

S. RAIMONDI*

La valutazione del surplus come qualità dei suoli negli ambienti aridi e semiaridi: esempio nell'agro di Gela (CL)**

Introduzione

Negli ambienti a clima arido e semiarido (Thornthwaite e Mather, 1957; Pinna, 1977), durante il corso dell'anno, prevale il movimento ascendente dell'acqua nel suolo. Questa condizione indirizza il processo pedogenetico ed i sali più solubili si accumulano nel suolo od, in alcuni casi in maniera prevalente, negli orizzonti superficiali di esso. Questi suoli sono caratterizzati da una conducibilità elettrica dell'estratto a saturazione (ECe) superiore a 4 dS/m (Sequi, 1989). Secondo la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1999) questi suoli rientrano, per la maggior parte, nell'ordine degli Aridisuoli o in un sottordine Torrico o Xerico di altri ordini, in relazione al peso che tale processo ha sulle caratteristiche dei suoli e sull'uso. Una corretta gestione del territorio (agricola, forestale, urbanistica ed ecologica) presuppone la conoscenza del territorio al fine di conservare la risorsa suolo e nello stesso tempo ottenere la più alta redditività economica dall'attività agricola. Negli ambienti aridi, semiaridi e limitatamente anche in quelli umidi, in cui c'è un periodo stagionale secco, il risultato produttivo delle coltivazioni in regime asciutto dipende dalla distribuzione delle piogge durante la fase vegetativa e riproduttiva delle colture e dalla capacità del suolo a trattenere acqua durante il periodo piovoso. In queste aree, l'andamento climatico diventa ancor più influente sul risultato produttivo in presenza di suoli con una certa carica salina, in quanto può determinare l'incremento della concentrazione della soluzione circolante, e una minore disponibilità di acqua e di elementi nutritivi per le piante. In regime irriguo invece,

^{*} 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.

oltre che dal clima, il risultato produttivo è vincolato dalla qualità delle acque disponibili e dalle conoscenze tecniche dell'imprenditore agricolo. Negli ambienti aridi e semiaridi spesso anche la qualità delle acque non è ottimale per la presenza di contenuti eccessivi di sali solubili (cloruri, bicarbonati e solfati). Il clima costituisce sempre uno dei maggiori fattori della produzione agricola, non è modificabile se non per piccole superfici (serre) e generalmente una stessa combinazione dei fattori produttivi modificabili, sotto diversi climi dà origine a risposte produttive diverse. Al fine di ottimizzare l'agricoltura di un ambiente, rendendola sostenibile per le popolazioni che vi insistono e compatibile per le risorse naturali (suolo ed acqua) è necessario la messa a punto di un tipo di gestione in cui si analizza e si determina correttamente l'azione del clima. In questi ambienti la stima del quantitativo di acqua che esce dal suolo (Surplus o eccedenza idrica; Thornthwaite e Mather, 1957), che determinare l'allontanamento dei sali solubili dalla rizosfera, può dare un notevole contributo sia nella fase di definizione della tecnica colturale da applicare, che nel prevedere l'influenza sulle caratteristiche del suolo di un sistema di gestione in atto. Il surplus del suolo costituisce negli ambienti aridi e semiaridi una qualità del suolo in quanto dipende sia dalle caratteristiche edafiche (spessore, granulometria, mineralogia delle argille, struttura, sostanza organica, capacità di scambio cationico, percentuale di sodio di scambio, salinità) che dalle condizioni climatiche (piovosità e distribuzione delle piogge, temperatura, ventosità). Nel campo della Land Evaluation (FAO, 1976), sono qualità del territorio per un uso specifico quelle caratteristiche complesse che valorizzano il territorio per lo scopo previsto. Generalmente, l'adattabilità di un territorio per un uso specifico può essere valutata sulla base di poche qualità e caratteristiche. Il surplus può essere determinato sperimentalmente, attraverso l'uso di apparecchiature sofisticate e costose o può essere stimato utilizzando i concetti impliciti nel bilancio idrico del suolo, secondo la proposta di Thornthwaite e Mather.

Obiettivo del presente lavoro è quello di valutare l'influenza del surplus sull'attività agricola, in un ambiente caldo arido siciliano.

Materiali e Metodi

Descrizione dell'area

L'area considerata è quella dell'agro di Gela in provincia di Caltanissetta. La morfologia è pianeggiante (piana di Gela), di origine alluvionale (Di Grande e Muzzicato, 1986) e degrada verso sud fino al mar Mediterraneo. Nella fascia interna, l'area è delimitata da una serie di rilievi poco elevati (< 400 m s.l.m.) in cui sono molto diffusi gli affioramenti della serie gessoso solfifera. Nell'ambito di quest'ultima si riscontrano diverse litologie e precisamente: Tripoli (diatomiti più o meno ricchi in carbonati); Calcare di base (carbonato di calcio e di magnesio), talvolta solfifero; Gesso laminare (balatino, si rompe a balate), massivo (alabastri-

no), selenitico (spicchiolino) e detritico; Halite o salgemma (NaCl) e Kainite (KCl·MgSO₄·3H₂O); Argille variamente intercalate ai precedenti (Catalano, 1986).

L'uso del suolo prevalente è il seminativo irriguo in cui dominano il carciofeto, le colture protette e, dove le condizioni edafiche migliorano, l'agrumeto.

Per la caratterizzazione climatica dell'area in esame si considerano i dati termopluviometrici del Servizio Indrografico del Genio Civile registrati presso la stazione di rilevamento di Gela (45 m s.l.m.). Il periodo considerato è il 1967-'94. Nella Tab. 1 si riportano i valori medi della piovosità, del numero di giorni piovosi e della temperatura.

Per mettere in evidenza l'influenza del clima sulla pedogenesi e sulle colture si elaborano alcuni indici climatici e si classifica il clima. Si calcola il surplus mese per mese, secondo i concetti del bilancio idrico del suolo di Thornthwaite e Mather, considerando i valori di A.W.C. (Available Water Capacity) del suolo di 25, 50, 100,

Tab. 1. Piovosità e giorni piovosi della stazione di Gela.

Stagione	Piovosità	gg piovosi	Temperatura
	mm	n.	°C
Inverno			
Dicembre	56	8 7	14,2
Gennaio Febbraio	46 39	7	13,3
Media	141	21	13,6 13,7
Ivieata	141	21	15,7
Primavera			
Marzo	33	6	14,8
Aprile Maggio	25 12	4 3	16,8 20,0
Media	70	13	17,2
			,-
Estate	2	1	22.7
Giugno Luglio	3 2 6	1 0	23,7 26,0
Agosto	6	1	27,0
Media	11	2	25,6
Autunno			
Settembre	29	2	25,0
Ottobre	52	2 5	21,9
Novembre	48	6	17,7
Media	129	13	21,5
Media anno	351	49	19,5

200 e 300 mm. Il surplus si ha durante i mesi in cui le precipitazioni sono maggiori rispetto all'evapotraspirazione potenziale. La formula adottata è la seguente:

Surplus = P - (PE + I.A.W.C).

Ove: Surplus = Acqua che esce dal suolo (chiamata anche eccedenza idrica),

in mm;

P = Precipitazione media mensile, in mm; PE = Evapotraspirazione potenziale, in mm;

I.A.W.C. = Incremento dell'acqua utile nel suolo durante il mese, in mm.

I valori mensili del surplus sono stati determinati sia utilizzando i dati termopluviometrici medi del periodo di osservazione considerato e sia attraverso i dati dell'annata agraria (Raimondi *et al.*, 1997). Questi ultimi sono stati elaborati secondo il calcolo probabilistico per valutare l'entità del surplus dei 6 anni su 10, così come indicato dalla Soil Taxonomy. Il calcolo probabilistico è stato esteso ai 3 anni su dieci e ad 1 anno su dieci per avere il quadro completo della variabilità temporale (Tab. 2).

Tab. 2. Valore del surplus, in mm, in relazione al valore di probabilità.

A.W.C. (mm)	Valore probabilistico al		
	60%	30%	10%
25	>46	>86	>200
50	>15	>64	>200
100	0	>11	>150

RISULTATI

Dalla tabella 1 si evince che la media annuale delle precipitazioni a Gela è di 351 mm. Le piogge si verificano per il 76,9% nel periodo autunno-vernino (270 mm), per il 19,9% in primavera e per il 3,13% in estate. Il valore massimo mensile di pioggia si registra in dicembre con 56 mm. Il minimo stagionale si riscontra nel periodo estivo con un valore di 11 mm di pioggia. Il mese più asciutto è luglio con 2 mm.

I giorni piovosi sono in media 49; dei quali, 34 giorni si registrano nel periodo autunno-vernino (69,4% sul totale annuo) e solo 2 nel periodo estivo.

Dai dati tabellati della temperatura si evince che presso la stazione di Gela la temperatura media annua risulta essere di 19,5°C. La zona si inserisce nell'areale più caldo della Sicilia e dell'Italia. Il valore medio massimo stagionale si verifica in estate con 25,6°C, in entrambe le stazioni. La temperatura massima mensile si registra ad agosto con 27,0°C. Il valore minimo stagionale è presente nel periodo invernale con 13,7°C. Il valore mensile più basso si verifica a gennaio con 13,3 °C.

I valori di temperatura complessivamente molto alti, rispetto alla restante parte del territorio isolano, sono la conseguenza dell'esposizione dell'area all'influenza del mare e dei venti caldi dominanti nella zona. L'azione è più evidente durante la stagione invernale ove si registrano valori più alti di 1,6 °C rispetto alla fascia collinare (diga Comunelli).

Interpretando i dati termopluviometrici secondo i sistemi più comuni di classificazione del clima sono stati ricavati i seguenti risultati:

1) Indice termopluviometrico o pluviofattore di Lang

È espresso dalla formula f = P/T, in cui $P \in T$ rappresentano rispettivamente la piovosità media annua espressa in mm e la temperatura media annua espressa in °C. Nella stazione di Gela l'indice assume il valore 18. Secondo questo indice l'area rientra nelle regioni aride ($f \le 40$) ed i suoli tendono ad evolversi verso i suoli salsi.

2) Indice di aridità o di De Martonne

È espresso dalla relazione P/(T+10) ove P e T assumono lo stesso significato dell'indice di Lang. Nella stazione di Gela l'indice assume il valore di 12. Secondo questo indice il tipo climatico è arido delle steppe circumdesertiche (10 < indice di aridità < 15).

3) Indice di lisciviazione o di E.M. Crowther

È definito dalla relazione H-3,3T, in cui H è la piovosità media annua in cm e T la temperatura media annua in °C.

Questo indice fornisce risposte in campo pedologico per la valutazione del processo della lisciviazione. I valori di Gela esprimono un indice paria a -29,3. Il dato indica una zona semiarida in cui l'irrigazione è indispensabile (indice di Crowther $-15 \div -30$).

4) Indice Xerotermico o di Bagnouls e Gaussen

È l'indice che forse si presta meglio a caratterizzare l'ambiente mediterraneo anche per i riflessi applicativi che riveste in campo agronomico. Si definisce "mese secco" quello il cui totale medio mensile delle precipitazioni (P) espresso in mm è uguale o inferiore al doppio della temperatura media mensile (T) espressa in °C (P \leq 2T). Il numero di mesi secchi a Gela è di 6. Il periodo secco è compreso fra la fine di marzo e la fine di settembre. Il clima è termomediterraneo e l'irrigazione è necessaria per stabilizzare le produzioni.

5) Sistema climatico di W. Koppen

Secondo il sistema climatico del Koppen l'area ha il clima del tipo Csa. La C indica la classe climatica che è del tipo mesotermico umido, con una stagione arida estiva (s) e la temperatura del mese più caldo > 22 °C (a).

6) Sistema climatico di C.W. Thornthwaite

Secondo il sistema climatico di C.W. Thornthwaite l'area si inserisce nel clima semiarido (D) terzo mesotermico (B_3 '). Nell'ambito dell'area i suoli sottili, con una A.W.C. (Available Water Capacity) di circa 25 mm, manifestano una condizione di forte aridità al limite con il tipo climatico aridico (Indice di umidità globale = -62,10). La concentrazione estiva dell'efficienza termica è < 48% (a').

Il surplus o eccedenza idrica è pari a 58 mm se si ipotizza una ricarica completa della capacità in acqua utile del suolo durante il primo mese di (P-PE) positivo dopo il lungo periodo asciutto estivo (è il caso in cui si verificano intensi acquazzoni estivo-autunnali); mentre è assente considerando la ricarica in funzione dei valori di (P-PE). Il periodo dell'anno in cui si verifica tale processo è l'inverno (dicembre, gennaio e febbraio). Dall'elaborazione probabilistica (Tab. 2) si evince che al 60% i suoli sottili (25 mm di A.W.C.) manifestano un surplus di 46 mm, che scende a 15 mm per i suoli superficiali con 50 mm di A.W.C., mentre è assente per i suoli profondi (≥ 100 mm di A.W.C.). Considerando una probabilità del 30% i valori passano rispettivamente a 86 mm, 64 mm e 11 mm. Tali valori diventano più alti con una probabilità del 10% e cioè > 200 mm per i primi e > 150 mm per i suoli profondi. Considerando l'elevata solubilità dei cloruri, in presenza di valori elevati di surplus essi tendono ad uscire completamente dal sistema suolo.

Conclusioni

Il clima semiarido, presente in tutta la fascia costiera meridionale della Sicilia (Raimondi, 1991; Raimondi, 1993), nell'area di Gela è a contatto con quello arido, perché risente sia dell'azione mitigatrice delle acque del mare (nel mese di dicembre le acque del mar Mediterraneo raggiungono i 14,7 °C), sia delle correnti atmosferiche del deserto africano (scirocco) che spirano talvolta con notevole intensità.

Il clima della piana di Gela rimane caratterizzato da una stagione calda e asciutta che si prolunga dal mese di marzo-aprile al mese di settembre-ottobre e da una breve stagione piovosa invernale. Gli indici elaborati mettono in risalto che mediamente le piogge non riescono ad allontanare del tutto dal suolo i sali solubili e sottolineano la necessità, nel campo agricolo, della pratica irrigua.

Per l'origine del materiale terroso che costituisce i depositi alluvionali, per la morfologia pianeggiante (in cui talora il drenaggio è imperfetto) e per il clima, i suoli presentano una certa salinità solfatica e clorurata (Averna e Picciurro, 1962; Raimondi, 1998).

I suoli dell'area (probabilità di 6 anni su 10) hanno una temperatura media annua di 19,4 °C; si trovano sotto l'influenza di una piovosità di 294 mm e di un clima con un'umidità globale di –68,2; i giorni asciutti annui della sezione di controllo dell'umidità (Billaux, 1978) sono sempre superiori a 200 (Raimondi, 1998).

Secondo la Soil Taxonomy si inseriscono nell'ordine degli Aridisuoli e dei Torrerts (Raimondi, 1998; Raimondi, 1995). Il World Reference Base for Soil Survey inserisce i suoli salini nel gruppo di riferimento Solonchaks (IUSS-ISRIC, 1998).

Una certa variabilità pedologica presente nell'area è anche voluta dall'uomo con apporti di materiale terroso da altri siti, generalmente a granulometria grossolana, per migliorare il suolo gestito in irriguo. Considerata la qualità dell'acqua irrigua (serbatoio Cimia: EC 2-4 dS/m; adjRNa 6-10; Lombardo, 1999) è giustificato pensare a un certo accumulo di sali solubili nel suolo accompagnato ad un peggioramento della loro qualità. Infatti, costituisce qualità dei suoli destinati all'attività agricola una bassa salinità, ma non troppo bassa. Una condicibilità elettrica, dell'estratto acqua terreno di 1:2, quando oscilla fra 0,2 e 0,8 mS/cm non deprime la fertilità. La presenza di sali nella massa terrosa determina:

- a) fenomeni di tossicità sulle piante;
- b) diminuzione della permeabilità della massa terrosa;
- c) diminuzione della disponibilità dell'acqua presente nella massa terrosa per le piante.

Il surplus del suolo controlla egregiamente il livello salino di questo. Infatti nei suoli in cui c'è acqua che esce da esso, o verso gli strati profondi o lateralmente andando a raccogliersi nei canali, essa determina l'allontanamento dei sali solubili (lisciviazione).

I suoli delle serre, che ricevono acqua soltanto dalla pratica irrigua, tendono ad accumulare sali solubili e gli agricoltori lamentano cali produttivi, in alcuni casi molto consistenti. Una pratica comune è quella di lasciare il suolo scoperto per 1 anno per sfruttare il potere lisciviante del clima. Un aspetto da non sottovalutare è quello di garantire il drenaggio del suolo, mediante l'apertura di fossi. Dai valori probabilistici del surplus scaturisce che c'è un'elevata variabilità nel corso degli anni ed i suoli non coperti da materiale plastico (serre) sono quelli che hanno minore probabilità di incrementare la salinità. Nel tenere sotto controllo la salinità, un'azione notevole è esplicata dal surplus di un 30% di anni e soprattutto da quello di un 10% di anni in cui si ha una forte lisciviazione (Surplus oscillante da 200 a 150 mm).

Considerando, la notevole solubilità dei cloruri ed i valori del surplus nel loro complesso sono proprio questi anni con i valori più elevati che perpetuano la fertilità di questi suoli nel tempo.

Per la conservazione della risorsa suolo alle generazioni future è fondamentale il controllo della qualità, monitorata attraverso l'indicatore conducibilità di estratti acquosi per i terreni gestiti sotto tunnel o serra, e attraverso la conducibilità di estratti o la valutazione del surplus per i terreni gestiti in asciutto.

BIBLIOGRAFIA

- Averna V., Picciurro G. (1962): "Le terre salse siciliane: nota 1ª". *Tecnica Agricola*, n. 1, anno XIV, Catania, pp. 1-14.
- Billaux P. (1978): "Estimation du 'regime hydrique' des sols au moyen des données climatiques. La méthode graphique: son utilisation dans le cadre de la Taxonomie Americaine des sols". *Cahier ORSTOM, ser. Pedol.*, Vol. XVI, n. 3, France, pp. 317-338.
- Catalano R. (1986): "Le evaporiti messiniane. Loro ruolo nell'evoluzione geologica della Sicilia". Atti Simposio Internazionale sul carsimo nelle Evaporiti. Il carsismo nelle evaporiti in Sicilia. Le Grotte d'Italia, 4, Bologna, pp. 109-122.
- Di Grande A., Muzzicato C. (1986): "Il Neogene 'alloctono' (falda di Gela) ed il Pleistocene dei dintorni di monte della Guardia (Gela)". *Accademia Gioenia*, Catania, pp. 131-152.
- FAO (1976): "A framework for land evaluation". FAO Soil Bullettin, n. 32, Roma, pp. 72.
- IUSS-ISRIC (1998): World Reference Base for Soil Survey. Food and Agriculture, Organization of the United Nations. Roma, pp. 91.
- Lombardo V. (1999): Acque saline e problematiche di utilizzazione. Dipartimento ACEP, Palermo, pp. 19.
- Pinna M. (1977): Climatologia. UTET, Torino, pp. 442.
- Raimondi M. (1991): "L'impiego dei dati termopluviometrici in pedologia: il pedoclima dei suoli siciliani durante il trentennio 1921-1950". In: *Atti Convegno "Agrometereologia e Telerilevamento"*. Agronica, Palermo, Italia, pp. 76-92.
- Raimondi S. (1993): "Il clima ed il pedoclima dei suoli siciliani durante il trentaduennio 1951-1982". *Quaderni di Agronomia* 13. Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee di Palermo, Italia, pp. 24-51.
- Raimondi S. (1995): "I Torrerts siciliani: caratteristiche morfologiche e distribuzione geografica". Atti del XII convegno SICA. Patron editore, Bologna, pp. 127-136.
- 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.
- Sequi P. (1989): Chimica del suolo. Patron Editore. Bologna, pp. 608.
- 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.