

# SOMMARIO

Prefazione Prof. Vittorino Novello .....	13
--	----

## **I. BASI DEL FUNZIONAMENTO .....15**

1.1 Introduzione .....	15
1.2 Il concetto della triade biologica funzionale .....	16
1.2.1 Il concetto d'interazione "genotipo × ambiente" .....	16
1.2.2 Il concetto colturale di " fonte - struttura - sistema di regolazione - prodotto" .....	16

## **2. STRUTTURE E SVILUPPI .....21**

2.1 Ciclo di sviluppo, fasi fenologiche .....	21
2.2 Istomorfologia, organi vegetativi, uva .....	29
2.2.1 Organi vegetativi.....	29
2.2.2 Fiore e frutto .....	49
Fiore.....	49
La fecondazione.....	49
La colatura .....	50
L'acinellatura .....	51
Uva.....	52
Anatomia .....	52
Crescita dell'uva .....	55
Crescita dell'acino e dei vinaccioli.....	58

## **3. SEGNALI, ORMONI E BIODIFESA .....63**

3.1 Segnali, ormoni .....	63
3.2 Biodifesa .....	67
3.2.1 Le difese dell'apparato vegetativo.....	69
La relazione vite/peronospora.....	69
La relazione vite/oidio .....	71
La relazione vite/botrite.....	71
3.2.2 Le difese dell'uva .....	71
Acido glicolico, poligalatturonasi e fenoli.....	71
Le proteine di difesa .....	73
La necrosi cellulare.....	73
3.2.3 Conclusioni .....	74
Proposta terminologica .....	74

## **4. SINK E SISTEMA "PIANTA INTERA" .....75**

4.1 Bilanci energetici ed idrici .....	75
4.1.1 Bilancio energetico .....	75
4.1.2 Bilancio idrico reale o potenziale .....	75
4.2 Ecofisiologia - acqua .....	78
4.2.1 Componenti del flusso idrico globale.....	78
Legami tra i bilanci idrici reali e potenziali del vigneto .....	78

Flusso di traspirazione della pianta.....	80
Potenziali idrici aria-pianta-suolo.....	81
Resistenze/conduzzanze nella pianta.....	84
4.2.2 <i>Source</i> d'acqua.....	85
Variazioni del bilancio idrico.....	85
Compartimenti del suolo.....	85
4.2.3 Strutture e particolarità degli organi.....	87
Foglie e stomi.....	87
Chioma e relativa architettura.....	87
Tessuti conduttori e xilema.....	88
Radici e radichette.....	90
4.2.4 Sistemi di regolazione - siccità.....	94
Meccanismi di regolazione della traspirazione.....	94
Regolazioni nel limite della riserva facilmente utilizzabile (RFU).....	96
Regolazioni del limite RFU/RS a metà della RS.....	99
Regolazioni verso l'esaurimento di RS (siccità progressiva).....	100
Disfunzioni delle regolazioni (siccità estrema).....	107
Cavitazione.....	107
Tiliosi.....	108
Colpo di caldo.....	108
Apoplessia.....	109
“Fla”.....	109
Completa essiccazione.....	109
Asfissia, anossia, allagamento.....	110
Spacco degli acini.....	110
Problematiche connesse.....	110
4.3 Ecofisiologia - CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> , traslocazioni di carbonio.....	111
4.3.1 Componenti del flusso globale di CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> .....	111
Flussi globali di CO <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> .....	111
Modellizzazione di Pg.....	111
Concentrazioni o potenziali in CO <sub>2</sub> .....	111
Resistenze e metabolismi primari.....	111
Metabolismi primari e metabolismi secondari.....	112
4.3.2 <i>Sink</i> o fattori ambientali.....	113
Luce.....	113
Spettro radiativo.....	113
Illuminazione (unità e valori di riferimento).....	113
Temperatura.....	114
Acqua.....	116
Umidità relativa dell'aria.....	118
CO <sub>2</sub> .....	119
Elementi minerali.....	119
Multifattorialità ambientale.....	119
4.3.3 Strutture e particolarità degli organi.....	122
Assimilazione della CO <sub>2</sub> .....	122
Foglie.....	122
Germogli verdi.....	122
Acini verdi.....	123
Assimilazione di O <sub>2</sub> .....	123
Acini.....	123
Invecchiamento e stress ossidanti.....	123
Vie di passaggio.....	123
4.3.4 Sistemi di regolazione e traslocazioni.....	124
Regolazione del flusso degli assimilati.....	124
Relazioni generali “ <i>source-sink</i> ”.....	124
Flusso floematico.....	124
Modo di controllo.....	124
Flusso di assimilati e sviluppo.....	126

Flusso di assimilati e flusso di riserve .....	127
Esempi di determinate relazioni “ <i>source-sink</i> ” .....	128
Prossimità del <i>sink</i> rispetto alla <i>source</i> .....	128
Forza del <i>sink</i> .....	130
Particolarità dell’uva .....	131
Disordini, avversità .....	134
Curvature accentuate o rotture di germogli, tralci o raspi .....	134
Imbrunimento fogliare .....	134
Arrossamenti o rossori .....	134
4.4 Ecofisiologia - irraggiamento .....	135
4.4.1 Componenti del flusso radiativo globale .....	135
4.4.2 <i>Source</i> - assorbimento/distribuzione dell’irraggiamento .....	136
Bilanci radiativo ed energetico della foglia .....	136
Adattamento della foglia in funzione dell’assorbimento della radiazione luminosa .....	136
Bilancio radiativo del fogliame .....	137
4.4.3 Strutture o tipi di sensori .....	138
Il sensore teorico piano: orientamento e inclinazione .....	138
Illuminazione diretta teorica al suolo (ES) .....	139
Ruolo della morfologia del fogliame .....	140
Rapporto altezza/distanza tra fogliame .....	142
Macroporosità del fogliame .....	143
Microporosità e spessore del fogliame .....	143
Diversità microclimatica fruibile .....	145
4.4.4 Sistemi di regolazione - valore fisiologico dell’irraggiamento .....	146
Definizione di superficie fogliare esposta (SFE) .....	146
SFE reale (SFE <sub>r</sub> ) = LAI × E% .....	146
Superficie fogliare esposta potenziale (SFE <sub>p</sub> ) .....	146
Risultati della SFE <sub>p</sub> secondo le forme di allevamento .....	147
Risposte ecofisiologiche di base alla SFE .....	148
4.5 Ecofisiologia - temperatura .....	149
4.5.1 Componenti del flusso di calore globale .....	149
Ruolo determinante della temperatura .....	149
Componenti del flusso di calore .....	149
Irraggiamento termico dai corpi .....	150
Conduzione .....	150
Convezione .....	150
Cambiamento di stato dei corpi .....	150
4.5.2 Fonti o variazioni del flusso di calore .....	150
Variazioni nel tempo .....	150
Giornata .....	150
Stagione .....	151
Annate .....	151
Tendenze a lungo termine .....	151
Variazioni nello spazio .....	151
Misura degli effetti termici globali .....	153
“Gradi giorno” di WINKLER .....	153
“Gradi giorno” di HUGLIN .....	153
Prodotto elioteramico di BRANAS .....	153
Indice idrotermico di BRANAS .....	154
Indice elioteramico di HUGLIN (caso dell’emisfero Nord) .....	155
4.5.3 Strutture o risposte degli organi .....	156
Gemme dormienti .....	156
Modello di germogliamento .....	156
Radici .....	158
Germogli .....	159
Modello di ROBERTSON (1908) .....	159
Modello di DURAND <i>et al.</i> (1967) .....	159
Modello di RIOU (1992) .....	159

Foglie.....	161
Gemma in corso di differenziazione.....	161
Fioritura/allegagione .....	162
Uva .....	163
4.5.4 Sistemi di regolazione-adattamento o choc termico.....	166
Adattamento globale.....	166
Temperature molto elevate.....	170
Basse temperature e gelo.....	170
Lotta indiretta contro il gelo.....	170
Lotta diretta contro il gelo.....	171
4.6 Ecofisiologia - azoto, elementi minerali .....	172
4.6.1 Misura dello stato nutrizionale minerale.....	174
La diagnosi fogliare.....	174
La diagnosi dell'acino .....	176
4.6.2 Ruolo degli elementi minerali.....	176
Azoto.....	177
Potassio (K).....	179
Magnesio (Mg).....	180
Fosforo (P).....	180
Calcio (Ca).....	181
Zolfo (S).....	181
Ferro (Fe).....	181
Boro (B).....	181
Rame (Cu).....	182
Manganese (Mn).....	182
Zinco (Zn).....	182
4.7 Ecofisiologia - bilancio di carbonio e d'azoto .....	182
4.7.1 Componenti dei flussi di carbonio nella pianta.....	182
Regolazione generale della pianta intera.....	182
Relazioni con gli altri metabolismi.....	183
Particolari elementi biochimici .....	186
4.7.2 Regolazione dei flussi di carbonio .....	187
Modello SFEP - potenziale vegeto-produttivo – vigoria .....	187
Riferimento ad un “modello sistemico”.....	189
4.7.3 Elementi di conclusione.....	190

## **5. BASI DEI METABOLISMI E BIOLOGIA MOLECOLARE .....195**

5.1 Metabolismi primari .....	196
5.1.1 Idrati di carbonio.....	196
Trasporto degli zuccheri.....	197
5.1.2 Acidità .....	199
Acido tartarico.....	200
Acido malico.....	200
Elementi minerali.....	201
Azoto e proteine.....	202
Lipidi.....	202
5.2 Metabolismi secondari .....	202
5.2.1 Composti fenolici.....	202
5.2.2 Aromi .....	204
I composti volatili odorosi.....	204
Le pirazine.....	204
I monoterpenoli.....	205
I precursori aromatici.....	205
I glicosidi.....	205
Precursori cisteinati.....	206
Precursori del DMS.....	207
I carotenoidi.....	207
5.3 Considerazioni sul grappolo e sull'uva .....	208

<b>6. AMBIENTE DELLA VITE</b> .....	<b>211</b>
6.1 Ambienti abiotico/biotico, scale .....	211
6.1.1 Introduzione.....	211
Fattori limitanti: il clima .....	211
Fattori limitanti: il suolo .....	215
6.1.2 Nozioni di scala in un universo “spazio-tempo”.....	215
La dimensione del tempo.....	215
La dimensione dello spazio .....	216
Approccio energetico dell’adattamento .....	219
6.2 Climatologia viticola .....	220
6.2.1 I climi mondiali interessati dalla viticoltura.....	220
6.2.2 La classificazione climatica multicriterio.....	221
6.2.3 I cambiamenti climatici.....	228
6.3 Agrometeorologia viticola .....	230
6.3.1 La zonazione viticola .....	230
6.3.2 La previsione della raccolta.....	233
6.3.3 La gestione della produzione.....	238
Potatura invernale.....	238
Germogliamento .....	239
Fertilità .....	239
Allegagione.....	239
Acini .....	240
6.4 I suoli viticoli - interfaccia suolo/radice .....	241
6.4.1 Introduzione.....	241
6.4.2 Le necessità della vite.....	242
Crescita e attecchimento .....	242
Riserva idrica.....	243
Nutrizione minerale, carenze e tossicità .....	244
Clorosi ferrica in suolo calcareo .....	244
Acidità e tossicità da metalli .....	257
6.4.3 Ideotipo di suolo viticolo .....	248
Ubicazione topografica e contesto geomorfologico.....	249
Profilo pedologico e substrato geologico .....	254
Tessitura e pietrosità .....	257
Proprietà chimico-fisiche .....	260
Sostanza organica, attività biologica e biodisponibilità degli elementi minerali .....	262
<b>7. CONSIDERAZIONI SULLE TECNICHE CULTURALI</b> .....	<b>265</b>
7.1 Sistemazione, lavorazione, fertilizzazione del suolo .....	265
Sistemazione di un suolo viticolo .....	266
Proprietà fisiche del suolo.....	266
Proprietà chimiche e biologiche del suolo.....	268
Lavorazione di un suolo viticolo.....	268
7.2 Irrigazione .....	270
7.2.1 Alcuni concetti di biologia della vite .....	270
7.2.2 Diversità dei prodotti della vite .....	270
La pianta .....	271
L’uva.....	271
I prodotti di trasformazione dell’uva .....	271
7.2.3 Condizioni dell’irrigazione.....	272
Opportunità o meno di irrigare .....	272
Autorizzazione o divieto d’irrigazione a livello mondiale.....	272
Preliminari alla decisione d’irrigazione .....	273
Zonazione del bilancio idrico medio.....	274
Studio climatico frequenziale.....	275

Esame preciso del suolo.....	276
Ricorso alle possibilità d'adattamento alla siccità.....	276
7.2.4 Considerazioni sull'irrigazione.....	277
Adattamento del vigneto all'irrigazione.....	277
Adattamento dei vitigni.....	277
Strategia di produzione elevata o "irrigazione quantitativa".....	277
Strategia di regolarizzazione della qualità o "irrigazione qualitativa".....	279
Ottimizzazione della forma.....	280
7.2.5 Gestione dell'irrigazione.....	281
Metodi irrigui.....	281
Irrigazione per gravità o per sommersione.....	282
Irrigazione per aspersione.....	282
Irrigazione localizzata goccia a goccia.....	283
Gestione del funzionamento idrico.....	283
Fabbisogni idrici della vite.....	284
Controllo automatico delle irrigazioni.....	285
7.2.6 Risultati viticoli ed enologici. Conclusioni.....	287
Produzione di uva da tavola.....	287
Produzione di uva da vino.....	288
7.3 Sistema di allevamento della vite . . . . .	289
Definizione del sistema di allevamento.....	289
7.3.1 Densità d'impianto: un elemento del sistema di allevamento del vigneto . .	289
Meccanismi legati alla densità d'impianto.....	289
Colonizzazione dello spazio.....	289
Concorrenza generale tra i ceppi.....	290
Concorrenza depressiva tra ceppi.....	292
Fenomeni legati alla distanza tra i filari (E).....	292
Fenomeni legati alla distanza sul filare (e).....	293
Interazioni con la densità d'impianto.....	294
Carica di gemme.....	294
Architettura della pianta.....	295
Ambiente radiativo ed idrico.....	295
Risultati sperimentali e scelte tecniche (c.r. GESCO).....	297
Prove di densità d'impianto SENZA adattamento dell'architettura.....	297
Prove di densità d'impianto CON adattamento dell'architettura.....	297
Riassunto delle considerazioni sulle densità d'impianto.....	298
Conclusioni.....	300
7.3.2 Potature di formazione e di rinnovo: elementi del sist. d'allevamento della vite	301
Potatura di formazione.....	301
Tipi di potatura di formazione.....	301
Calendario della potatura di formazione.....	303
Formazione del cordone permanente.....	304
Potatura di rinnovo.....	305
La vite non potata.....	305
Le funzioni della potatura di rinnovo classica.....	306
Diversità e caratteristiche delle potature di rinnovo.....	309
Risposte fisiologiche legate alla potatura di rinnovo.....	320
Esempi di risultati sperimentali.....	322
Potatura o carica equilibrata.....	324
Definizione della potatura e della carica equilibrata.....	324
Scala di potatura - metodologia sperimentale.....	324
7.3.3 Architettura e allevamento della vegetazione: elementi centrali del sistema vite	327
Diversità delle architetture.....	327
Considerazioni sul sistema di allevamento.....	348
Basi delle considerazioni.....	348
Gerarchia delle scelte tecniche che costituiscono il sistema d'allevamento.....	349
Caratteristiche tecnico-economiche dei sistemi d'allevamento.....	349
Caratterizzazione dei sistemi d'allevamento mediante il metodo HCP.....	352

Il sistema d'allevamento, componente del terroir viticolo.....	356
Ruolo del sistema d'allevamento sulla maturità dell'uva.....	356
Sistema d'allevamento, tipicità e qualità dei vini.....	360
Conclusione.....	367
7.3.4 Operazioni in verde: elementi di finitura del sistema d'allevamento della vite	368
Definizioni.....	368
Controllo della SFE, della vigoria e della produzione.....	379

## **8. CONSIDERAZIONI SUL TERROIR VITICOLO .....381**

8.1 Concetto di terroir viticolo .....	381
8.1.1 Evoluzione del significato della parola "terroir" .....	381
I "vini di terroir".....	383
A quali vini occorre attribuire la parola terroir? .....	383
I vini di "clima": il massimo del terroir? .....	383
Vini di marca: anti-terroir? .....	384
Vini "ecologici": riconciliazione tra terroir ed ambiente? .....	384
I grandi gruppi di terroirs a livello mondiale .....	385
8.2 Sperimentazioni sui terroirs .....	385
Esempio della rete "Syrah".....	385
8.3 Metodologia di studio dei terroirs .....	392
Quali sono i quesiti professionali/tecnici più frequenti (esempi)?.....	392
Perchè una guida metodologica per la sperimentazione e lo studio? .....	392
Quali metodi e quali strumenti si possono proporre?.....	393
Come studiare il suolo e il clima in modo accessibile?.....	394
Terroir: l'appezzamento o il gruppo d'appezzamenti .....	394
Come studiare la vite in modo accessibile? .....	395
La pianta .....	395
Quali sono gli indicatori d'equilibrio della vite? .....	398
Come individuare con precisione una carenza minerale? .....	399
Quali sono i quesiti dei professionisti sull'uva? .....	399
Quali analisi realizzare sull'uva? .....	400
L'uva .....	400
Quali altre informazioni si possono ottenere dagli acini a maturità (o nei mosti)? .....	402
Quali altri possibili criteri sulla vite?.....	403
Quali analisi realizzare sul vino? .....	403
8.4 Verso una viticoltura integrata .....	403

## **9. RICERCA DELLA TIPICITÀ E DELLA QUALITÀ .....407**

9.1 Maturazione, tipicità e qualità: sintesi .....	407
9.1.1 Qualità e sviluppo dell'uva.....	408
9.1.2 Qualità ed elementi biochimici di base .....	408
9.1.3 Qualità e sostanze ad effetto aromatico.....	408
9.2 Teoria globale della maturazione dell'uva .....	410
Gruppo "foglia" .....	410
Gruppo "fiore" .....	411
Gruppo "frutto" .....	411
Gruppo "norisoprenoidi".....	411
Gruppo "caratteri di alterazione".....	412
Conclusioni .....	412

## **10. CONCLUSIONI .....415**

Ringraziamenti.....	417
Bibliografia.....	419
Indice .....	425