

CLIMA E VITIGNI

Metodologie di caratterizzazione agrometeorologica dei territori

Indici bioclimatici termici e di maturazione, telerilevamento e sistemi informatici territoriali: gli strumenti per definire le variabili e i parametri climatici principali delle zone viticole

Alberto Vercesi, Alessandro Castagnoli, Paolo Dosso

Il clima nell'agrosistema viticolo

I fattori che determinano la qualità delle uve prodotte dal vigneto sono riconducibili all'ambiente di coltura e al tipo di vigneto allestito dall'uomo (vitigno, portinnesto, densità di impianto e potatura, forma di allevamento, tecniche di coltivazione ecc., fattori più modificabili) (Fregoni, 1980; 1985; Hidalgo, 1980; Scienza, 1986). Questi fattori agiscono direttamente sulla qualità delle uve prodotte dal vigneto e indirettamente attraverso loro interazioni. Considerando i risultati di diverse ricerche condotte in proposito (Seguin, 1969; Saayman, 1977; Dutt *et al.*, 1981; Fregoni *et al.*, 1985; Lulli *et al.*, 1989; Scienza *et al.*, 1990; Val Leeuwen *et al.*, 1998; Panont *et al.*, 1998), fra i diversi componenti dell'agrosistema, il clima e il vitigno appaiono i principali fattori, in considerazione del fatto che il terreno risulta perlopiù un mediatore delle disponibilità che il clima offre allo sviluppo del vitigno. È stato, infatti, possibile dimostrare che la significativa influenza del suolo sulla qualità delle uve prodotte si determina soprattutto in funzione delle sue diverse caratteristiche di ritenzione-cessione idrica e di decorso termico, viste nell'ottica di una più idonea nutrizione della pianta (figura 1).

Possiamo definire il clima come la successione delle condizioni atmosferiche nell'anno, tipica di un dato punto della superficie terrestre. Gli elementi che lo definiscono, per quanto concerne i parametri fisici misurabili, sono: l'intensità e la durata della radiazione solare, la temperatura, la pressione atmosferica, il tipo e la frequenza delle precipitazioni.

L'accrescimento vegetativo e la maturazione dei frutti della vite, principali fautori

della qualità dei prodotti vitivinicoli, sono correlati principalmente alla radiazione luminosa, alla temperatura e alla piovosità che contraddistinguono il territorio che ospita il vigneto. I fattori dai quali dipendono le condizioni climatiche sono soprattutto quelli che definiscono la posizione dell'appezzamento vitato, in orizzontale e in verticale, rispetto alla superficie terrestre, alle grandi masse d'acqua e al profilo orografico (latitudine, altitudine, esposizione, distanza dai mari e dalle valli). Una determinata zona è vocata alla produzione enologica qualitativa solo entro determinati limiti climatici che possono riscontrarsi nei territori compresi fra 30 e 50° di latitudine nell'emisfero Nord e fra 30 e 45° di latitudine nell'emisfero Sud (Fregoni, 1998), dove il clima può essere considerato prossimo a quello di tipo «mediterraneo», con inverno mite, estate

secca, moderate precipitazioni e sufficienti sbalzi termici, fra invaiatura e vendemmia (Europa, Cile, California, Sud Africa, Australia, ecc.).

Sono stati definiti tre livelli climatici di riferimento: il macroclima, che interessa le grandi regioni climatiche; il mesoclima, tipico dei diversi siti considerati; il microclima, che caratterizza le chiome delle piante (Smart, 1982). Entro determinati limiti macroclimatici, che rendono possibile la produzione vitivinicola (soprattutto di latitudine, altitudine e precipitazioni), sono le caratteristiche climatiche specifiche del sito ove è collocato il vigneto e si sviluppano le chiome delle piante che, interagendo con il terreno, definiscono la specifica qualità dei prodotti ottenibili da un determinato vitigno (figura 2).

L'evoluzione degli elementi climatici negli strati di atmosfera strettamente inerenti alle colture, riferiti a una precisa e limitata area in un dato momento, rappresenta la situazione agrometeorologica, che si riferisce quindi ai livelli climatici del microclima, soprattutto, e del mesoclima.

Indici bioclimatici termici

Diversi sono i metodi che hanno preso in considerazione le variabili climatiche più importanti al fine di stabilire la diversa predisposizione enologica dei territori (indici bioclimatici), soprattutto allo scopo di individuare i vitigni che meglio vi si possono adattare. Tra i più interessanti appaiono quelli che si basano sugli andamenti termici.

Uno dei metodi più adottati per classificare dal punto di vista climatico le zone di produzione enologica, messo a punto da Amerine e Winkler in California (Winkler *et al.*, 1974) sul finire del secolo scorso, ha preso in considerazione quale parametro di sintesi delle potenzialità viticole offerte da un determinato ambiente la sommatoria dei gradi giorno dal 1° aprile al 30 ottobre, cioè del numero di gradi che eccedevano i 50 °F (10 °C) di temperatura me-

Figura 1 - Schema dell'agrosistema viticolo ponderato

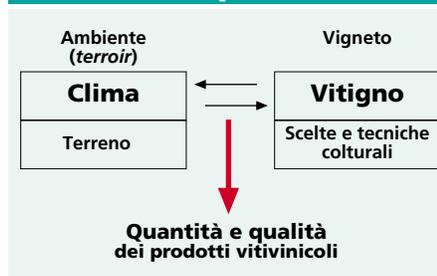


Figura 2 - Definizione del clima (*)

Principali elementi climatici	Fattori determinanti	Livelli climatici
Radiazione luminosa	Latitudine	Macroclima
Temperatura	Distanza da mari (laghi) e montagne	
Precipitazioni	Altitudine, esposizione, distanza dal fondovalle	Mesoclima
Umidità	Tipologia della chioma	Microclima

(*) In base ai principali elementi (variabili misurabili) che lo caratterizzano e ai più importanti fattori determinanti per i diversi livelli di riferimento.

dia giornaliera (calcolata come differenza fra quella massima e quella minima, diviso 2). Vengono perciò sommate le temperature «attive», al di sopra dello «zero vegetativo» considerato di 10 °C, del periodo vegetativo delle viti (tabella 1).

Se da un lato l'indice di Winkler tende a valutare le potenzialità ambientali disponibili in una determinata area di coltivazione in forma che possiamo definire più quantitativa (legata alle possibilità di accumulo degli zuccheri e alla maturazione delle bacche), è stato recentemente proposto un altro indice termico innovativo (indice Fregoni) (Fregoni, 2003) che, considerando le oscillazioni termiche giornaliere (differenza tra le temperature massime e minime), tende a una ulteriore precisazione delle caratteristiche climatiche di una determinata zona da un punto di vista più qualitativo. Poiché nella fase di maturazione delle uve, le oscillazioni termiche giorno/notte sono favorevoli alla qualità delle uve e dei vini per le componenti più nobili, quali aromi, polifenoli (antociani e tannini), enzimi non ossidanti, come pure lo sono le giornate «fresche» nelle quali le temperature scendono sotto 10 °C, viene composto un indice dato dalla sommatoria degli sbalzi termici giornalieri moltiplicati per il numero di giorni ove le temperature scendono sotto i 10 °C nel mese di settembre (tabelle 2 e 3).

Si può quindi procedere alla caratterizzazione climatica di un territorio viticolo mediante la misurazione della variabilità degli andamenti termici che contraddistinguono i diversi siti di coltivazione. I decorsi termici annuali, come del resto l'entità della radiazione solare incidente, risultano fortemente correlati alle caratteristiche orografiche del territorio, quali l'altitudine e l'esposizione dei versanti, la posizione degli appezzamenti rispetto al fondovalle, ecc. È possibile perciò elaborare modelli statistici orografici che, partendo da una serie di rilievi puntiformi sul territorio, definiscano gli indici climatici tipici dell'intero territorio. L'esperienza condotta nella Val Tidone (Piacenza) in Emilia-Romagna, ad esempio (Fregoni *et al.*, 1992), ha mostrato la possibilità di realizzare mappe territoriali degli indici climatici, e quindi mappe tematiche per vocazione viticola, mediante l'utilizzo dei dati dell'orografia digitale memorizzata su sistema cartografico regionale, con l'applicazione degli algoritmi di calcolo riscontrati per l'indice bioclimatico di Winkler. In quel caso le variabili orografiche fortemente correlate con l'indice sono state la quota, la posizione sul versante (distanza dal fondovalle e dal crinale), l'esposizione prevalente del versante, la dimensione della valle.

Tabella 1 - Vitigni consigliati in base agli intervalli dei valori di sommatoria termica (Winkler) (*)

Σ (Ta) °C	Zone di riferimento	Vitigni
< 1.390	Champagne, Côte d'Or	Pinot nero, Chardonnay
1.390-1.670	Bordeaux	Merlot
1.670-1.950	Rhône	Carignan, Semillon
1.950-2.200	Spagna del Sud	Barbera
> 2.200	Africa del Nord	Tinta Madera

Fonte: Winkler *et al.*, 1974, modificata con la trasformazione stimata da °F a °C.

Σ (Ta) °C	Vitigni
1.200-1.400	Pinot nero, Chardonnay, Riesling, Gamay
1.400 - 1.600	Pinot nero, Merlot, Sauvignon, Trebbiano toscano
1.600 - 1.800	Sangiovese, Trebbiano, Riesling italo, Cabernet Sauvignon
1.800 - 2.000	Barbera, Trebbiano romagnolo, Nebbiolo, Aleatico

Fonte: Turri *et al.*, 1987.

(*) Indice di Winkler = Σ (Ta) °C = Σ [(T max - T min.) / 2] - 10. Ta = temperature attive; T max e T min. = temperature massime e minime giornaliere; Σ = sommatoria dal 1° aprile al 30 ottobre.

Tabella 2 - Indice Fregoni semplificato (IFs) (*) riportato per alcune località italiane

Regioni	Località	IFs
Piemonte	Casale Monferrato (AL)	1.427
Trentino-A.A.	Trento	2.965
Veneto	Susegana (TV)	1.404
Emilia-Romagna	Imola (BO)	304
Toscana	S. Casciano (FI)	285
Lazio	Gaeta (LT)	228
Puglia	Turi (BA)	341
Sicilia	San Pietro (CT)	366

Fonte: Fregoni, 2003.

(*) IFs = Σ (T max - T min.) x Σ (ng < 10 °C). Σ = sommatoria dal 1 al 30 settembre; T max e T min. = temperature massime e minime giornaliere; ng < 10 = numero di giorni con temperatura inferiore a 10 °C.

Variazioni climatiche e sviluppo della vite

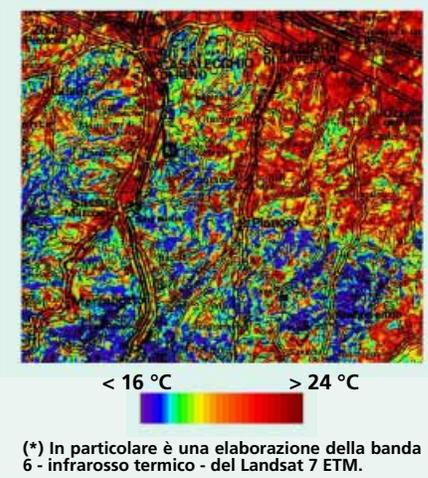
Nel corso dei secoli si sono verificate lente ma profonde modificazioni climatiche che hanno interessato diversi e vasti areali coltivati della terra. In tutta l'età antica (fino al Medio Evo) gran parte della fascia costiera del Nord Africa veniva considerata, per la sua prosperità agricola, «granaio di Roma», fino a quando subentrò un periodo di aridità continuata nel tempo; così come in epoca medioevale la situazione climatica europea era decisamente più mite e la vite veniva coltivata in Inghilterra oltre 500 km a nord dell'attuale limite di coltivazione. Sempre in Europa, dopo una lunga fase fredda (la «piccola era glaciale», dal 1400 al 1850) le temperature hanno cominciato ad aumentare e, dal

Tabella 3 - Valori dell'indice Fregoni (IFs) in confronto con altri indici bioclimatici [Branas, Winkler (*) e Huglin]

Macroregioni	Branas	Winkler	Huglin	IFs
Nord	3,0	1.529	1.700	1.367
Centro	3,8	1.835	2.000	671
Sud	4,3	2.225	2.200	555

(*) L'indice di Winkler è stato riportato in riferimento alla scala °C.

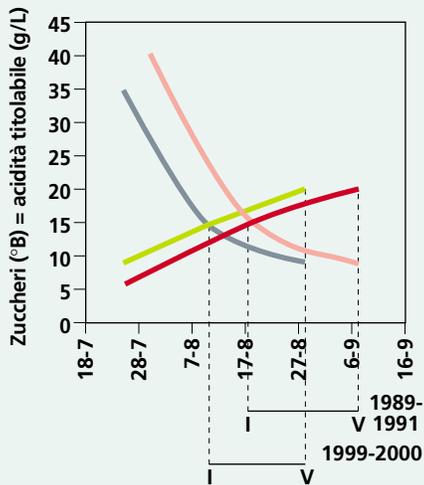
Figura 3 - Immagine raffigurante la temperatura superficiale derivata da dati satellitari multispettrali (*)



1860 circa, è iniziato il ritiro dei ghiacciai e un progressivo riscaldamento globale. Secondo i resoconti dell'Ipcc (Intergovernmental panel of climate change), però, l'attuale surriscaldamento atmosferico è dovuto soprattutto all'aumentata presenza nell'atmosfera di anidride carbonica prodotta dalle attività umane dell'era industriale (impiego di combustibili fossili). Negli ultimi 150 anni la concentrazione di CO₂ nell'aria è salita da 290 a 350 ppm e la temperatura è aumentata di oltre 0,6 °C; in particolare il decennio appena trascorso è risultato il più caldo del millennio.

Difficile è la misurazione fisica della temperatura con un dettaglio spaziale e temporale tale da cogliere l'effettiva variazione termica nei singoli areali di coltivazione, ma un parametro di sintesi indicativo della situazione può essere l'osservazione della cadenza temporale delle fasi fenologiche delle piante (fioritura, invaiatura, ecc.). Nella viticoltura di oggi non può passare inosservato che le vendemmie vengono condotte in deciso e costante anticipo rispetto a quanto accadeva nei decenni scorsi, soprattutto in diverse zone viticole dell'Italia settentrionale. Considerando, ad esempio, la cadenza temporale dell'invaiatura e della vendemmia sulle curve di maturazione per il Pinot nero in Oltrepò Pavese alla fine degli anni Ottanta (Vercesi,

Grafico 1 - Anticipo delle fasi fenologiche: confronto tra fine dell'invaiaura e della vendemmia nel triennio 1989-1991 e nel biennio 1999-2000



1989-1991

Gradi giorno (Winkler): 1.593-1.773

— Acidità titolabile
— Zuccheri

1999-2000

Gradi giorno (Winkler): 1.624-1.953

— Acidità titolabile
— Zuccheri

Ogni curva rappresenta la media di 6 differenti località. Alla vendemmia, in tutti i casi, erano stati accumulati circa 1.280 gradi giorni (indice di Winkler).

I = fine dell'invaiaura, definita con il metodo del «punto di incrocio» (tra curve dell'acidità titolabile e degli zuccheri) (Vercesi, 1989).

V = vendemmia al raggiungimento di 20 °Brix di uve Pinot nero in Oltrepò Pavese nel triennio 1989-1991 (Vercesi, 1992) e nel biennio 1999-2000 (dati dell'Istituto di fruttivitticoltura dell'Università Cattolica di Piacenza).

1992), rispetto alle ultime annate, possiamo osservare un anticipo della fine dell'invaiaura e della vendemmia (standardizzata al raggiungimento di un medesimo grado zuccherino) di 7 e 10 giorni rispettivamente (grafico 1).

L'eventuale variazione climatica verso il riscaldamento degli strati atmosferici influenti sulla biosfera deve essere monitorata, poiché può determinare la necessità di rivedere l'intero patrimonio delle conoscenze conseguite negli anni circa le caratteristiche climatiche delle diverse zone vitivinicole.

Telerilevamento e GIS

La caratterizzazione agrometeorologica dei territori viticoli consiste nella definizione delle variabili e dei parametri climatici di ogni singolo sito che compone una determinata zona. Le condizioni di illuminazione, di temperatura e di disponibilità idrica sono i principali elementi climatici che devono essere misurati nell'arco della stagione vegetativa e



1

Foto 1 - Aerostato frenato con piattaforma di rilievo vincolata. In questo allestimento può essere impiegato per rilievi atmosferici diretti (dal suolo fino all'altezza di elevazione) e per riprendere immagini nella banda del visibile e/o dell'infrarosso (con un limite massimo di peso delle attrezzature prossimo a 5 kg). Con la messa al suolo (GPS) del punto di ancoraggio o delle zone di rilievo, i suoi dati possono essere riferiti e supportare mappature satellitari. Potendo restare sospeso per periodi anche prolungati, può consentire un rilievo di dati anche molto diversificato nel tempo [foto gentilmente concessa dalla ditta Nautilus, Tortona (AL) realizzatrice delle attrezzature]

Foto 2a e b - Dirigibile radiocomandato di piccole dimensioni, che può imbarcare strumentazione di rilievo simile a quella montata sui palloni frenati (max 5-8 kg) e quindi anche macchine per la ripresa nelle bande visibili e dell'infrarosso, con la possibilità di «vedere» da terra l'area di ripresa prima e durante l'acquisizione delle immagini, spostandosi sopra le superfici oggetto di studio, a basso costo, in misura facilmente programmabile negli spazi e nei tempi del rilievo [foto gentilmente concessa dalla ditta Nautilus, Tortona (AL) realizzatrice delle attrezzature]

che possono essere più utili nella definizione delle potenzialità viticole di un territorio, anche da raffrontare e da validare con le differenti risposte vegetoproduttive delle piante. Lo studio si concretizza con la realizzazione di mappe tematiche che rappresentano la variabilità spaziale del microclima sul territorio. Un contributo importante allo studio climatico territoriale può derivare dall'impiego del telerilevamento da satellite o da aeromobile realizzando riprese fotografiche multispettrali digitali con precisi riferimenti al suolo GPS (Global Position System) e collocando i dati su un sistema informatico GIS (Geographic Information System) opportunamente predisposto. Per quanto riguarda i mezzi impiegabili nella realizzazione delle riprese, oltre ai satelliti sempre più avanzati che proprio in questi anni rendono disponibili immagini con migliori prestazioni di rilievo (sia per tipologia dei dati che per qualità di risoluzione delle riprese), possiamo annoverare sistemi innovativi in corso di prova e di notevole duttilità d'uso, basati sull'impiego di palloni sonda o dirigibili telecomandati da terra, che permettono il controllo da parte dell'operatore dell'area di ripresa e l'elaborazione immediata delle stesse riprese (foto 1 e 2a e b).

Il telerilevamento multispettrale consente di misurare o stimare le temperature di superfici del terreno (figura 3), come pure il colore delle stesse e la disponibilità idrica del suolo e anche alcu-

ne variabili di rilievo microclimatico come il vigore vegetativo delle piante. Sulla base di questi rilevamenti è possibile stimare il grado di maturazione delle uve e i livelli qualitativi delle produzioni in campo (Campostrini *et al.*, 2002). Anche attraverso la precisa acquisizione di dettaglio dei profili orografici del suolo (altitudine, esposizione, pendenza), con appropriati metodi di calcolo, i sistemi informatizzati possono «mappare» il territorio per quanto concerne la radiazione fotosinteticamente attiva (Par). Con il rilievo multispettrale e le basi di dati morfologici è quindi possibile espandere il dato riferito a qualsiasi variabile rilevata in modo puntiforme e georiferita al suolo.

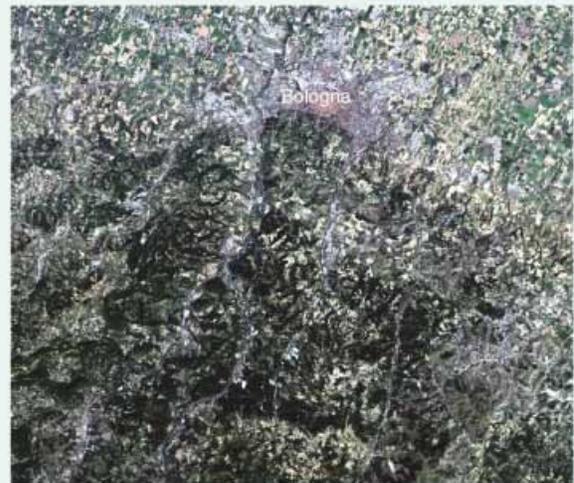
Uno studio in corso di svolgimento che si basa sui principi della *Land suitability classification* (metodologia sviluppata anche in seno alla Fao), al fine di realizzare un sistema esperto in grado di consentire l'elaborazione spaziale di diverse variabili climatiche, pedologiche e di vegetazione, può fornire qualche dettaglio sulle possibilità operative di tale sistema.

Lo studio è attualmente in corso e riguarda la zona collinare a sud di Bologna, scelta per la presenza di una vitivinicoltura con obiettivi diversificati e spesso indifferenziati, per la sua complessità in tutti i parametri da analizzare, per la ricchezza di dati topografici e tematici messi a disposizione dall'Ufficio cartografico della Regione

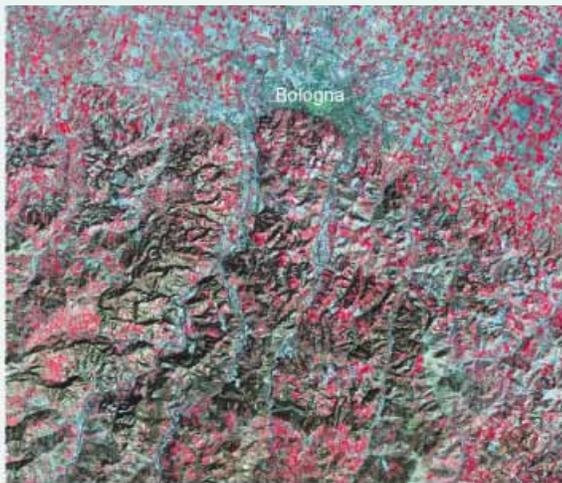
Figura 4 - Due scene Landsat in colore reale e falso colore prese in esame per l'analisi multitemporale e multispettrale



A - Scena ETM Landsat 7 del 16-3-2000 (colore reale)



C - Scena ETM Landsat 7 del 6-7-2000 (colore reale)



B - Scena ETM Landsat 7 del 16-3-2000 (falso colore)



D - Scena ETM Landsat 7 del 6-7-2000 (falso colore)

Emilia-Romagna.

La metodologia si basa sull'analisi multitemporale e multispettrale di quattro immagini ETM Landsat 7 (fornite come contributo allo studio da Eurimage spa), a media risoluzione geometrica ma ad alta risoluzione spettrale, relative all'intero periodo di vegetazione della vite (marzo-ottobre).

I dati ETM Landsat 7 sono particolarmente adatti all'analisi di vasti territori grazie al loro costo relativamente modesto, al consistente catalogo di dati disponibili, all'esistenza di un'amplessima letteratura, scientifica e operativa, sulle innumerevoli applicazioni che ne sono derivate nei più svariati campi dell'osservazione della terra.

Nella figura 4a, b, c e d sono raffigurate alcune composizioni in colore reale e falso colore di due delle quattro scene Landsat utilizzate nel progetto. L'area oggetto di studio è stata classificata in base all'altimetria, alla pendenza, alla

copertura del suolo, all'esposizione.

Per quanto riguarda la scelta dei parametri da considerare e la stima dei relativi pesi, la metodologia generale di riferimento è stata quella della *land suitability/land capability* (Fao), finalizzata alla stima del grado di attitudine di una certa area a un determinato uso del suolo, più o meno dettagliatamente individuato. In particolare, in questo studio l'approccio modellistico è basato sull'implementazione della suddetta metodologia tramite analisi multicriterio con logica sfumata (*fuzzy logic*) mediante tecniche Gis su base raster. Seguendo tale approccio metodologico si è messo a punto un indice complessivo di attitudine alla vitivinicoltura con una classificazione in cinque classi, con i seguenti significati:

- S1 = area molto adatta;
- S2 = area moderatamente adatta;
- S3 = area poco adatta;
- N1 = area attualmente non adatta;

- N2 = area permanentemente non adatta.

I risultati sono stati poi rielaborati, limitatamente alle zone con attitudine positiva (classi S1, S2, S3), simulando due diversi obiettivi enologici per i quali definire territori vocati: il primo (vocazione A), corrispondente a una produzione di vini di qualità; il secondo (vocazione B) tendente al raggiungimento della massima resa per ettaro, con qualità modesta o carente.

Alberto Vercesi

Istituto frutti-viticoltura
Università Cattolica del Sacro Cuore
di Milano - Sede di Piacenza
E-mail: alberto.vercesi@unicatt.it

Alessandro Castagnoli

Paolo Dosso
MC2 - Parma

La bibliografia verrà pubblicata negli estratti.

BIBLIOGRAFIA

- Campostrini F., Serina F. (2002) - *Viticultura di precisione per la qualità del Franciacorta*. L'Informatore Agrario, 36: 53-58.
- Dutt R.G., Miele E.A., Wolfe W.H. (1981) - *The use of soil for the delineation of viticulture zones in the four Corner Region*. Am J. Enol. Vitic., 32 (4): 290-296.
- Fregoni M. (1980) - *Le carte nutrizionali dei vigneti italiani*. Atti 5° Int. Coll. on the control of plant nutrition, Castelfranco V.to (TV), vol. 2: 466-580.
- Fregoni M. (1985) - *Viticultura generale*. Reda - Roma, pp. 728.
- Fregoni M., Bavaresco L. (1985) - *Ricerche sugli indici pedologici relativi alla scelta dei portinnesti della vite*. Comune di Canneto Pavese, pp. 60.
- Fregoni M., Zamboni M., Boselli M., Frascini P., Scienza A., Valenti A., Panont A., Brancadoro L., Bogoni M., Failla O., Filippi N., Laruccia N., Nardi I., Lega P., Zinoni F., Libè A. (1992) - *Ricerca pluridisciplinare per la zonazione della Val Tidone (Piacenza)*. Vignevisini, 11: 53-80.
- Fregoni M. (2003) - *L'indice bioclimatico di qualità Fregoni*. Terroir Zonazione Viticoltura. Phytoline.
- Hidalgo L. (1980) - *Caracterisacion macrofisica del ecosistema medio-planta en los vinedos espagnoles*. Min. Agric. Spagna.
- Lulli L., Costantini E.A.C., Mirabella A., Gigliotti A., Buccelli P. (1989) - *Influenza del suolo sulla qualità della Vernaccia di S. Gimignano*. Vignevisini, 2: 53-62.
- Panont C. A., Comolli G. (1998) - *La zonazione della Franciacorta: il modello viticolo della docg*. Atti del Simposio Int. «Territorio e vino», Siena 19-24 maggio: 321-340.
- Saayman D. (1977) - *Effets du sol et du climat sur la qualité du vin*. Atti del Symp. Int. Sur la Qualité de Vendage. Cape Town, 14-21 febbraio: 97-208.
- Scienza A. (1986) - *La situazione viticola tra passato e futuro*. L'Enotecnico, 5: 34-72.
- Scienza A., Bogoni M., Valenti L., Brancadoro L., Romano F.A. (1990) - *La conoscenza dei rapporti tra vitigno ed ambiente quale strumento programmatico in viticoltura: stima della vocazionalità viticola dell'Oltrepò Pavese*. Vignevisini, suppl. n. 12: 4-62.
- Seguin G. (1969) - *L'alimentation en eau de la vigne dans le sols du Haut-Medoc*. Connaiss. Vigne Vin, 3 (2): 93-141.
- Smart R.E. (1982) - *Vine manipulation to improve wine grape quality*. Proc. Symp. Grape and Wine Cent., June 1980, A.D. Webb (Ed.) Univ. of California Dans: 362-375.
- Turri S., Intrieri C. (1987) - *Mappe isoterme ed insediamenti viticoli in Emilia-Romagna*. Atti Convegno «Gestione del territorio sulla base delle zone pedoclimatiche e del catasto. S. Maria della Versa 29-30 giugno, 137-153.
- Winkler A.J., Cook F.A., Kliewer W.M., Lider L.A. (1974) - *General viticulture*. University of California Press.
- Val Leeuwen C. (1998) - *Effects of water and nitrogen uptake, and soil temperature, on vine development. Berry ripening and wine quality of Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc and Merlot (Saint Emilion, 1997)*. Atti del Simposio Int. «Territorio e vino», Siena 19-24 maggio: 221-233.
- Vercesi A. (1989) - *Evoluzione delle principali variabili chimico-fisiche della bacca e stima della più idonea data di vendemmia attraverso l'andamento degli zuccheri e dell'acidità titolabile all'invaiaitura*. Atti del Simposio su: Determinazione preventiva della quantità di uva ad ettaro e dei parametri qualitativi di accesso alle denominazioni di origine. Risultati di ricerche triennali. Piacenza, 30 ottobre: 78-94.
- Vercesi A. (1992) - *Ricerche sulla previsione della più idonea data di vendemmia per il Pinot nero in Valle Scuropasso (Oltrepò Pavese)*. Atti del Convegno «Il Pinot nero», Broni (PV), 1 febbraio: 67-85.