanici dell'Etna". Lavoro presentato al convegno annuale della S.I.S.S. 1998 a Napoli.
- Soil Survey Staff (1999): *Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Second Edition. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. Agriculture Handbook N. 436, pp. 869.
- Thornthwaite C.W., Mather J.R. (1957): "Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance". *Climatology*, X, 3. Centerton N.Y. USA, pp. 85.