

CLASSIFICAZIONE ATTITUDINALE A FINI AGRICOLI DEL TERRITORIO NAZIONALE SU BASE CLIMATICA E PEDOLOGICA

LUIGI PERINI
Ufficio Centrale di Ecologia Agraria

INTRODUZIONE

Lo stato attuale delle conoscenze consente di schematizzare il processo produttivo agricolo e di scinderlo nelle sue componenti principali; è possibile, in tal modo, individuare gran parte delle variabili che determinano o influenzano il risultato produttivo finale. Tali variabili possono essere sinteticamente indicate nelle condizioni socio-economiche e politiche che influiscono sull'organizzazione generale dell'attività agricola, nelle tecniche colturali impiegate, nel materiale biologico utilizzato e nelle risorse naturali disponibili, fra cui, essenzialmente, si annoverano le caratteristiche climatiche e pedologiche insistenti sul territorio. Resta, comunque, abbastanza difficile quantificare l'incidenza di ogni singolo fattore della produzione agricola a causa dell'azione combinata e non lineare di essi. Risulta abbastanza semplice, invece, individuare di volta in volta il fattore limitante che contrae l'efficienza produttiva di tutto il sistema. Talvolta è possibile correggere e/o dosare l'intervento di alcuni fattori della produzione agricola per ottimizzare i risultati portandoli il più possibile vicini alla loro espressione potenziale. Al momento, eliminare il divario tra produzione reale e produzione potenziale può essere ancora considerato un obiettivo importante da raggiungere, soprattutto su larga scala e in ambiente non controllato. La fluttuazione annuale delle rese agricole continua a risentire degli "incerti" dovuti alla variabilità meteorologica a cui, negli ultimi anni, si è aggiunta una probabile variazione climatica che ha ulteriormente accentuato la vulnerabilità delle produzioni agricole. In questo contesto si inseriscono anche altri aspetti, riconducibili essenzialmente allo sfruttamento irrazionale (inefficiente e distruttivo) delle risorse naturali del territorio. Nel P.F. CLIMAGRI, la linea di ricerca 2.1 si propone di analizzare in maniera interdisciplinare alcune variabili della produzione agricola e le interrelazioni esistenti nel complesso sistema pianta-suolo-clima allo scopo di definire le (principali) relazioni di causa effetto che regolano diffusione e diffondibilità delle colture a scala nazionale. Obiettivo della ricerca è anche quello di costituire uno strumento operativo per valutare gli effetti della ipotizzata variazione (cambiamento) climatica sugli ordinamenti colturali o, per contro, verificare la risposta attitudinale del territorio all'introduzione di una nuova specie o varietà.

Sostanzialmente la linea di ricerca 2.1 si inserisce nel filone della *land evaluation* da cui intende mutuare alcuni aspetti concettuali e alcuni strumenti (approccio multidisciplinare, classificazioni di idoneità del territorio, GIS, ecc.) ma anche differenziandosi dalle più classiche metodologie proposte in letteratura (Food and

Agriculture Organization of the United Nations. 1976. *A framework for land evaluation*. Soils Bulletin 32, Rome, Italy: FAO) per un approccio all'esame delle caratteristiche territoriali mirato ad accertare la vocazione agricola in funzione di specifiche esigenze colturali.

DATI DI BASE

Gli obiettivi della linea di ricerca 2.1, in accordo con la pianificazione del primo anno, prevedevano fundamentalmente la ricognizione delle fonti informative e l'acquisizione dei dati disponibili. Trattandosi di un'indagine condotta su scala nazionale, i potenziali fornitori di dati sono stati individuati nell'ambito di un ristretto gruppo di Enti o Società in grado di offrire le informazioni necessarie. Mettere insieme il data base necessario alla linea di ricerca si è rivelato comunque un'impresa non semplice. L'informazione meteorologica disponibile oggi in Italia, ad esempio, presenta notevoli elementi di disomogeneità, sia nella distribuzione spaziale dei siti di rilevazione, sia

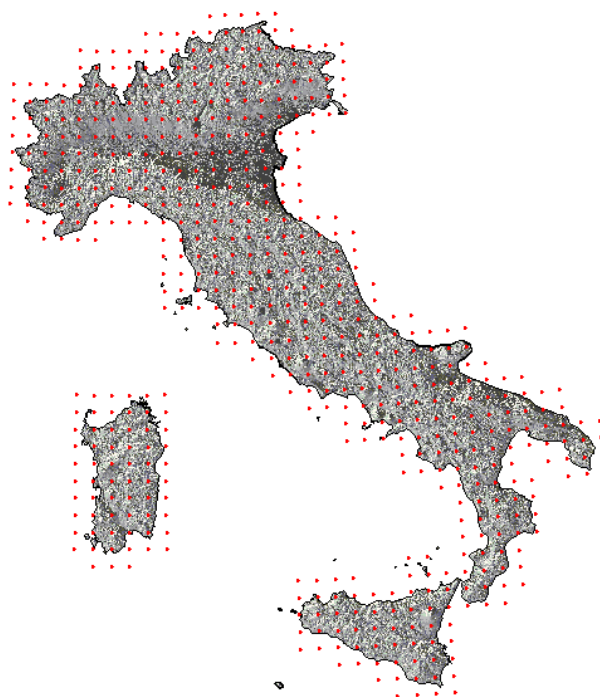


Figura 1- dislocazione dei nodi della griglia meteo-climatica (30 x 30 Km)

nella sovrapposibilità e continuità temporale dei dati archiviati. A ciò va aggiunta l'incompletezza e la frammentarietà delle serie storiche nonché l'indeterminazione introdotta dalle diverse modalità di campionamento delle misure meteorologiche adottate dai vari Servizi che operano sul territorio nazionale. Una soluzione a tali problemi è stata trovata nello scegliere quale base informativa meteo/climatica i dati ottenuti da analisi oggettiva presenti nella Banca Dati Agrometeorologica Nazionale del Sistema Informativo Agricolo Nazionale (SIAN). Tali dati afferiscono ad un grigliato regolare di circa 30 Km di lato e quindi a circa 600 punti su tutto il territorio nazionale (Fig. 1). I singoli dati, stimati con procedure di Kriging, hanno una risoluzione temporale giornaliera e ricoprono un periodo di 30 anni, dal 1961 al 1990, che corrisponde a quello

raccomandato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale come riferimento per il calcolo della climatologia. I parametri acquisiti sono:

- Temperatura minima giornaliera (°C)
- Temperatura massima giornaliera (°C)
- Precipitazione piovosa totale giornaliera (mm)
- Eliofoania giornaliera (valore percentuale rispetto alla eliofoania astronomica)
- Umidità diurna e notturna (valore percentuale)
- Valore del vento diurno e notturno (m/s)

Il file dei dati meteorologici è in formato ASCII sequenziale ordinato in base al codice identificativo del punto di griglia e in base all'anno, al mese e al giorno.

Per quanto riguarda i dati pedologici, le variabili acquisite sono elaborazioni di dati presenti nella Carta Nazionale della Capacità Idrica dei Suoli Agrari, prodotta dal consorzio ITA. L'unità elementare di riferimento è una cella quadrata di superficie pari a 64 km². Il numero di celle che complessivamente coprono il territorio italiano è pari a 5226. Di queste 4479 presentano informazioni pedologiche associate. Le rimanenti sono prive di informazioni, in quanto non intersecano alcuna unità suolo-paesaggio agricola. Le variabili pedologiche associate a ciascuna cella sono presenti in forma di media ponderata dei valori nelle unità di suolo-paesaggio che intersecano la cella stessa (il fattore di ponderazione è la superficie delle unità nella cella) e di valori di prevalenza dell'unità di suolo-paesaggio che occupa la maggiore superficie nella cella. Nello specifico, le informazioni pedologiche acquisite sono organizzate in un formato GIS (shape file) la cui tabella degli attributi contiene le seguenti informazioni:

- Identificativo sequenziale ed univoco di cella
- Codice ISTAT di regione (viene indicata la regione prevalente nella cella)
- Superficie interna alla cella occupata da unità suolo-paesaggio agricole (ha)
- Valore medio di profondità del suolo (mm)
- Valore medio di capacità idrica (mm di acqua)
- Valore medio della percentuale di carbonio organico a circa 20 cm di profondità (m³/m³)
- Valore medio della percentuale di sabbia
- Valore medio della percentuale di limo
- Valore medio della percentuale di argilla
- Valore medio della percentuale di scheletro
- Superficie interna alla cella occupata dalla unità suolo-paesaggio agricola prevalente
- Valore di profondità del suolo (mm) della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore di capacità idrica (mm di acqua) della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore della percentuale di carbonio organico a circa 20 cm di profondità (m³/m³) della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore della percentuale di sabbia della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore della percentuale di limo della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore della percentuale di argilla della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella
- Valore della percentuale di scheletro della unità suolo-paesaggio prevalente nella cella

Ulteriori dati di base acquisiti consistono in un DTM con risoluzione m250xm250 elaborato da UCEA nell'ambito del P.F. PHENAGRI e di altre informazioni territoriali contenute nella Carta Ecopedologica d'Italia con scala 1:250000 realizzata per conto del Ministero per l'Ambiente dal Joint Research Centre di Ispra.

MODELLI FENOLOGICI E CULTURALI

Nel primo anno è stata avviata una ricognizione dei modelli agrofenologici e dei dati fenologici disponibili. Tale attività, condotta dal Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Palermo, è tuttora in fase di svolgimento ed ha per obiettivo finale l'identificazione dei criteri che dovranno essere utilizzati per valutare le caratteristiche pedo-climatiche. In altri termini si sta cercando di realizzare un insieme di *schede colturali* (concepite o per gruppi di colture affini e/o per particolari specie e varietà) che indirizzino da un lato l'elaborazione delle stesse informazioni di base climatiche e pedologiche (ad esempio: calcolo della durata della "stagione di crescita", della probabilità di gelate in particolari periodi dell'anno, della disponibilità di acqua nel suolo, ecc.) e dall'altro aiutino a stabilire il grado di vocazione agricola del territorio in funzione di particolari priorità che dovrebbero essere soddisfatte (ad esempio: franco di coltivazione non inferiore a 30 cm, pendenza non superiore al 35%, sommatoria termica di almeno 1000 gradi giorno, ecc.). Parallelamente alla raccolta delle informazioni agrofenologiche e culturali, così come è possibile reperire in letteratura o da attività sperimentali (vedi ad esempio la Tab. 1), si stanno provando alcuni modelli di sviluppo fenologico al fine di verificarne la risposta su scala territoriale ed integrare

Specie	Stadio fenologico				
	Riposo invernale	Ripresa vegetativa	Fioritura Allegagione	Crescita e Sviluppo frutti	Maturazione
Sempreverdi					
Olivo	15/11-1/03	1/03	15/04-15/06	01/06-15/09	15/09-15/11
Agrumi					
Decidue					
Vite	01/11-01/03	15/03	15/04	15/05-15/08	15/08-15/10
Pesco	15/10-15/02	15/02-01/03	01/02-15/04	15/03-15/07	05/05-15/11
Ciliegio	1/12-15/02	15/02	30/03-15/04		25/05-15/06
Susino	15/10-15/02	15/02-01/03	01/03-01/04	25/03-01/07	10/05-10/09
Mandorlo	15/09-15/01	01/02	15/02-01/03	15/03-10/07	10/07-01/09
Pero			20/03-10/04		20/06-20/07
Melo		Estive 15/03-20/03 Aut/Inv. 15/03-30/03	Estive 10/04-30/04 Aut/Inv. 15/04-05/05		Estive 10/08-19/09 Aut/Inv. 20/09-30/10
Albicocco					

Tabella1 - Evoluzione delle principali fasi fenologiche nelle piante arboree da frutto in Sicilia.

con tali stime i dati riguardanti lo sviluppo delle colture. Nel caso dei fruttiferi e del pesco in particolare, ad esempio, si sta testando una procedura per il calcolo delle variabili fenologiche. In particolare, le elaborazioni riguardano l'applicazione di modelli agro-fenologici della dormienza invernale e dello sviluppo vegetativo e riproduttivo, già validati in condizioni colturali largamente diversificate e, pertanto, adatti ad applicazioni caratterizzate da un'ampia base territoriale quale quella oggetto del presente studio. L'uso integrato di tali modelli consente la stima, su base territoriale, della dinamica della fenologia di numerose specie da frutto delle zone temperate.

In particolare, sarà possibile ottenere informazioni, di tipo probabilistico, sulla possibilità di soddisfare il fabbisogno in freddo e sulla più probabile data del verificarsi dei più importanti eventi fenologici (fioritura e maturazione). Tali informazioni, insieme alle variabili climatologiche fondamentali, costituiscono uno strumento finalizzato alla caratterizzazione della attitudine del territorio alla coltivazione di tali specie. Da applicazioni già saggiate, su una congrua base territoriale (Italia Meridionale), sono infatti emerse differenze nella fenologia delle piante arboree da

frutto nei vari ambienti saggiati, ampiamente concordanti con la realtà colturale effettivamente riscontrata. In base a tali analisi territoriali è stato possibile sia individuare areali colturali notoriamente soggetti al rischio di gelate tardive (Piana di Sibari, Piana del Sele), sia caratterizzare gli ambienti in base alla possibilità di coltivare fruttiferi la cui epoca di maturazione, extra-precoce od extra-tardiva, ricade in un periodo particolarmente critico dal punto di vista climatologico (basse temperature, piovosità, ecc.). Un altro aspetto sul quale tali modelli hanno mostrato di fornire stime sufficientemente affidabili riguarda la capacità di essi di rispecchiare il calendario di raccolta degli areali geografici saggiati, conservando le differenze nell'ordine temporale di maturazione riscontrato, nella realtà colturale, tra le diverse aree frutticole. E' interessante rilevare che l'attitudine dei modelli utilizzati a discriminare gli areali colturali è risultata particolarmente evidente nelle situazioni ambientali marginali, dove è più frequente la possibilità di verificarsi condizioni climatiche limitanti. Così, ad esempio, emerge sia la estrema precocità di alcuni ambienti della fascia costiera della Sicilia Meridionale e della Calabria Ionica che la tendenza all'uniformarsi, tra i diversi areali, della data di maturazione delle cultivar di media epoca. I modelli fenologici utilizzati sono quelli di Fishman, UTAH, North Carolina e Florida e riguardano l'evoluzione della dormienza invernale e delle successive fasi di fioritura e maturazione in funzione della temperatura ambiente. Operativamente si procede utilizzando come data iniziale il 1° ottobre e continuando l'elaborazione fino alla fine di gennaio. Se entro tale data non è stato raggiunto il fabbisogno in freddo della cultivar, si presume che non si potrà verificare il germogliamento. Se, invece, è stato raggiunto il fabbisogno in freddo, si considera superata la fase di dormienza invernale. Da questo momento si procede a calcolare la sommatoria termica, in GDH, mediante il modello ASYMCUR fino al raggiungimento del fabbisogno in caldo necessario per il verificarsi della fioritura. Dopo tale data è possibile continuare a calcolare gli accumuli di GDH, per la stima della data di maturazione. Per i modelli UTAH, North Carolina e Florida per l'accumulo delle sommatorie termiche si assume come momento iniziale il giorno in cui si verifica il minimo accumulo negativo (tali modelli, infatti, sono in grado di accumulare valori negativi quando la temperatura ambiente è superiore ad una determinata soglia. In termini operativi, seguendo l'andamento dell'accumulo di Unità freddo risultanti dal modello, si determina il giorno in cui la sommatoria presenta il valore minimo (negativo). Tale giorno sarà considerato il giorno in cui iniziare l'accumulo di temperature utili ai fini dell'uscita della dormienza. Conseguentemente si opera una traslazione delle curve di accumulo sommando il valore assoluto della sommatoria raggiunto in quel particolare giorno in modo da partire da un valore di accumulo pari a zero.

BILANCIO IDRICO

Un'ulteriore attività è stata intrapresa per mettere a punto un modello di bilancio idrico che, sfruttando tutte le informazioni disponibili (climatiche e pedologiche), potesse stimare con il più adeguato dettaglio possibile il contenuto idrico dei suoli in funzione delle esigenze colturali. Obiettivo dell'attività è quello di stimare una sorta di "climatologia" della disponibilità idrica nei suoli e la variabilità intra ed interannuale ad essa connessa. Il terreno agrario, com'è noto, è un mezzo in grado di contenere, trattenere e rilasciare acqua secondo peculiarità idrauliche che variano in base alla tipologia del terreno stesso. In tal senso, assumono molta importanza la tessitura e la composizione granulometrica del terreno e, quindi, il rapporto che si stabilisce fra la

componente solida (dimensione e disposizione delle particelle solide del terreno) e quella porosa (dimensione dei singoli pori e volume totale degli spazi vuoti). Aria ed acqua, elementi entrambi indispensabili per le funzionalità dell'apparato radicale e la vita stessa della pianta, riempiono la porosità del terreno in proporzione variabile ed inversa. Tuttavia, in assenza di dati riguardanti la porosità dei suoli e, quindi, nell'impossibilità di utilizzare formule utilizzanti tale informazione di base (come quella ad esempio proposta da Driessen), il contenuto idrico di saturazione (Θ_s) relativo a ciascun tipo di suolo viene stimato con una equazione di regressione proposta da Saxton et all.:

$$\Theta_s = 0.332 - 7.251 \times 10^{-4} (\%sand) + 0.1276 \log_{10} (\%clay)$$

Il quantitativo di acqua così ottenuto, espresso in m^3 su m^3 di suolo, viene poi corretto in funzione del dato di profondità del suolo. Altre grandezze stimate per poter far girare il modello di bilancio idrico riguardano:

- la resistenza che il terreno oppone al rilascio di acqua (definita anche come potenziale matriciale ψ), espressa in kPa, ai vari livelli di contenuto idrico del suolo:

$$\Psi = A\Theta^B$$

dove:

$$A = \exp[-4.396 - 0.0715(\%clay) - 4.880 \times 10^{-4} (\%sand)^2 - 4.285 \times 10^{-5} (\%sand)^2 (\%clay)] \cdot 100$$

$$B = -3.14 - 0.00222(\%clay)^2 - 3.484 \times 10^{-5} (\%sand)^2 (\%clay)$$

- il contenuto idrico (Θ_{1500}) del suolo corrispondente al cosiddetto punto di appassimento permanente ($\psi = 1500$ kPa)
- il contenuto idrico del suolo al cosiddetto punto critico (Θ_{cr})

$$\Theta_{cr} = (1 - p)(\Theta_{TAW} - \Theta_{1500}) + \Theta_{1500}$$

- La perdita di acqua dovuta alla percolazione profonda si stima con la seguente funzione di infiltrazione massima (I_{max}):

$$I_{max} = 10 \cdot S_0 * \left(1 - \frac{\Theta}{\Theta_s}\right) * \frac{1}{\left(\frac{T_{dp}}{P_{it}}\right)^{0.5} * P_{it}} + 10 * \frac{A_A}{P_{it}}$$

dove:

I_{max} è la quantità massima di infiltrazione giornaliera ($mm\ d^{-1}$)

S_0 è la sortività standard ovvero il tasso di infiltrazione determinato dalla sola tensione matriciale ($cm\ d^{-0.5}$)

T_{dp} è il numero di giorni trascorso dall'ultimo apporto idrico

P_{it} è il numero di passi di integrazione al giorno (generalmente 1)

A_A è la conducibilità idraulica al fronte di umettazione ($cm\ d^{-1}$)

- lo schema riguardante il tasso di traspirazione delle piante:

$$T_t = \frac{\Theta_s - \Theta_\psi}{\Theta_s - \Theta_{taw}} \quad (\text{se } \Theta_s \geq \Theta_\psi \geq \Theta_{taw})$$

$$T_t = 1 \quad (\text{se } \Theta_{taw} \geq \Theta_\psi \geq \Theta_{cr})$$

$$T_t = \frac{\Theta_\psi - \Theta_{1500}}{\Theta_{cr} - \Theta_{1500}} \quad (\text{se } \Theta_{cr} \geq \Theta_\psi \geq \Theta_{1500})$$

In considerazione, infine, della serie dei dati climatici disponibili, l'evapotraspirazione di riferimento è calcolata con la formula di Penman-Monteith.

Al momento il modello di bilancio idrico, implementato su foglio elettronico, è in fase di test. Sono state avviate nel frattempo le prime attività di scrittura dei codici di programma (in Visual Basic) per il trattamento massale dei dati e per le rappresentazioni e le elaborazioni grafiche GIS (ArcView).

BIBLIOGRAFIA

- Van Keulen H., Wolf J., 1986: "Modelling of agricultural production: weather, soils and crops". Pudoc Wageningen 1986.
- K.E. Saxton et al., 1986: "Estimating Generalized Soil-Water Characteristics from texture"
- R.G. Allen et al., 1998: "Crop evapotranspiration. Guideline for computing crop water requirements" . FAO Irrigation and Drainage paper n. 56
- A. Motisi, T. Caruso, L. Perini , 1997 "Applicazione di modelli fenoclimatici su scala geografica per la caratterizzazione delle aree frutticole meridionali per la coltura del Pesco". Atti della III Giornate Scientifiche della Società Orticola Italiana. Erice (TP) 10-14 marzo 1996.