

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

FACOLTÀ DI AGRARIA

**DIPARTIMENTO DI ECONOMIA AGRARIA E DELLE RISORSE
TERRITORIALI**

Dottorato di ricerca in
Economia vitivinicola e sviluppo rurale

XXI CICLO

Settore Scientifico Disciplinare AGR/01

TESI DI DOTTORATO

Formazione di nuove politiche nazionali
per lo sviluppo delle filiere agroenergetiche.

COORDINATORE:

Ch.mo Prof. Leonardo Casini

TUTOR :

Ch.mo Prof. Gian Paolo Cesaretti

DOTTORANDA:

Rossella Leo

ANNO ACCADEMICO 2007-2008

Indice

1. SVILUPPO SOSTENIBILE E FONTI DI ENERGIA RINNOVABILE	
1.1 Le origini del concetto di sostenibilità.....	3
1.2 La sostenibilità negli anni settanta.....	12
1.3 Il rapporto Brudthland.....	13
1.4 La convenzione sui cambiamenti climatici.....	14
1.5 Il protocollo di Kyoto.....	15
2. SVILUPPO SOSTENIBILE E AGRICOLTURA	
2.1 Condizioni per lo Sviluppo Sostenibile (SS).....	19
2.2 Flusso di reddito sostenibile.....	20
2.4 La pratica della sostenibilità.....	24
2.5 Sostenibilità ambientale e agricoltura.....	26
3. LE FILIERE AGROENERGETICHE: LA BIOMASSA	
3.1 Definizione di biomassa.....	36
3.2 Origine e natura della biomassa.....	37
3.3 Il comparto agricolo e le colture energetiche.....	39
3.3.1 I residui agricoli.....	39
3.3.2 Le colture dedite e contributo al fabbisogno energetico.....	43
Colture da biomassa lignocellulosica.....	45
Specie erbacee annuali.....	47
Colture oleaginose.....	56
Colture alcoligene.....	61
4. LE CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO ITALIANO	
4.1 Morfologia.....	105
4.2 Idrografia.....	107
4.3 Le principali regioni climatiche.....	109
4.4 Potenzialità delle colture energetiche: tre importanti esempi da nord a sud.....	115
4.5 Modello di valutazione dell'attitudine territoriale alla potenziale introduzione di cedui per produzione di biomassa in Italia.....	130
5. FORMAZIONE DELLE POLITICHE NAZIONALI PER LO SVILUPPO DELLE FILIERE AGROENERGETICHE: IMPLICAZIONI PER LE PRODUZIONI LOCALI	
5.1 Le politiche nazionali per l'attuazione del protocollo di Kyoto.....	190
5.2 Le biomasse nella politica nazionale.....	201
5.1.1 Incentivi all'utilizzo di biomassa per produzione di energia elettrica.....	205
Decreto attuativo Legge 244/2007.....	210
Decreto attuativo Legge 222/2007.....	215
5.2.2 Gli strumenti per la valorizzazione delle biomasse agricole per la produzione di biocarburanti.....	216
5.3 Il ruolo futuro dell'agricoltura nel sistema delle fonti energetiche rinnovabili.....	222
5.3.1 Le agroenergie una rete di sicurezza per il mondo agricolo.....	224
5.3.2 Il ruolo del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.....	226
Cosa manca e cosa si può fare.....	228
5.3.3 Il ruolo delle Regioni.....	230
Cosa manca e cosa si può fare.....	232
Conclusioni	

1. Sviluppo sostenibile e fonti di energia rinnovabile

1.1 Le origini del concetto di sostenibilità

Risulta difficile comprendere il ruolo delle fonti rinnovabili senza andare a ritroso nel tempo e considerare le origini non tanto dal punto di vista tecnico quanto più da quello culturale e politico e come queste inevitabilmente si legano e si mescolano al concetto di sostenibilità.

Concetto che si plasma e prende forma nel corso degli anni come riflesso e conseguenza degli esiti bellici della seconda guerra mondiale e del modello economico che si rivelò vincente per la nascita di istituzioni e aziende. Ritmi calanti di crescita e di produzioni in scala furono gli imperativi imposti per riconquistare il benessere che l'Italia, godeva prima di essere sopraffatta e messa a ginocchio dalla guerra. La crescita tanto sperata non solo avvenne in tempi brevi e fu più veloce del previsto, ma fu a discapito di un non oculato utilizzo delle risorse naturali, un non rispetto dell'ambiente e in uno sfruttamento smoderato del territorio. Modello che durò poco e che impattò ben presto con i movimenti ambientalisti del 1969 in Usa con la contestazione di intellettuali e studenti che spinse il governo Nixon ad adottare il *National Environmental Policy Act* e a costituire la *Environmental Agency (EPA)* organismo tecnico scientifico di supporto a tutti i settori del governo, in quanto la politica ambientale non può essere settoriale.

Nel 1972 furono stilati due documenti del tutto indipendenti ma che trattavano il medesimo problema: la dichiarazione di Stoccolma e il rapporto Club di Roma. Alla conferenza di Stoccolma organizzata dalle

Nazioni Unite hanno partecipato 110 Paesi stilando un documento di 26 principi fondamentali tutte inerenti alla salvaguardia e preservazione dell'ambiente come priorità assoluta per l'umanità. Secondo quanto riportato nel documento "le risorse della terra vanno salvaguardate a beneficio delle generazioni presenti e migliorate per evitare che in futuro si abbia il loro esaurimento". Ci si avvicina per la prima volta al concetto di sostenibilità con l'intento di mantenere uno sviluppo economico compatibile con l'equità sociale e gli ecosistemi, operante quindi in regime di equilibrio ambientale. Sviluppo economico e sociale sono quindi gli strumenti da utilizzare per consentire il raggiungimento di tali obiettivi e miglioramento del tenore di vita sulla terra. Per questo motivo le deficienze ambientali dovute a condizioni di sottosviluppo vanno contrastate e combattute con il trasferimento di congrue risorse finanziarie e tecniche dai Paesi industrializzati a quelli in via di sviluppo, senza che questo comporti però un onere economico per chi riceve. Ogni Stato quindi è richiamato ad organizzare a livello nazionale organizzazioni capaci di programmare, controllare e amministrare le risorse ambientali in modo da poter adottare a livello internazionale misure coordinate da organismi sovranazionali. Si incoraggia dunque il libero scambio di informazioni scientifiche e tecnologie e l'uso di mezzi per programmi di comunicazione delle popolazioni. Questo è quanto ribadiranno più tardi le Nazioni Unite prevedendo che una possibile soluzione possa avvenire attraverso il trasferimento di risorse e tecnologie dai Paesi industrializzati a quelli in via di sviluppo.

Nello stesso anno viene redatto un altro importante documento il rapporto "Club Roma" commissionato da un prestigioso istituto il MIT(Massachusset Institute Of Tecnology) e noto come "*Limits to growth*" ossia limiti allo sviluppo sostenibile. Il ricercatore Jay Forrester elabora un modello matematico che mette in relazione aumento della popolazione, investimenti, risorse necessarie per l'alimentazione,

necessità energetiche ed inquinamento atmosferico. Il risultato è eclatante, perché in un tempo circa di 100 anni le previsioni sono di totale esaurimento di qualsiasi risorsa con un tracollo dei sistemi industriali e forti conseguenze negative sulla popolazione. La catastrofe preannunciata nel rapporto ha un eco non indifferente su tutto il continente, tanto che diventa chiaro che un tale disastro può essere evitato solo puntando a una stabilità ecologica ed economica sostenibile nel futuro.

I 26 principi della Conferenza di Stoccolma

1. L'uomo ha un diritto fondamentale alla libertà, all'eguaglianza e a condizioni di vita soddisfacenti, in un ambiente che gli consenta di vivere nella dignità e nel benessere, ed è altamente responsabile della protezione e del miglioramento dell'ambiente davanti alle generazioni future. Per questo le politiche che promuovono e perpetuano l'apartheid, la segregazione razziale, la discriminazione, il colonialismo ed altre forme di oppressione e di dominanza straniera, vanno condannate ed eliminate.
2. Le risorse naturali della Terra, ivi incluse l'aria, l'acqua, la flora, la fauna e particolarmente il sistema ecologico naturale, devono essere salvaguardate a beneficio delle generazioni presenti e future, mediante una programmazione accurata o una appropriata amministrazione.
3. La capacità della Terra di produrre risorse naturali rinnovabili deve essere mantenuta e, ove ciò sia possibile, ripristinata e migliorata.
4. L'uomo ha la responsabilità specifica di salvaguardare e amministrare saggiamente la vita selvaggia e il suo habitat, messi ora in pericolo dalla combinazione di fattori avversi. La conservazione della natura, ivi compresa la vita selvaggia, deve perciò avere particolare considerazione nella pianificazione dello sviluppo economico.
5. Le risorse non rinnovabili della Terra devono essere utilizzate in modo da evitarne l'esaurimento futuro e da assicurare che i benefici del loro sfruttamento siano condivisi da tutta l'umanità.
6. Gli scarichi di sostanze tossiche o di altre sostanze in quantità e in concentrazioni di cui la natura non possa neutralizzare gli effetti, devono essere arrestati per evitare che gli ecosistemi ne ritraggano danni gravi o irreparabili. La giusta lotta di tutti i Paesi contro l'inquinamento deve essere appoggiata.
7. Gli Stati devono prendere tutte le misure possibili per prevenire l'inquinamento dei mari con sostanze che possano mettere a repentaglio la salute umana, danneggiare le

risorse organiche marine, distruggere valori estetici o disturbare altri usi legittimi dei mari.

8. Lo sviluppo economico e sociale è il solo modo per assicurare all'uomo un ambiente di vita e di lavoro favorevole e per creare sulla Terra le condizioni necessarie al miglioramento del tenore di vita.

9. Le deficienze ambientali dovute alle condizioni di sottosviluppo ed ai disastri naturali pongono gravi problemi e possono essere colmate, accelerando lo sviluppo mediante il trasferimento di congrue risorse finanziarie e l'assistenza tecnica, quando richiesta, in aggiunta agli sforzi compiuti da Paesi in via di sviluppo stessi.

10. Per i Paesi in via di sviluppo, la stabilità dei prezzi, adeguati guadagni per i beni di prima necessità e materie prime, sono essenziali ai fini della tutela dell'ambiente, poiché i fattori economici devono essere presi in considerazione, così come i processi ecologici.

11. Le politiche ecologiche di tutti gli Stati devono tendere ad elevare il potenziale attuale e futuro di progresso dei Paesi in via di sviluppo, invece di compromettere o impedire il raggiungimento di un tenore di vita migliore per tutti. Gli Stati e le organizzazioni internazionali dovranno accordarsi nel modo più adeguato per far fronte alle eventuali conseguenze economiche e internazionali delle misure ecologiche.

12. Si dovranno mettere a disposizione risorse atte a conservare e migliorare l'ambiente, tenendo particolarmente conto dei bisogni specifici dei Paesi in via di sviluppo, dei costi che essi incontreranno introducendo la tutela dell'ambiente nel proprio programma di sviluppo e della necessità di fornire loro, se ne fanno richiesta, aiuti internazionali di ordine tecnico e finanziario a tale scopo.

13. Per una più razionale amministrazione delle risorse e migliorare così l'ambiente, gli Stati dovranno adottare nel pianificare lo sviluppo misure integrate e coordinate, tali da assicurare che detto sviluppo sia compatibile con la necessità di proteggere e migliorare l'ambiente umano a beneficio delle loro popolazioni.

14. La pianificazione razionale è uno strumento essenziale per conciliare gli imperativi dello sviluppo con quelli della partecipazione e del miglioramento dell'ambiente.

15. Nella pianificazione edile e urbana occorre evitare gli effetti negativi sull'ambiente, ricavandone i massimi vantaggi sociali, economici ed ecologici per tutti. In considerazione di ciò, i progetti destinati a favorire il colonialismo e la dominazione razziale devono essere abbandonati.

16. Nelle regioni in cui il tasso di crescita della popolazione o la sua concentrazione eccessiva rischia di avere un'influenza dannosa sull'ambiente o sullo sviluppo, ed in quelle in cui la scarsa densità di popolazione impedisca il miglioramento dell'ambiente e

freni lo sviluppo, si dovranno adottare misure di politica demografica che, rispettando i diritti fondamentali dell'uomo, siano giudicati appropriati dai governi interessati.

17. Appropriate istituzioni nazionali devono assumersi il compito di pianificare, amministrare e controllare le risorse ambientali dei rispettivi Paesi, al fine di migliorare l'ambiente.

18. Allo scopo di incoraggiare lo sviluppo economico e sociale, la scienza e la tecnologia devono essere impiegate per identificare, evitare e controllare i pericoli ecologici e per risolvere i problemi ambientali ai fini del bene comune dell'umanità.

19. L'educazione sui problemi ambientali, svolta sia fra le giovani generazioni sia fra gli adulti, dando la dovuta considerazione ai meno abbienti, è essenziale per ampliare la base di un'opinione informativa e per inculcare negli individui, nelle società e nelle collettività il senso di responsabilità per la protezione e il miglioramento dell'ambiente nella sua piena dimensione umana. E' altresì essenziale che i mezzi di comunicazione di massa evitino di contribuire al deterioramento dell'ambiente. Al contrario, essi devono diffondere informazioni educative sulla necessità di proteggere e migliorare l'ambiente, in modo da mettere in grado l'uomo di evolversi e progredire sotto ogni aspetto.

20. La ricerca scientifica e lo sviluppo, visti nel contesto dei problemi ecologici nazionali o multinazionali, devono essere incoraggiati in tutti i Paesi, specialmente in quelli in via di sviluppo. A questo riguardo, deve essere appoggiato e incoraggiato il libero scambio delle informazioni scientifiche e delle esperienze, per facilitare la soluzione dei problemi ecologici. Inoltre, occorre che le tecnologie ambientali siano rese disponibili per i Paesi in via di sviluppo in termini tali da incoraggiare la loro larga diffusione, senza costituire per detti Paesi un onere economico.

21. La Carta delle Nazioni Unite e i principi del diritto internazionale riconoscono agli Stati il diritto sovrano di sfruttare le risorse in loro possesso, secondo le loro politiche ambientali, ed il dovere di impedire che le attività svolte entro la propria giurisdizione o sotto il proprio controllo non arrechino danni all'ambiente di altri Stati o a zone situate al di fuori dei limiti della loro giurisdizione nazionale.

22. Gli Stati devono collaborare al perfezionamento del codice di diritto internazionale per quanto concerne la responsabilità e la riparazione dei danni causati all'ambiente in zone al di fuori delle rispettive giurisdizioni a causa di attività svolte entro la giurisdizione dei singoli Stati o sotto il loro controllo.

23. Senza trascurare i principi generali concordati dalle organizzazioni internazionali o le disposizioni e i livelli minimi stabiliti con norme nazionali, sarà essenziale considerare in ogni caso i sistemi di valutazione prevalenti in ciascuno Stato, ad evitare

l'applicazione di norme valide per i Paesi più avanzati, ma che possono essere inadatte o comportare notevoli disagi sociali per i Paesi in via di sviluppo.

24. La cooperazione per mezzo di accordi internazionali o in altra forma è importante per impedire, eliminare o ridurre e controllare efficacemente gli effetti nocivi arrecati all'ambiente da attività svolte in ogni campo, tenendo particolarmente conto della sovranità e degli interessi di tutti gli Stati.

25. Gli Stati devono garantire alle organizzazioni internazionali una funzione coordinatrice, efficace e dinamica per la protezione e il miglioramento dell'ambiente.

26. L'uomo e il suo ambiente devono essere preservati dagli effetti delle armi nucleari e di tutti gli altri mezzi di distruzione di massa. Gli Stati devono sforzarsi di giungere sollecitamente ad un accordo, nei relativi organismi internazionali, sulla eliminazione e la completa distruzione di tali armi.

Si arriva nel 1987 alla definizione del concetto di sviluppo sostenibile coniato per la prima volta nel rapporto della Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo (Brundtland Commission) nel 1987 e successivamente utilizzato al summit delle Nazioni Unite tenutosi a Rio de Janeiro nel 1992. Per sviluppo sostenibile si intende:

“Lo sviluppo che risponde ai bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di rispondere ai loro propri bisogni”

Lo sviluppo sostenibile divenuta un obiettivo trasversale e allo stesso tempo uno dei settori di intervento della politica ambientale dell'Unione europea, secondo il principio per cui l'integrazione della dimensione ambientale nelle politiche dell'UE permette appunto che la crescita odierna non metta in pericolo le possibilità di crescita delle generazioni future.

Politica ambientale:

per politica ambientale si intende la salvaguardia, la tutela e il miglioramento della qualità dell'ambiente, nonché la protezione della salute umana, l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali; la promozione, sul piano internazionale, di misure

destinate a risolvere i problemi dell'ambiente a livello regionale e mondiale (articolo 174, ex articolo 130 R del trattato CE).

In sede di elaborazione, la politica ambientale è soggetta a diverse procedure decisionali a seconda dei settori cui si applicano le disposizioni da adottare. Per conseguire gli obiettivi di cui sopra, il Consiglio:

-statuisce all'unanimità, previa consultazione (parere semplice) del Parlamento europeo, del Comitato economico e sociale europeo e del Comitato delle regioni, quando si tratta di disposizioni di natura fiscale o misure concernenti l'assetto del territorio, la destinazione dei suoli (ad eccezione della gestione dei rifiuti e delle misure di carattere generale), ovvero misure che possono incidere sensibilmente sulla scelta di uno Stato membro tra diverse fonti energetiche (articolo 175, paragrafo 2);

-statuisce conformemente alla procedura di codecisione, previa consultazione del Comitato economico e sociale europeo e del Comitato delle regioni, nel caso dell'adozione di programmi di azione a carattere generale che stabiliscono gli obiettivi prioritari.

Il trattato di Amsterdam ha inserito la nozione di "sviluppo sostenibile" tra gli obiettivi dell'Unione europea ed è stata rafforzata l'integrazione della tutela dell'ambiente nelle altre politiche comunitarie soprattutto nell'ambito del mercato interno (articoli 2 e 6 del trattato CE).

È stata rafforzata la possibilità di uno Stato membro di applicare norme più rigorose rispetto a quelle armonizzate. Tali norme più rigorose devono essere compatibili con il trattato e devono essere comunicate alla Commissione. La politica ambientale è fondata sui principi di precauzione e di azione preventiva, correzione alla fonte e sul principio "chi inquina paga".

Sviluppo sostenibile

Per sviluppo sostenibile si fa riferimento ad una crescita economica atta a soddisfare le esigenze in termini di benessere delle nostre società, a breve, medio e soprattutto lungo termine, secondo l'idea che lo sviluppo deve rispondere alle esigenze del presente senza compromettere le prospettive di crescita delle generazioni future.

Il principio dell'integrazione della dimensione ambientale nella definizione e attuazione delle altre politiche, essenziale per conseguire lo sviluppo sostenibile, è stato confermato nel trattato di Maastricht.

Nel 1998, il vertice di Cardiff ha posto le basi di un'azione coordinata sul piano comunitario per integrare la dimensione ambientale. La Commissione ha quindi

presentato varie comunicazioni concernenti l'integrazione dell'ambiente in politiche come l'energia, i trasporti, l'agricoltura, il mercato interno, lo sviluppo, l'industria, la pesca e la politica economica. Alcune configurazioni del Consiglio hanno anche presentato strategie di integrazione dell'ambiente nelle politiche di loro competenza.

Nel maggio 2001 è stata adottata una strategia dell'Unione europea a favore dello sviluppo sostenibile alla quale la partnership mondiale per lo sviluppo sostenibile, adottata dalla Commissione nel 2002, ha apportato una dimensione esterna.

Al Vertice mondiale sullo sviluppo sostenibile di Johannesburg (agosto-settembre 2002) sono stati approvati nuovi obiettivi, programmi di lavoro e calendari concernenti l'acqua, le risorse ittiche, gli oceani, i prodotti chimici, la biodiversità, l'energia, la produzione e il consumo sostenibili e strategie di sviluppo sostenibile. In questo contesto l'Unione si è impegnata a conseguire obiettivi che vanno oltre quelli fissati a Johannesburg.

1.2 Le crisi e energetica e la sostenibilità

La crisi energetica del 1973 provocata dalla riduzione delle forniture petrolifere del Medio Oriente, servì a chiamare l'attenzione dell'opinione pubblica sui problemi del rifornimento energetico e del suo costo. Con lo shock era terminato l'era del consumo energetico a basso costo e si sottolineava la forte dipendenza dalle fonti fossili, nelle mani di pochi Paesi in contrasto tra di loro.

Diventa quindi chiaro che oltre a politiche orientate allo sviluppo e all'ambiente si deve tener conto di una terza variabile: l'energia.

La crisi energetica colpì non solo il mondo industrializzato ma anche i Paesi in via di sviluppo che hanno dovuto far fronte a bollette energetiche molto più alte e quindi ulteriori problemi sotto il punto di vista di risorse finanziarie.

Inevitabilmente la risposta che venne dalle istituzioni prevede una responsabilizzazione dell'utilizzo dell'energia e atteggiamenti rivolti ad una riduzione dello sfruttamento delle risorse. Furono quindi contrastati negli Usa i progetti che riguardava la costruzione del trasporto

supersonico a lungo raggio , quale il Boeing , ritenuto troppo costoso e inquinante. Così come fu clamorosa la notizia che alcuni composti di carbonio e fluoro utilizzati nel sistema di condizionamento e nelle bombolette spray, influivano in maniera pericolosa sullo strato di ozono. Il problema dell'ozono era nell'agenda delle organizzazioni ambientaliste che stavano acquisendo sempre maggiore importanza ed influenza sui governi e l'opinione pubblica. Tanto che nel 1980 il WWF collaborò con l'UNEP (United Nations Environment Strategy) che ottenne la benedizione delle Nazioni Unite. Il documento concludeva dicendo. “ Per affrontare le sfide di una rapida globalizzazione del mondo, una coerente e coordinata politica ambientale deve andare di pari passo con lo sviluppo economico e l'impegno morale”. Nulla di nuovo rispetto a Stoccolma ma c'è un chiaro segnale di impegno morale, dove per morale non si può non far riferimento che all'azione politica.

Questione quella dell'ozono che venne affrontata a Vienna nel 1985 dove venne stilato un documento che trovò piena applicazione due anni dopo nel 1987 con il protocollo di Montreal. Modello per i successivi obblighi che vennero assunti dai paesi dell'OCSE.

1.3 Il rapporto Brundtland

Negli anni ottanta dal punto di vista ambientale erano accaduti importanti avvenimenti come la tragedia di Bhopal in India (1984) e Chernobyl (1986). Inoltre la diffusione di notizie dell'aumento effetto serra dovuto all'immissione nell'aria dei gas dovuti ai processi di combustione portò in agitazione non solo l'opinione pubblica ma gli stessi Governi. Nel 1987 Gro Harlem Brundtland, Presidente della Commissione Mondiale su Sviluppo e Ambiente, presentò alle Nazioni Unite un rapporto sullo sviluppo e la sostenibilità che sarebbe rimasto nella storia. Secondo

Brundtland lo sviluppo sostenibile è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri. La sostenibilità richiede una considerazione dei bisogni e del benessere umani tali da comprendere variabili non economiche come l'istruzione e la salute, valide di per sé, l'acqua e l'aria pulita e la protezione delle bellezze naturali. Non manca il richiamo ad industrie e governi per decisioni e programmi che tengano in considerazione contemporaneamente risorse ed ambiente in modo da permettere "una continua riduzione della parte che energie e risorse hanno nella crescita, incrementando l'efficienza ed incoraggiando riduzione e riciclaggio di rifiuti. I Paesi ricchi in particolare dovranno assumere stili di vita compatibili con le risorse del pianeta, mentre quelli in via di sviluppo dovranno mantenere la crescita della popolazione e dell'economia in linea con il potenziale dell'ecosistema terrestre.

La dimensione politica del documento sconfinava nella sfera morale e ogni Stato democratico è libero di gestire il proprio stile di vita che più aggrada e risponda alle esigenze delle popolazioni. Inoltre nel Rapporto di Brundtland le istituzioni internazionali, gli enti governativi e le organizzazioni private hanno la responsabilità di garantire che politiche, programmi e bilanci, che favoriscano e sostengano attività economicamente ed ecologicamente accettabili, a breve e lungo periodo. Nasce così la *Corporate Social Responsibility*.

1.4 La convenzione sui cambiamenti climatici

Nel 1990 l'IPCC (*Intergovernmental Panel of Climate*) prese atto dei pericoli rappresentati dai cambiamenti climatici suggerendo ai Governi

un approccio globale al problema. L'Onu risultò sensibile all'appello lanciato dall'Ipcc e diede il via ad un importante negoziato sui cambiamenti climatici. L'attenzione politica fece sì che l'Europa pose in essere misure che obbligavano anche gli USA a limitare in qualche modo le emissioni di gas, arrivando a due anni dopo alla realizzazione di un'importante conferenza quella di Rio de Janeiro. Si riunirono i rappresentanti di 180 Paesi, più di 100 capi di Stato un migliaio di organizzazioni non governative, emissari di tutti i settori industriali di singole aziende, per uno degli avvenimenti più importanti a livello mondiale. Furono sottoscritte tre Dichiarazioni di Principi (quelli di Stoccolma in più la gestione sostenibile delle foreste e la riedificazione) e due Convenzioni il cui obiettivo era : ottenere una stabilizzazione dei gas serra a livelli che impediscono pericolose interferenze da parte dell'uomo sul sistema climatico. A favore dei Paesi poveri i costi della gestione del problema sarebbero ricaduti sui Paesi che principalmente avevano contribuito a creare il problema in sostanza su quelli dell'OCSE. Questi ultimi secondo anche quanto ribadito dai principi di Stoccolma si impegnavano a trasferire risorse e tecnologie ai paesi in via di Sviluppo, incapaci di far fronte autonomamente. Si fece appello al principio di cauzione menzionato nel rapporto Club di Roma e ai numerosi documenti ambientali.

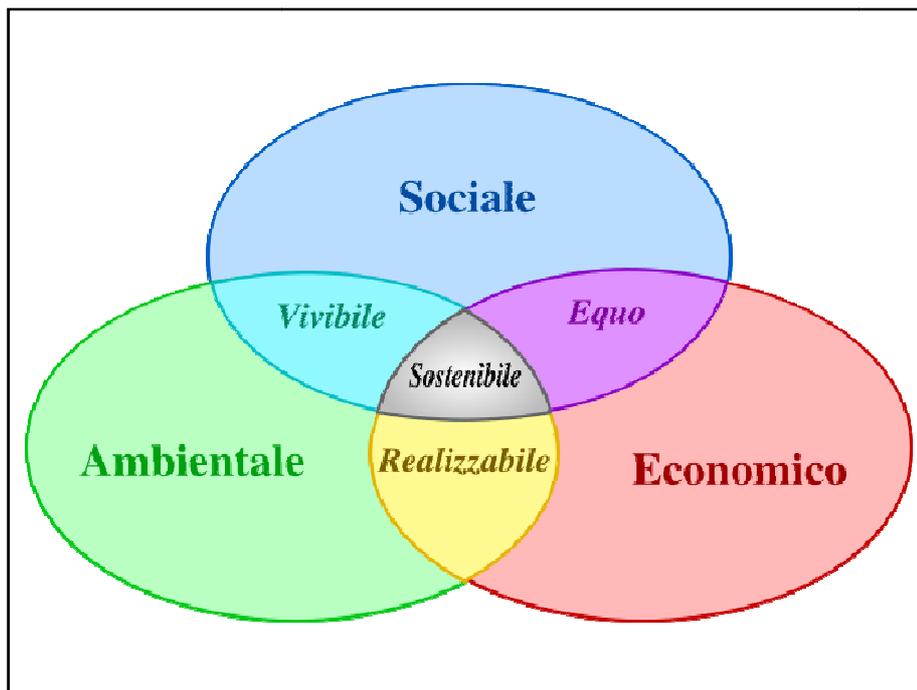
1.5 Il protocollo di Kyoto

E' l'unico accordo internazionale che sancisce una limitazione delle emissioni ritenute responsabili dell'effetto serra, degli stravolgimenti climatici e del surriscaldamento globale. Firmato a Rio de Janeiro nel 1992 durante lo storico Summit sulla Terra.

È la cosiddetta regola dell' equilibrio delle tre "E": ecologia, equità, economia. Tale definizione parte da una visione antropocentrica, infatti al

centro della questione non è tanto l'ecosistema, e quindi la sopravvivenza e il benessere di tutte le specie viventi, ma piuttosto le generazioni umane.

Figura 1-Schema dello sviluppo sostenibile, alla confluenza di tre preoccupazioni.



Fonte: Johann Dréo

Termini e condizioni

Il trattato prevede l'obbligo in capo ai paesi industrializzati di operare una riduzione delle emissioni di elementi inquinanti (biossido di carbonio ed altri cinque gas serra, ovvero metano, ossido di diazoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) in una misura non inferiore al 5% rispetto alle emissioni registrate nel 1990 — considerato come anno base — nel periodo 2008-2012.

Il protocollo di Kyōto prevede il ricorso a meccanismi di mercato, i cosiddetti Meccanismi Flessibili; il principale meccanismo è il Meccanismo di Sviluppo Pulito. L'obiettivo dei Meccanismi Flessibili è di ridurre le emissioni al costo minimo possibile; in altre parole, a massimizzare le riduzioni ottenibili a parità di investimento.

Perché il trattato potesse entrare in vigore, si richiedeva che fosse ratificato da non meno di 55 nazioni firmatarie e che le nazioni che lo avessero ratificato producessero almeno il 55% delle emissioni inquinanti; quest'ultima condizione è stata raggiunta solo nel novembre del 2004, quando anche la Russia ha perfezionato la sua adesione.

Premesso che l'atmosfera terrestre contiene 3 milioni di megatonnellate (Mt) di CO₂, il Protocollo prevede che i paesi industrializzati riducano del 5% le proprie emissioni di questo gas. Il mondo immette 6.000 Mt di CO₂, di cui 3.000 dai paesi industrializzati e 3.000 da quelli in via di sviluppo; per cui, con il protocollo di Kyōto, se ne dovrebbero immettere 5.850 anziché 6.000, su un totale di 3 milioni. Ad oggi, 174 Paesi e un'organizzazione di integrazione economica regionale (EEC) hanno ratificato il Protocollo o hanno avviato le procedure per la ratifica. Questi paesi contribuiscono per il 61,6% alle emissioni globali di gas serra.

Il protocollo di Kyōto prevede inoltre, per i Paesi aderenti, la possibilità di servirsi di un sistema di meccanismi flessibili per l'acquisizione di crediti di emissioni:

Clean Development Mechanism (CDM): consente ai paesi industrializzati e ad economia in transizione di realizzare progetti nei paesi in via di sviluppo, che producano benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas-serra e di sviluppo economico e sociale dei Paesi ospiti e nello stesso tempo generino crediti di emissione (CER) per i Paesi che promuovono gli interventi.

Joint Implementation (JI): consente ai paesi industrializzati e ad economia in transizione di realizzare progetti per la riduzione delle

emissioni di gas-serra in un altro paese dello stesso gruppo e di utilizzare i crediti derivanti, congiuntamente con il paese ospite.

Emissions Trading (ET): consente lo scambio di crediti di emissione tra paesi industrializzati e ad economia in transizione; un paese che abbia conseguito una diminuzione delle proprie emissioni di gas serra superiore al proprio obiettivo può così cedere (ricorrendo all'ET) tali "crediti" a un paese che, al contrario, non sia stato in grado di rispettare i propri impegni di riduzione delle emissioni di gas-serra.

Paesi aderenti

Nel novembre 2001 si tenne la Conferenza di Marrakech, settima sessione della Conferenza delle Parti. In questa sede, 40 paesi sottoscrissero il Protocollo di Kyōto. Due anni dopo, più di 120 paesi avevano aderito al trattato, fino all'adesione e ratifica della Russia nel 2004, considerata importante poiché questo paese produce da solo il 17,6% delle emissioni. All'aprile 2007 gli stati aderenti sono 169.

I paesi in via di sviluppo, al fine di non ostacolare la loro crescita economica frapponendovi oneri per essi particolarmente gravosi, non sono stati invitati a ridurre le loro emissioni. L'Australia, che aveva firmato ma non ratificato il protocollo, lo ha ratificato il 2 dicembre 2007.[1]

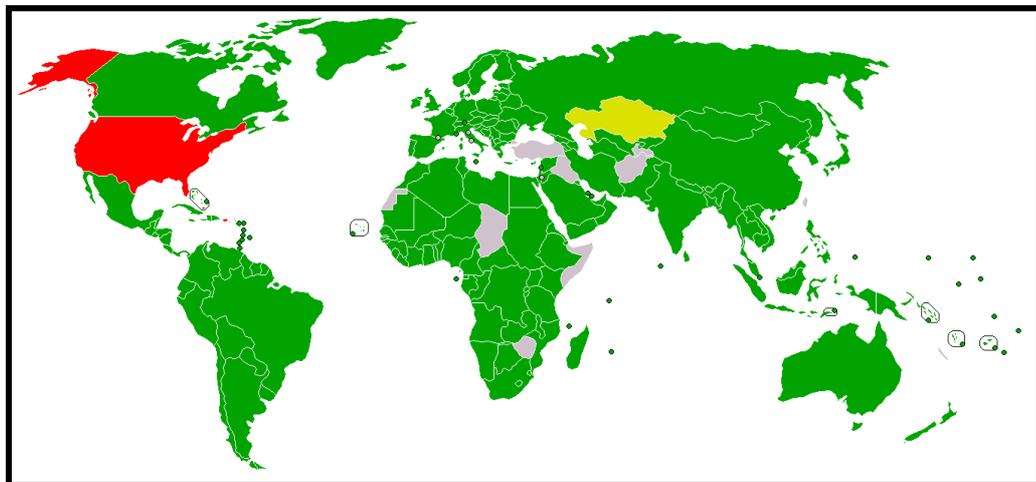
Paesi non aderenti

Tra i paesi non aderenti figurano gli USA, cioè i responsabili del 36,2% del totale delle emissioni (annuncio del marzo 2001). In principio, il presidente Bill Clinton aveva firmato il Protocollo durante gli ultimi mesi del suo mandato, ma George W. Bush, poco tempo dopo il suo insediamento alla Casa Bianca, ritirò l'adesione inizialmente sottoscritta. Alcuni stati e grandi municipalità americane, come Chicago e Los Angeles, stanno studiando la possibilità di emettere provvedimenti che permettano a livello locale di applicare il trattato. Anche se il provvedimento riguardasse solo una parte del paese, non sarebbe un

evento insignificante: regioni come il New England, da soli producono tanto biossido di carbonio quanto un grande paese industrializzato europeo come la Germania.

Il Kazakistan ha firmato il documento, ma non lo ha ancora ratificato, l'India e la Cina, che hanno ratificato il protocollo, non sono tenute a ridurre le emissioni di anidride carbonica nel quadro del presente accordo, nonostante la loro popolazione relativamente grande. Cina, India e altri paesi in via di sviluppo sono stati esonerati dagli obblighi del protocollo di Kyōto perché essi non sono stati tra i principali responsabili delle emissioni di gas serra durante il periodo di industrializzazione che si crede stia provocando oggi il cambiamento climatico. I paesi non aderenti sono responsabili del 40% dell'emissione mondiale di gas serra.

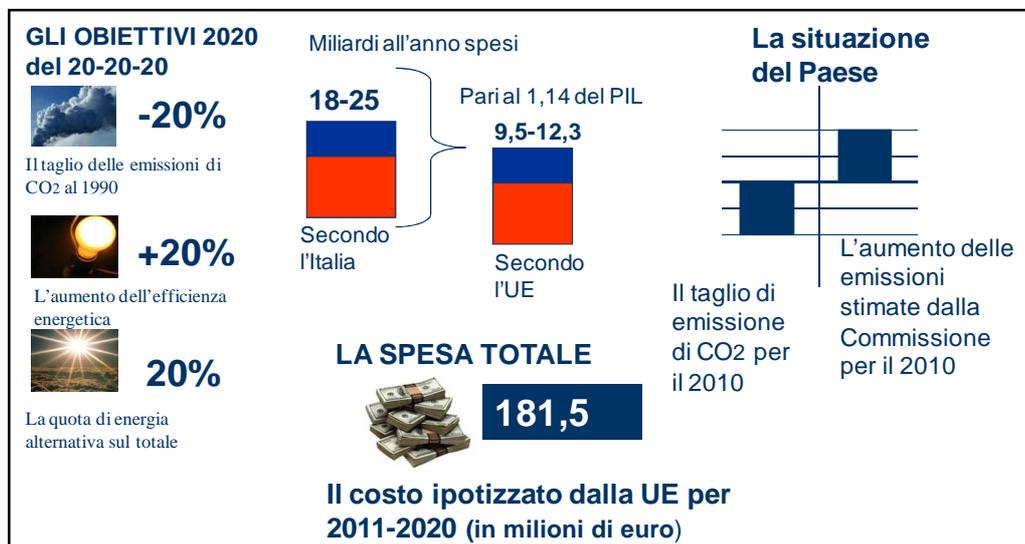
figura 1. 1- Adesione al Protocollo di Kyōto al febbraio 2006



In verde gli stati che hanno firmato e ratificato il trattato, in giallo gli stati che lo hanno firmato ma non ancora ratificato. Gli [Stati Uniti](#) hanno firmato ma hanno poi rifiutato di ratificare il trattato.

Fonte:SVG, 2007.

figura 1. 2- La politica energetica dell'Unione europea e la situazione Paese



Fonte: n.s su dati UE.

Bibliografia

ALDO IACOMELLI. "Oltre Kyoto - Cambiamenti climatici e nuovi modelli energetici", Muzzio editore, 2007.

LANZA A., "Lo sviluppo sostenibile", Il Mulino 1997.

MEADOW D. H, "I limiti dello sviluppo" , Milano, UTET, 1972.

GODET MICHEL, Creating Futures Scenario Planning as a Strategic Management Tool, Economica, 2004.

WOLFGANG SACHS, "Dizionario dello Sviluppo" (edizione italiana a cura di Alberto Tarozzi, traduzione di Marco Giovagnoli), Torino, Gruppo Abele, 1998.

L. PINASCHI, La conferenza di Rio de Janeiro su ambiente e sviluppo, in Rivista Giuridica dell'ambiente, Milano, Giuffrè, 1992.

T. TREVES, Il diritto dell'ambiente a Rio e dopo Rio, in Rivista Giuridica dell'ambiente, Milano, Giuffrè, 1993,

P. GALIZZI, La terza Conferenza delle Parti della Convenzione sul cambiamento climatico (Kyoto 1/10 dicembre 1997), in Rivista Giuridica dell'ambiente, Milano, Giuffrè, 1997.

CORDINI, Diritto ambientale comparato. 1999.

Articolo di giornale "La Stampa" Torino 4/06/1992.

UNCHE, United Nations Conference on Human Environment, 1972.

Zanetti G., (1994), "Crisi energetica: consumi, risparmi e penetrazione elettrica", Editori Laterza, 1994.

Dossier "Convenzione quadro sui cambiamenti climatici /cambiamenti climatici, 1994.

L. COZZI. Il nostro futuro energetico: risultati del World Energy Outlook, 1999.

CIDE Centro di Informazione e Documentazione Europea -
Rappresentanza in Italia

GARAGUSO G.C.MARCHISIO "S.Conferenza mondiale sull'ambiente e lo sviluppo Rio de Janeiro 1992". Milano, Franco Angeli editor, 1993

HAY, W.A." Geopolitica of Europe in Orbis", Spring 2003

MARCHISIO, RASPADORI, MANEGGIA. "Rio cinque anni dopo. Milano, Franco Angeli", 1998

WEISNFELD, P. "Economic development, a case for visionary leadership in Europe in Orbis", Spring 2003

ANDREWS O. – SLATER A. (2002), Energy Utility tackle sustainability reporting, Corporate Environmental Strategy

ATKINSON A.A. – WATERHOUSE J.H. – WELLS R.B. (1997), A Stakeholder Approach to Strategic Performance Measurement, MIT Sloan Management Review

ATKINSON G. (2000), Measuring Corporate Sustainability, Journal of Environmental Planning and Management

BANSAL P. (2005), Evolving sustainably: a longitudinal study of corporate sustainable development, Strategic Management Journal

BEBBINGTON J. – GRAY R. (2001), An account of sustainability: failure, success and a reconceptualization, Critical Perspectives on Accounting.

BELL S. – MORSE S. (2003), Measuring Sustainability, London, Earthscan.

BIEKER T., DYLLICK T., GMINDER C. U., HOCKERTS K. (2001), Towards a sustainability Balanced scorecard. Linking Environmental and social sustainability to business strategy, Research Working Paper, Institute for economy and Environment University of St. Gallen, INSEAD.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE (2002), Sustainability reporting guidelines.

Siti Web

<http://www.wwf.it>

<http://www.ansaitalia.it>

<http://www.onuitalia.it>

www.globalreporting.org.<http://europa.eu/scadplus/leg/it/s15001.htm>

www.minambiente.it/

<http://www.bp.com>

<http://www.ecb.int>

<http://www.eia.doe.gov>

<http://www.enea.it>

<http://www.nber.org>.

2. Sviluppo sostenibile e agricoltura

2.1 Condizioni per lo Sviluppo Sostenibile (SS)

La definizione di sostenibilità più conosciuta è quella della “Commissione Brundtland” [1987]: “uno sviluppo che soddisfi le esigenze del presente senza compromettere la possibilità per le generazioni future di soddisfare i propri bisogni”. Sulla base di questa definizione qualsiasi società può raggiungere l’obiettivo di sostenibilità rispettando l’equità intergenerazionale e intragenerazionale. Allora la domanda che ci si pone è di come compensare le generazioni future per i danni che le nostre attività causano oggi. Dalla teoria economica una chiara risposta può essere data attraverso i lasciti di capitale cioè la capacità dell’attuale generazione di lasciare uno stock di capitale per le generazioni future che non sia inferiore a quello che possiede attualmente garantendone il benessere.

Sviluppo sostenibile debole

L’ambiente viene considerato come capitale e affinché ci sia sostenibilità deve esserci un trasferimento alle generazioni future di uno stock di capitali che abbia che sia dello stesso ammontare, ma che può variare nelle proporzioni (esempio può essere inferiore il capitale ambientale ma viene compensato da un maggiore capitale di altro tipo). Ciò risulta possibile in quanto c’è una sostituibilità perfetta tra le diverse forme di capitale.

Sviluppo sostenibile forte

Secondo tale definizione non esiste perfetta sostituibilità tra le diverse forme di capitale, anzi ci sono alcuni elementi dello stock di capitale che non possono essere sostituiti e quindi costituiscono il così detto “capitale naturale critico”. Vista la particolare natura essi necessitano di tutela secondo la regola della sostenibilità forte.

2.2 Flusso di reddito sostenibile

Il flusso di reddito sostenibile corrisponde al livello di reddito che un Paese può permettersi senza ridurre lo stock complessivo di capitale nazionale. Nella valutazione del reddito, in molti sistemi di contabilità nazionale, non sono compresi i parametri di valutazione del capitale naturale che svolgono un ruolo fondamentale nella formazione del reddito nel tempo. L'ONU e la Comunità Europea e degli Uffici Statistici di alcuni Paesi, consapevoli dell'importanza delle risorse naturali e del loro concorso alla formazione del reddito nazionale hanno ricompreso nei loro programmi la costruzione di Conti Nazionali anche le risorse ambientali, al fine di migliorare gli interventi pubblici e di creare una contabilità estesa.

Una regola dello sviluppo sostenibile stabilisce che un'economia deve risparmiare abbastanza da poter compensare il deprezzamento del capitale fabbricato dall'uomo e del capitale naturale [Pearce e Atkinson 1992]. In sostanza il tasso di risparmio annuale per qualsiasi economia che voglia rispettare i principi di sostenibilità deve essere superiore o uguale al deprezzamento del capitale naturale e del capitale prodotto dall'uomo.

Tabella 2. 1-Test di sviluppo sostenibile in senso debole

	Tasso di Risparmio Lordo (S/Y)	Deprezzamento del Capitale Prodotto dall'uomo (Dm/Y)	Deprezzamento del Capitale Naturale (Dn/Y)	Indicatore di Sostenibilità (Z)
Finlandia	28	15	2	11
Germania	26	12	4	10
Giappone	3318	14	2	17
Regno Unito	18	12	6	0
Stati Uniti		12	4	2

I valori sono espressi rispetto al PNL S/Y è tratto dal World Bank, World Development Report.

Il valore dM/Y tratto dalle Nazioni Unite.

$$Z = \frac{S - dM - dN}{Y} > 0$$

$$Y \quad Y \quad Y$$

Fonte: Turner & Pearce, 2003

Gli studiosi che avanzano invece la tesi della sostenibilità forte considerano il livello minimo di sicurezza (LSM) per dare forma al contratto intergenerazionale (cioè trasmissione nel tempo di un'eredità di capitale). In sostanza è necessario arrivare da un compromesso fra l'impiego delle risorse e la conservazione dei patrimoni. Attraverso il contratto intergenerazionale, quindi all'eredità del capitale e alla regola del capitale costante, le generazioni attuali devono escludere i costi che portano ad un deprezzamento del capitale naturale oltre una certa soglia, a meno che i benefici siano molto elevati.

2.4 La pratica della sostenibilità

Il concetto di sviluppo sostenibile è importante e presenta sia una versione debole che una forte. A prescindere dalla connotazione che esso può assumere, secondo l'economia è possibile stabilire un quadro di norme con le quali trasferire i concetti teorici alla realtà operativa. Le norme come riportate in tabella 2.2 hanno l'obiettivo di un'utilizzazione sostenibile dello stock di capitale naturale per:

- Sopperire alle inadeguatezza del mercato
- Mantenimento capacità rigenerativa dello del capitale naturale, quindi i tassi di sfruttamento non devono
- Mutamenti tecnologici fatti attraverso un sistema di pianificazione in modo da favorire il passaggio da capitale naturale non rinnovabile a rinnovabile
- Si dovrebbe sfruttare il capitale naturale rinnovabile ad un tasso pari alla reazione di sostituzione dello stesso.
- La capacità economica limitata affinché resti all'interno della capacità di sopportazione del capitale naturale rinnovabile.

Tabella 2. 2- Pratica della sostenibilità

TIPO DI SOSTENIBILITA'	strategia di gestione (applicata a progetti, politiche e alla messa in pratica di politiche)	strumenti politici controllo dell'inquinamento e gestione dei rifiuti Politica delle materie prime conservazione e gestione delle bellezze naturali
SOSTENIBILITA' MOLTO DEBOLE	Approccio convenzionale costi-benefici: correzione del mercato e della mancanza di interventi mediante una politica dei prezzi efficiente, criterio Pareto potenziale (compensazione ipotetica); sovranità del consumatore; sostituzione infinita.	Esempio: tasse sull'inquinamento permessi rimborsi obiettivi ambientali.
SOSTENIBILITA' DEBOLE	Approccio costi-benefici modificato: applicazione estesa dei metodi di valutazione monetaria; compensazione effettiva, progetti ombra, ecc, approccio sistemico, versione debole del livello di sicurezza minimo	Esempio: tasse sull'inquinamento, permessi , rimborsi, obiettivi ambientali.

SOSTENIBILITA' FORTE	Approccio a standard fissi: principio precauzionale, valore primario e secondario del capitale naturale, regola del capitale naturale costante; autoconcentrazione duale, valore della preferenza sociale, versione forte del livello di sicurezza minimo	Esempio: standard ambientali, individuazione di zone di conservazione, standard di emissione nei processi tecnologici, imposte dissuasive, titoli assicurativi
SOSTENIBILITA' MOLTO FORTE	Abbandono dell'analisi dei costi-benefici: oppure analisi dell'efficacia dei costi severamente limitata, bioetica	standard e regolamentazione; permessi di creazione

Fonte: Turner & Pearce, 2003

2.5 Sostenibilità ambientale e agricoltura

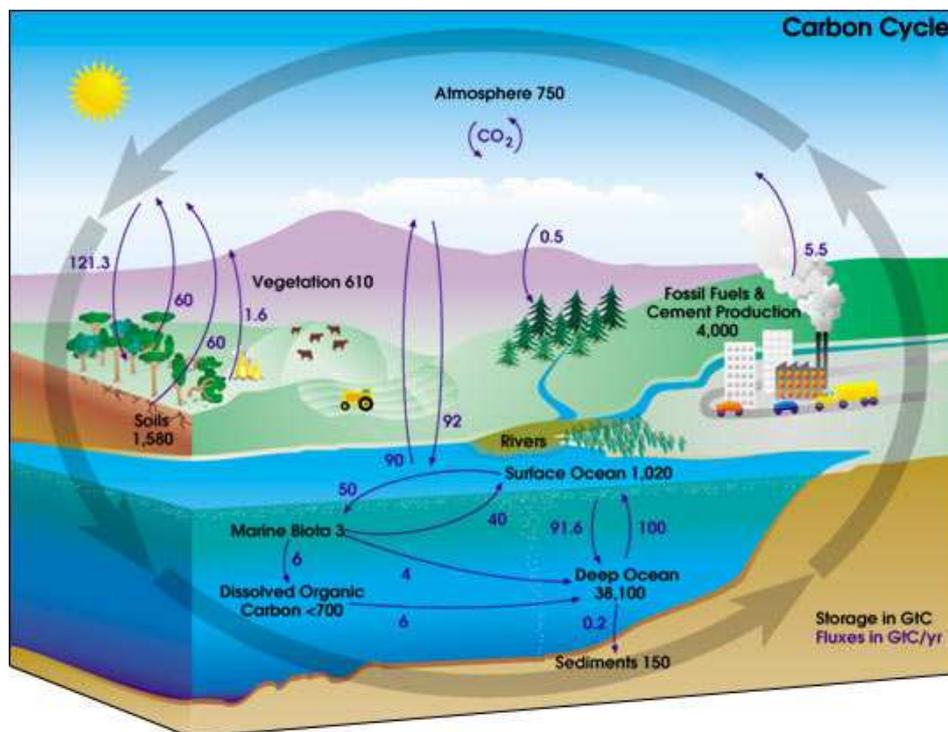
L'agricoltura incide per il 10,1% sul totale UE delle emissioni di gas serra (Agenzia Europea dell'Ambiente, 2005) e può contribuire al loro contenimento, in termini di fissazione temporanea di carbonio nei suoli, nelle produzioni vegetali e arboree e, soprattutto, nella produzione di biomasse agro-forestali da impiegare a fini energetici, con effetti sostitutivi dei combustibili fossili e riduzione delle emissioni di CO₂. Le attività che possono aumentare o conservare i carbon stocks (figura 2.1) sono di supporto alle strategie di contenimento e riduzione delle emissioni nel settore energetico, in attesa che si diffondano tecnologie pulite e alternative ai combustibili fossili (Pettenella et al 2006). I metodi possibili di compensazione nel ciclo del carbonio attraverso il settore primario sono quindi tre:

- conservazione delle riserve di carbonio attraverso la protezione dei suoli e delle foreste esistenti;

- aumento delle riserve di carbonio biologico attraverso una migliore gestione delle attività nel settore;
- sostituzione di combustibili fossili con biomasse.

I primi due ambiti d'intervento sono riferiti alle politiche di mitigazione, mentre la sostituzione di combustibili fossili con biomasse fa riferimento alle politiche di riduzione delle emissioni.

Figura 2. 1-Diagramma del ciclo del carbonio.

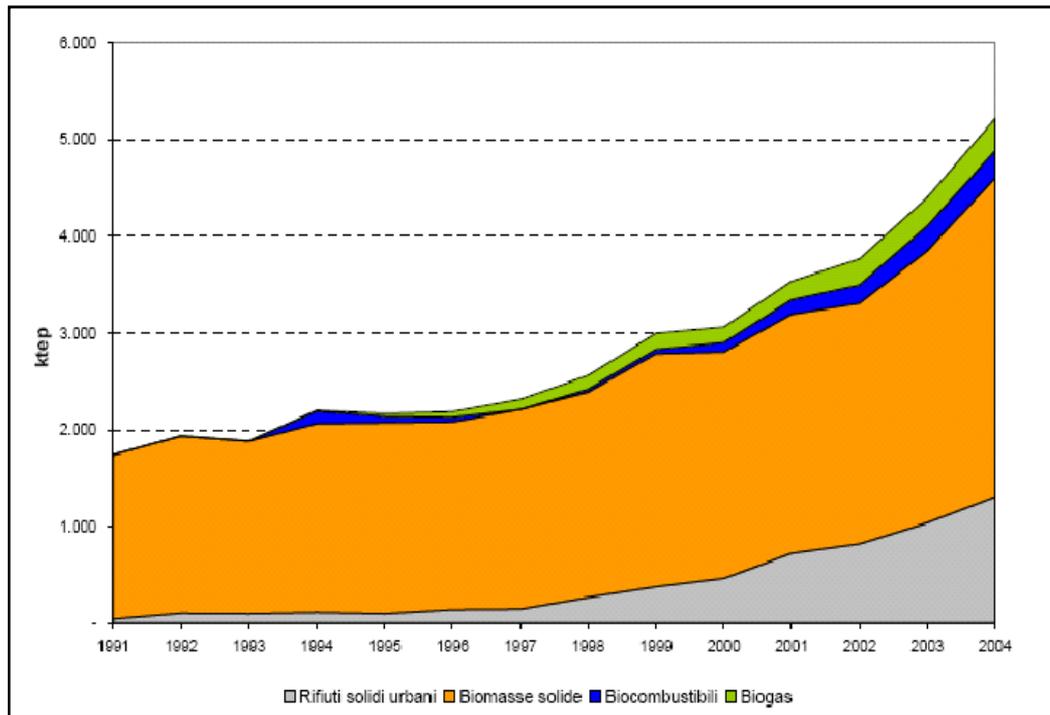


Fonte: NASA, 2006. (I numeri neri indicano la riserva di carbonio in ogni distretto, in miliardi di tonnellate. I numeri blu indicano quanto di questo carbonio viene mobilizzato ogni anno da una riserva all'altra).

Le attività agro-forestali possono avere un ruolo positivo in termini di fissazione temporanea di carbonio nei suoli, nelle colture erbacee e arboree e nelle biomasse forestali, sia in siti che ex siti nei prodotti a base di fibre legnose (Houghton, 2003; Ciccarese et al., 2005). La produzione di biocombustibili attraverso le attività agro-energetiche ha invece la funzione di sostituire i combustibili tradizionali riducendo le emissioni di carbonio fossile in atmosfera⁶. La CO₂ prodotta durante la combustione delle biomasse è controbilanciata dalla CO₂ assorbita dalle piante durante la loro crescita, si tratta quindi di CO₂ “rinnovabile”, a fronte di quella “fossile” emessa con la combustione delle tradizionali fonti energetiche. I biocombustibili, quindi, attuano la loro azione nei confronti degli obiettivi del protocollo di Kyoto tramite una sostituzione diretta delle fonti fossili con quelle rinnovabili, mentre la momentanea immobilizzazione della CO₂ nel corso della loro produzione ha un effetto del tutto marginale (Kirschbaum 2003).

Tra le diverse fonti rinnovabili, le biomasse di origine agro-forestale rappresentano per diverse regioni italiane, una delle opzioni più concrete in termini di potenziale energetico, opportunità per lo sviluppo locale e rilancio del settore agricolo, i diversi piani energetici hanno quindi, caso per caso, delineato gli obiettivi strategici per lo sviluppo locale delle bioenergie.

Figura 2. 2- Consumi di energia primaria da biomasse in Italia per tipo di fonte



Fonte: Aforis, 2007.

2.5.1 Il contributo dell'agricoltura e un possibile bilancio netto alla sottrazione di CO₂

Le biomasse dedicate possono contribuire, più di qualunque altra fonte biologica ad una sottrazione netta di CO₂ e ciò per effetto di un'azione combinata di immobilizzazione diretta, come per le foreste, e di sostituzione dei combustibili fossili. Inoltre le colture dedicate si presentano come la risposta più immediata alle richieste di incremento delle biomasse per energia, puntando sulla disponibilità dell'agricoltura ad elevare le attuali produzioni e sulla programmabilità di interventi produttivi in questo campo.

Si tratta in tal senso di creare un'alleanza tra il processo di produzione di energia e l'agricoltura, in modo da stimolare la rotazione di biomasse con

le colture alimentari, o come secondo raccolto, ad esempio utilizzando colture estive a crescita rapida.

I vantaggi ambientali di un simile programma sono molti: maggiore humus dei suoli; migliorare il bilancio netto della CO₂; migliorare la fertilità dei suoli, fornendo così un'ulteriore compensazione in aggiunta al valore delle produzioni. Con la coltivazione di biomassa si creano quindi le condizioni per:

IMMOBILIZZAZIONE NELLE BIOMASSE:

Come per le foreste riguarda il carbonio temporaneamente sequestrato nella massa vegetale ed è pari a 4,5 t/ha di carbonio per 9 t/ha di biomasse, equivalenti a 15,5 t/ha di CO₂.

IMMOBILIZZAZIONE DELL'HUMUS:

Il contributo all'umificazione innescato dalla rotazione recupera al processo anche i residui delle colture alimentari, raddoppiando il substrato disponibile. Considerando un'isoumificazione dello 0,2 ed una persistenza del 97%, ne deriva la formazione di 1,16 t/ha di humus l'anno, equivalente all'immobilizzazione di 2,7 t/ha di CO₂ o di 0,73 t/ha di carbonio, che può proseguire per parecchi decenni.

SOSTITUZIONE DELLE FONTI FOSSILI:

Il contributo maggiore al bilancio netto della CO₂ deriva dalla sostituzione delle fonti fossili. Considerando un'equivalenza di 0,37 in potere calorico rispetto al petrolio (0,37 tep), una produzione di 6 t/ha di sostanza secca, o 10 t/ha di combustibile, equivale alla riduzione di 1 t di CO₂/ha e può supportare una potenza di 1 KWe/ha.

La formulazione di un bilancio netto della sottrazione annuale di CO₂, prendendo in considerazione il contributo derivante dalle 9 t/ha sul 10% della SAU nazionale (12,2 milioni di ha), includendo - inoltre il 5% dei valori di immobilizzazione nelle biomasse (saturabile in 20 anni) insieme al 100% dei valori dell'immobilizzazione nell'humus (considerando la

sua durata media superiore a 100 anni) e della sostituzione delle fonti fossili, potrebbe essere:

tabella 2. 3- Bilancio complessivo riduzione CO2 sul 10% della SAU.

	Prodotto (t/ha ss)	CALCOLO PER 1,22 Mha			
		Mtep	Potenza MWe	CO2 (Mt)	Carbonio (Mt)
Sequestro nelle biomasse	9,0	-	-	0,5	0,1
Sequestro nell'humus	3,0 +3,0	-	-	3,3	0,9
Sostituzione di fonti fossili	7,2	4,5	1.200	14,2	3,3
Totale	9,0 + 3,0	4,5	1.200	16,0	4,2

TEP (tonne of oil equivalent) è un'unità di misura di energia ed equivale a 42 miliardi di joule o o 11.630 MWh

1Mtep= 1 milione di tonnellate equivalenti di petrolio

MWE= potenza equivalente elettrica generata

Fonte: n.s. elaborazione su dati Mipaaf e Mise

Anche sul fronte dei biocarburanti è possibile fare un potenziale bilancio di abbattimento di CO₂, rispetto all'utilizzo dei carburanti fossili tradizionali e dai dati si evincono i valori positivi che non fanno altro che contribuire a rafforzare la tesi secondo la quale un progressivo utilizzo di biomassa da filiere agro energetiche non può che contribuire in maniera significativa al problema di immissione dei gas serra.

tabella 2. 4- Riduzione netta CO2 rispetto utilizzo carburanti tradizionali.

RISPETTO UTILIZZO CARBURANTI TRADIZIONALI	Riduzione netta di CO2 (Ghg saving*)
Bioetanolo da canna da zucchero	65%
Bioetanolo da mais	15-20%
Bioetanolo da frumento	15-20%
Bioetanolo da materiali ligno-cellulosico	55-95%
Biodisel olio di palma	n.d
Biodisel da soia	95%
Biodisel da colza	n.d
Biodisel da mais	40%

Fonte:Workshop 20013, UNIVPM.

Bibliografia

R.K. TURNER, D.W. PEARCE, I. BATEMAN, *ECONOMIA AMBIENTALE*, IL MULINO, BOLOGNA, 2003.

R. CAPELLO, “*ECONOMIA REGIONALE*”, Il Mulino, Bologna, 2004.

L. SACCO, “*Economia dell’ambiente*”, 2006.

BARDE J., PEARCE D.W *Valutare l’ambiente, costi e benefici della politica ambientale*, Bologna, Il Mulino, 1993.

EINARSSON P “*Agricultural trade policy as if food security and ecological sustainability mattered*, Swedish Society for Nature Conservation, 2000.

FAO “*World watch list for domestic animal diversity, Terza edizione*” Roma, 2000.

FAO “*Domestic Animal Database, Information System*”, <http://dad.fao.org>, 2003.

KAHNEMAN D., KNETSCH J. (1992): *Valuing public goods: The purchase of moral satisfaction*, *Journal of Environmental Economics and Management*, 22.

MARINO D “*Politiche di sviluppo basate sulla conservazione e la valorizzazione delle risorse genetiche vegetali*”, XVIII, 1997.

ALESSANDRO LANZA “*lo sviluppo sostenibile*” Il Mulino, 1997.

VIRGINIO BETTINI “*L’impatto ambientale*” C.U.E.N, 1995.

HOUGHTON, “*Negative values indicate an accumulation of carbon*”, 2003

CICCARESE ET AL. “*Workshop on Technologies for Healthcare & Healthy Lifestyle*”, 2005)

Principali unità di misura e fattori di conversione

Unità di misura	simbolo	grandezza
Caloria	cal	calore
Joule	J	calore
Wattora	Wh	energia

Equivalenze tra unità di misura di energia e calore

	kJ	kcal	KWh
1 kJ	1	0,2388	0,000278
1 kcal	41,868	1	0,001163
1 kWh	3.6	860	1

3. Le filiere agroenergetiche: la biomassa

3.1 Definizione di biomassa

Prima che fosse recepita la Direttiva 2001/77/CE sulla “promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili” e entrasse in vigore il D.Lgs. 29 dicembre 2003 n. 387, che definisce in maniera chiara per la prima volta la biomassa, le diverse fonti legislative ed istituzionali nazionali davano significati diversi e a volte addirittura contraddittori del termine.

Il concetto di biomassa appare per la prima volta nel decreto legislativo Ronchi¹ con la definizione della categoria rifiuti. Per il decreto Ronchi tutte le sostanze residui di lavorazione, anche se di origine vegetale e non trattate, rientrano nella categoria di rifiuto. In particolare nell’art. 6 si intende per rifiuto qualsiasi sostanza od oggetto che rientra nelle categorie di residui di produzione o di consumo in appresso non specificati, residui di processi industriali (ad esempio scorie, processi di distillazione, ecc.) e qualunque altra sostanza, materia o prodotto che non rientri nelle categorie sopra elencate e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l’obbligo di disfarsi. Vengono invece considerati rifiuti speciali, secondo l’articolo sette, i rifiuti da attività agricole e agro-industriali e da lavorazioni industriali.

Secondo la Legge n.10 del 9 gennaio 1991², “Norme per l’attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia” tra

¹ D. Lgs Ronchi n.22, 5 febbraio 1997 pubblicato sulla G.U. n° 109 del 13 maggio 1998.

² Legge n.10 del 9 gennaio 1991 pubblicata sulla G.U. n.13 del 6 gennaio 1991.

le fonti rinnovabili definite all'art. 3, comma 3, è annoverata anche la trasformazione dei rifiuti organici ed inorganici o di prodotti vegetali. Si arriva nel 1999 con il Decreto legislativo di Bersani e l'“Attuazione della direttiva 96/92/CE³ recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica”. Il Decreto Bersani definisce, fra le fonti rinnovabili, la trasformazione in energia elettrica di prodotti vegetali e rifiuti organici ed inorganici (art.2, comma 15). Nello stesso anno segue il decreto del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali n.401, 11 settembre 1999, "Regolamento recante norme di attuazione dell'articolo 1, commi 3 e 4, del decreto legislativo 30 aprile 1998, n.173⁴, per la concessione di aiuti a favore della produzione ed utilizzazione di fonti energetiche rinnovabili nel settore agricolo". Il regolamento, all'art.1, comma 3, definisce biomasse: la legna da ardere, altri prodotti e residui lignocellulosici puri, sottoprodotti di coltivazioni agricole, ittiche e di, trasformazione agro-industriale, colture agricole e forestali dedicate, liquami e reflui zootecnici ed acquicoli. Nel maggio del 2000 arriva la proposta di Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. La Direttiva, all'art. 2, comma 1, definisce biomasse: scarti vegetali provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dall'industria alimentare nonché cascami di legno non trattati e cascami di sughero. Alla direttiva è seguita la decisione della Commissione 2001/C 37/03⁵, “Disciplina comunitaria degli aiuti di Stato per la tutela dell'ambiente”. Tra le definizioni di fonti di energia rinnovabili vengono menzionate anche le biomasse: “... e della biomassa nelle sue diverse forme (prodotti dell'agricoltura e della silvicoltura,

³ Attuazione della direttiva 96/92/CE pubblicata sulla G.U. n.75 del 31 marzo 1999.

⁴ Decreto legislativo 30 aprile 1998, n.173, pubblicato sulla G.U. del 5 novembre 1999.

⁵ Decisione della Commissione 2001/C 37/03 pubblicata sulla GUCE C 37 del 3.2.2001.

scarti vegetali provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dall'industria alimentare, nonché cascami di legno e di sughero non trattati)".

Nella posizione Comune (CE) n.18/2001 definita dal Consiglio il 23 marzo 2001 in vista dell'adozione della direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità all'articolo 2, lettera b), le biomasse vengono così definite: "la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani".

La definizione di biomasse risulta qui più ampia perché anche i rifiuti possono essere utilizzati come fonti energetiche purché gli Stati membri rispettino la normativa comunitaria vigente in materia di gestione dei rifiuti. L'articolo 3, comma 1, punto n) afferma che negli impianti di combustione per uso industriale è consentito l'uso, come combustibile, delle biomasse come individuate nell'allegato del decreto e con il termine biomasse vengono individuate le seguenti tipologie di sostanze:

- a) materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate
- b) materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate
- c) materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzioni forestali e da potatura;
- d) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, granulati e cascami di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, tondelli non contaminati da inquinanti, aventi le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego;

e) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli, avente le caratteristiche previste per la commercializzazione e l'impiego.

Si arriva così nel 2003 D.Lgs n. 387 del 29 dicembre ⁶ad una prima definizione della biomassa:

“la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall’agricoltura (comprendente sostanze vegetali ed animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali ed urbani”.

Il D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 “Norme in materia ambientale” (testo unico sull’ambiente), chiude il quadro di riferimento di definizione del concetto di biomassa identificandole secondo le diverse tipologie di materiale vegetale e ribadendo la classificazione della Direttiva CE n. 18 del 2001. Secondo tale decreto, quindi, le categorie di biomasse che, pur essendo interamente organiche e quindi rinnovabili, hanno subito trattamenti o condizionamenti chimici (ad esempio vinacce e oli da spremitura chimica) non vengono annoverate nella categoria di biomasse e, nel caso di produzione di energia elettrica, non possono usufruire dei certificati verdi.

3.2 Origine e natura della biomassa

Secondo quanto definito dalla normativa il termine biomassa riunisce una gran quantità di materiali di natura estremamente eterogenea di origine biologica (forestale, agricola e animale) dalla quale è possibile ottenere bioenergia, cioè energia generata da fonti che per loro caratteristica intrinseca si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani" e il cui utilizzo non pregiudica le risorse naturali per

⁶ Recepimento della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

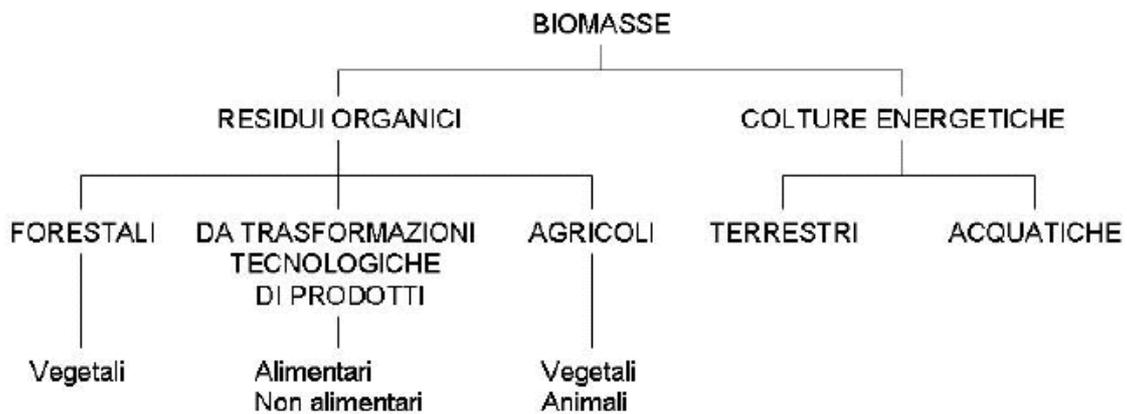
le generazioni future. Difatti l'energia da biomassa rappresenta una forma sofisticata di accumulo di energia solare, mediante il processo di fotosintesi, che consente di convertire l'energia radiante in energia chimica e stoccarla sotto forma di molecole complessa a elevato contenuto energetico.

La definizione di biomassa data dalla direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili e recepita a livello nazionale dal decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, riunisce un'ampia categoria di materiali di origine vegetale e animale, compresa la parte biodegradabile dei rifiuti. Per semplicità le biomasse idonee alla trasformazione energetica, sia che essa avvenga utilizzando direttamente la biomassa o previa trasformazione della stessa in un combustibile solido, liquido o gassoso, possono essere suddivise per comparto di provenienza nei seguenti settori:

- comparto forestale e agroforestale: residui delle operazioni selvicolturali o delle attività agroforestali, utilizzazione di boschi cedui, ecc;
- comparto agricolo: residui colturali provenienti dall'attività agricola e dalle colture dedicate di specie lignocellulosiche, piante oleaginose, per l'estrazione di oli e la loro trasformazione in biodiesel, piante alcoligene per la produzione di bioetanolo;
- comparto zootecnico: reflui zootecnici per la produzione di biogas;
- comparto industriale: residui provenienti dalle industrie del legno o dei prodotti in legno e dell'industria della carta, nonché residui dell'industria agroalimentare;
- rifiuti urbani: residui delle operazioni di manutenzione del verde pubblico e frazione umida di rifiuti solidi urbani.

Si comprende quindi che nel termine biomassa sono raggruppati materiali che possono essere anche molto diversi tra loro per caratteristiche chimiche e fisiche.

Grafico 1- Schema delle varie tipologie di biomasse e loro provenienza.



Fonte: n.s elaborazione.

3.3 Il comparto agricolo e le colture energetiche

A partire dagli anni ottanta i Paesi industrializzati del mondo Occidentale hanno realizzato e promosso progetti finalizzati allo studio delle colture agrarie come possibili fonti di biomassa per la produzione di energia e delle tecniche più adatte alla loro coltivazione. Il comparto agricolo svolge, quindi e svolgerà un importante ruolo nella produzione di biomasse a fini energetici, sia per la parte di materiali residuali che per le coltivazioni dedite.

I principali prodotti del settore sono:

- ✓ residui colturali, di natura composita, provenienti dalle coltivazioni di cereali e altri seminativi;
- ✓ i residui colturali legnosi provenienti dalla gestione di vigneti e frutteti;
- ✓ le biomasse lignocellulosiche da colture arboree ed erbacee dedicate;
- ✓ i prodotti delle colture oleaginose (semi, ecc.) per la produzione di oli vegetali e biodiesel;
- ✓ i prodotti delle colture alcoligene (tubercoli, granella, ecc.) per la produzione del bioetanolo.

3.3.1 I residui agricoli

I residui agricoli comprendono l'insieme dei sottoprodotti derivati dalla coltivazione di colture, generalmente a scopo alimentare, altrimenti non utilizzabili o con impieghi alternativi marginali. I residui agricoli nonostante sono facilmente accessibili presentano alcune criticità legate allo sfruttamento e alla resa produttiva per unità di superficie e la composizione chimica per biomassa. Non tutti i residui provenienti da questo comparto sono utilmente destinabili alla produzione di energia sia a causa delle loro caratteristiche fisiche ed energetiche, sia a causa di barriere economiche (costi di raccolta, bassa densità per unità di superficie) che ne limitano le possibilità di impiego.

Sono ritenuti idonei alla trasformazione energetica i seguenti prodotti residuali:

1. paglie dei cereali autunno-vernini (frumento tenero e duro, orzo, avena, segale);
2. stocchi, tutoli e brattee di mais;
3. paglia di riso;
4. sarmenti di potatura della vite;
5. ramaglia di potatura dei fruttiferi;

6. frasche di olivo.

Tabella 1- Le principali caratteristiche chimico-fisiche dei residui colturali

Sottoprodotto agricolo	Umidità alla raccolta (%)	Produzione media (t/ha)	Rapporto C/N ⁷	Ceneri (% in peso)	P.C.I. (kcal/kg ss)
Paglia frumento tenero	14-20	3-6	120-130	7-10	4.100 -4.200
Paglia frumento duro	14-20	3-5	110-130	7-10	4.100 -4.200
Paglia altri cereali autunno - vernini	14-20	3-3,5	60-65	5-10	3.300 -3.400
Paglia riso	20-30	3-5	40-60	10-15	3.700 -3.800
Stocchi mais	40-60	4,5-6	70-80	5-7	4.000 -4.300
Tutoli e brattee di mais	30-55	1,5-2,5	70-80	2-3	4000 -4.300
Sarmenti vite	45-55	3-4	60-70	2-5	4300 -4.400
Frasche di olivo	50-55	1-2,5	30-40	5-7	4.400 -4.500
Residui fruttiferi	35-45	2-3	47-55	10-12	4300 - 4.400

Fonte: Riva 1990: ITABIA, 1999

Le paglie dei cereali quali frumento tenero e duro, orzo, avena, che rappresentano il principale sottoprodotto dei cereali autunno-vernini, coltivati per la produzione di granella. Sebbene questo materiale frequentemente venga lasciato sul campo per essere interrato oppure venga raccolto e utilizzato come lettiera o, più raramente, come alimento per gli animali, può trovare utilità anche a fini energetici: la paglia è infatti caratterizzata da un p.c.i.⁸ che varia tra 3.300-4.200 kcal/kg di sostanza secca (ss) e ha un'umidità alla raccolta del 14-20%. Tuttavia la quantità disponibile, per ettaro di superficie, è piuttosto bassa e varia tra

⁷ Il rapporto C/N, cioè tra carbonio e azoto, è un indice di lignificazione del materiale e d'attitudine alla combustione. Il contenuto d'acqua dei sottoprodotti colturali al momento della raccolta dipende dalle caratteristiche fisiologiche della coltura da cui derivano, dal tempo di permanenza in campo e dall'andamento climatico in tale periodo. L'acqua presente riduce la sostanza secca nel materiale e comporta perdite energetiche per l'evaporazione durante la combustione.

⁸ Il PCI rappresenta la quantità d'energia termica sviluppabile dalla combustione di un chilogrammo di sostanza secca di materiale, solitamente indicata in MJ/kg di sostanza secca.

3 e 6 t/ha anno, in proporzione alla quantità di granella raccolta. Quando è prevista la raccolta, le paglie vengono lasciate in andane (file parallele) dalla mietitrebbiatrice e, successivamente, confezionate in balle. Il periodo utile per tale operazione è di 15-45 giorni dopo la raccolta della granella, in funzione del periodo di trebbiatura (giugno-luglio), dell'andamento climatico e dell'ordinamento colturale (tale periodo si riduce a pochi giorni qualora il cereale preceda una coltura di secondo raccolto come nel caso, ad esempio, dell'orzo seguito dal mais).

Diversa è la situazione **per la paglia di riso** che presenta caratteristiche buone per la biomassa con un p.c.i. di 3.700-3.800 kcal/kg di ss e un'umidità alla raccolta del 20-30%. La produttività media varia da 3 a 5 t/ha anno. La paglia di riso tuttavia è un residuo agricolo che presenta un recupero relativamente problematico. La raccolta, che deve avvenire dopo quella del prodotto principale, si effettua infatti nel periodo autunnale, caratterizzato da un'elevata piovosità, e su terreni con difficoltà di sgrondo delle acque. Attualmente la paglia di riso viene utilizzata come lettiera per animali. Il suo impiego come combustibile avviene generalmente nell'ambito dello stesso ciclo produttivo del prodotto principale e, in particolare, in fase di essiccazione dello stesso.

Stocchi, tutoli e brattee di mais

I sottoprodotti del mais da granella sono gli stocchi, i tutoli e le brattee di mais hanno un p.c.i. di 4.000-4.300 kcal/kg di ss e un'umidità alla raccolta del 30-55%. Il quantitativo complessivamente raggiungibile, raccolto direttamente dalla mietitrebbiatrice, varia tra 1,5 e 2,5 t/ha, in base alle condizioni della coltura al momento della trebbiatura e alle caratteristiche costruttive della barra di raccolta. Gli stocchi sono caratterizzati da un p.c.i. di 3.700-3.800 kcal/kg di ss e da un'umidità alla raccolta del 40-60%. La produttività è di circa 4-5 t/ha anno. Attualmente sono utilizzati per lo più come lettiera negli allevamenti ma

possono trovare impiego anche a fini energetici. Possono essere recuperati successivamente alla raccolta della granella. Il periodo utile per la raccolta risulta essere indicativamente di 30-40 giorni, se tale operazione è effettuata prima dell'inverno, di 50- 90 giorni se l'intervento è realizzato nella primavera successiva (nel caso del mais in monosuccessione). La raccolta tardo-autunnale generalmente comporta maggiori criticità dovute all'elevato tasso di piovosità media tipico di questo periodo che aumenta l'umidità del prodotto e quindi ne riduce la qualità (sviluppo con muffe, perdite di sostanza secca sia in pre che in post raccolta, imbrattamento con fango), oltre a generare difficoltà nella transitabilità del terreno. La raccolta meccanica degli stocchi non presenta particolari difficoltà tecnico- operative: i cantieri di lavoro attualmente adottati prevedono la trinciatura (riduzione del materiale in piccole scaglie) e l'andanatura (disposizione del materiale in campo lungo file lineari) prima del confezionamento in balle cilindriche. In taluni casi alla trinciatura segue il trasporto diretto allo stoccaggio.

Sottoprodotti **delle colture arboree da frutto** (vite, ulivo, altri fruttiferi). Derivano dalle operazioni di potatura dei frutteti che si eseguono in epoche e con cadenze variabili in funzione delle colture attuate, nel periodo di riposo vegetativo. Nella pratica, tale materiale viene allontanato dall'appezzamento per evitare lo sviluppo di possibili fitopatologie. La possibilità di recuperare i residui di potatura (sarmenti di vite, frasche di olivo, ramaglie di frutteti) per un loro utilizzo a fini energetici è legata alla possibilità di procedere alla raccolta del materiale e, quindi, in funzione alla densità d'impianto, alle modalità di potatura e al conseguente accrescimento delle piante (la forma di allevamento) nonché alla disposizione (grado di frammentazione e pendenza) del terreno.

3.3.2 Le colture dedite e contributo al fabbisogno energetico

Con la riforma della Politica Agricola Comunitaria (PAC) si è deciso di dare una visione multifunzionale al mondo agricolo. Per multifunzionalità, secondo la definizione indicata dall'Unione Europea, si intende “il nesso fondamentale tra agricoltura sostenibile, sicurezza alimentare, equilibrio territoriale, conservazione del paesaggio e dell'ambiente, nonché garanzia dell'approvvigionamento alimentare”.

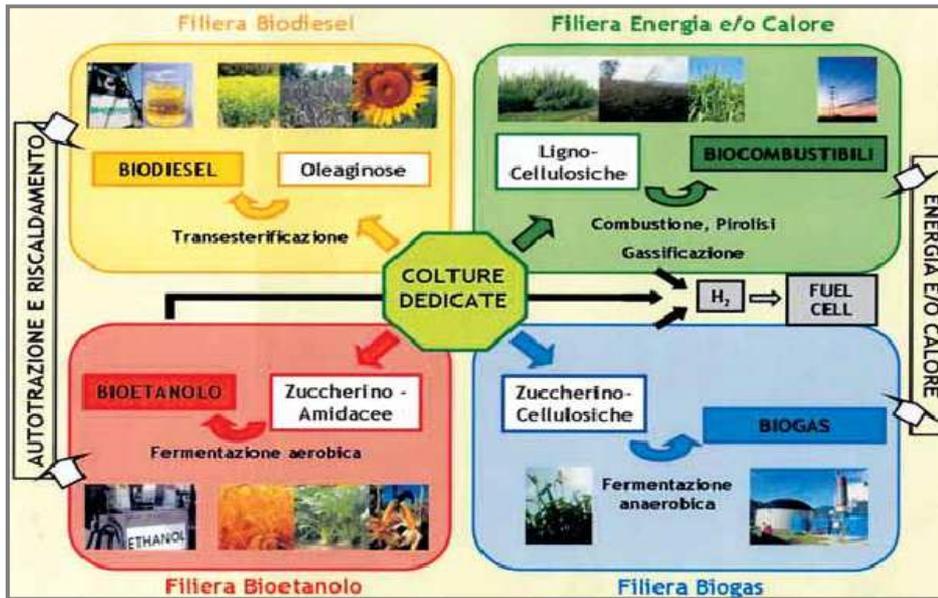
Attraverso la tutela del territorio e l'utilizzo di modelli colturali a basso input quindi le colture dedicate assumono un ruolo strategico nell'attuazione delle politiche agricole. Il concetto di biomassa diventa sinergico al concetto di diversificazione e rientra nella sfera della multifunzionalità., cioè la biomassa rappresenta un bene non alimentare destinato ad altri usi e l'imprenditore agricolo potrebbe fornire servizi di pubblica utilità quali la fornitura di calore e/o elettricità, in linea con il principio della sostenibilità ambientale ed economica

Con il termine “colture dedicate” o “colture energetiche” si fa riferimento a coltivazione destinate alla produzione di biomassa per la produzione di energia elettrica e/o termica.

Possono esse raggruppare in tre categorie principali:

1. colture da biomassa lignocellulosica;
2. colture oleaginose;
3. colture alcoligene.

Figura 2- Multifunzionalità delle colture dedicate



Fonte: ERMESA Agricoltura, 2005.

Colture da biomassa lignocellulosica

Comprendono specie erbacee o legnose caratterizzate dalla produzione di biomassa costituita da sostanze solide composte principalmente da lignina e o cellulosa. Sono suddivise in tre specie come riportato di seguito in tabella .

Tabella 2- Colture da biomassa.

	Specie	Ciclo di produzione	Prodotto intermedio	Prodotto trasformato
Lignocellulosiche	Kenaf	Erbacea annuale	Fibra	Legno e fibre sminuzzate
	Canapa	Erbacea annuale	Fibra	
	Miscanto	Erbacea poliennale	Fibra	
	Canna comune	Erbacea poliennale	Fibra	
	Sorgo da fibra	Erbacea annuale	Fibra	Fascine di residui
	Cardo	Erbacea poliennale	Fibra	

	Panico	Erbacea poliennale	Fibra
	Robinia	Erbacea poliennale	Legno
	Ginestra	Erbacea poliennale	Legno
	Eucalipto	Erbacea poliennale	Legno
	Salice	Erbacea poliennale	Legno
	Pioppo	Erbacea poliennale	Legno

	Specie	Ciclo di produzione	Prodotto intermedio	Prodotto trasformato
Oleaginose	Colza	Erbacea annuale	semi oleosi	Olio vegetale
	Girasole	Erbacea annuale	semi oleosi	
	Soia	Erbacea annuale	semi oleosi	
	Ricino	Erbacea annuale	semi oleosi	
	Cartamo	Erbacea annuale	semi oleosi	
	barbabetola da zucchero	Erbacea annuale	Rizoma	
Sorgo zuccherino	Erbacea annuale	Stelo		
Topinambur	Erbacea poliennale	Tubercolo		
Mais	Erbacea annuale	Granella		
Frumento	Erbacea annuale	Granella		

Fonte: ITABA (Italian Biomass Association), 2004.

Specie erbacee annuali

Le più interessanti si trovano nel genere dei sorghi, oltre a mais, kenaf, canapa, ecc. Queste colture offrono il vantaggio di non occupare il terreno agricolo in modo permanente, perciò si inseriscono bene nei cicli tradizionali di rotazione colturale e possono essere coltivate anche su terreni tenuti a riposo secondo il set-aside rotazionale. Tale flessibilità di

coltivazione è un fattore importante per quanto riguarda l'impatto che può avere la coltivazione di specie a destinazione energetica sugli agricoltori: il fatto che il terreno non sia vincolato in modo duraturo li rende infatti più propensi alla coltivazione di specie per loro inusuali.

KENAF (*Hibiscus cannabinus* L.)

Caratteristiche botaniche

Dicotiledone a ciclo annuale, appartenente alla famiglia delle malvacee:

-Stelo eretto, cilindrico, ramificato o no a seconda della ffittezza (2-4 m), composto da una parte esterna corticale (tiglio) e da una parte centrale legnosa (kenapulo) al centro della quale è presente il midollo.

-Foglie alterne lobate o palmate (a seconda delle cultivar), con margine seghettato

-Radice fittonante

Esigenze termiche

Almeno 13 °C per l'emergenza, optimum 24-30 °C

Non meno di 16 °C per l'accrescimento, optimum 25-28 °C.

Avvicendamento

Ai fini della rotazione è da considerare che il kenaf va seminato a primavera inoltrata e raccolto in autunno. Potrà quindi seguire tanto un cereale vernino quanto una coltura primaverile-estiva quale mais o soia. Da evitare la coltura in precessione o successione a specie suscettibili a *Meloidogyne* spp., *Sclerotium rolfsii* e *Rhizoctonia solani*, quali pomodoro, barbabietola, patata. Da evitare inoltre l'omosuccessione

Lavorazione del terreno

La lavorazione principale e i successivi lavori di preparazione del letto di semina non differiscono da quelli praticati ad altre colture da rinnovo seminate nella primavera avanzata quali ad es. mais e sorgo. Aspetti da considerare sono la soggezione della coltura ai ristagni e le difficoltà che spesso incontra in fase di emergenza e di primo sviluppo delle plantule.

Semina

Il kenaf è sensibile alle basse temperature nelle prime fasi di accrescimento, pertanto è bene seminare non prima della seconda metà di maggio nel nord Italia e della seconda metà di aprile al Sud. Possono essere impiegate le seminatrici da frumento o quelle di precisione. Distanza fra le file: 45-50 cm; profondità di semina: 2-3 cm; Densità di semina: 25-30 kg/ha, per un investimento di 50-60 piante/m²

Concimazione

Per ogni tonnellata di biomassa il kenaf asporta 2.7 kg di N, 1.4 kg di P₂O₅, 3.8 kg di K₂O e 4.4 kg di CaO.

Va considerato però che frazioni pari a 70%, 30%, 20% e 60% di tali nutrienti sono localizzate nelle foglie e pertanto se queste ultime rimangono nel terreno le asportazioni vengono fortemente limitate. 80-100 kg/ha di N; 60-80 kg/ha di P₂O₅; 120-150 kg/ha di K₂O

Irrigazione

La coltura necessita complessivamente di 300-500 mm di acqua nell'intero ciclo. Tale disponibilità idrica non è normalmente soddisfatta dalla piovosità naturale nemmeno in Val Padana.

Il periodo di più intenso accrescimento della pianta coincide col mese di luglio che è generalmente quello più siccitoso. Sono quindi spesso necessari interventi irrigui di soccorso.

Diserbo

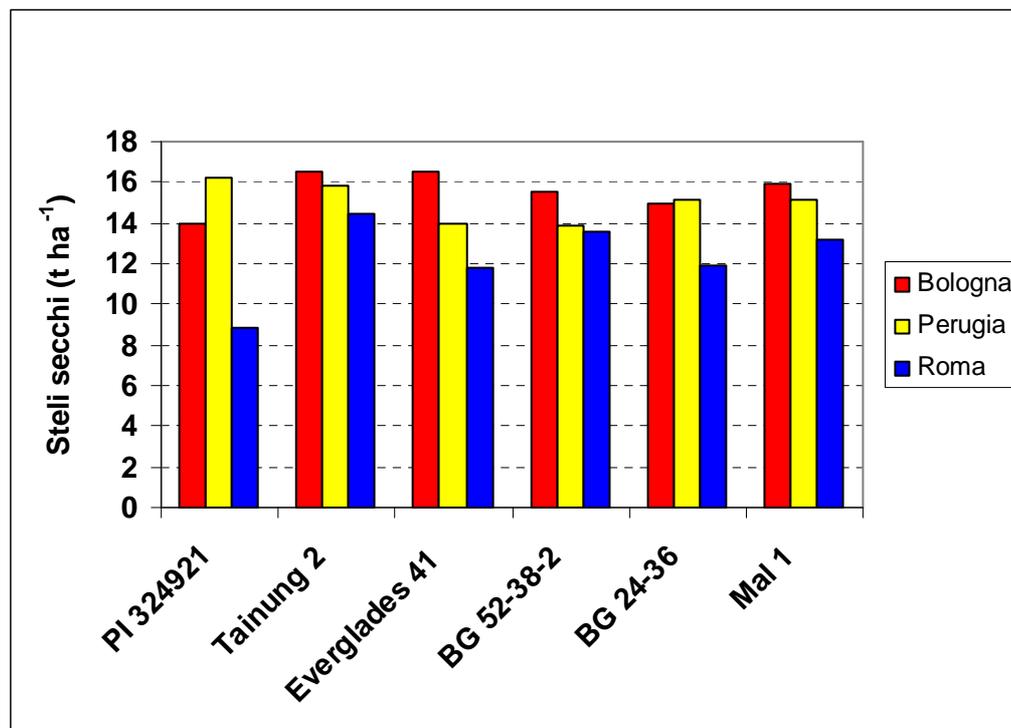
La coltura è soggetta alla competizione delle malerbe solo nelle fasi giovanili soprattutto nelle situazioni in cui l'accrescimento è rallentato. Successivamente riesce a soffocare le infestanti tardive per ombreggiamento.

Raccolta

Per la raccolta ci si può avvalere delle macchine da fienagione.

L'operazione comprende la fase di falcia-condizionatura, l'essiccamento della biomassa in campo, la ranghinatura e la rotoimballatura del prodotto.

Grafico 2- Risposta produttiva delle cultivar in ambienti diversi



Fonte: CRA, Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, 2005

Canapa (*Cannabis sativa* L.)

Caratteristiche botaniche

Pianta a ciclo annuale, dioica, appartenente alla famiglia delle Cannabinaceae.

-Fusto: cilindrico, eretto, alto 2-4 m, può crescere fino a 10 cm al giorno

-Foglie: palmate, formate da 3-5-7-9 e talvolta 11 segmenti, con margini seghettati.

-Radice: fittonante, molto espansa. *Esigenze termiche*

Almeno 13 °C per l'emergenza, optimum 24-30 °C

Non meno di 16 °C per l'accrescimento, optimum 25-28 °C

Avvicendamento

La canapa si colloca tradizionalmente per lo più fra due colture di frumento. In passato, soprattutto nel sud Italia, veniva anche fatta succedere a se stessa per diversi anni consecutivi. In realtà però è bene evitare la omo-successione per non causare fenomeni di stanchezza del terreno.

Lavorazione del terreno

Analogamente a molte altre specie, la canapa preferisce terreni di medio impasto, può tuttavia fornire ottimi risultati produttivi anche in suoli argillosi o tendenzialmente sciolti

Aratura estiva a 35-40 cm di profondità

Frangizollatura

Erpicatura

Semina

Le esigenze termiche minime sono di:

1 °C per l'emergenza

19 °C per la fioritura

13 °C per la maturazione

L'epoca di semina più adatta è quella in cui la temperatura media giornaliera si aggira sui 10 °C.

L'epoca di semina varia in relazione ai singoli ambienti di coltivazione e di solito risulta più anticipata man mano che ci si sposta da nord verso sud del Paese.

Densità di semina

35-40 kg/ha di seme, per un investimento atteso di 70-80 piante/m²

Concimazione

Asportazioni per 1 t di s.s.: 10-15 kg di N; 3-5 kg di P₂O₅; 15-17 di K₂O. Indicativamente 80-120 kg/ha di N (buona parte in pre-semina sotto forma ammoniacale, il resto in copertura sotto forma nitrica) 40-60 kg/ha di P₂O₅ (all'aratura)

100-120 kg/ha di K₂O (all'aratura)

Irrigazione

Nell'Italia settentrionale la canapa non necessita di interventi irrigui. Nel Meridione, invece, la siccità primaverile-estiva può condizionare sensibilmente lo sviluppo della pianta, con conseguente necessità di sostenere la coltivazione con 1-2 interventi irrigui di soccorso.

Diserbo

Non richiesto: rinettante

Raccolta

L'epoca più idonea per la raccolta è quella in cui le piante giungono alla piena fioritura. Orientativamente, la raccolta può essere realizzata fra la seconda metà di luglio (al Sud) e la prima metà di agosto (al Nord). La raccolta integrale della biomassa può essere eseguita mediante le macchine normalmente impiegate per la fienagione. L'operazione comprende: falcia-condizionatura degli steli, essiccamento in campo, ranghinatura e rotoimballatura.

Caratteristiche qualitative della biomassa

Bassi contenuti di ceneri, silicio e cloro.

Varietà (dioiche e monoiche)

Italiane:

Carmagnola, Fibranova, C.S, Fibrimor, Asso, Red Petiole

Estere:

Futura 75, Felina, Ferimon, Fibrimon 24, Fedrina, Benino, Epsilon 68, Santhica 23, Uso 14, Uso 31, Dioica 88, Delta 405.

Caratteristiche delle coltivazioni nazionali

CARMAGNOLA: Si distingue per vigore vegetativo, buona resistenza alla prefioritura, altezza pianta superiore alla media, basso rapporto corteccia/canapulo, elevata resistenza all'allettamento, ottima qualità della fibra

FIBRANOVA: Si differenzia dalla precedente per maggiore resistenza alla prefioritura, maggiore resa in fibra, minore qualità di quest'ultima, maggiore rapporto corteccia/canapulo e minore resistenza all'allettamento

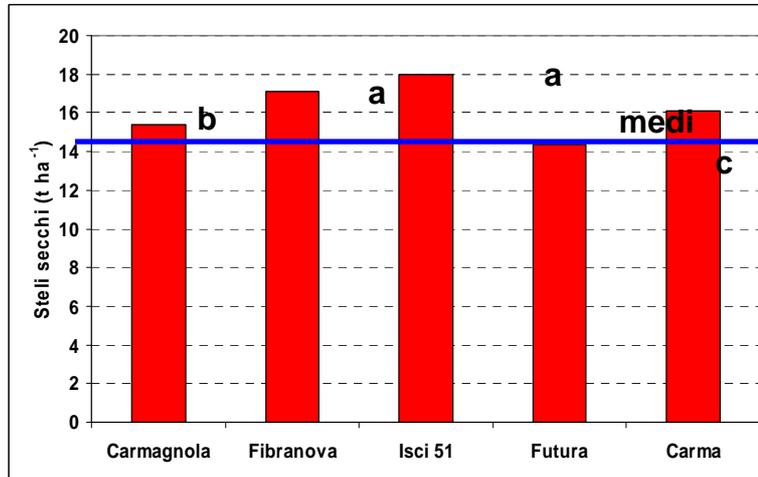
CS: Presenta caratteristiche biometriche e qualitative analoghe a quelle di Carmagnola, produzione in fibra intermedia fra le due varietà precedenti, ciclo biologico leggermente più lungo di Carmagnola.

FIBRIMOR: Ottenuta per selezione genealogica di una popolazione segregante derivante da incrocio fra Carmagnola e Kompolti; presenta ottima adattabilità ambientale e buone potenzialità produttive in biomassa e fibra.

ASSO: Proviene dalla selezione di una popolazione derivante da incrocio fra Carmagnola e Fibranova

RED PETIOLE: Si distingue da tutte le altre, perché cromaticamente marcata a livello di picciolo fogliare che è violaceo anziché verde.

Grafico 3- Potenzialità produttive.



Fonte: CRA, Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, 2005.

SORGO DA FIBRA (*Sorghum bicolor* L.)

Caratteristiche botaniche

Il sorgo da fibra è una pianta erbacea, C4, a ciclo annuale, appartenente alla famiglia delle graminacee.

Apparato radicale: tipicamente fascicolato, molto espanso, con elevata capacità di suzione dell'acqua dal terreno.

Fusto: è un culmo a portamento eretto con un numero di nodi variabile, a seconda del genotipo, di altezza variabile da 2 a 5 m.

Foglie: alterne, parallelinervie, glabre, cutinizzate e ricoperte di pruina, ciò conferisce al sorgo una forte capacità di risparmiare acqua.

Avvicendamento

La pianta si adatta ai vari tipi di terreno, anche se preferisce quelli argillosi e profondi. Tollera la salinità, è sensibile invece alla crosta superficiale nelle prime fasi giovanili.

Lavorazione del terreno

Di solito, il sorgo occupa il posto di una coltura da rinnovo; nelle aree non irrigue o con disponibilità idriche limitate precede un cereale autunno-primaverile (frumento tenero o frumento duro). Aratura a 30-35 cm (in estate). Frangizollatura (in autunno) Completamento dei lavori di affinamento con largo anticipo rispetto alla semina. Le eventuali malerbe dopo la definitiva preparazione del letto di semina potranno essere eliminate prima della semina con il diserbo chimico (glyphosate).

Semina

Epoca: seconda metà di maggio nel nord Italia

seconda metà di aprile nel Centro-sud

Modalità: con seminatrice da frumento, a profondità di 2-3 cm

Distanze: 45-50 cm fra le file; Densità di semina: 12-15 kg/ha del seme, per un investimento di 10-12 piante/m².

Concimazione

60-100 kg/ha di N

80-100 kg/ha di P₂O₅

80-100 kg/ha di K₂O

Irrigazione

Il sorgo da fibra è caratterizzato da una elevata efficienza nell'uso dell'acqua e può essere coltivato in condizioni di limitato sussidio idrico, intervenendo in particolare dopo la semina per favorire una pronta emergenza delle piantine, nel caso di mancanza di piogge, e nel periodo più siccitoso con interventi di soccorso.

Raccolta

Raccolta estiva: falcia-condizionatura, essiccamento, ranghinatura, rotoimballatura

Raccolta invernale: con falcia-trincia-caricatrice a testata rotativa.

Tabella 3- Principali colture annuali e poliennali da biomassa sono confrontate sulla base della produzione in biomassa e del bilancio energetico

	Sostanza fresca	Sostanza secca		Contenuto energetico	Output	Ratio	Gain
	(t ha ⁻¹)	(%)	(t ha ⁻¹)	(GJ t ⁻¹)	(GJ ha ⁻¹)	(output/input)	(GJ ha ⁻¹)
Sorga da fibra	50-100	25-40	20-30	16.7-16.9	334-507	13-39	309-464
Sorgo	50-100	25-35	15-25	16.7-16.9	250-422	10-32	225-409
zuccherino	70-100	25-35	10-20	15.5-16.3	155-326	6-25	130-313
Kenaf	25-35	40-45	8-15	16.0-18.0	128-270	5-20	103-257
Canapa	40-70	35-45	15-30	17.6-17.7	260-530	12-66	238-522
Discanto	45-110	35-40	15-35	16.5-17.4	240-600	11-75	118-592
Canna	25-35	40-45	10-15	15.5-16.8	155-252	7-31	133-244
comune	25-60	35-45	10-25	17.4	174-435	8-54	152-427
Cardo							
Panico							

Fonte: ITABIA Rapporto 2003.

Specie erbacee poliennali

Il numero delle specie erbacee poliennali sfruttabile per la produzione di biomasse lignocellulosiche è molto elevato. Le più importanti, anche in relazione alle condizioni pedoclimatiche dei nostri territori, sono la canna comune, il miscanto e il panico. Queste specie presentano un maggior

impatto sull'organizzazione dell'azienda agricola in quanto occupano il suolo per diversi anni (10-15 anni) e presentano un elevato costo d'impianto. A loro vantaggio risulta invece il fatto che una volta entrata in produzione, la coltura fornisce una notevole quantità di biomassa per più anni e con bassi costi aggiuntivi (rispetto alle specie annuali). Inoltre, il loro impatto ambientale non è alto poiché queste specie sono generalmente poco esigenti: richiedono cioè aggiunte modeste di prodotti chimici quali fertilizzanti, antiparassitari, ecc. e leggere lavorazioni del terreno.

CANNA COMUNE (*Arundo donax* L.)

Caratteristiche botaniche

La canna è una monocotiledone erbacea perennante, appartenente alla famiglia delle graminacee. Apparato radicale: grosse radici rizomatose

Fusto: culmo eretto, cilindrico, a nodi e internodi cavi

Foglie: alterne con guaina amplessicaule e lamina lineare-lanceolata

Esigenze climatiche

E' una pianta adattabile ai climi delle zone calde e temperate, teme le gelate all'inizio della ripresa vegetativa, le piogge insistenti e la siccità molto prolungata.

Varietà

Varietà: esistono moltissimi cloni locali. La scelta andrebbe fatta fra quelli più vigorosi esistenti nella zona ove si desidera realizzare l'impianto.

Lavorazione del terreno

L'Arundo predilige terreni profondi di medio impasto con buona dotazione di sostanza organica. Non tollera l'eccessiva compattezza del suolo.

Richiede le lavorazioni normalmente praticate per le colture da rinnovo:

Aratura a 40 cm circa

Frangizollatura

Erpicatura

Buona sistemazione superficiale del terreno per evitare ristagni idrici.

Impianto

La canna si propaga per via agamica, poiché nelle nostre latitudini non produce seme.

Gli organi di propagazione sono il rizoma e la talea di culmo.

I rizomi presentano:

- 1 gemma principale, che darà origine ad una canna maggenga
- 2 gemme secondarie che formano le canne agostane
- 2 gemme di prolungamento che producono rizomi in direzione

divergente

Le canne agostane si distinguono dalle maggenghe perché più grosse e soprattutto, per la lamina delle prime foglie sensibilmente ridotta. Epoca: febbraio-marzo

Modalità: con trapiantatrici da tuberi

profondità: 10-15 cm

distanze: 70-80 cm fra le file e sulle file

La propagazione per talea, meno facile, può essere fatta con canne intere o frazioni di canna, utilizzando quelle maggenghe, raccolte alla ripresa veg.

Concimazione

All'impianto, ove possibile, è bene apportare sostanza organica oltre ai concimi chimici.

La risposta della coltura all'azoto è scarsa: non sono state osservate differenze di produzione con dosi di concime azotato da 60 a 120 kg/ha,

Pertanto possiamo ritenere che le esigenze nutritive siano contenute.

Orientativamente: 60-80 kg/ha di N

80-100 kg/ha di P₂O₅

80-100 kg/ha di K₂O

Irrigazione

Prove sperimentali condotte in sicilia indicano che in assenza di irrigazione la produzione di biomassa si aggira intorno alle 15 t/ha di s.s., mentre con volumi idrici di circa 350 mm si possono raggiungere rese di 30-35 t/ha.

Raccolta

Fra le erbacee perenni, l'arundo è quella più difficile da raccogliere a causa delle elevate dimensioni dei culmi (3-4 m di altezza e 2-3 cm di diametro) e della loro notevole rigidità. Trinciastocchi, Rotoimballatrice a camera fissa (resa: 0.6 ha/ora)

Potenzialità produttive

In condizioni ottimali di disponibilità idrica del terreno

la potenzialità produttiva della canna comune supera

le 100 t/ha di biomassa fresca. In numerose prove

svolte in Italia sono state ottenute produzioni di

sostanza secca intorno alle 30 t/ha con punte superiori

a 40 t/ha.

Caratteristiche qualitative della biomassa

L'Arundo, analogamente al sorgo, non è ottimale sotto il profilo qualitativo a causa del suo contenuto in ceneri, superiore alle altre specie, e per la rilevante presenza di silicio e cloro nelle stesse ceneri.

MISCANTO (*Miscanthus sinensis* L.)

Caratteristiche botaniche

Il miscanto appartiene alla famiglia delle graminacee. E' una pianta originaria del Sud-est asiatico e fu inizialmente introdotta in Europa come pianta ornamentale.

Caratteristiche botaniche e morfologiche

La pianta è perenne, cespitosa, con ciclo fotosintetico C4, caratterizzata da un ricco sistema di radici e rizomi, e da culmi che raggiungono altezze variabili dai 2 ai 4 m.

Le foglie sono alterne, con lunghezza che va dai 35 ai 135 cm.

Grazie al suo elevato ritmo di accrescimento è divenuto oggetto di numero-

se ricerche per verificare la possibilità di un suo utilizzo per uso energetico.

Tecnica colturale

Il genotipo più impiegato è l'ibrido interspecifico 'Giganteus', derivante dall'incrocio fra *M. sinensis* e *M. sacchariflorus*.

Tale ibrido, essendo sterile, deve essere propagato per via vegetativa,utilizzando rizomi o piantine moltiplicate in vitro. La moltiplicazione per rizomi si può realizzare mediante estirpazione

meccanica su piante madri di un anno.

L'epoca di impianto è marzo-aprile, con investimenti di 2-3 rizomi/m².

L'irrigazione è indispensabile nell'anno d'impianto, sia al Sud che al Nord; negli anni successivi, invece, possono rendersi necessari interventi di soccorso solo al Sud.

Scarsa risposta all'apporto di azoto.

Raccolta

L'epoca di raccolta ottimale è nel periodo invernale (gennaio-marzo), poiché si hanno i seguenti vantaggi:

- ampliamento del periodo di raccolta;
- migliore utilizzo delle macchine operatrici;
- precoce ripresa vegetativa della coltura;
- possibilità di raccogliere materiale a basso contenuto di umidità.

Cantiere di raccolta: Falcia-condizionatrice, Ranghinatore-rivolta andane, Rotoimballatrice

Potenzialità produttive

La produzione raggiunge il suo apice e si stabilizza dopo il 3° anno dall'insediamento. Nell'Europa meridionale può produrre fino a 30 t/ha di s.s. In Italia le rese medie ottenute da prove sperimentali si aggirano per lo più intorno alle 25-27 t/ha di s.s.

PANICO (*Panicum virgatum* L.)

Caratteristiche botaniche

Il panico appartiene alla famiglia delle graminacee. Si tratta di una pianta erbacea perenne, C4,rizomatosa, originaria del Nord America. E' molto

utilizzata negli USA per la produzione di energia, fibra, foraggio e come pianta ornamentale.

Caratteristiche botaniche e morfologiche

apparato radicale formato da numerosi rizomi corti e striscianti;

- culmi eretti, di forma cilindrica, molto robusti, che possono superare i 2 m di altezza.

- le foglie sono di colore grigio verde, glabre, lunghe 10-60 cm e larghe 3-15 cm

- l'infiorescenza è una pannocchia molto grande (50-60 cm)

- La propagazione avviene sia mediante rizomi che per seme.

Esigenze pedoclimatiche

La coltura è poco esigente, si è adattata a resistere a condizioni di stress idrico e a lunghi periodi di freddo intenso. Si adatta a vari tipi di terreno anche se predilige suoli umidi e limosi. Raccolta

L'epoca di raccolta ottimale è nel periodo invernale (gennaio-marzo), poiché si hanno i seguenti vantaggi:

- ampliamento del periodo di raccolta;
- migliore utilizzo delle macchine operatrici;
- precoce ripresa vegetativa della coltura;
- possibilità di raccogliere materiale a basso contenuto di umidità.

Cantiere di raccolta: Falcia-condizionatrice, Ranghinatore-rivolta andane, Rotoimballatrice

Tecnica colturale

La lavorazione principale del terreno e i successivi lavori di preparazione del letto di semina non differiscono da quelli normalmente praticati per altre colture da rinnovo seminate nella primavera avanzata, quali ad es. sorgo e mais. Richiede una ottimale preparazione del letto di semina per avere una buona emergenza delle piante (seme molto piccolo).

Epoca di semina: da maggio a metà luglio

Densità d'investimento: 200-400 piante/m², soprattutto per migliorare la copertura del terreno. Nel 1° anno richiede il diserbo.

La coltura risponde scarsamente alla concimazione azotata.

Raccolta

L'operazione risulta piuttosto semplice date le ridotte dimensioni degli steli.

Può essere raccolto in periodo estivo o invernale. Nel 1° caso la principale difficoltà consiste nel ridurre l'umidità della biomassa prima della rotoimballatura.

In inverno la coltura perde parte delle foglie e riduce l'umidità al 40% circa.

Cantiere di raccolta: falcia-condizionatrice a tamburi, ranghinatore-rivolta andane imballatrice per balle parallelepipedo o rotoballe. Nella raccolta estiva è necessario un condizionamento aggressivo della biomassa per favorire la perdita della sua elevata umidità.

Vantaggi

Propagazione per seme

Costi d'impianto contenuti (costo del seme pari a 90-100 €/ettaro)

Adattabilità a macchine tradizionali di semina e raccolta

Elevata tolleranza alla siccità

Investimento fitto con conseguenti effetti positivi sul contenimento dell'erosione

Elevata propensione all'essiccamento naturale del prodotto sfalciato

Svantaggi

Ridotta dimensione del seme e scarso vigore vegetativo nell'anno d'impianto

Medio contenuto in ceneri

CARDO (*Cynara cardunculus* L.)

Caratteristiche botaniche

È una pianta erbacea perenne (Asteraceae), originaria del bacino del Mediterraneo. Il ciclo di crescita è vernino-primaverile. La coltura si risveglia in autunno e passa l'inverno allo stadio di rosetta; in primavera sviluppa un robusto scapo florale e un numero elevato di capolini, poi in estate tutta la parte aerea secca e può essere raccolta con un basso contenuto di umidità. La biomassa è costituita per circa:

- 33% foglie

- 22% fusti

- 45% capolini

In Sicilia sono state ottenute produzioni di circa 30 t/ha con varietà selezionate ('Bianco avorio', 'Gigante di Nizza') e di 15-20 t/ha con cultivar selvatiche. Le migliori performance del cardo negli ambienti più meridionali e insulari sono spiegate dal fatto che in tali località la coltura continua a vegetare anche durante l'inverno, accumulando una maggiore quantità di fotosintetati. La vitalità della coltura si riduce drasticamente nell'arco

di un quinquennio.

Vantaggi

Adatto alle condizioni caldo-aride

Elevata rusticità e ridotte esigenze idriche e nutrizionali

Propagazione per seme

Basso contenuto di umidità alla raccolta

Epoca di raccolta precoce

Possibilità di utilizzo differenziato della biomassa (semi, paglia)

Svantaggi

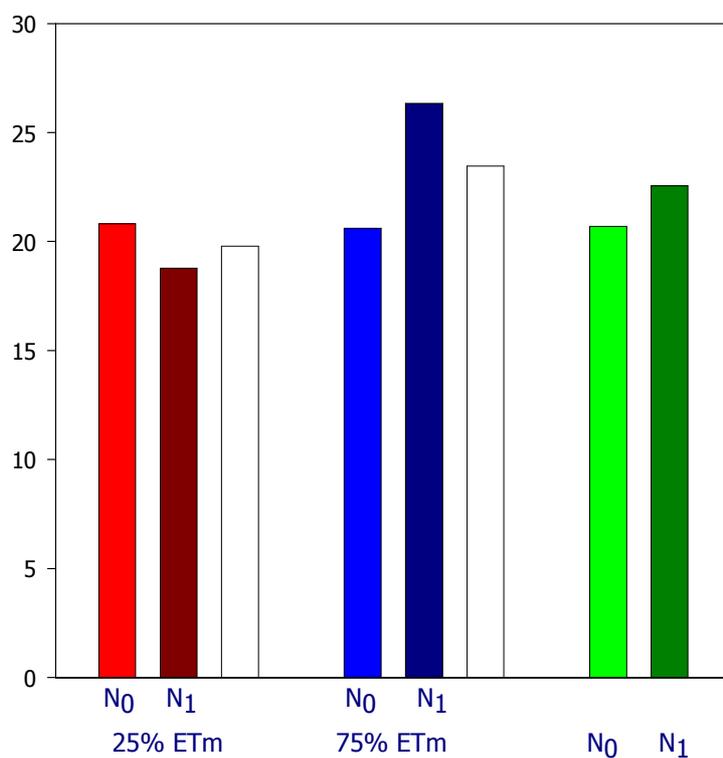
Variabilità individuale molto elevata

Ridotta copertura del terreno

Produzione nulla nel primo anno

Grosse perdite di biomassa alla raccolta.
Alto contenuto di ceneri e bassa qualità della biomassa

Grafico 4- Cardo: resa biomassa secca (t ha-1).



Fonte: CRA, Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura, 2005

Colture arboree

Le coltivazioni energetiche legnose sono costituite da specie selezionate per l'elevata resa in biomassa e per la capacità di rapida ricrescita in seguito al taglio. Le specie legnose coltivate a scopi energetici hanno generalmente turni di ceduzione brevi (2-3 anni) e presentano un'elevata densità d'impianto variabile dalle 6.000 alle 14.000 piante/ha. Si parla in

questo caso di Short Rotation Forestry (SRF). Generalmente nelle SRF si utilizzano specifici cloni appositamente selezionati e la ceduzione delle piante, annuale o biennale, è completamente meccanizzata mediante l'utilizzo di apposite cippatrici. Tra le colture arboree coltivabili a turno breve sono ritenuti interessanti

i salici, i pioppi, la robinia, gli eucalitti e la ginestra (arbustiva).

Salici

Caratteristiche botaniche

Buoni risultati sono stati ottenuti con la specie *Salix alba* e gli ibridi da essa derivati. I salici manifestano:

- maggiori esigenze idriche;
- non tollerano assolutamente periodi lunghi di carenza d'acqua;
- sono in grado, invece, di sopportare i ristagni.

Trovano un ambiente ottimale in prossimità dei corsi d'acqua (golene dei fiumi)

Materiale d'impianto

semenzali di 3-4 mesi allevati in contenitori alveolari

Epoca d'impianto: - metà febbraio-fine aprile

Preparazione del terreno

Discissura profonda (60-70 cm) - Aratura a 30-40 cm- Affinamento poco prima dell'impianto

Densità d'impianto: Turni di 1-3 anni 10.000 piante/ha circa

Sesto d'impianto

File singole o binate, a seconda delle macchine utilizzate per le cure colturali e la raccolta.

Fila singola: migliore controllo meccanico delle infestanti

1.60-3.00 m fra le file, a seconda della meccanizzazione

0.30-1.00 m sulla fila, a seconda della specie

File binate: massimizza la resa delle macchine falciatrincia-caricatrici

0.75 m fra le due file appaiate

Distanze tra le bine dipenderà dalle macchine da utilizzare

Distanze sulla fila a seconda della specie

Concimazione

Le esigenze di nutrienti delle salicaceae sono sensibilmente più contenute delle specie a ciclo annuale. Per mantenere la fertilità del terreno è sufficiente reintegrare 40-60 kg/ha/anno dei tre elementi. Fosforo e potassio vanno interrati alla preparazione del terreno; l'azoto, invece,

va somministrato in copertura al secondo anno sia dopo l'impianto che dopo ogni ceduzione. 50-60 kg/ha di azoto in copertura

L'irrigazione

può rendersi necessaria subito dopo l'impianto per favorire l'attecchimento delle talee o delle piantine; successivamente va presa in considerazione solo per interventi di soccorso.

Diserbo

- Prima dell'impianto: trattamento con prodotti a base di glyphosate
 - Subito dopo l'impianto: trattamento con pendimethalin e alachlor
 - Lavorazioni meccaniche nelle interfile (con estirpatore, erpice o fresa)
- Il controllo chimico e meccanico delle infestanti si rende nuovamente necessario dopo ogni ceduzione.

Difesa

Il controllo fitosanitario dei parassiti nelle piantagioni a turno breve presenta diversi problemi non soltanto di tipo economico. L'alta densità di piante e la loro taglia ostacolano il movimento delle macchine e la distribuzione degli antiparassitari sulle chiome. Un valido aiuto per le salicacee può venire dalla scelta di cloni resistenti alle principali malattie fogliari e all'afide l'anigero.

Produzioni

La produzione media di sostanza secca delle SRF oscillano fra le 10 e le 17 t/ha/anno.

Eucalipti

Caratteristiche botaniche

Esistono diverse specie eucalyptus: camaldulensis, globulus subsp.e Bicostata;

L'Eucalyptus Camaldulensis si caratterizza per:

- Buona capacità pollonifera
- Notevole rusticità
- Adattamento ad ampia gamma di terreni
- Tollera presenza di cloruri e prolungati ristagni idrici
- Resiste a lunghi periodi di siccità
- Vive in ambienti con precipitazioni medie di 300-400 mm
- Non sopporta temperature inferiori a 6 °C sotto lo zero

L'Eucalyptus globulus si caratterizza per:

- Necessita di maggiori precipitazioni annue (non < 700 mm),
- Non tollera suoli molto argillosi né molto calcarei, o con ristagni idrici.

Materiale d'impianto

semenzali di 3-4 mesi allevati in contenitori alveolari

Epoca d'impianto: entro fine maggio

Preparazione del terreno

Discissura profonda (60-70 cm) - Aratura a 30-40 cm- Affinamento poco prima dell'impianto

Densità d'impianto: Turni di 1-3 anni 5.000 semenzali/ha

Sesto d'impianto

File singole o binate, a seconda delle macchine utilizzate per le cure colturali e la raccolta.

Fila singola: migliore controllo meccanico delle infestanti

1.60-3.00 m fra le file, a seconda della meccanizzazione

0.30-1.00 m sulla fila, a seconda della specie

File binate: massimizza la resa delle macchine falciatrincia-caricatrici

0.75 m fra le due file appaiate

Distanze tra le bine dipenderà dalle macchine da utilizzare

Distanze sulla fila a seconda della specie

Concimazione

Per mantenere la fertilità del terreno è sufficiente reintegrare 40-60 kg/ha/anno dei tre elementi. Fosforo e potassio vanno interrati alla preparazione del terreno; l'azoto, invece, va somministrato in copertura al secondo anno sia dopo l'impianto che dopo ogni ceduazione.

L'irrigazione

può rendersi necessaria subito dopo l'impianto per favorire l'attecchimento delle talee o delle piantine; successivamente va presa in considerazione solo per interventi di soccorso.

Diserbo

- Prima dell'impianto: trattamento con prodotti a base di glyphosate

- Subito dopo l'impianto: trattamento con pendimethalin e alachlor

- Lavorazioni meccaniche nelle interfile (con estirpatore, erpice o fresa)

Il controllo chimico e meccanico delle infestanti si rende nuovamente necessario dopo ogni ceduazione.

Difesa

Il controllo fitosanitario dei parassiti nelle piantagioni a turno breve presenta diversi problemi non soltanto di tipo economico. L'alta densità di piante e la loro taglia ostacolano il movimento delle macchine e la distribuzione degli antiparassitari sulle chiome. Un valido aiuto per le salicacee può venire dalla scelta di cloni resistenti alle principali malattie fogliari e all'afide l'anigero.

Produzioni

La produzione media di sostanza secca delle SRF oscillano fra le 10 e le 17 t/ha/anno.

Robinia

Caratteristiche botaniche

La specie Robinia pseudoacacia presenta :

-Buona Rusticità

-Notevole adattabilità pedo-climatica (vegeta fino a 1000 m di quota)

- Predilige suoli poveri di calcare, sciolti e ben drenati, ma si adatta anche a quelli compatti

- Necessità di precipitazioni medie annue superiori agli 800 mm
- Sopporta temperature minime invernali fino a -20 °C
- Teme le gelate tardive

Materiale d'impianto

talee di 18-22 cm di lunghezza e 15-23 mm di diametro, le talee vanno circa 0 °C e alcuni giorni prima dell'impianto vanno immerse in acqua per favorirne l'idratazione

Epoca d'impianto: - prima della ripresa vegetativa

Preparazione del terreno

Discissura profonda (60-70 cm) - Aratura a 30-40 cm- Affinamento poco prima dell'impianto

Densità d'impianto: Turni di 1-3 anni 8.000 semenzali/ha

Sesto d'impianto

File singole o binate, a seconda delle macchine utilizzate per le cure colturali e la raccolta.

Fila singola: migliore controllo meccanico delle infestanti

1.60-3.00 m fra le file, a seconda della meccanizzazione

0.30-1.00 m sulla fila, a seconda della specie

File binate: massimizza la resa delle macchine falciatrincia-caricatrici

0.75 m fra le due file appaiate

Distanze tra le bine dipenderà dalle macchine da utilizzare

Distanze sulla fila a seconda della specie

Concimazione

Per mantenere la fertilità del terreno è sufficiente reintegrare 40-60 kg/ha/anno dei tre elementi. Fosforo e potassio vanno interrati alla preparazione del terreno; l'azoto, invece, va somministrato in copertura al secondo anno sia dopo l'impianto che dopo ogni ceduazione. I quantitativi sono: 150 kg/ha di P₂O₅ e K₂O; autosufficiente per l'azoto.

L'irrigazione

può rendersi necessaria subito dopo l'impianto per favorire l'attecchimento delle talee o delle piantine; successivamente va presa in considerazione solo per interventi di soccorso.

Diserbo

- Prima dell'impianto: trattamento con prodotti a base di glyphosate

- Subito dopo l'impianto: trattamento con pendimethalin e alachlor

- Lavorazioni meccaniche nelle interfile (con estirpatore, erpice o fresa)

Il controllo chimico e meccanico delle infestanti si rende nuovamente necessario dopo ogni ceduazione.

Difesa

Il controllo fitosanitario dei parassiti nelle piantagioni a turno breve presenta diversi problemi non soltanto di tipo economico. L'alta densità di piante e la loro taglia ostacolano il movimento delle macchine e la distribuzione degli antiparassitari sulle chiome. Un valido aiuto per le

salicacee può venire dalla scelta di cloni resistenti alle principali malattie fogliari e all'afide l'anigero.

Produzioni

La produzione media di sostanza secca delle SRF oscillano fra le 10 e le 17 t/ha/anno.

Pioppi

Caratteristiche botaniche

Populus alba, P. nigra, P. deltoids, P. x Canadensis

-Necessitano di non meno di 700 mm di precipitazioni medie annue.

- Non tollerano la siccità estiva prolungata

- Tollerano invece le basse temperature

- Necessitano di terreni con pH 5.5-7.5, poco tenaci, con buona disponibilità idrica.

Materiale d'impianto

talee di 18-22 cm di lunghezza e 15-23 mm di diametro, le talee vanno circa 0 °C e alcuni giorni prima dell'impianto vanno immerse in acqua per favorirne l'idratazione

Epoca d'impianto: - metà febbraio-fine aprile

Preparazione del terreno

Discissura profonda (60-70 cm) - Aratura a 30-40 cm- Affinamento poco prima dell'impianto

Densità d'impianto: Turni di 1-3 anni 10.000 piante/ha circa

Sesto d'impianto

File singole o binate, a seconda delle macchine utilizzate per le cure colturali e la raccolta.

Fila singola: migliore controllo meccanico delle infestanti

1.60-3.00 m fra le file, a seconda della meccanizzazione

0.30-1.00 m sulla fila, a seconda della specie

File binate: massimizza la resa delle macchine falciatrincia-caricatrici

0.75 m fra le due file appaiate

Distanze tra le bine dipenderà dalle macchine da utilizzare

Distanze sulla fila a seconda della specie

Concimazione

Per mantenere la fertilità del terreno è sufficiente reintegrare 40-60 kg/ha/anno dei tre elementi. Fosforo e potassio vanno interrati alla preparazione del terreno; l'azoto, invece, va somministrato in copertura al secondo anno sia dopo l'impianto che dopo ogni ceduazione.

L'irrigazione

può rendersi necessaria subito dopo l'impianto per favorire l'attecchimento delle talee o delle piantine; successivamente va presa in considerazione solo per interventi di soccorso.

Diserbo

- Prima dell'impianto: trattamento con prodotti a base di glyphosate
 - Subito dopo l'impianto: trattamento con pendimethalin e alachlor
 - Lavorazioni meccaniche nelle interfile (con estirpatore, erpice o fresa)
- Il controllo chimico e meccanico delle infestanti si rende nuovamente necessario dopo ogni ceduazione.

Difesa

Il controllo fitosanitario dei parassiti nelle piantagioni a turno breve presenta diversi problemi non soltanto di tipo economico. L'alta densità di piante e la loro taglia ostacolano il movimento delle macchine e la distribuzione degli antiparassitari sulle chiome. Un valido aiuto per le salicacee può venire dalla scelta di cloni resistenti alle principali malattie fogliari e all'afide l'anigero.

Produzioni

La produzione media di sostanza secca delle SRF oscillano fra le 10 e le 17 t/ha/anno.

Colture oleaginose

Le colture oleaginose si differenziano dalle colture finora trattate poiché non forniscono direttamente il biocombustibile, bensì la materia prima da cui ricavare lo stesso attraverso trasformazioni chimiche e biochimiche. Tra le colture oleaginose vanno annoverate molte specie, diffuse su scala mondiale, sia arboree (la palma da cocco), sia erbacee (il girasole, il colza e la soia). In linea generale le colture oleaginose producono semi caratterizzati da un elevato contenuto in oli: nel girasole il contenuto in oli è in media del 48% con punte del 55% mentre nel colza è in media del 41% con picchi del 50%. I semi di soia presentano delle concentrazioni inferiori comprese, in media, tra il 18 e il 21%; per tale motivo, ai fini della destinazione energetica, questa coltura risulta spesso sfavorita rispetto alle precedenti. Gli oli grezzi ottenuti dalle colture oleaginose sono caratterizzati da un elevato potere calorifico inferiore (in media di 9.400 kcal/kg), per cui possono essere utilizzati come biocarburanti, in

sostituzione del gasolio, per la produzione di energia termica ed elettrica e in cogenerazione.

La loro conversione in biodiesel ne consente l'impiego anche per l'autotrazione.

Girasole *Helianthus annuus* L.

Caratteristiche botaniche

Il girasole appartiene alla famiglia delle composite che presentano determinate caratteristiche: sul ricettacolo sono presenti due tipi di fiori: ligulati e tubulosi; i primi sono quelli più esterni, sono sterili (asessuati), disposti radialmente in una o due file, e presentano una grande ligula di colore giallo intenso; l'insieme delle ligule viene comunemente (anche se impropriamente) chiamata corolla. Tutti gli altri, situati al centro, sono ermafroditi, piccoli e poco appariscenti, costituiti da un ovario infero e da un perianzio tubolare di colore marrone scuro o rossiccio.

Esigenze pedoclimatiche

Essendo originario di ambienti a clima temperato, predilige temperature relativamente alte; le esigenze termiche sono maggiori nelle prime fasi di crescita e diminuiscono leggermente alla maturazione: per la germinazione sarebbe ottimale un'alternanza giornaliera di 12-23°C; è molto sensibile alle forti escursioni termiche. La Temperatura di crescita ottimale è di 20 – 22 ° C, mai sotto gli 8°C. Le radici della pianta vanno in profondità estendendosi, in modo che il girasole possa resistere ad una certa siccità. Tollera una vasta gamma di terreni soprattutto quelli con buona capacità di campo e ben drenati.

Impianto

La tecnica usuale di semina è quella diretta (in serra minimo 12 °C). La densità è di 28 p.te/m² in tavole di 1 m, con sesto d'impianto di 15 cm sulle file e 40 tra le file. Il passaggio tra le tavole è generalmente di 40 cm. La temperatura ottimale per la germinazione è di 20-22°C; a queste temperature la germinazione avviene circa in 10-14 giorni. È bene effettuare semine primaverili (marzo, aprile, maggio), in quanto semine precoci (febbraio) nel caso ci siano forti sbalzi di temperatura, portano la pianta a fiorire prima con lo stelo ancora troppo corto ed il capolino poco sviluppato. Sono necessari 1,5-2 Kg di seme / 1000 mq netti considerando una densità media di 28-30 piante/m². Dopo la semina e quindi prima della germinazione irrigare abbondantemente e distribuire il prodotto diserbante: Propizamide 50 %, oppure Oxadiazon 2%.

Epoche di semina:

Sunrich Orange : si semina da marzo fino a fine luglio per essere raccolto da metà maggio a settembre. La durata del ciclo parte da 90 giorni in primavera per scendere fino

a 60 giorni nelle semine estive.

Sundeeep : si semina da settembre a dicembre per essere raccolto da dicembre ad aprile. La durata del ciclo va da 80 giorni in autunno fino a 130 giorni nel periodo invernale.

Sunbright : si semina da dicembre a gennaio-febbraio per essere raccolto tra fine febbraio e aprile. La durata del ciclo varia da 120 giorni seminato a dicembre fino a 100 giorni in febbraio.

Coltivazione

Il girasole é una pianta erbacea annuale, caratterizzata da un notevole sviluppo. Il fusto, che si presenta eretto, cilindrico e robusto, può raggiungere un'altezza compresa, per le varietà coltivate in Italia, tra 1,5 e 2,2 metri. Per la produzione di fiore reciso, al fine di evitare che la pianta cresca troppo è consigliabile effettuare la semina in alveolo per poi trapiantare nelle tavole, in modo che la pianta, subendo lo stress del trapianto, cresca meno. In altri casi è necessario l'utilizzo di nanizzanti. Per evitare, soprattutto nei nostri terreni, la formazione della crosta si consiglia di distribuire lungo le fila di semina, un substrato fine di torba bionda con le principali sostanze nutritive a basso dosaggio. La produzione media del girasole è di circa 9 steli/m².

Concimazione

Il girasole è considerato una pianta capace di ben sfruttare le riserve del suolo, un eccesso di disponibilità azotate favorisce la crescita in altezza del fusto. Il periodo più critico per la nutrizione azotata si verifica nelle prime fasi di sviluppo (dalla terza-quarta foglia). In questa fase un adeguato assorbimento di azoto consente un ottimale sviluppo della pianta. All'emergenza delle piantine, per favorire un migliore affrancamento si consiglia di dare in fertirrigazione un concime liquido contenente fosforo e magnesio formulati.

Il rapporto N : P₂O₅ : K₂O è di 1:0.7:1.7, pertanto può essere conveniente utilizzare un concime completo idrosolubile dal titolo 12.9.34 già opportunamente arricchito di ferro, magnesio e microelementi come prodotto da dare in fertirrigazione per le fasi di

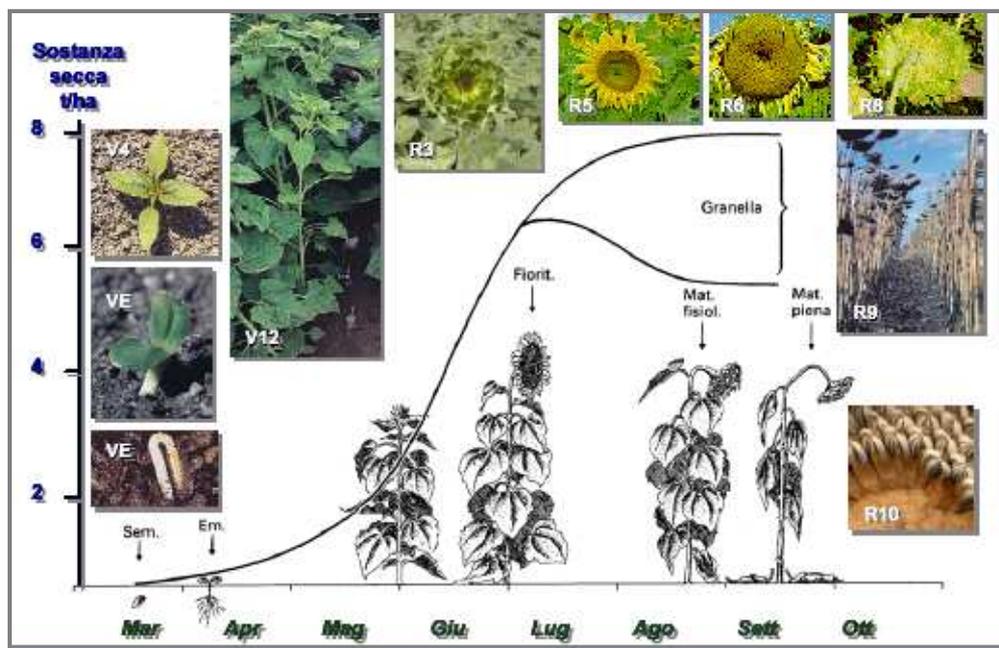
sviluppo iniziali, successivamente si rende necessario spostare il rapporto nutritivo a favore del fosforo e del potassio (titolo 7.12.38) oppure fosfato monopotassico. Da non sottovalutare l'importanza del calcio, quale elemento costituente la parete delle cellule e quindi capace di svolgere azione di irrobustimento dei tessuti dello stelo; si consigliano applicazioni fogliari in pre e post fioritura, irrorare soluzione al 15% di ossido di calcio chelato; per via radicale può essere utilizzato concime in soluzione di Azoto e Fosforo 3- 23,6 + Calcio.

In coltura estiva e soprattutto alla fine dell'autunno può essere necessario intervenire con prodotti nanizzanti (Daminozide 85%, fitoregolatore ad attività brachizzante) quando la pianta ha raggiunto 30-40 cm di altezza alla dose di 200gr /100 l, irrigando poi il meno possibile in modo da ridurre la crescita della pianta.

Raccolta

Il fiore si raccoglie singolarmente da fine febbraio a settembre, a seconda della varietà coltivata e dell'epoca d'impianto scelta. Gli steli che provengono da produzioni estive devono essere raccolti con il bocciolo florale ancora chiuso possibilmente nelle ore più fresche (mattino e sera), mentre quelli prodotti in inverno, date le condizioni climatiche, è possibile raccogliarli con il fiore aperto. Si confezionano due categorie di misure: stelo maggiore di 70 cm, confezionato in mazzi da 5 fiori, e stelo da 60 cm, confezionato in mazzi da 10 fiori, entrambi avvolti in carta lucida trasparente. Per determinate varietà, a seconda del confezionamento richiesto dal mercato, è necessario sistemare i fiori all'interno di appositi imballaggi.

Grafico 5- Schema del ciclo biologico del Girasole.



Fonte: università degli studi di Bologna.

Colza *Brassica napus* L. var. *Oleifera* D.C.

Caratteristiche botaniche

Il colza coltivato è una pianta erbacea annuale. L'apparato radicale è fittonante, non molto profondo che si espande soprattutto nei primi 35-40

cm di suolo. Il fusto si presenta eretto e ramificato, normalmente raggiunge un'altezza di 1,5 m e differenzia circa 20 foglie; nei primi stadi di crescita si presenta molto raccorciato ed è formato da una rosetta di foglie; negli stadi successivi gli internodi superiori dello stelo si allungano (levata).

L'infiorescenza a grappolo è terminale, formata da 150-200 fiori ermafroditi, aventi la struttura tipica delle Cruciferae. La fioritura è scalare basipeta, procede cioè dalla base verso l'apice dei vari rami dell'infiorescenza, e dura circa un mese. Il colza è autofertile ed entomofilo, ed è possibile sia la fecondazione autogama che allogama. Il frutto che si sviluppa dal fiore fecondato è una siliqua (frutto secco deiscente).

La deiscenza delle silique ha da sempre rappresentato un grave problema pratico, poiché la sgranatura alla raccolta comporta ingenti perdite di prodotto. Proprio per risolvere questo inconveniente sono state selezionate nuove varietà di colza che presentano un grado di indeiscenza sufficiente a consentire un certo ritardo nella raccolta senza eccessivo danneggiamento. I semi sono piccoli, lisci e sferici, con tegumento di colore bruno rossastro che diventa più scuro col procedere della maturazione.

Il contenuto di materia grassa nei semi in media è pari al 41 % sul peso secco (s.s.) con picchi del 50 % s.s..

La biologia

Nel clima italiano il ciclo biologico del colza è autunno-primaverile. Seminato tra la fine di settembre e i primi di ottobre, emerge dal terreno dopo 10-15 giorni con le due foglie cotiledonari; successivamente emette nuove foglie che formano una rosetta. È proprio questo lo stadio di massima resistenza al freddo (6-8 foglie, fittone di 15-20 cm e colletto del diametro di 6-7 mm): fino a diversi gradi sotto zero (-15 °C), purché non vi siano ristagni d'acqua.

Nel corso dell'inverno, sotto l'azione delle basse temperature (vernalizzazione) avviene il viraggio dell'apice, che cessa di formare foglie per formare gli abbozzi fiorali. È fondamentale dire che le varietà autunnali non entrano nella fase riproduttiva se non sono state sottoposte ad un periodo di vernalizzazione, che si realizza con la permanenza, per almeno 40 giorni, a temperature inferiori a 10 °C.

La levata inizia nella seconda metà di marzo, quando il fusto è lungo circa 20 cm ed è già visibile l'infiorescenza principale. Nella prima decade di aprile, nonostante la pianta non abbia terminato la crescita vegetativa, inizia la fioritura; non è raro osservare sulla stessa infiorescenza la presenza contemporanea di fiori in boccio, fiori in antesi e silique.

Dopo 30-40 giorni dalla fecondazione, i semi cominciano a riempirsi di materiali di riserva: il contenuto di olio raggiunge il massimo valore dopo circa 60 giorni. Il seme giunge a maturazione dopo 80 giorni dalla

fioritura. Alla maturità delle silique la pianta si presenta in gran parte defogliata e con la parte terminale dello stelo e delle ramificazioni secche.

Le esigenze pedo-climatiche

Il colza è una pianta microtermica e non necessita quindi di temperature elevate per svilupparsi. Lo zero di vegetazione è a 6-8 °C. Questa coltura teme periodi siccitosi soprattutto durante le fasi di levata e fioritura. Il colza predilige climi temperati, umidi, non troppo soleggiati. La pianta, nel complesso, non è particolarmente esigente: predilige i terreni profondi, freschi, fertili e leggeri, si adatta a quelli argillosi, calcarei e torbosi, purché ben drenati. Tollera sufficientemente la salinità e il pH del terreno.

La tecnica colturale

Nelle regioni asciutte dell'Italia centro-settentrionale il colza può avvicinarsi al frumento. Conseguono ottimi risultati dopo leguminose pratensi o da granella mentre non risulta conveniente la successione a se stesso, soprattutto quando si verificano attacchi di *Phoma lingam*, agente fungino responsabile del cancro del fusto delle Brassicaceae.

Particolare attenzione deve essere riservata alla preparazione del letto di semina, poiché i semi sono di dimensioni ridotte. Normalmente è eseguita un'aratura di media profondità (25-30 cm). Nel caso in cui il terreno si presentasse troppo soffice al momento della semina, è necessaria una rullatura.

Il colza ha fabbisogni nutritivi abbastanza contenuti. Alla fine del ciclo la coltura contribuisce ad arricchire il terreno di sostanza organica e di elementi nutritivi con l'abbondante massa dei suoi residui colturali. Si sottolinea anche che, compiendo buona parte del suo ciclo nei mesi freddi e piovosi, esplora attivamente il terreno, intercettando ed assorbendo i nitrati e contribuendo a limitare i rischi di lisciviazione nelle acque sotterranee.

Le concimazioni consigliate sono di 80–120 unità N/ha in un'unica distribuzione alla ripresa vegetativa di fine inverno; di 50 unità P/ha in pre-semina a pieno campo, o localizzate; è possibile eliminare del tutto la concimazione fosfatica nei terreni ben dotati (P Olsen oltre 20 ppm). Normalmente non necessita di concimazione con potassio.

Il colza presenta un seme di dimensioni minute, che richiede un letto di semina ben preparato poiché la profondità di deposizione deve essere necessariamente minima. Il periodo per la semina varia in funzione dell'ambiente di coltivazione. In linea generale si opera in modo da far raggiungere alla pianta lo stadio di rosetta al sopraggiungere dei primi freddi. Per quanto riguarda le coltivazioni italiane, la data consigliabile è compresa tra la metà di settembre e quella di ottobre. La semina è effettuata a file continue, distanti 15-20 cm, con 10-12 kg/ha di seme, alla profondità di 2-3 cm, adottando una seminatrice da grano. Con l'impiego di seminatrici pneumatiche di precisione si può ridurre la quantità di seme a 5-8 kg/ha ed adottare una distanza tra le file fino a 45 cm e 2-2,5 cm

sulla fila, in maniera da consentire la sarchiatura meccanica, particolarmente efficace per il controllo di infestanti (in particolare Cruciferae). Molto importante è assicurare una densità ottimale alla raccolta intorno alle 40 piante/m², tenendo presente che densità elevate predispongono le piante all'allettamento e le rendono più soggette a danni da freddo.

La raccolta è effettuata quando l'umidità del seme è inferiore al 14 %, in tali condizioni le piante sono secche ed i semi sono neri. La data è compresa, nell'Italia settentrionale, tra la seconda e la terza decade di giugno. Si impiegano mietitrebbie con testata per frumento opportunamente regolate. Le attuali produzioni medie sono dell'ordine di 2,6 t/ha, con punte di oltre 3 t/ha nell'Italia settentrionale.

Soia *Glycine max* L.

Caratteristiche botaniche

E' una pianta erbacea, annuale, estiva, interamente coperta da peli bruni o grigi, alta da 70 a più di 130 centimetri, a portamento eretto più o meno cespuglioso. Appartiene alla famiglia delle Leguminosae, tribù Phaseoleae, genere *Glycine*, specie *Glycine max*. Il corredo cromosomico è $2n = 40$. L'habitus di crescita può essere determinato, indeterminato o semi-determinato. E' "determinato" quando lo stelo principale termina con un'infiorescenza, per cui, sviluppato un certo numero di foglie e di infiorescenze, matura e muore; queste varietà si adattano molto bene ad ambienti con una lunga stagione vegetativa, con alte temperature. Le varietà "indeterminate", invece, sono caratterizzate da un allungamento indefinito dello stelo, che mantiene l'apice allo stato vegetativo. Queste possiedono un periodo di fioritura ed allegagione più lungo, e sono quindi capaci di recuperare eventuali riduzioni di produzione dovute a condizioni climatiche sfavorevoli.

Le cultivar coltivate in Italia sono, in genere, indeterminate.

Le foglie sono diverse tra loro: ci sono due foglie primarie, opposte, ovali; tutte le altre sono trifogliate, con foglioline ovate più o meno allungate, lunghe fino a 15 cm; esse cadono un po' prima che i legumi abbiano raggiunto la piena maturità, quando i semi contengono circa il 20% d'acqua.

Esigenze Pedoclimatiche

Le esigenze climatiche sono molto simili a quelle del mais, anche se la soia è leggermente meno sensibile agli abbassamenti di temperatura nelle fasi iniziali e finali del ciclo. La temperatura minima di accrescimento è intorno ai 5 °C. La temperatura media ottimale si aggira attorno ai 24-25 °C. E' una pianta brevidiurna abbastanza sensibile al fotoperiodo (in alcuni casi necessita di almeno 10 ore/giorno di buio per fiorire). Questo fa sì che la fioritura sia fortemente influenzata anche dalla latitudine: una

varietà che necessita di 10-11 ore di buio, coltivata in Pianura Padana (45° lat.), fiorirà solo da metà settembre in poi; al contrario, una varietà a cui bastano solo 7 ore di buio, può fiorire anche in piena estate. La soia è una pianta debolmente arido resistente, ma può soffrire di siccità qualora le piogge siano poco frequenti, tanto che se ne consiglia l'irrigazione soprattutto durante la fase di formazione dei semi. Per questi motivi il suo habitat ideale è quello caratterizzato da estati calde e umide e condizioni subtropicali. La latitudine più indicata è attorno ai 35°. E' una pianta che radica in profondità e ha la capacità di utilizzare bene la riserva idrica del terreno. La soia si adatta ad un'ampia gamma di terreni, dagli argillosi agli organici, mentre può incontrare difficoltà in quelli molto leggeri. Per un buon sviluppo del rizobio il pH ottimale deve aggirarsi intorno al 6,5. Questa leguminosa si adatta bene anche a terreni nettamente acidi o salini, ma non gradisce gli asfittici e quelli eccessivamente dotati di calcare attivo. Come tutte le leguminose, anche la soia è un'ottima coltura miglioratrice della fertilità in quanto fissa l'azoto atmosferico, produce una notevole quantità di sostanza organica facilmente umificabile e lascia il terreno in buono stato. Le sue caratteristiche ne fanno un'ottima alternativa ai cereali (tipico è l'avvicendamento con il mais).

Preparazione Del Terreno:

La soia ha un apparato radicale ben sviluppato per cui si dovranno realizzare tutte le pratiche necessarie perché questo si approfondisca nel terreno nella maniera più rapida possibile. E' bene che il terreno sia sufficientemente amminutato in superficie e smosso, ma non necessariamente affinato, in profondità. Ciò dovrebbe garantire, per quello che riguarda lo strato superficiale, un ottimo contatto seme-terreno. La preparazione deve essere molto accurata ed eseguita preferibilmente in autunno, per far sì che in primavera il terreno sia nelle condizioni ottimali (soffice e umido). Si può adottare anche la lavorazione su sodo o la minima lavorazione, ma si corre il rischio di un elevato inerbimento e un minore sviluppo della coltura. Tutti gli interventi con macchine operatrici piuttosto pesanti dovranno essere eseguiti con il numero minore di passaggi, tenuto conto della presenza sull'apparato radicale di un batterio che è di tipo aerobico obbligato, per il quale la compattazione, e quindi l'asfissia, sono sempre dannose. Inoltre gli interventi alla raccolta dovranno essere eseguiti su terreni ben portanti ed asciutti, in modo da non perdere l'effetto positivo di avvicendamento relativo al miglioramento della struttura fisica del terreno. Al fine di evitare o contenere le perdite di legumi alla raccolta è consigliabile che la superficie del terreno sia ben livellata. I legumi impalcati bassi sulla pianta, infatti, possono restare sul campo nel caso di bassure o avvallamenti.

Concimazione:

La sostanza secca prodotta come biomassa complessiva, incluso l'apparato radicale, permane in campo come residuo colturale, per circa il 70-75%,

per cui la produzione agraria utile è relativa solo ad un 25-30% del totale. Le asportazioni ammontano, relativamente alla pianta intera, a circa 220 Kg/ha d'azoto, di cui gran parte, ovviamente, vengono forniti dall'azotofissazione simbiotica. Di questa quantità, la metà viene utilizzata per la produzione di seme e quindi asportata, mentre il rimanente 50% può essere integrato nell'avvicendamento. Nel caso non sia stato impiegato l'inoculo, la quantità di N minerale da apportare, in un terreno di media fertilità, varia da 100 a 150 Kg/ha.

Il fosforo e il potassio sono asportati in quantità limitata. Il fosforo viene asportato in quantità uguale a quanto ne rimane sul terreno (restituzione del 50%), mentre per il potassio la quota di restituzione è molto superiore a quella di asportazione. La soia non è particolarmente esigente in fosforo, quindi la concimazione può limitarsi a compensare le asportazioni nette (circa 50-60 Kg/ha); è preferibile distribuirlo alla semina, depositandolo dietro al seme, per assicurare le migliori condizioni di sfruttamento. Per il potassio le quantità possono essere anche inferiori. Normalmente questo elemento non viene apportato, salvo in terreni scarsamente dotati in cui è bene reintegrare le asportazioni nette (fino a 70 Kg/ha). La somministrazione di calcio in terreni acidi può favorire l'utilizzazione di fosforo e potassio e la formazione dei noduli radicali. In generale, se l'azotofissazione funziona regolarmente, è inutile l'apporto di azoto supplementare. Vi è contrasto infatti tra la presenza di azoto minerale (nitrati) presente nel terreno e l'azotofissazione simbiotica. Con l'apporto di concime minerale azotato, oppure nei casi in cui il terreno ne sia normalmente dotato, si registra una scarsa attività dei tubercoli. La causa di questo rallentamento è dovuta al loro minor numero, volume e peso.

L'inibizione dello sviluppo dei noduli e del loro metabolismo in presenza di nitrati si verifica inoltre nelle colture di soia che succedono ad una coltivazione ben fertilizzata. E' dunque importante selezionare dei ceppi di rizobio specifico più efficienti in presenza di azoto minerale nel mezzo di crescita.

Semina:

La semina, effettuata con seminatrice da frumento o di precisione a circa 2-3 cm di profondità, normalmente viene eseguita tra la seconda metà di aprile e l'inizio di maggio quando il terreno non è più troppo freddo e la piantina si può sviluppare facilmente. Considerando di ottenere una densità di circa 30 piante/m² alla raccolta, la distanza tra le file può essere compresa tra 45 e 60 cm e la distanza sulla fila deve essere di 6 cm. Per ogni settimana di ritardo nella semina, a partire dalla fine di aprile in poi, si possono perdere circa 25 Kg di seme per ettaro. Pertanto una semina che si realizzi entro la fine del mese di aprile dovrebbe avvantaggiare il ciclo produttivo di questa coltura. Le quantità di seme da utilizzare variano notevolmente da varietà a varietà in quanto differenti sono i pesi dei semi. Indicativamente si parla di 80 kg/ha per cultivar con seme di media

grandezza. E' importante non esagerare con la quantità di seme in quanto si rischiano problemi di allettamento, ma è anche importante non commettere l'errore opposto lasciando troppo spazio tra le piante.

Varietà:

La selezione ha prodotto varietà geneticamente ben differenziate, con determinate caratteristiche agronomiche.

Le cultivar vengono raggruppate in 13 gruppi di maturazione, da 000 a X, che si differenziano per la lunghezza del ciclo vegetativo. Per gli ambienti italiani normalmente risultano più adatte le varietà appartenenti ai gruppi di maturazione I e II.

Inoculazione:

Un aspetto fondamentale nella coltivazione della soia è l'inoculo del seme. Perché si ottenga la fissazione biologica dell'azoto è necessario che vi sia l'apporto di un certo numero di cellule vitali del rizobio specifico (*Bradyrhizobium japonicum*) sul tegumento seminale. Si parla, come minimo, di apportare 1 milione di cellule vitali per ogni seme. Questa operazione viene eseguita utilizzando preparati a base di torba contenenti milioni di cellule di *Rhizobium japonicum* che vengono miscelati al seme poche ore prima della semina. Il commercio fornisce degli inoculanti già confezionati per questo apporto. E' necessario operare il trattamento al riparo dalla luce diretta del sole ed evitare le ore più calde della giornata. L'inoculazione è praticamente obbligatoria per la coltivazione in terreni mai coltivati a soia o in terreni nei quali non si coltiva soia da circa cinque anni, è inoltre consigliata in terreni poco fertili o troppo acidi. Può essere evitata qualora si coltivi soia per più anni e le condizioni del terreno siano ottimali.

Raccolta:

In una coltura di soia l'approssimarsi della maturazione è chiaramente segnalato dall'ingiallimento dei baccelli, delle foglie e dalla successiva, graduale caduta di queste ultime.

L'essiccazione del seme in campo dipende, oltre che dalle caratteristiche morfologiche, da alcuni fattori ambientali (es: frequenza di giorni piovosi, deficit di saturazione dell'aria,..) In media il seme di soia può perdere 0,5-0,8% di umidità per giorno in annate caratterizzate da frequenti piogge e modeste temperature, arrivando fino ad un massimo del 2% nell'ipotesi di annate a decorso meteorico favorevole.

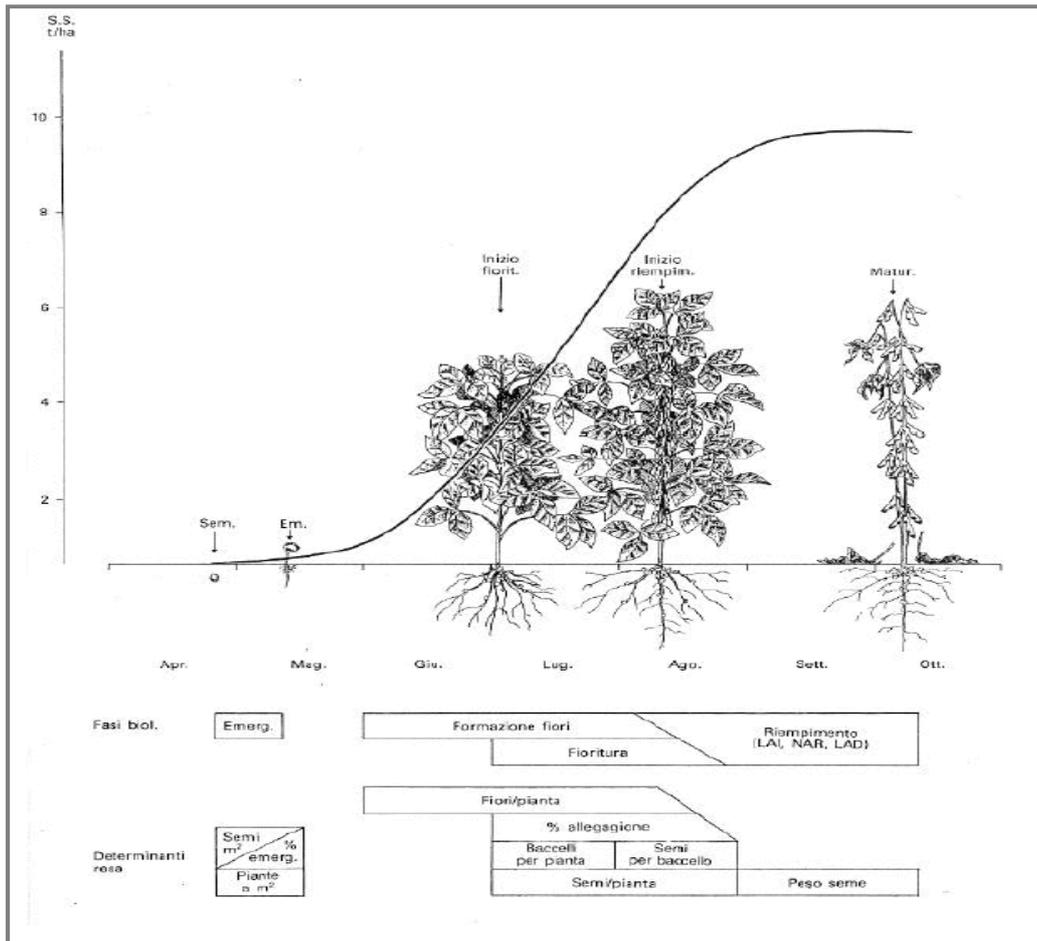
La raccolta deve avvenire quando le foglie sono cadute e la pianta è completamente secca. In queste condizioni il seme contiene circa il 12-14% di acqua. Le perdite sono notevoli (4-15%) e sono causate dal fatto che la pianta fruttifica anche nei palchi più bassi.

Questa condizione può essere favorita tra l'altro anche da un investimento troppo rado. Una bassa umidità alla raccolta (10-12 %) consente la conservazione del seme per qualche anno, mentre con il 14% di umidità il seme riesce appena a superare l'inverno.

Rese:

Le rese sono variabili; nelle nostre zone (Pianura Padana) si parla di 3-3,5 t/ha, ma si possono superare le 4 t/h o scendere fino a 2 t/ha per le colture intercalari.

Grafico 6- Schema del ciclo biologico della Soia e resa in granella.



Fonte: FAO,2000

Ricino - Ricinus communis L.

Caratteristiche botaniche

Il ricino si presenta sotto forma di una pianta erbacea o arborea, annua o perenne secondo le condizioni climatiche della regione. Ha un'altezza media di 2-3 metri fino a raggiungere i 10 metri nel suo paese di origine.

Foglie sono palmato-lobate (da 5 a 12 lobi) con il bordo dentato, verdi o rosse, palmate, verticillate e caduche. Alcune varietà ornamentali hanno le foglie con la faccia inferiore ed il picciolo colorati di rosso.

Fiori il Ricino è una pianta monoica con i fiori raggruppati a grappoli in un'infiorescenza sulla cui parte basale sono collocati quelli maschili mentre i fiori femminili si trovano nella parte alta. La fioritura avviene in estate.

Frutti i frutti consistono in capsule spinose, costituite da tre valve, che a maturazione si aprono liberando tre semi di circa 1 cm.

Seme il seme è lucente marmorizzato di rosso o di bruno; presenta una linea sporgente sulla faccia ventrale.

Composizione la totalità della pianta è tossica a causa della presenza di una glicoproteina: la ricina che ha la massima concentrazione nei semi. I semi sono ricchi di un olio che deve le sue proprietà purgative alla presenza dell'acido ricinoleico.

La cultura di questa pianta non presenta grossi problemi, bisogna tuttavia aver cura di fornire un buon ammendante organico in primavera e di modificare la struttura del suolo se questo è poco drenato.

Esigenze ambientali

Essendo una pianta di origine tropicale, il ricino ha bisogno, per il suo sviluppo vegetativo, di temperature piuttosto elevate. Dal punto di vista nutrizionale è molto esigente nei confronti del potassio e dell'azoto.

Benché sia considerata una pianta resistente alla siccità, al fine di ottenere una produzione economicamente valida richiede non meno di 600-700 mm di pioggia, anche se, con alcune varietà, sono sufficienti valori notevolmente inferiori. Pur adattandosi a diversi terreni, le migliori produzioni si ottengono in quelli limo-sabbiosi, ben drenati e ricchi di sostanza organica; resiste bene anche a un discreto grado di salinità. L'intenso lavoro di miglioramento genetico ha riguardato in particolare l'adattamento pedoclimatico, l'altezza del fusto, la produttività, la deiscenza delle capsule, il peso e il tenore in olio, l'introduzione della monoracemia e la resistenza alle avversità.

Tecnica colturale

Occupando nell'avvicendamento la posizione di una coltura da rinnovo, necessita di una prima aratura profonda autunnale, con interrimento di letame e concimi fosforici e potassici, di una aratura invernale e di una successiva erpicatura per la preparazione di un buon letto di semina. Quest'ultima avviene in aprile-maggio, a file distanti 70-80 cm e deponendo il seme a 20-25 cm sulla fila (6-7 piante a metro quadrato), impiegando 12-16 kg/ha di semente. l'azoto viene distribuito in parte in presemina e in parte al momento della prima sarchiatura. Come già detto, il ricino si avvantaggia notevolmente di interventi irrigui, specie subito dopo la semina, per favorire la germinazione. Nelle prime fasi del ciclo è sensibile alle infestanti, che vengono controllate con un diserbo chimico in

preemergenza e successive sarchiature, a seconda delle necessità. A volte si esegue la cimatura del ricino per migliorare le produzioni.

Raccolta e utilizzazione

La maturazione delle capsule e dei semi è scalare. La raccolta delle capsule incomincia in agosto per le varietà precoci, fino ad ottobre per le più tardive. Inizia quando le capsule presentano un colore bruno e gli aculei diventano consistenti e fragili. La resa in semi sgucciati oscilla intorno ai 15-16 quintali per ettaro.

Il prodotto per ettaro di steli è di circa 30 quintali; essi vengono utilizzati come combustibile o per fornire fibre tessili grossolane, per cordoni o manufatti grezzi.

Il seme contiene un acido, l'acido ricinoleico che gli conferisce proprietà purgative, e nello spermoderma un prodotto tossico, la ricinina che è un etere metilico dell'acido ricinico. Tale sostanza è un veleno molto forte. Il contenuto in olio dei semi varia dal 40 al 57% secondo i differenti grappoli della stessa pianta, diminuendo allorché si passa dalle infiorescenze primarie a quelle di secondo ordine così via.

Da diversi secoli l'olio di ricino viene utilizzato in farmacia per varie affezioni e specialmente come purgante. Per la sua viscosità costante, il basso punto di congelamento e l'assenza di residui, trova vasto impiego nella lubrificazione dei motori ad alta frequenza e a forte compressione. Inoltre rispetto agli altri oli minerali, presenta un maggiore potere lubrificante e un maggiore punto di infiammabilità. Molti sono gli usi industriali (preparazione di grassi, nella concia del cuoio, sapone da toilette, pomate, nell'industria della ceralacca e delle vernici, ecc.).

I pannelli di ricino sono usati come concimi organici ad elevato contenuto di azoto. La ricinina, insolubile nell'olio di ricino, essendo presente nei pannelli, li rende tossici ed inadatti come mangime.

Cartamo - *Carthamus tinctorius* L.

Caratteri botanici

Il Cartamo è una pianta annua con fusto eretto (fino a 1 metro circa), abbondantemente ramificato. La radice principale è fittonante, quelle secondarie plagiotropiche. Le foglie sono alterne e sessili; quelle poste più in basso sono oblunghe e inermi, mentre quelle più alte sono spinose.

Le infiorescenze sono dei capolini, costituiti da 20-100 fiori circondati da brattee involucrali, di colore giallo arancio; su una pianta se ne possono contare anche più di cento. I frutti, detti comunemente "semi", sono degli acheni, lucidi, ovoidali, ricchi di olio (40-45%).

Esigenze ambientali e tecnica colturale

Il cartamo necessita di temperature abbastanza elevate durante tutte le fasi del ciclo biologico. Pianta longigiurna, necessità di luce ad alta intensità.

Per quanto riguarda il terreno, si adatta anche a quelli argillosi purché siano dotati di buona struttura e privi di ristagni idrici. Il pH deve essere neutro o subalcalino. Resiste abbastanza bene ai terreni salini.

Ha bisogno di molta acqua (soprattutto nella fase di maturazione) che riesce a procurare grazie all'apparato radicale molto sviluppato in profondità. Non sopporta l'elevata umidità dell'aria. Necessita di elevate quantità di azoto e potassio e basse di fosforo (elemento in grado però di accorciare la fase di maturazione).

Tipica pianta da rinnovo a ciclo primaverile-estivo; se il clima è particolarmente favorevole può essere seminata in autunno.

Dopo l'aratura e la successiva preparazione del terreno, la semina viene fatta a file distanti circa da 25 a 45 cm, con un investimento di 20-40 piante a metro quadrato, elevabile fino a 60-65.

Le infestanti vengono controllate con lavorazioni meccaniche e diserbanti.

Raccolta e utilizzazione

La raccolta viene effettuata a completa maturazione (umidità dei semi 8-10%) con mietitrebbiatrici. La resa in semi è molto variabile e può arrivare a 40 quintali ad ettaro. I semi (contengono il 40-45% di olio) vengono utilizzati per la produzione di olio ricco di acidi insaturi (soprattutto linoleico 75% e oleico 10%), utilizzato soprattutto nell'industria farmaceutica e nella produzione di vernici. I pannelli di cartamo vengono impiegati nell'alimentazione degli animali per il loro elevato contenuto di fibra e proteine. Dalla corolla dei fiori si estrae la cartamina, sostanza colorante usata in tintoria e in cosmesi.

Il cartamo (l'intera pianta) viene impiegato nell'alimentazione degli ovini sia come foraggio fresco che affienato, se falciato prima della fioritura.

Avversità e parassiti

I danni più gravi sono causati da alcune micose come la ruggine (*Puccinia carthami*) e l'alternaria (*Alternaria carthami*).

La mosca del cartamo (*Acanthophilus helianthi*) può provocare danni seri alla coltura distruggendo i capolini maturi.

Tabella 4- Rese delle colture oleaginose in termini di resa di semi, olio e in biodiesel

Coltura Oleaginosa	Resa in semi t/ha	Resa in olio grezzo estratto t/ha	Resa in biodiesel t/ha
Colza	4,0	1,5	0,9
Girasole	4,0	1,5	1,0
Ricinio	1,5 - 1,6	1,5	
Cartamo	1,5 - 4,5	0,6 - 1,8	

Fonte: n.s elaborazione su da

Colture alcoligene

Con il termine alcoligene ci si riferisce a quelle colture atte alla produzione di biomassa dagli elevati contenuti in carboidrati fermentescibili che possono essere destinati, mediante un processo di fermentazione, alla produzione di bioetanolo da utilizzarsi quale biocarburante in sostituzione della benzina o dei composti antidetonanti. La materia prima da avviare alla filiera di produzione del bioetanolo può essere costituita da zuccheri semplici (in primis saccarosio e glucosio), o da zuccheri complessi (amido) ed è ottenuta, rispettivamente, dalle colture dedicate saccarifere o da quelle amilacee. Tra le colture saccarifere, quelle ritenute adatte alle condizioni del terreno e del clima in Italia, sono la barbabietola da zucchero e il sorgo zuccherino, tra le colture amilacee il frumento tenero, soprattutto nell'Italia meridionale, e il mais, in particolare nell'Italia settentrionale. Le colture saccarifere presentano un elevato contenuto in zuccheri semplici: l'estratto zuccherino fermentescibile nella barbabietola costituisce in media il 20% della biomassa secca raccolta, nel sorgo il 18%. Le colture amilacee contengono l'amido in forma di granuli e i residui di glucosio che lo compongono possono essere idrolizzati e, successivamente, fermentati a bioetanolo: il frumento tenero presenta un contenuto in amido corrispondente al 70%, il mais pari al 78%.

Barbabietola da zucchero - *Beta vulgaris L. var. saccharifera L.*

Caratteri botanici

La Barbabietola da zucchero avrebbe due centri di origine: uno rappresentato dal bacino del Mediterraneo o dalle regioni steppiche dell'Asia sud-occidentale ed il secondo ubicato nelle isole Canarie o del Capo Verde.

La sua coltivazione (come pianta da orto) è antica e era praticata da Greci e Romani. La sua importanza come pianta saccarifera risale al Settecento. Fu nel 1747 che il chimico Margraff scoprì nella barbabietola zucchero cristallizzabile. I suoi stadi vennero ripresi da Achard che, appoggiato da

Federico il Grande prima e da Guglielmo III poi, impiantò coltivazioni in Slesia, perfezionò i procedimenti di estrazione e promosse l'impianto del primo zuccherificio (a Cunern). L'instaurazione del blocco napoleonico impresso un poderoso impulso alle ricerche e moltiplicò le iniziative perché i paesi europei vennero a trovarsi improvvisamente sprovvisti dello zucchero di canna procacciato fin'allora dall'Inghilterra. In Italia la diffusione della barbabietola fu molto lenta e alterna fino al 1887. In quell'anno E. Maraini, ritenuto il padre dell'industria saccarifera italiana, si adoperò per razionalizzare la tecnica colturale ed estrattiva e promosse il potenziamento della fabbrica di Rieti già sorta e fallita in precedenza.

Oggi, la barbabietola è una delle più importanti colture della zona temperata. I principali produttori sono i Paesi europei e quelli dell'ex-Unione Sovietica.

Oltre alla var. saccharifera, della specie *Beta vulgaris* L. esistono anche altre forme: *B. vulgaris* var. *cycla* (Bietola da coste), *B. vulgaris* var. *cruenta* (Bietola da orto), *B. vulgaris* var. *crassa* (bietola da foraggio).

Caratteri botanici

La Barbabietola da zucchero è una pianta biennale (stadio vegetativo al primo anno; stadio riproduttivo al secondo). Presenta una radice fittonante, grossa, carnosa, più o meno conica, lunga fino a 2 metri, di colore grigiastro, provvista di rugosità trasversali nella parte superiore e di due solchi longitudinali (detti solchi saccariferi) decorrenti a spirale e provvisti di abbondante capillizio. Il fusto è corto ed eretto.

Le foglie sono disposte in verticilli (rosette), picciolate, di norma cuoriformi alla base, ottuse, tondeggianti o affusolate, lisce, ondulate o bollose, di colore verde più o meno intenso.

I fiori, piccoli, inseriti direttamente su scapi (che compaiono generalmente nel secondo anno) lunghi 1,5-2 m, eretti, ramificati in alto, sono riuniti in infiorescenze normalmente bi-tetraflora. Le infruttescenze (glomeruli) sono rotondeggianti, angolose, grinzose, con peso dell'hl variabile da 60 a 70 kg. I semi sono lenticolari, spessi 1,5 mm; lunghi 2,4-4 mm, del peso di 2-3 mg, di colore bruno-verdastro, bruno-giallastro o bruno-nerastro.

Esigenze ambientali

La germinazione può iniziare a 5-6°C, ma per un'emergenza veloce ed omogenea occorrono almeno 10-12°C. Temperature diurne e notturne troppo elevate durante l'estate possono condizionare l'accumulo delle sostanze di riserva, in quanto aumentano l'intensità della respirazione. Notti fresche e giorni caldi, dalla seconda metà di agosto, favoriscono l'accumulo di zucchero. La barbabietola da zucchero predilige terreni profondi, di medio impasto, ricchi di sostanza organica e con buona capacità idrica. Ha bisogno di terreni a pH neutro (pH 6,5-7), mentre non sono adatti i terreni acidi e con ristagni idrici.

Per ottenere una buona produzione è necessaria una regolare disponibilità idrica durante tutto il ciclo (irrigazione per aspersione).

Per ogni 10 tonnellate di radici vengono asportati mediamente 40-50 kg di azoto, 15-18 kg di P₂O₅ e 55-65 di K₂O.

Varietà

Le varietà di barbabietola, che sarebbe meglio chiamare "marche", in quanto caratterizzate da popolazioni eterozigoti, vengono classificate secondo vari parametri, in relazione al patrimonio cromosomico (diploidi 2n=18, triploidi 3n=27, tetraploidi 4n=36, e poliploidi, tutte le altre); in base al tipo di semi (plurigermi e monogermi); in base al rapporto peso/titolo zuccherino della radice; in relazione al periodo di semina (tipo A per semine primaverili, tipo AA per semine autunnali).

Tecnica colturale

La barbabietola da zucchero è una sarchiata da rinnovo e prende posto generalmente tra due colture di frumento. Lascia un terreno ben preparato per la coltura successiva. Si consiglia di frapporre un intervallo di alcuni anni tra l'una e l'altra coltura di barbabietola. L'aratura profonda viene fatta in estate. Utile una abbondante concimazione letamica, anche se ormai questa è ormai solo minerale. La concimazione azotata può essere fatta tutta alla semina o suddivisa alla semina e in copertura.

La semina incomincia a febbraio nell'Italia centrale e in marzo nella Pianura Padana. Le semine troppo precoci sottopongono le piantine al rischio di gelate tardive e favoriscono il fenomeno della prefioritura. Nelle zone aride del Mezzogiorno d'Italia e delle isole, si pratica la coltura autunnale (semina in ottobre e raccolta a giugno-luglio). Questa tecnica colturale si è resa possibile per la selezione di tipi di barbabietola non biennali ma poliennali, cosicché le basse temperature subite durante l'inverno non riescono ad indurre la fioritura. La distribuzione del seme viene fatta con seminatrici di precisione, a righe intervallate in media di 45 cm, La distanza dei semi sulla fila va stabilita tenendo conto che l'investimento da perseguire è di circa 10 piante a metro quadrato alla raccolta e che una quota dei semi posti a dimora è destinata a non andare a buon fine. In passato la semina era fatta più fitta del necessario, salvo a regolare poi con il diradamento le piante a metro quadrato. Oggi viene eseguita la "semina sul posto", senza diradamento. Data la delicatezza delle plantule di barbabietola bisogna prevedere forti fallanze: il numero di semi da seminare è di 15-20 per ottenere 10 piante a metro quadrato. La quantità di seme da impiegare non viene più espressa in peso (kg/ha) ma in numero; il seme monogerme, che è sempre confettato, viene venduto in confezioni contenenti 100.00 semi (1 unità); quindi dovranno essere impiegate 1,5-2 unità per ettaro per ottenere circa 100.000 per ettaro. La profondità di interrimento deve essere di 3-4 cm (non superiore) Una rullatura alla semina fa aderire la terra alla superficie del seme, favorendone l'inumidimento e la germinazione.

La barbabietola da zucchero è molto sensibile alla competizione esercitata dalle erbe infestanti. In passato venivano fatte le sarchiature, oggi si ricorre

al diserbo chimico (in pre-semina, in pre-emergenza o in post-emergenza). Una sarchiatura viene fatta anche per eliminare la crosta superficiale. Per aumentare la produttività della barbabietola, pratica indispensabile è l'irrigazione (non solo al Sud ma anche nella Pianura Padana). I trattamenti antiparassitari in genere necessari sono quelli insetticidi contro l'altica e contro il cleono e il lisso, nonché quelli anticrittogamici contro la cercospora.

Raccolta

La raccolta viene fatta quando nella radice si è accumulata la massima quantità di zucchero (con semina primaverile, in settembre). Essa consiste nelle seguenti operazioni: estirpazione delle radici dal terreno; scollettatura, cioè eliminazione mediante taglio della parte superiore del corpo radicale (colletto) con inserite le foglie, parte povera di zucchero e ricca di impurità che renderebbero difficile la lavorazione industriale; caricamento sui mezzi che trasporteranno le radici allo zuccherificio. Queste operazioni, un tempo fatte a mano, vengono eseguite da macchine polivalenti o separate.

La resa media italiana è di oltre 400 q.li/ha contenenti il 16% di zucchero (pari a 65 q.li/ha di zucchero pronto). Sono frequenti rese più elevate, fino a 1.000 quintali ad ettaro e con tenore di saccarosio fino al 20%.

Mais o Granoturco - *Zea mays* L.

Caratteri botanici

Il mais appartiene alla famiglia delle Gramineae, tribù Maydeae.

La *Zea mays* è l'unica specie del genere *Zea* ed esiste solo allo stato coltivato.

Cariosside

La costituzione della cariosside è la seguente: embrione (12-14%), endosperma (75-80%), involucri (8-10%).

L'embrione presenta notevoli analogie con quello, già descritto, del frumento. È costituito:

- dalla piumetta, che è protetta dal coleoptile e sulla quale sono già differenziati gli abbozzi delle prime cinque foglie;
- dalla radichetta, protetta dalla coleorizza;
- dallo scudetto (o scutello), ricco di grassi.

L'endosperma è costituito da uno strato aleuronico esterno e da un parenchima amidaceo che è a sua volta formato da una parte cornea, ricca di sostanze azotate, e da una parte farinosa, quasi esclusivamente formata di amido e povera di sostanze proteiche.

Gli involucri comprendono pericarpo e perisperma.

Nella cariosside di mais si distinguono: la corona, cioè la parte che nella spiga è all'esterno ed opposta all'inserzione nel tutolo; due facce, di cui la superiore è volta verso l'apice della spiga e l'inferiore è volta verso la base; lo scudetto, con l'embrione, alla base del granello, sulla faccia superiore.

Il polimorfismo del granello di mais (colore, forma, peso) è assai accentuato. Il colore può essere bruno, violetto, rosso, giallo, bianco; la forma rotondeggiante, schiacciata, appuntita, ecc.; il peso di 1.000 cariossidi varia da meno di 100 grammi a oltre 1200 grammi; nei tipi più comunemente coltivati 1.000 cariossidi pesano 250-350 g.

Sturtevant e Kuleshov hanno classificato le numerosissime forme di mais in base ad alcune caratteristiche morfologiche e fisiologiche della granello in diverse sottospecie.

La pianta e il ciclo vitale

In condizioni adatte di umidità, di temperatura e di arieggiamento, il seme assorbe acqua e s'inizia la mobilitazione delle sostanze di riserva. Anzitutto fuoriesce dagli involucri della cariosside la radichetta embrionale, cui segue il coleoptile, all'inizio più lento nel crescere di quanto non sia la prima.

In analogia a quanto avviene nel frumento, si sviluppano poi radici embrionali laterali, meno vigorose di quella primaria: tutte formano l'apparato radicale seminale che resta attivo per tutto il ciclo biologico della pianta, a sussidio dell'apparato radicale avventizio che si svilupperà in un secondo tempo.

La temperatura minima per avere germinazione e nascite accettabilmente rapide e regolari è di 12 °C. Quindi la semina può essere fatta appena tale temperatura media si riscontra nel terreno alla profondità (50 mm circa) alla quale va deposto il seme.

Dal coleoptile che, allungandosi, spunta fuori terra si svolge la prima foglia, alla quale corrisponde nel terreno un primo nodo a profondità variabile secondo le circostanze, ma sempre prossimo alla superficie.

La seconda foglia e le successive sorgono alterne, da ognuno dei nodi soprastanti al primo; dagli stessi nodi basali spuntano le radici avventizie, che talora restano aeree.

L'apparato radicale giunge facilmente ad un metro ed oltre di profondità, ma il suo sviluppo avviene prevalentemente nei primi 0,4 m.

Dopo l'emissione della terza o quarta foglia, a un mese o un mese e mezzo dalla semina, incomincia, con la levata, lo sviluppo completo della pianta che, se le condizioni colturali sono favorevoli, è molto rapido.

Il mais delle varietà più coltivate non accestisce; l'unica ramificazione normale del fusto è rappresentata dal peduncolo più o meno allungato che porta l'infiorescenza femminile (in genere una per pianta, eccezionalmente due o più).

I nodi che compongono lo stelo sono pieni, a sezione circolare od ellittica, più grossi degli internodi, anch'essi pieni di «midollo», parenchima attraversato da numerosi fasci fibrovascolari, che funziona come riserva d'acqua e sostanze nutritive.

Il numero degli internodi (da 12 a 24 nelle cultivar coltivate in Europa) è legato ai caratteri varietali e all'ambiente climatico, soprattutto alla lunghezza del giorno.

Le foglie, inserite ai nodi del culmo, hanno disposizione alterna, sono parallelinervie, relativamente larghe (fino a 80 mm) ed allungate fino a 0,70-0,80 m), acuminate, glabre nella pagina inferiore e spesso anche nella superiore, un po' ondulate, con guaina amplessicaule, tomentosa, ligula ed espansioni falciformi alla base del lembo.

Il lembo, nella pagina superiore, presenta dei gruppi di cellule igrosco-piche che perdono il loro turgore e si raggrinziscono se la traspirazione è eccessiva, determinando il caratteristico arrotolamento della lamina in periodi di accentuata siccità.

Nel tempo di 50-70 giorni le piante raggiungono il loro massimo sviluppo ed iniziano la fioritura.

Durata delle fasi vegetative

La velocità con cui il mais compie le fasi del suo sviluppo varia molto con la costituzione genetica e con le condizioni climatiche.

La fase compresa tra la semina e l'emergenza ha una durata variabile secondo la temperatura: con 12 °C (minimo): 18-20 giorni; con 17 °C: 8-10 giorni; con 21 °C: 5-6 giorni.

La fase che va dall'emergenza all'antesi varia moltissimo con la varietà in interazione con la temperatura e soprattutto col fotoperiodo. In Italia i tipi più precoci fioriscono dopo 45-50 giorni dall'emergenza, mentre i più tardivi fioriscono dopo 70-75 giorni, cioè a fine luglio, primi di agosto. Varietà tropicali, brevi-diurne, nei lunghi giorni estivi delle regioni temperate salirebbero a fiore solo al sopraggiungere dell'autunno.

La fase compresa tra l'antesi e la maturazione fisiologica dipende strettamente dalle caratteristiche genetiche della cultivar e dalla temperatura e umidità dell'ambiente. Gli ibridi più precoci maturano dopo 45-55 giorni dalla fioritura, mentre tipi molto tardivi dopo 70 giorni possono non aver ancora raggiunto la maturazione fisiologica.

Pertanto il ciclo complessivo «emergenza-maturazione fisiologica» dei mais coltivati in Italia varia da un minimo di 90 giorni a un massimo non superabile di 145 giorni.

Durata delle fasi vegetative

La velocità con cui il mais compie le fasi del suo sviluppo varia molto con la costituzione genetica e con le condizioni climatiche.

La fase compresa tra la semina e l'emergenza ha una durata variabile secondo la temperatura: con 12 °C (minimo): 18-20 giorni; con 17 °C: 8-10 giorni; con 21 °C: 5-6 giorni.

La fase che va dall'emergenza all'antesi varia moltissimo con la varietà in interazione con la temperatura e soprattutto col fotoperiodo. In Italia i tipi più precoci fioriscono dopo 45-50 giorni dall'emergenza, mentre i più tardivi fioriscono dopo 70-75 giorni, cioè a fine luglio, primi di agosto.

Varietà tropicali, brevi-diurne, nei lunghi giorni estivi delle regioni temperate salirebbero a fiore solo al sopraggiungere dell'autunno.

La fase compresa tra l'antesi e la maturazione fisiologica dipende strettamente dalle caratteristiche genetiche della cultivar e dalla temperatura e umidità dell'ambiente. Gli ibridi più precoci maturano dopo 45-55 giorni dalla fioritura, mentre tipi molto tardivi dopo 70 giorni possono non aver ancora raggiunto la maturazione fisiologica.

Pertanto il ciclo complessivo «emergenza-maturazione fisiologica» dei mais coltivati in Italia varia da un minimo di 90 giorni a un massimo non superabile di 145 giorni.

Avvicendamento

In passato il mais entrava in rotazioni complesse dove svolgeva il ruolo di coltura miglioratrice da rinnovo per la lavorazione profonda e la letamazione che gli venivano riservate.

Attualmente la tendenza è a coltivare mais solo dove le condizioni gli sono favorevoli: clima a estate piovosa o aziende irrigue, e spesso a coltivarlo in monosuccessione. In genere non si notano fenomeni di «stanchezza», tuttavia infestazioni di malerbe resistenti ai diserbanti (ad esempio il sorgo d'A-leppo) possono intensificarsi fino al punto di costringere ad interrompere la monosuccessione.

La soia, recentemente diffusasi in coltura in Italia, si è rivelata un'ottima pianta da alternare al mais in quanto gli è molto affine per esigenze ambientali e agrotecniche. Una rotazione assai diffusa in molte plaghe maidi-cole è quella che prevede tre anni di mais e uno di soia.

Mais in seconda coltura

Negli ambienti irrigui ed a clima molto favorevole per il mais (ad es. Val Padana), di notevole interesse economico è il mais in seconda coltura dopo il primo taglio di un prato, dopo erbaio, dopo colture a raccolta precoce come pisello da industria o orzo da insilamento. Queste successioni sono rese facili dalla disponibilità di mezzi rapidi per la raccolta e per la preparazione del terreno, ma è evidente che si rende necessario l'impiego di varietà di mais adeguatamente precoci.

Consociazione

Nella piccola coltura di tipo familiare, diffusa in passato in Italia e tuttora nei Paesi in via di sviluppo, è molto frequente la consociazione, facilitata dal sistema di semina del mais a righe distanziate e dalla rusticità del mais stesso. Le piante che più spesso si trovano consociate al mais sono leguminose da granella (fagiolo, arachide, fagiolo dall'occhio, soia) o piante ortensi (zucche).

Preparazione del terreno

Nella tradizione maidicola la preparazione del terreno per la semina del mais si basava su un lavoro profondo (0,40-0,45 m), da rinnovo, utile soprattutto nel caso di terreni argillosi e di coltura non irrigata per

assicurare la costituzione di riserve idriche nel terreno e per consentire un profondo sviluppo dell'apparato radicale.

La lavorazione profonda viene generalmente fatta con aratro rovesciatore, ma potrebbe meglio essere fatta con il sistema «a due strati»: scarificazione profonda e aratura leggera o ara-ripuntatura.

All'aratura estiva o autunnale seguono lavori complementari di affinamento delle zolle e di controllo delle erbacce nate (erpature energiche, estirpature). È consigliabile procedere per tempo a questo affinamento e sospendere qualche tempo prima della semina: si dovrà insomma evitare di intervenire con operazioni troppo energiche al momento della semina (ad es. con estirpatori od erpici pesanti), perché si distruggerebbe in pochi minuti quella perfetta e irriproducibile struttura che mesi di azioni naturali avevano creato e che è la prima e più sicura garanzia di nascite pronte e regolari.

Il mais non abbisogna di un letto di semina particolarmente affinato: poiché il seme è grosso e quindi va posto alquanto profondo, non vi sono quei problemi di finezza delle zollette e di freschezza del suolo vicino alla superficie che rendono tanto difficile la buona riuscita delle semine e delle nascite delle specie a seme piccolo. Ciò non toglie che su terreno ben preparato le nascite siano più pronte e regolari.

Nel caso di mais in seconda coltura, risparmio di lavoro, guadagno in tempestività e ottima produzione si ottengono con la «semina diretta», senza nessuna lavorazione, adoperando una seminatrice specialmente attrezzata con piccoli coltri per tagliare il terreno.

La geodisinfestazione contro gli insetti terricoli va prevista alla semina con formulati microgranulari distribuiti sulla fila dalla stessa seminatrice.

Concimazione

Il mais essendo coltura che svolge il suo ciclo nel periodo primaverile-estivo si avvantaggia grandemente della concimazione organica, in quanto la mineralizzazione della sostanza organica procede di pari passo con le esigenze nutritive del mais (diversamente in ciò dal frumento). La letamazione è stata perciò la concimazione più classica del mais in passato. Al giorno d'oggi sono la norma le aziende che coltivano con successo il mais senza disporre di letame o di altri concimi organici, solo facendo ricorso a razionali concimazioni minerali e a eventuali concimi organici non tradizionali come i liquami, i composti di RSU, ecc.

Prelevamenti

Base per la definizione della concimazione del mais, come di ogni altra coltura, è la conoscenza dei prelevamenti di nutrienti che una coltura fa in ordinarie, ma buone, condizioni di crescita.

Per produrre 100 kg di granella secca si stima che la coltura prelevi, tra la granella e le parti vegetative, le seguenti quantità di macroelementi:

azoto: 2,5 kg di cui 1/3 nei residui;

P205: 1,2 kg di cui 1/3 nei residui;

K₂O: 2,0 kg di cui 3/4 nei residui.

Per una produzione, buona ma realistica in coltura irrigata, di 12 tonnellate per ettaro di granella secca il mais deve quindi prelevare 300 kg/ha di azoto, 144 kg di anidride fosforica, 240 kg di potassio. Queste quantità non sono mai disponibili nel terreno, per cui le insufficienze devono essere colmate con la concimazione, se si vuole sfruttare appieno l'altissimo potenziale di produzione che il mais ha.

In terreni di buona fertilità, non letamati, le concimazioni che vanno previste sono dei seguenti ordini di grandezza:

azoto: 250-300 kg /ha;

P₂O₅: 80-120 kg /ha;

K₂O: 50-100 kg /ha.

Dopo prato di leguminose l'azoto può essere ridotto a 150-200 unità.

Nel caso di coltura non irrigata è inutile o addirittura dannoso forzare la concimazione minerale, per cui una formula di concimazione potrebbe essere la seguente: N: 60-80; P₂O₅: 40-60 kg/ ha.

Si può presumere che nei terreni necessariamente argillosi dove si può pensare di fare mais in coltura asciutta la concimazione potassica non sia necessaria.

Modalità della concimazione

La letamazione e la concimazione minerale con concimi fosfo-potassici vanno fatte in modo da interrarsi bene, prima dell'aratura, o quanto meno prima dell'erpicazione.

La concimazione azotata, che in passato veniva fatta in parte alla semina e in gran parte in copertura, oggi più praticamente può essere fatta tutta al momento della semina con concimi azotati non direttamente dilavabili (urea principalmente).

La concimazione azotata in copertura sarebbe razionale farla con concimi a pronto effetto (nitrato ammonico o anche urea) al momento della levata: tuttavia è di esecuzione difficile in quanto va eseguita con accorgimenti particolari («sotto chioma») per evitare che i granuli di concime, cadendo entro l'imbuto formato dalle foglie del mais, vi determinino ustioni. Inoltre è di esecuzione precaria poiché la rapidissima crescita in altezza del mais durante la levata potrebbe rendere impossibile l'entrata delle macchine spandiconcime nei campi. Per non correre il rischio di lasciare la coltura senza azoto si preferisce anticipare tutta la concimazione alla semina.

Semina

In generale le semine primaverili è bene siano fatte prima possibile.

Nel caso del mais per avere nascite non troppo protratte e irregolari bisogna aspettare che la temperatura del terreno si sia stabilmente attestata su almeno 12 °C. Questo livello termico è raggiunto mediamente in aprile: questa è, pertanto, l'epoca usuale di semina nel caso di mais in prima coltura. In questo caso il mais impiega circa 15 giorni a nascere.

In altri casi il mais segue una coltura a raccolta precoce, assumendo il ruolo di coltura intercalare: dopo il taglio di un erbaio (semina a fine maggio); dopo orzo da insilamento, o pisello (la decade di giugno), oppure dopo frumento (ai primi di luglio). In questi casi la temperatura è alta e le nascite avvengono dopo 8-10 giorni o anche meno.

Densità

Condizione importantissima ai fini di una buona produzione è che la fittezza sia giusta e regolare. Si tenga presente che il mais non corregge un basso investimento di piante a m², come altre piante, con l'accestimento, la ramificazione, ecc. e che quindi la fittezza ottimale va perseguita in partenza con il giusto numero di piante a m².

Con un numero di piante a m² inferiore all'ottimale la vegetazione non sviluppa un LAI sufficiente (almeno 5) a intercettare appieno la radiazione luminosa disponibile e quindi assimila meno di quello che potrebbe; inoltre il corrispondente basso numero di spighe a m² (si ricordi che i mais attualmente coltivati sono monospiga) limita la capacità di «magazzino» (o «sink») delle piante.

Una fittezza eccessiva ha per effetto di ridurre la fertilità delle spighe fino alla totale sterilità, a causa dell'eccessivo ombreggiamento che subiscono le spighe situate, come sono, a circa metà altezza della pianta.

Fittezza di allevamento del mais in diverse condizioni di coltura

- In coltura principale irrigua per granella: da 6 a 8 piante a m² (6 per varietà tardive, 7 per varietà medio-precoci, 8 per varietà precoci).
- In coltura principale asciutta per granella: da 2,5 a 4 piante o m², secondo il clima e la freschezza del terreno.
- In coltura intercalare per granella: da 7 a 10 piante/m² (la fittezza minore per le semine anticipate, la maggiore per quelle più tardive, ad es. dopo frumento).
- In coltura principale da foraggio a maturazione cerosa: 1 pianta in più della corrispondente fittezza per granella.
- In coltura intercalare da foraggio per raccolta alla fioritura («granturchino»): da 30 a 50 piante per m².

Per avere l'investimento desiderato in passato si seminava fitto sulla fila eliminando poi con il diradamento manuale le piante nate in eccesso; oggi per evitare il diradamento si fa la semina adoperando la seminatrice di precisione, che deposita sulla fila un seme alla volta a distanza regolare prefissata.

Con la semina di precisione bisogna stimare al momento della semina quanti semi affidare al terreno per avere il desiderato numero di piante, bisogna cioè valutare le probabilità che un seme ha di dare una pianta viva e vitale. Tale probabilità varia con la germinabilità del seme, le condizioni fisiche del letto di semina, la temperatura e l'umidità del terreno, ecc.: in buone condizioni si può stimare necessario per il mais seminare un numero di semi del 10% superiore al numero desiderato di piante. Fallanze di

maggiore entità vanno previste in caso di semina con temperature basse, su terreno secco o mal preparato.

Il numero di semi da seminare si calcola dividendo il numero di piante desiderato per il complemento a 100 della quota di fallanze stimata. Ad esempio, volendo 7 piante a m² e prevedendo il 15% (o 0,15) di fallanze si avrà: $7/(1-0,15) = 7/0,85 = 8,2$ semi a m².

La distribuzione delle piante di mais sul terreno è fatta a file, distanti l'una dall'altra tanto da rendere possibile l'uso di tutte le macchine necessarie alla maiscoltura meccanizzata. In particolare l'impiego delle grandi macchine per la raccolta (spannocchia-sgranatrici) impone di lasciare tra le file 0,7-0,8 m (più comunemente 0,75).

Una volta stabilito il numero di semi da seminare per ogni m' e fissata la distanza tra le file, è facile determinare la distanza alla quale i semi dovranno essere depositi nel terreno. Ad esempio per avere 8 semi a m² con file a 0,75 m la distanza di semina sulla fila sarà: $10.000/8 = 1.250$ cm²; $1.250/75 = 0,167$ m.

La quantità di seme necessaria per investire un ettaro di coltura dipende dalla fittezza di semina e dal peso medio di un seme; può variare da 15 a 24 kg ha⁻¹, anche se tale dato ha solo carattere indicativo in quanto i semi di mais si vendono a numero.

La profondità di semina deve essere uniforme ed oculatamente scelta: né eccessiva, sì da rendere difficile l'emergenza delle plantule, né troppo superficiale, da esporre i semi in germinazione al rischio di disseccamento. In media si consigliano 40-60 mm di profondità: 40 con terreno freddo e umido, 60 con terreno asciutto.

È opportuno che il seme sia trattato con prodotti fungicidi; i mais ibridi sono messi in commercio già «conciati».

Buona regola di prudenza è disinfestare il terreno dagli insetti terricoli. Insetticidi formulati in microgranuli possono essere localizzati nelle vicinanze dei semi (dalla seminatrice stessa) assicurando un'ottima protezione con minime quantità di insetticida.

Scelta della varietà

La scelta della varietà è una delle più importanti condizioni dalle quali dipende il successo della maiscoltura.

Il carattere più importante che va preso in considerazione nella scelta dell'ibrido, in quanto determinante del suo adattamento ad un dato ambiente, è la precocità.

Nel caso di coltura a semina primaverile asciutta vanno scelti ibridi precocissimi (classi 200 e 300).

Nel caso di coltura irrigua e di semina normale l'ibrido dovrà essere scelto di ciclo di durata tale da sfruttare appieno la stagione favorevole, rag-giungendo la maturazione fisiologica quando le condizioni di temperatura non consentono più una crescita apprezzabile. Nelle regioni italiane climaticamente molto favorevoli al mais, i tipi migliori sono gli

ibridi delle classi 600 e finanche 700. Nelle regioni del Centro i risultati migliori si ottengono con ibridi medio-precoci (classi 4-500).

Nel caso di coltura intercalare vanno usati ibridi tanto più precoci quanto più ritardata è la semina (da 400 a 200).

Per le colture di mais da foraggio, nelle quali interessa l'intera massa della pianta e non solo la granella, e che vengono raccolte prima della maturazione fisiologica (alla maturazione cerosa o alla fioritura) si possono seminare ibridi decisamente più tardivi di quelli da granella.

Lotta alle erbe infestanti

La lotta alle erbe infestanti, la cui presenza causa gravi decurtazioni di prodotto tanto in coltura irrigua quanto asciutta, in passato era affidata alle sar-chiature e alle scerbature, generalmente eseguite a mano e oggi non più propo-nibili.

Le sarchiature meccaniche non bastano a risolvere soddisfacente-mente il problema delle erbe infestanti, infatti gli organi lavoranti della mac-china sarchiatrice operano solo nell'interfila. Inoltre non sempre si riesce a entrare nei campi per sarchiare prima che il mais sia troppo cresciuto in altezza.

Ciò ha stimolato la ricerca di prodotti chimici dotati di potere erbicida che permettessero il controllo della vegetazione infestante il mais.

Diserbo

La coltivazione del mais ha avuto un'evoluzione rapida e profonda con il pas-sare da ordinamenti colturali compositi e variati alla frequente successione a se stesso o addirittura alla monosuccessione. Ciò ha cambiato sia la composi-zione della flora infestante sia il modo di controllarla.

La flora infestante attuale è composta da poche specie dominanti perché si avvantaggiano della ripetizione del mais su se stesso per i loro mec-canismi di sopravvivenza (ad esempio la sorghetta con i suoi rizomi) o perché resistenti ai principali erbicidi.

Il diserbo del mais è stato una pratica che ha incontrato tanto rapida-mente e diffusamente il favore degli agricoltori da costituire un caso piuttosto raro nella storia dell'agricoltura.

Questo risultato è dovuto a un prodotto con eccezionali doti di effi-cacia erbicida e di selettività per il mais: l'Atrazina, che fu e rimase a lungo il diserbante più impiegato dai maiscoltori finché per ragioni di inquinamento delle falde acquifere non ne fu proibito l'uso.

Dopo la messa al bando dell'Atrazina, la ricerca chimica ha trovato numerosi principi attivi sostitutivi il cui limite è che nessuno ha uno spettro d'azione completo, per cui è necessario intervenire con principi attivi diversi o con trattamenti in epoche diverse o in miscele, sia estemporanee sia in formu-lazioni precostituite.

Diserbo pre-emergenza. Il diserbo pre-emergenza è stato quello predomi-nante fin dall'inizio di questa tecnica ed è tuttora molto diffuso

come intervento di base. Si fa al momento della semina, contemporaneamente a questa nel caso di diserbo localizzato sulla fila, o subito dopo la semina, comunque prima che il mais nasca.

I diserbanti da pre-emergenza sono ad azione antigerminello e residuali agendo per assorbimento radicale; essi si distinguono a seconda del loro spettro d'azione:

- efficaci su sole dicotiledoni;
- efficaci su dicotiledoni più monocotiledoni annuali.

Un modo per risparmiare e ridurre la quantità di diserbante è la localizzazione della soluzione erbicida alla semina su una striscia di 0,25-0,30 m lungo la fila, lasciando alle sarchiature il controllo della striscia interfilare non trattata.

Il diserbo pre-emergenza va escluso nei terreni umiferi, con oltre il 10% di sostanza organica, dove i principi attivi verrebbero disattivati per adsorbimento da parte della sostanza organica o per degradazione microbica.

Diserbo post-emergenza. Il diserbo post-emergenza generalmente si configura come complemento, integrazione o rimedio al diserbo fatto pre-emergenza, tenuto conto che l'efficacia di questo non è mai pari al 100% e che vi sono specie non controllate perché nate tardi o perché resistenti. I diserbanti di post-emergenza hanno azione fogliare e spesso vedono aumentata la loro efficacia erbicida dall'aggiunta di coadiuvanti, additivi o bagnanti.

Una recente famiglia di diserbanti ha allargato moltissimo le possibilità del diserbo post-emergenza dando soluzione a quello che era stato il difficile problema di controllare nel mais le infestanti graminacee annuali e soprattutto perenni: questa innovazione è costituita dalle solfoniluree (Rimsulfuron, Nico-sulfuron, Primisulfuron).

Diserbo post-emergenza.

Dicotiledoni. In presenza di infestazioni di dicotiledoni annuali e perenni «facili» le soluzioni tecniche più rispondenti sono i diserbanti ormonici (12,4D+MCPA) con mais allo stadio di 3-7 foglie; l'associazione a dicamba o altri principi attivi permette di controllare: convolvolo, stoppione, equisetolo, e le nuove malerbe in via di diffusione stramonio e fito-lacca.

Graminacee. Su graminacee annuali e sorghetta da seme è rispondente un trattamento con una solfonilurea; con sorghetta da rizoma possono essere necessari 2 trattamenti a distanza di 15 giorni.

Dicotiledoni e graminacee. Rimsulfuron e nicosulfuron controllano, oltre che le graminacee, anche la maggior parte delle infestanti a foglia larga, ma per allargare lo spettro d'azione verso queste ultime utile è l'associazione con dicamba o sulcotrione o terbutilazina o bro-moxinil. In questo modo si può controllare la presenza anche delle dicotiledoni «difficili» già citate.

Mezzi agronomici per ridurre il problema delle infestanti.

Avvicendamento. Con l'avvicendamento colturale le infestazioni di malerbe del mais si attenuano o sono più facili da controllare. Ad esempio il rinettamento di un terreno fortemente infestato da rizomi di sorghetta può essere fatto interrompendo la monosuccessione di mais con un cereale vernino (frumento); questo, liberando il terreno presto in estate consente, con un'aratura profonda, di lasciare esposti a disseccarsi per tutta l'estate i rizomi della sorghetta; in caso di estate piovosa in cui la sorghetta avesse rivegetato, con un trattamento a base di Glifosate (o simili) possono essere devitalizzati anche i rizomi. Altro mezzo semplice per ottenere lo stesso risultato è di avvicendare periodicamente la soia al mais: nell'anno di coltivazione della soia il rinettamento del terreno dalla sorghetta potrà essere fatto agevolmente impiegando uno dei diserbanti graminicidi oggi disponibili.

Mais transgenici.

Con varietà di mais transgenico, reso resistente a un diserbante totale, il controllo delle infestanti è piuttosto semplice: si tratta di aspettare che queste nascano e fare un trattamento a base di Glifosate o suoi derivati che devitalizzerà tutto salvo il mais.

Cure colturali.

- Diradamento.

È l'operazione con la quale in passato si dava alla coltura la giusta fittezza. Il diradamento va cominciato non troppo tardi, quando sono trascorse 3-4 settimane dalla nascita e le piantine hanno 3-4 foglie. Esso deve essere fatto a mano e pertanto risulta onerosissimo: 40-60 ore-uomo per ettaro.

Nella moderna maiscoltura intensiva il diradamento è reso superfluo dalla semina di precisione.

- Sarchiatura.

Un problema non ancora convenientemente definito è quello se si debba sarchiare nel caso che il diserbo abbia sortito piena efficacia nel controllare le malerbe.

Si ricordi che la sarchiatura consente di conseguire altri benefici effetti oltre al controllo delle erbacce, quali la riduzione dell'evaporazione e l'arieggiamento della rizosfera. Nelle terre leggere e nelle colture irrigue dove la maiscoltura è oggi prevalentemente concentrata, questi vantaggi sono poco importanti, per cui la sarchiatura tende a non essere più praticata essendo

stata sostituita dal diserbo quale mezzo di controllo delle erbe infestanti,

Con le già segnalate limitazioni all'uso di diserbanti efficaci è prevedibile che la sarchiatura del mais dovrà essere ripresa in considerazione come intervento ordinario, in sostituzione o a completamento del diserbo chimico.

Si tenga presente che i campi di mais sono agibili per le macchine finché le piante non superano i 0,6-0,7 m di altezza. Data l'alta velocità di crescita

del mais in questo periodo, capita spesso di non riuscire a entrare in tempo nei campi.

- Rincalzatura.

È questa un'operazione consistente nell'addossare terra al piede delle piante di mais per favorirne la radicazione e, soprattutto, per rendere possibile l'irrigazione col sistema per infiltrazione laterale da solchi.

La rincalzatura, molto diffusa in passato, ha perso molta della sua importanza nella maiscoltura moderna. Infatti i suoi vantaggi sono discussi e, comunque, poco rilevanti, mentre essa porta a diversi inconvenienti, come quello di ostacolare la trinciatura degli stocchi.

Nel caso di sarchiatura meccanica, spesso risulta molto utile per controllare meglio le erbacce abbinare la rincalzatura alla sarchiatura (sarchia-rin-calzatura), montando un organo rincalzatore dietro ogni organo sarchiatore; in questo modo si riesce a controllare, sotterrandole, le erbe infestanti presenti lungo la fila, nella striscia di terreno non smosso dai sarchiatori.

Irrigazione.

Il mais ha consumi idrici unitari non molto elevati, ma per sostenere la sua altissima produttività potenziale (20 e oltre t/ha di sostanza secca) sono richieste disponibilità d'acqua che solo in poche zone sono assicurate dalle riserve d'acqua del terreno e dalle piogge del periodo di crescita.

Si consideri che il mais svolge il suo ciclo nel periodo dell'anno in cui la piovosità è al suo minimo e la domanda evapotraspirativa è al suo massimo. Per questo la maiscoltura in Italia per essere veramente intensiva (com'è: le rese in Italia sono le più alte del mondo) non può prescindere dall'ausilio dell'irrigazione.

L'insufficienza d'acqua provoca sempre danni al mais che diventano di gravità eccezionale quando lo stress idrico capita nel momento estremamente critico della fioritura (corrispondente al mese di luglio, indicativamente) in questa fase l'appassimento anche temporaneo delle piante ha come effetto il fallimento dei processi fecondativi (mancata fecondazione o aborto degli ovuli) che si traduce nella riduzione talora anche totale del numero di cariossidi per spiga.

Il mais in coltura asciutta è quasi scomparso proprio per la aleatorietà delle sue produzioni legate alla aleatorietà delle piogge estive, in particolare nel momento della fioritura.

- Stagione di adattamento. Un programma d'irrigazione che voglia coprire al meglio le esigenze di una coltura di mais deve prevedere che l'acqua non difetti nel periodo che va dalla emissione del pennacchio (circa due settemane prima della fioritura) fino almeno alla maturazione latteocerosa (circa 5-6 settimane dopo la fioritura) per una stagione irrigua di 50-60 giorni al massimo, situata nei mesi centrali dell'estate: luglio e agosto. In questo arco di tempo c'è una fase, quella di fioritura, che è caratterizzata da straordinaria sensibilità alla deficienza idrica e da

gravissime conseguenze di questa sulla produzione. Questa fase, che in un campo di mais dura circa una settimana, è imperativo che si svolga in perfette condizioni idriche perché uno stress che in questo momento provocasse anche un lieve e momentaneo appassimento avrebbe come conseguenza l'infertilità di una quota altissima di ovuli della spiga, con proporzionale, irrecuperabile perdita di produzione.

Prima e dopo la fioritura la deficienza idrica riduce la capacità di assimilazione della coltura, ma non ha conseguenze così drammatiche come alla fioritura.

- Limitato sussidio irriguo. Se un'azienda avesse ridotte disponibilità d'acqua potrebbe limitarne il consumo abbreviando la lunghezza della stagione irrigua, riducendo il numero (non il volume!) degli adacquamenti, fino al limite di riservare un'unica irrigazione alla ricarica idrica del terreno all'inizio della fase di fioritura.

Un sussidio irriguo limitato nel senso ora indicato può considerarsi una interessante alternativa economica all'irrigazione totalitaria, che punta alle massime espressioni di produttività del mais, ma è molto onerosa. La diminuzione della produzione in termini economici può essere compensata dal risparmio d'acqua, d'energia e di lavoro per l'irrigazione, dal risparmio nella concimazione e nell'essiccazione, visto che con questo tipo di gestione le varietà consigliabili sono più precoci, più sobrie e di miglior qualità (esempio: mais vitrei).

- Volume di adacquamento. Ogni adacquata va fatta con il massimo di razionalità per evitare sprechi, insufficienze e inefficienze, sulla base di elementi tecnici precisi attinenti al terreno e alla coltura, dai quali dedurre il volume di adacquamento.

L'irrigazione deve essere fatta per tempo, prima che la coltura manifesti il benché minimo segno di sofferenza, quindi molto prima del punto di appassimento.

Il volume di adacquamento deve essere stabilito in modo da bagnare lo strato superficiale di suolo di 0,70 m circa di spessore.

- Turno. Il turno è l'intervallo di tempo che passa tra un'adacquata e l'altra. Una volta stabilito come si è visto il volume d'adacquamento, il turno sarà più o meno breve in funzione della evapotraspirazione della coltura nei giorni successivi all'adacquata. Così negli esempi fatti, il volume di 49 mm e 21 mm nei due terreni basteranno per 7 e 3 giorni, rispettivamente, ipotizzando una ETP di 7 mm al giorno.

L'irrigazione del mais è generalmente eseguita col sistema per aspersione (o a pioggia) o per infiltrazione laterale, da solchi.

L'irrigazione alla semina è necessaria nel caso di coltura intercalare per assicurare le nascite.

Raccolta, produzione e utilizzazione

Il mais da granella può essere raccolto dalla maturazione fisiologica in poi, sempre, comunque, con un'umidità troppo alta che rende necessaria l'essiccazione.

La raccolta può essere fatta in spiga o in granella.

Il primo sistema è quello tradizionalmente seguito quando si raccoglie a mano: le spighe vengono staccate dalla pianta, "scartocciate" (eliminando le brattee che le avvolgono), lasciate essiccare, per poi essere sgrunate con macchina sgranatrice.

Il sistema più rapido e più universalmente diffuso di raccolta del mais è quello con macchina combinata, che esegue contemporaneamente la raccolta e la sgranatura.

Le mietitrebbiatrici da mais sono normali mietitrebbiatrici che per operare sul mais vengono munite di apposita testata spannocchiatrice.

Il momento ottimale per la mietitrebbiatura del mais è quando la granella ha un contenuto d'acqua del 24-26%. Granella più secca si sgrana con facilità sotto l'azione degli organi spannocchiatori e così va incontro a perdite. Granella più umida si distacca dal tutolo con difficoltà e si spacca facilmente (un prodotto di buona qualità non deve presentare più del 10% di semi rotti).

La più usuale stagione di raccolta del mais da granella va dalla seconda metà di settembre alla fine di ottobre (e oltre, se la varietà è resistente ai marciumi del fusto).

Grano o frumento tenero - *Triticum* spp.

Caratteri botanici

Quello che comunemente viene chiamato "seme" dei cereali è in realtà una cariosside, cioè un frutto uniseminato, secco, indeiscente in quanto i tessuti del pericarpo sono concresciuti e saldati con quelli del seme. La cariosside del frumento pesa da 35 a 50 mg, ha forma allungata, sezione trasversale da rotondeggiante a subtriangolare, ed è costituita dall'embrione (2-4% in peso), dall'endosperma (87-89%) e dai tegumenti o involucri (8-10% circa). L'embrione si trova ad un'estremità della cariosside, non ha molta importanza dal punto di vista tecnologico-alimentare in quanto durante la macinazione va a far parte dei sottoprodotti, mentre ha un compito fondamentale per la riproduzione della specie. Infatti in esso sono già formati gli organi principali del futuro individuo.

L'endosperma costituisce la parte preponderante del granello ed è formato: a) da uno strato aleuronico esterno e b) da un parenchima interno, che ne rappresenta la quota maggiore, costituito da cellule ricche di amido e sempre meno dotate di sostanze proteiche man mano che si procede verso l'interno del granello. D'importanza notevole nei confronti della qualità del prodotto e del suo impiego sono la consistenza e l'aspetto dell'endosperma che può apparire ambraceo, corneo, vitreo ovvero

farinoso, bianco, tenero, secondo la specie, la varietà e l'ambiente di coltura.

Apparato radicale.

L'apparato radicale (del frumento e dei cereali in generale) è di tipo fascicolato. Si hanno radici embrionali o primarie; esse sono preformate nell'embrione, sono le prime a svilupparsi e servono alla pianta nel primo periodo del ciclo.

In seguito si affianca loro l'apparato radicale secondario o avventizio.

Questo si forma durante la fase di accostamento, in seguito allo svilupparsi di radici dai nodi basali, vicino alla superficie del terreno.

L'apparato radicale avventizio nel volgere di qualche settimana prevale sull'apparato embrionale che peraltro rimane vitale per tutto il ciclo, anche se poco sviluppato.

L'apparato radicale si espande a una profondità variabile in relazione al suolo e può giungere fino a 1,5 m e oltre.

Un buon radicamento è una condizione fondamentale per il buono sviluppo della coltura.

Fusto.

Il culmo (così è chiamato il fusto delle graminacee) è cilindrico, costituito da nodi ognuno dei quali porta una foglia, e da internodi internamente cavi, generalmente in numero di 7-9 secondo la varietà. Nella fase giovanile quando gli internodi non sono sviluppati, i nodi sono ravvicinatissimi ed il culmo, lungo pochi millimetri, non è ancora appariscente.

Ogni nodo ha un meristema che ad un certo momento del ciclo entra in attività provocando l'allungamento dell'internodo soprastante.

Gli internodi basali, che sono i primi ad allungarsi, sono più corti degli altri.

In generale, maggiore è il numero di nodi, e quindi di foglie, più lungo è il ciclo vegetativo della pianta.

L'altezza media del culmo ad accrescimento ultimato è di un metro circa nelle attuali varietà.

Il germoglio primario non resta unico. All'ascella delle foglie sono presenti e possono svilupparsi altri apici vegetativi che danno luogo a culmi secondari e terziari in numero maggiore o minore a seconda delle varietà e delle condizioni ambientali: è questo l'accostamento.

Apparato fogliare.

Il coleoptile è una foglia, la prima, che incappuccia la piumetta (o apice caulinare), perfora il terreno e protegge la piumetta stessa. La prima foglia vera dopo qualche giorno dall'emergenza, ossia dalla fuoriuscita dal terreno, perfora il coleoptile e inizia la fotosintesi.

Le foglie dei cereali sono inserite sui nodi del culmo, con disposizione alterna. Ogni foglia consiste della guaina e della lamina. La guaina è inserita sul nodo e abbraccia completamente il culmo; la guaina continua

con la lamina, lineare, parallelinervia. Le foglie apicali sono le più sviluppate, l'ultima in particolare (foglia bandiera) dà il maggior contributo alla assimilazione del culmo.

Nella linea di intersezione della guaina con la lamina, all'interno c'è una formazione membranosa, prolungamento dell'epidermide interna della guaina, chiamata ligula, ai cui estremi si trovano due espansioni che abbracciano il culmo e sono dette auricole. La ligula e le auricole hanno notevole importanza per il riconoscimento delle varie specie di cereali allo stato vegetativo. Nel frumento le auricole sono pelose, la ligula è grossolanamente dentata e la guaina è glabra; nell'avena la ligula è glabra e sviluppatissima mentre le auricole mancano; nell'orzo le auricole sono molto grandi e abbracciano completamente il culmo, addirittura ricoprendosi.

Infiorescenza.

L'infiorescenza del frumento è una spiga composta terminale, comunemente detta spiga, costituita da un asse principale, o rachide, sinuoso, formato da corti internodi che, come s'è detto, possono essere resistenti alla disarticolazione (frumenti "nudi") o disarticolarsi con facilità (frumenti "vestiti").

Su ogni nodo del rachide è inserita una spighetta, che nel frumento è pluriflora. Il numero di spighette per spiga varia molto con la specie, la varietà e le condizioni di crescita: 20-25 può essere considerato il numero medio di spighette presenti sulla spiga delle attuali forme di frumento cresciute in buone condizioni; in cattive condizioni di coltura tale numero può essere anche molto inferiore.

Le spighette sono sessili, disposte sui nodi alternativamente sui lati opposti del rachide, quindi con disposizione distica. Ciascuna spighetta è formata dai seguenti elementi:

- Un paio di glume a forma di navicella, simmetriche, poste alla base;
- Una rachilla, asse molto raccorciato che porta i fiori alterni;
- I fiori, in numero da 3 a 7.

Ciascun fiore di frumento è racchiuso e protetto da due brattee paglione disuguali dette glumelle o glumette. La glumella inferiore, detta lemma, ha forma di navicella e accoglie il fiore nella sua concavità; la glumella superiore, o palea, chiude come un coperchio la lemma.

Le glumelle inferiori hanno aspetto e dimensioni molto simili alle glume, e sul dorso hanno una carenatura che termina in una punta o in una resta più o meno lunga. In base a quest'ultima caratteristica i frumenti si distinguono in mutici, senza resta, e aristati, con resta.

Nel frumento tenero sono comuni sia le forme mutiche che quelle aristate; i frumenti duri sono sempre forniti di lunghe reste, meno "aperte" che nel tenero e spesso pigmentate di scuro.

Nel frumento le spighette sono pluriflore: il numero dei fiori in ogni spighetta varia da tre a sette, però normalmente sono fertili solo i fiori

basali: uno nel T. monococcum, due nel T. dicoccum, fino a 3-4 nei frumenti oggi coltivati.

In alcuni frumenti (duro es.) le glume sono carenate asimmetricamente in tutta la loro lunghezza, in altri (frumento tenero) la carenatura si limita alla sola parte superiore del dorso.

La spiga del frumento tenero vista in sezione è quadrata, mentre quella del frumento duro è compressa lateralmente.

Fiore.

Il fiore del frumento è ermafrodito ipogino e di struttura semplice: tre stami ed un carpello.

Gli stami hanno antere bilobate e filamenti sottili, brevi, che dopo la deiscenza del polline si allungano rapidamente.

Il gineceo è formato da un solo carpello con ovario obovato od obconico e un ovulo. Alla base interna delle glumette vi sono due minute squame, le lodicole: dopo la fioritura, gonfiandosi rapidamente, fanno divaricare le glumette stesse che lasciano vedere gli stami e gli stigmi del fiore.

Biologia.

Il frumento è una pianta annuale (biennale in certe varietà) il cui ciclo può essere diviso in varie fasi: germinazione ed emergenza, accestimento, levata, antesi o fioritura, granigione.

Germinazione - Le cariossidi quando trovano acqua a disposizione l'assorbono in ragione del 40% del loro peso e se la temperatura e l'ossigenazione sono favorevoli il seme germina. La temperatura ottimale di germinazione è di 20 °C, ma di maggiore interesse pratico è la temperatura minima di germinazione. Il frumento, così come pure l'orzo, l'avena e la segale (cereali microtermi), hanno temperature minime per la germinazione assai basse: circa 0°C; tuttavia è solo con temperature di 2-4 °C che la germinazione avviene con accettabile prontezza (15-20d) e regolarità.

Se la germinazione è troppo lenta ci sono pericoli di attacchi di parassiti vegetali (*Fusarium*, *Gibberella*, *Pythium*, ecc.). La germinazione avviene nel seguente modo. Per prima esce la radichetta embrionale centrale, poi il coleoptile, indi le altre radici primarie in numero di 3-5 (massimo 7). Se la semina è superficiale il coleoptile esce facilmente dal terreno. Se la semina, invece, è profonda (oltre 40 mm) il coleoptile non riuscirebbe ad emergere, essendo limitate le sue capacità di allungamento; per evitare ciò la pianta allunga il primo nodo del fusticino, il quale spinge in alto coleoptile e fusticino portandoli a circa 10-20 mm dalla superficie: in tal modo l'emergenza della piantina è meglio assicurata. La semina profonda è deleteria per la pianta che cresce esile; se invece si semina troppo superficialmente, il seme può disseccarsi o essere predato. La profondità ottimale è di 20-30 mm.

Dopo l'uscita del coleoptile dal terreno (emergenza) la prima foglia lo rompe all'apice, uscendo, e si espande fino a raggiungere la sua

dimensione normale; dopo di che esce la seconda foglia, poi la terza, e così via.

Accestimento - Il frumento, così come gli altri cereali del gruppo, è dotato della capacità di accestire, cioè di sviluppare altri germogli in aggiunta a quello primario che era formato già nell'embrione. Grazie all'accestimento il frumento riesce ad aggiustare la fittezza della copertura vegetale adeguandola alla disponibilità di spazio, e così a rimediare ad eventuali insufficienze o irregolarità di nascite.

A partire dallo stadio di 3-4 foglie si osserva che all'ascella della prima foglia si sviluppa un germoglio in tutto simile a quello primario; un altro né compare all'ascella della seconda foglia, e così via fino, al massimo, alla 41 foglia.

A questi germogli d'accestimento di 1° ordine possono aggiungersene altri di 2° ordine, o di ordine superiore, se dai loro nodi basali si sviluppano altri germogli con la stessa procedura. Non tutti i germogli di accestimento formano la spiga; alcuni, ad esempio quelli germogliati tardi, subiscono la competizione di quelli preesistenti a tal punto da ingiallire e disseccarsi precocemente.

Il grado d'accestimento è espresso dall'indice d'accestimento corri-spondente al numero di germogli fertili, cioè con spiga, per pianta.

L'accestimento, che va considerato come una ramificazione del culmo, si produce vicinissimo alla superficie del terreno in una zona del culmo detta «piano di accestimento».

Contemporaneamente all'accestimento caulinare e a partire dalla stessa zona del culmo si ha la emissione delle radici avventizie.

Tecnicamente l'optimum di fittezza di spighe alla raccolta va perseguito con una semina piuttosto fitta seguita da un moderato accestimento (non più di 2-3 spighe per pianta) per non avere divari di maturazione troppo marcati.

I fattori che promuovono l'accestimento del frumento sono i seguenti: profondità di semina non eccessiva, semina precoce, buone disponibilità nutritive (segnatamente di azoto), buon drenaggio del terreno, buon contatto del terreno con il piano di accestimento delle piantine (la rullatura, provocando una leggera rincalzatura, lo favorisce).

Viraggio - L'accestimento continuerebbe se l'apice caulinare restasse sempre allo stato vegetativo seguitando così a differenziare sempre nuove foglie. Sennonché, sotto l'influenza di certe condizioni di temperatura e di fotoperiodo ad un certo momento si determina nella pianta la cosiddetta induzione o iniziazione fiorale a seguito della quale l'apice non differenzia più foglie, ma differenzia gli abbozzi delle future spighe. La prima manifestazione visibile dell'avvenuto passaggio della pianta dalla fase vegetativa a quella riproduttiva verrà chiamato per brevità viraggio.

Questo consiste nella comparsa di rigonfiamenti doppi sull'apice caulinare, visibili mediante sezionatura longitudinale del fusticino con una lametta e

osservazione dell'apice con una buona lente: prima del viraggio si osservano rigonfiamenti semplici corrispondenti agli abbozzi delle foglie, mentre dopo il viraggio i rigonfiamenti sono doppi e corrispondono agli abbozzi delle spighe. Nelle ordinarie condizioni di coltura il frumento passa alla fase riproduttiva dopo aver differenziato 7-9 foglie.

Il viraggio segna l'inizio della fase di organogenesi della infiorescenza: se questa fase avviene in non buone condizioni termiche e soprattutto nutritive le spighe differenzieranno un ridotto numero di spighe e di fiori per spigetta. Per alcune varietà il viraggio è condizionato, oltre che dalle condizioni fotoperiodiche, dall'aver subito per qualche tempo lo stimolo di basse temperature comprese tra 0° e 6°C (vernalizzazione).

Si hanno così le varietà autunnali (o non alternative) che, esigendo la vernalizzazione, sono biennali e devono essere seminate in autunno, e le varietà primaverili (o alternative) che possono essere seminate anche in prima-vera in quanto la fioritura è indotta prevalentemente dal fotoperiodo, senza bisogno delle basse temperature.

Con l'accestimento si determina il numero di spighe a m², con il viraggio il numero dei fiori delle infiorescenze: sono queste le condizioni per predisporre i «depositi», cioè le cariossidi, nei quali i prodotti della fotosintesi si riverseranno e si accumuleranno dopo la fioritura durante la fase della granigione. Levata - Dopo avvenuto il viraggio, ma solo quando la temperatura dell'aria raggiunge 10 °C, le piante iniziano la fase di levata: i nodi che finora erano a distanza estremamente raccorciata iniziano a distanziarsi mediante la proliferazione del tessuto meristematico che è alla base di ciascuno di essi. L'inizio della levata è una fase fenologica piuttosto importante e si suole identificare con il momento in cui sezionando con una lametta il culmo si trova l'apice distanziato di 10 mm dal piano di accestimento. Prima si allunga l'internodo più basso, poi, quando questo è quasi completamente sviluppato, inizia ad allungarsi il secondo, e così via.

Quando tutti gli internodi più bassi si sono sviluppati ed è in corso l'allungamento solo dell'ultimo, la spiga, ormai già completamente formata, viene spinta attraverso la guaina dell'ultima foglia determinandovi un caratteristico ingrossamento: si ha allora lo stadio della botticella. Pochi giorni dopo segue l'uscita della spiga (spigatura), e dopo altri 5 o 6 giorni si ha la fioritura, stadio a cui la pianta ha raggiunto la sua massima altezza. Mentre durante l'accestimento la pianta è poco sensibile ai freddi diventa molto sensibile dopo la levata. È nel corso della levata che si sviluppano e si espandono le foglie più importanti ai fini della produzione di granella: le foglie apicali. È dalle condizioni ambientali, soprattutto di nutrizione, in questo periodo che dipende l'ampiezza, la funzionalità e la durata funzionale dell'apparato assimilatore. In questo periodo ogni mezzo va messo in atto che favorisca lo sviluppo di foglie ricche di clorofilla e di carbosilasi (i principali protagonisti della fotosintesi), ampie, capaci di

rimanere verdi e funzionanti a lungo. Nella fase di levata il consumo idrico della pianta così come l'assorbimento di sostanze minerali raggiungono un valore molto elevato. Cinque o sei giorni dopo la spigatura se si aprono le glumelle che racchiudono il fiore si osservano gli stami gialli e maturi e l'ovario ingrossato sormontato da uno stigma piumoso.

È il momento della fecondazione. Questa nel frumento è normalmente autogama, anzi cleistogama in quanto avviene a fiore chiuso, con il polline che feconda l'ovario dello stesso fiore.

La fecondazione può essere ostacolata se la temperatura scende sotto 15 °C con il risultato che le spighe alla raccolta presentano cariossidi mancanti.

Alcune ore dopo che è avvenuta la fecondazione dalle glumelle fuoriescono le antere ormai quasi vuote: questa fase che in realtà è di sfioritura spesso è detta impropriamente fioritura.

In ogni spiga la fioritura inizia dalle spighette mediane della spiga e procede verso l'alto e verso il basso. Nell'ambito di ciascuna spighetta il primo a fiorire è il fiore più basso, seguito nell'ordine dai fiori superiori. Sono necessari 2-3 giorni per la fioritura completa di una spiga. In una coltura di buona uniformità la fioritura si compie in un arco di 4-6 giorni in condizioni normali, di più (10-12 giorni) se la temperatura è bassa.

È alla fioritura che si determina il numero di cariossidi per spiga, attraverso la percentuale di allegagione dei fiori che si erano formati.

Maturazione - Dopo la fecondazione l'ovulo fecondato inizia subito il processo di embriogenesi, mentre il sacco embrionale solo qualche giorno dopo inizia a cellularizzarsi per dar luogo all'endosperma, che è il tessuto sede dell'accumulo dei granuli di amido. In un primo tempo questi granuli di amido sono pochi e sospesi nel succo cellulare: a questo punto si ha la fase di maturazione lattea, così detta perché il granello se schiacciato, dà un liquido bianco lattiginoso, appunto costituito dal succo cellulare con sospesi i granuli di amido.

Successivamente le cariossidi iniziano ad ingiallire, così come le lamine fogliari, mentre restano verdi le guaine; i chicchi per il progressivo accumulo di amido acquistano una consistenza pastosa sotto le dita: è questa la fase di maturazione cerosa alla quale il contenuto di acqua della granella è del 40-45%. Col procedere della maturazione i granuli di amido finiscono per riempire completamente le cellule dell'endosperma il cui citoplasma e nucleo si disorganizzano finendo per inglobare e cementare in una matrice proteica (glutine) l'amido stesso, la pianta è ingiallita quasi completamente e resta verde, per poco tempo ancora, solo l'ultimo nodo; la cariosside si lascia appena incidere con l'unghia e il suo tenore d'acqua è intorno al 30%. È questa la maturazione fisiologica o maturazione gialla, importante perché da questo momento in poi non si ha più accumulo di sostanze di riserva, ma solo perdita d'acqua. Quando la pianta è completamente gialla e la granella ha un contenuto d'acqua non superiore

al 13% si ha la maturazione piena: in questo momento è possibile iniziare la mietitrebbiatura. Infatti solo con umidità inferiore al 12--13% la granella può essere immagazzinata senza pericoli per la sua conservazione. La maturazione di morte si ha quando la pianta, restando ancora in campo, in piedi, diventa troppo secca, fragile, con le glume e le glumelle che si staccano e le cariossidi che cadono con estrema facilità. L'umidità della granella è intorno al 10%. Ovviamente la raccolta in questo periodo porta a gravi perdite di prodotto.

Esigenze ambientali

Il frumento dal punto di vista fotoperiodico è specie longigiurna, che avvia i processi di iniziazione fiorale nella stagione in cui i giorni si allungano rapidamente. Il frumento sotto l'aspetto termico è una specie microterma che non necessita di alte temperature per crescere, svilupparsi e produrre. Per questi motivi il frumento viene coltivato tra 30 e 60 latitudine N e 25° latitudine S. Nei climi mesotermi dove l'inverno è sufficientemente mite, è coltivato in semina autunnale e raccolto a fine primavera. Nelle regioni a clima microtermo (alte latitudini ad esempio, Scandinavia, Canada; ecc., o montagna) si semina a fine inverno e si raccoglie in estate avanzata.

Basse temperature. Le temperature critiche minime sono quelle che provocano danni irreparabili alle piante di frumento e ne limitano le possibilità di semina autunnale; esse variano molto secondo diversi fattori.

- Secondo lo stadio di sviluppo della pianta;
- Secondo la specie e la varietà.

Alte temperature. Gli eccessi di temperatura sono pericolosi nella fase di granigione, in quanto accentuano l'evapotraspirazione e provocano un forte calo dell'assimilazione netta. Un caso limite piuttosto grave, che talora si verifica nelle regioni meridionali (Sicilia e Puglia) è rappresentato dalla <stretta del caldo> quando temperature elevate (oltre 30°) sono accompagnate da venti sciroccali caldi e secchi e colgono la coltura del frumento in fase di maturazione lattea, si determina uno stress idrico irreversibile che si manifesta con l'appassimento permanente delle cariossidi che in conseguenza restano piccole e striminzite con grave pregiudizio per la produzione che risulta scarsa e di cattiva qualità.

Dopo la temperatura il fattore climatico più importante ai fini della distribuzione geografica e della produttività della coltura del frumento è l'acqua a disposizione.

La siccità alla semina è un ostacolo in certe regioni della terra caratterizzate da clima ad autunno e inverni secchi. In Italia questo è eccezionale perché la piovosità nel clima mediterraneo è concentrata in autunno-inverno.

Ciò fa sì che le fasi di semina, emergenza e accostamento avvengano in un periodo in cui l'acqua non fa difetto, ma in cui semmai sono da temere gli inconvenienti causati dagli eccessi di precipitazioni.

Dalla levata alla fioritura si hanno consumi d'acqua via via più forti sia per il regime crescente delle temperature sia per la progressiva rapida espansione della copertura vegetale. Tuttavia le piogge del periodo e le riserve idriche del terreno in genere bastano a evitare danni da siccità in questa fase.

La fioritura è ostacolata da andamento stagionale freddo e piovoso che può abbassare la percentuale di allegazione.

È nella fase di granigione che le disponibilità idriche giocano un ruolo determinate sul livello di produzione della coltura. Deficienza idrica in questa fase si traduce in decurtazione della produzione di granella per diminuzione della assimilazione netta e per accorciamento della fase di "riempimento" che portano alla formazione di granelli più piccoli, non riempiti al massimo. Dove la deficienza idrica in questo periodo è molto frequente e marcata, le rese sono limitate e variabili da un anno all'altro; è questo il caso delle regioni meridionali e insulari. Le produzioni sono molto più alte e costanti nelle regioni settentrionali dove la deficienza idrica durante la granigione si verifica di rado e moderatamente.

Inumidimenti ripetuti della granella nella fase di essiccazione, dopo la maturazione fisiologica, provocano la bianconatura delle cariossidi del frumento duro.

Dopo la raccolta, piogge prolungate possono provocare la germinazione della granella nei covoni, almeno nelle varietà che non manifestano la dormienza dei semi.

Le semine autunnali sono da preferire a quelle primaverili perché con quest'ultime il ciclo del frumento si conclude più tardi e quindi in condizioni di deficienza idrica più frequente e più grave.

Neve. La copertura nevosa è un'efficace protezione del frumento dai geli invernali. E' solo alla copertura nevosa che in paesi nordici le colture resistono ai geli fin di -29 °C.

Una copertura nevosa molto prolungata peraltro, espone il frumento a pericolosi attacchini *Fusarium nivale*.

Umidità relativa. L'umidità relativa dell'aria può agire in maniera non trascurabile sulla produzione del frumento nella fase terminale del ciclo: la nebbia favorisce l'insorgere di infezioni crittogamiche fogliari.

Vento. Il vento è dannoso in quanto può provocare l'allettamento, cioè il coricamento della coltura, ciò specialmente quando esso è accompagnato da piogge intense

In Italia schematicamente possiamo riconoscere due zone cerealicole estreme:

- L'Italia settentrionale caratterizzata da temperature invernali molto basse, piovosità abbondante e regolare, produzioni molto alte come quantità, mediocri per qualità.

- L'Italia meridionale e insulare con inverni miti, eccessi termici frequenti in primavera estate, piovosità primaverile estiva deficiente e irregolarissima, rese modeste molto variabili da un anno all'altro.

- Situazione intermedia si trova nell'Italia centrale.

Terreno I terreni che meglio si adattano al frumento sono quelli di tessitura da media a pesante, di buona struttura, ben sistemati idraulicamente, poiché il frumento teme molto i ristagni di umidità: ideali le terre nere, o cernosem.

Varietà

Le moderne varietà di frumento tenero sono il frutto di un continuo lavoro di miglioramento svolto facendo ricorso prevalentemente all'incrocio intervarietale, con lo scopo di perfezionare al massimo le caratteristiche importanti ai fini dell'aumento di produttività e qualità.

- Precocità. La precocità è stata estremamente vantaggiosa perché anticipando la conclusione del ciclo ha consentito di sfuggire ai pericoli delle siccità e delle ruggini termofile (r.nera e r. bruna). Tuttavia la precocità non può essere spinta oltre certi limiti perché comporta aumento della sensibilità al freddo e alle brinate primaverili.

- Resistenza all'allettamento. E' realizzata abbassando l'altezza delle piante sfruttando geni "nanizzanti" che riducono la lunghezza degli internodi dei culmi senza ridurne il numero.

- Resistenza al freddo. La disponibilità di varietà sempre più resistenti al freddo ha ridotto il pericolo di mortalità invernale e addirittura ha consentito di passare alla semina autunnale in regioni dov'era tradizionale la semina primaverile.

- Resistenza alle malattie. La resistenza o la tolleranza genetica alle avversità crittogamiche è la via migliore per evitare le perdite di produzione da queste causate senza dover ricorrere a trattamenti con fitofarmaci.

- Qualità di granella. Le attuali varietà son ben caratterizzate per la loro risposta alle varie utilizzazioni del frumento tenero.

Nel frumento tenero grande importanza ha l'attitudine alla panificazione, cioè l'attitudine di una farina a fare un pane di buona qualità.

Tecnica colturale

La coltivazione del frumento trae notevoli vantaggi dall'avvicendamento colturale. Sono buone precessioni colturali il mais, la bietola, il pomodoro, la patata, il girasole, la fava, il cotone (anche il riso che lascia il terreno sgombro da infestanti) perché il frumento è in grado di utilizzare molto bene il residuo di fertilità lasciato nel terreno da tali colture, meglio comunque se non si tratta di altri cereali. Esso invece non è la coltura migliore per utilizzare l'elevata fertilità lasciata dai prati pluriennali (leguminose e graminacee). Nelle zone aride è tradizionale la successione del frumento al maggese che mineralizza il terreno con sostanza organica e

lo arricchisce di acqua. La successione ad una coltura da rinnovo inoltre permette una lavorazione meno profonda del terreno.

Preparazione del terreno.

I lavori preparatori hanno lo scopo di preparare un appropriato letto di semina e di creare migliori condizioni di abitabilità per la coltura.

Tradizionalmente le lavorazioni preparatorie per il frumento sono le seguenti:

- trinciatura dei residui della coltura precedente;
- aratura, con rovesciamento completo della fetta, a 0,35-0,45 m di profondità;
- affinamento superficiale con successivi passaggi di estirpatore o di erpici divario tipo; non è necessario uno sminuzzamento molto spinto: una leggera zollosità non pregiudica la germinazione e riduce i rischi di formazione di crosta nei terreni limosi in caso di piogge battenti dopo la semina.

Il tempo disponibile per eseguire la sequenza di lavorazioni necessarie per la semina del frumento in ottobre-novembre, varia con la successione colturale, ossia con la data alla qual è raccolta la coltura precedente. Come regola generale prima si ara, meglio è. Il tempo per le lavorazioni dunque sarà: da luglio in poi dopo frumento, colza, fava e pisello; da settembre dopo gira-sole e barbabietola; da ottobre dopo mais, sorgo e tabacco.

«Arrabbiaticcio». La lavorazione del terreno dovrebbe essere fatta con terreno in tempera, spesso, però, capita di dover arare terreno troppo bagnato o troppo secco. Ciò che va evitato è di lavorare quando il terreno è bagnato in superficie e asciutto sotto: mescolando con l'aratura questi due strati si incorre nel fenomeno detto arrabbiaticcio o caldafredda o verdesicca, particolarmente deleterio per il frumento. La esatta natura del fenomeno è sconosciuta, ma si traduce in forte carenza di azoto e in gravi infestazioni di erbacce, soprattutto papaveri, per cui il frumento cresce stentatissimo.

Nuove prospettive. In fatto di preparazione del terreno per il frumento si stanno diffondendo tecniche nuove, consistenti nella riduzione o addirittura la eliminazione delle lavorazioni, mirate a realizzare risparmi energetici oltre che conseguire vantaggi agronomici ed ecologici (miglioramento del terreno, riduzione dell'erosione).

Queste tecniche di «lavorazione ridotta» consistono nei tre casi seguenti: aratura leggera, lavorazione minima, non lavorazione.

- Aratura leggera. La profondità di aratura adottata in Italia non trova riscontro in nessun'altra agricoltura: per il frumento la profondità più usuale di aratura è intorno a 0,15-0,25 m. Pur se resta da verificare la applicabilità di questa tecnica alle condizioni di terreno e di clima del nostro Paese, è molto verosimile che in molti casi si possa ridurre la profondità di lavorazione senza conseguenze negative, dato che in molti

casi non esistono giustificazioni agrono-miche del loro approfondimento che, anzi, spesso è da considerare eccessivo.

- Lavorazione minima («minimum tillage»). Si tratta di fare, come unica lavorazione, quella idonea a disgregare il terreno superficialmente giusto quel tanto (50-100 mm) che basta a far funzionare regolarmente le normali seminatrici.

Questa tecnica si presta bene nel caso che il frumento segua una coltura che lascia il terreno mondo da erbacce e con poca massa di residui.

Ottimi risultati tecnici ed economici si sono cominciati ad ottenere anche in Italia dopo girasole, barbabietola, soia, colza, patata e mais (specialmente da insilamento). Gli attrezzi idonei per preparare il letto di semina possono essere i più vari: estirpatore, erpice frangizolle a dischi, zappatrice rotativa, erpici a denti elastici, erpici ruotanti. Caso per caso va scelto l'attrezzo più idoneo a produrre l'effetto desiderato.

Una forma particolare di lavorazione minima è quella che fa ricorso all'accoppiamento di una seminatrice all'attrezzo di lavorazione (erpice ruo-tante, fresatrice).

Con la lavorazione minima i tempi di lavorazione e di semina si riducono moltissimo.

- Non lavorazione. La tecnica della «non lavorazione» (inglese: no tillage, zero tillage o direct drilling) è indicata anche con il termine di «semina diretta» (traduzione di «direct drilling»): questa dizione è di dubbia correttezza e precisione, potendo essere interpretata come la tecnica d'impianto alternativa al trapianto che si pone per molte piante ortensi.

La non lavorazione consiste nel seminare il cereale su un terreno al quale non è stata fatta nessuna lavorazione. Si deve disporre di una seminatrice speciale, adeguatamente pesante e fatta in modo da fendere il terreno in corrispondenza di ogni elemento seminatore. I residui della coltura precedente, debitamente trinciati, restano in superficie a costituire una specie di pacciamatura. Se ci sono infestanti, si deve ricorrere a un trattamento chimico disseccante privo di effetto residuale.

Si prestano bene alla non lavorazione le stesse colture dopo le quali è possibile la lavorazione minima.

Sistemazione idraulica del terreno. La preparazione del terreno deve essere completata con opere atte ad evitare l'erosione in collina e ad assicurare la rapida evacuazione delle acque saturanti in pianura.

In collina vanno aperti solchi livellari anche temporanei, mentre in pianura i campi devono essere delimitati da fosse di scolo non troppo distanti e ben tenute, e baulati per favorire il deflusso delle acque superficiali verso le scoline stesse.

La rete scolante è troppo spesso trascurata: ciò è deplorabile perché causa gravi decurtazioni di resa. Infatti il frumento soffre in modo particolare dei ristagni d'acqua: è attaccato dal mal del piede che in ambiente asfittico prospera; le infestazioni di erbacce sono più intense; il radicamento è

ostaco-lato; la nitrificazione langue mentre la denitrificazione si intensifica; in certe annate la semina è ritardata o impossibile in campi mal sistemati.

Semina.

Scelta della semente. Uno dei cardini del successo della coltivazione è la scelta di semente idonea sia dal punto di vista genetico (varietà) che agronomico (purezza, germinabilità).

Buona regola per un'azienda è di evitare sia di affidarsi a una sola varietà sia di coltivarne un numero esageratamente alto.

Le varietà vanno scelte sulla base dell'esperienza passata, ma senza trascurare la cauta prova e la graduale introduzione delle novità varietali più promettenti, senza di che nessun progresso vi sarebbe.

Molto utili risultano le liste di varietà raccomandate sulla base dei risultati di prove sperimentali regionali così come sarebbe molto utile che le organizzazioni professionali dei produttori, per evitare un'eccessiva frammentazione, pianificassero a livello comprensoriale i programmi di semina e di raccolta in modo da realizzare «stocks» omogenei delle varietà più richieste dagli utilizzatori.

Una volta scelte le varietà va ricercata la semente di qualità. Requisiti del frumento destinato alla semina sono: purezza specifica non inferiore al 98%; germinabilità minima: 85%; immunità da parassiti (carie, *Claviceps*); assenza di semi di erbe infestanti (non più di 10 semi in 500 grammi e zero semi di avena selvatica e *Lolium temulentum*).

Per quanto riguarda la purezza varietale il mercato offre tre tipi di seme:

- seme di base (limite minimo di purezza varietale 99,9%),
- seme certificato di 1° riproduzione (99,7%),
- seme certificato di 2° riproduzione (99,0%).

Le due prime categorie consentono di produrre frumento da seme seguendo le direttive e i controlli dell'Ente preposto alla certificazione delle sementi (Ente Nazionale Sementi Elette, ENSE).

Essendo una pianta strettamente autogama e le varietà odierne essendo delle linee pure, il frumento prodotto in azienda potrebbe essere reim-piegato come seme; però in un'agricoltura avanzata il seme certificato del commercio dovrebbe essere preferito al seme riprodotto in azienda per la innegabile migliore qualità di quello: garanzie di purezza genetica, agronomica e igienica, che solo grandi impianti industriali possono garantire con adeguati macchinari per la cernita e la concia della semente.

Quantità di seme. Il frumento è pianta a «fittezza elastica» nel senso che con l'accestimento può compensare ampie differenze di fittezza iniziale. Ciò è provvidenziale perché ad esempio in caso di semine mal riuscite che hanno prodotto nascite molto scarse (esempio: 100 piante per m²) grazie ad un accestimento molto spinto si può avere un'accettabile copertura di culmi-spiga. Però in condizioni normali si ritiene conveniente realizzare fittezze iniziali piuttosto alte per limitare l'accestimento.

Prassi assodata è di porsi come obiettivo 300 piante nate dalla semina che poi con un moderato accestimento formeranno una copertura di 5-600 spighe per m², indicativamente.

In condizioni medie (buon valore reale della semente, buona preparazione del terreno e tempestiva epoca di semina) si può considerare che per avere 300 piante nate a m² siano necessarie e sufficienti 400-450 cariossidi a m² pari a 160-180 kg/ha di semi aventi un peso medio di 40 mg. Dosi raccomandabili sono quindi 160-180 kg/ha per semine d'autunno tempestive in buone condizioni; con semine ritardate la quantità di seme va aumentata indicativamente di 1 kg per ettaro per ogni giorno di ritardo. Nel caso di semine di fine inverno non si può far conto sull'accestimento, per cui le quantità di seme vanno fortemente aumentate, fino anche a 300 kg ad ettaro.

Spesso si vedono impiegate quantità di seme molto superiori ai valori indicati, nell'intento di avere garantito l'investimento voluto. Questo è un modo sbagliato, perché per garantire nascite regolari è meglio curare la preparazione del letto di semina e l'esecuzione della semina che tentare di ripararne i difetti aumentando la quantità di seme.

Epoca di semina. In Italia l'epoca normale di semina del frumento è l'autunno inoltrato, e la data media in cui la semina può essere fatta è tanto più anticipata quanto maggiore è la latitudine o l'altitudine.

L'epoca ottimale di semina è quella che dà il massimo di garanzia che all'arrivo dei freddi invernali le piantine di frumento abbiano raggiunto e non superato lo stadio di 3 foglie, stadio al quale la resistenza al freddo raggiunge il suo massimo.

La semina non deve essere né troppo anticipata né troppo ritardata.

Con semina troppo anticipata, nel caso di un autunno a lungo mite la coltura potrebbe essere indotta ad uno sviluppo vegetativo eccessivamente rigoglioso prima dell'arrivo dei freddi invernali, che la coglierebbero in uno stato di vulnerabilità. Particolarmente esposte a questo rischio sono le varietà alternative.

Con semine troppo ritardate la germinazione e le nascite sono rallentate dalle basse temperature e, nel caso di gelate precoci, queste potrebbero cogliere la coltura nella fase di emergenza, quando le plantule hanno una limitata resistenza al freddo.

Nelle regioni settentrionali la semina in pianura inizia a metà ottobre, nell'Italia centrale ai primi di novembre, nel Meridione nella seconda metà di novembre. Le semine si anticipano procedendo dalla pianura alla montagna. In ogni ambiente l'esperienza locale dà buone e sicure informazioni.

Periodo utile per la semina.

Un elemento importante in una grande azienda per organizzare il lavoro e ottimizzare l'uso dell'attrezzatura aziendale necessaria è il periodo utile per la semina: questo può protrarsi per 20-30 giorni senza apprezzabili

conseguenze sulla coltura, se non un lieve ritardo nella fioritura e nella maturazione.

Semina primaverile - La semina primaverile del frumento in Italia è eccezionale, come rimedio di emergenza quando la semina autunnale sia stata impossibile o sia fallita. Queste semine «primaverili» (o di fine inverno) si fanno verso la fine di gennaio nel Sud, in febbraio-marzo al Nord.

Le rese di queste colture sono sempre più basse e aleatorie di quelle autunnali perché il ritardato ciclo di sviluppo le espone maggiormente al rischio della deficienza idrica nella fase finale.

Per queste semine ritardate è necessario impiegare solo le varietà alternative, che non hanno bisogno di vernalizzazione. Poiché in Italia la semina normale è quella autunnale con impiego indifferente di varietà alternative e non alternative, non sempre delle varietà si conoscono queste loro caratteristiche.

Concia della semente. Il seme dovrebbe sempre essere trattato («concia») con polveri a base di fungicidi organici che assicurino una buona protezione dalla carie e da altri funghi.

È molto importante che il trattamento al seme sia ben fatto: la concia umida («slurry») fatta da ditte sementiere specializzate è da preferire a quella polverulenta, la sola fattibile nelle aziende agrarie.

Distribuzione del seme. La semina è fatta a file con seminatrice «universale» e richiede una buona preparazione del terreno che non lasci zolle grosse tanto da non passare tra gli elementi seminatori.

Distanza tra le file

Le file sono semplici, distanti da 0,14 a 0,18 m, con media intorno a 0,15 m. Le distanze maggiori sono adottate nei terreni con problemi di struttura dei quali è difficile l'affinamento.

Una tecnica di semina che in passato ha avuto una certa diffusione perché agevola la sarchiatura manuale è quella a righe binate anziché semplici: 0,10 m tra le due file della Tina, 0,30 m tra le bine. Nel caso di agricoltura biologica, dove non è ammesso l'uso di diserbanti, la sarchiatura meccanica potrebbe essere resa possibile da semine a file largamente spaziate o a bande di file strette separate da spazi larghi, secondo le esigenze della macchina sarchiatrice.

Profondità. La profondità di semina è molto importante: essa deve essere compresa tra 20 e 50 mm: la norma è 30-40 mm aumentabili a 40-50 mm al massimo nel caso di terreni sciolti e asciutti, riducibili a 20-30 mm in terreni limosi o argillosi bagnati.

Un grave e comunissimo errore è di deporre i semi troppo in profondità: da tali semi si originano piante che stentano ad emergere (e spesso non vi riescono), restano per tutta la loro vita stentate, con ridotto accostamento e limitato sviluppo fogliare o radicale.

Seminatrici

La semina del frumento si fa con seminatrici trainate o semiportate che sono di due tipi:

- con distribuzione a gravità, per cilindri scanalati (seminatrici universali);
- con distribuzione pneumatica, più veloci.

Le seminatrici trainate hanno una larghezza variabile da 1,5 a 4 metri e una velocità di lavoro di 4-8 km/h. Quelle semiportate vanno da 2 a 6 metri di larghezza e consentono velocità superiori alle precedenti: 6-10 km/h. Le semi-natrici pneumatiche semiportate lavorano bene anche con velocità superiori (10-12 km/h).

Nel calcolare la capacità di lavoro oraria si tenga conto dei tempi di rifornimento che, con la migliore organizzazione possibile, rappresentano il 10--15% del tempo totale.

Per la semina «diretta» (senza lavorazione alcuna) sono state realizzate seminatrici speciali, di struttura, peso e robustezza tali da poter seminare su terreno sodo.

Consociazione. Per definizione, la consociazione è la coltura contemporanea di due o più specie sulla stessa unità colturale. In passato o in regioni ad agricoltura primi-tiva erano frequenti consociazioni permanenti di segale, lenticchie, ecc. col frumento o la consociazione temporanea di essenze da prato (erba medica, trifoglio, sulla, lupinella) traseminate nel cereale in autunno o più spesso in primavera con la tecnica detta della «bulatura». L'impiego dei diserbanti e l'uso di forti dosi di azoto rendono la bulatura poco praticabile o addirittura impossibile.

Concimazione.

Criteri generali

Una razionale concimazione al frumento deve basarsi sui seguenti criteri di base.

- Fabbisogni. Il fabbisogno fisiologico di elementi fertilizzanti per ogni 100 kg di granella prodotta e della paglia relativa è il seguente:

Azoto

3 kg di cui: 2,5 asportati con la granella - 0,5 residuali nella paglia

Fosforo P₂O₅

1,5 kg di cui: 1,1 asportati con la granella - 0,4 residuali nella paglia

Potassio K₂O

2,5 kg di cui: 0,5 asportati con la granella - 2 residuali.

Epoca di utilizzazione

- Nella fase iniziale, dalla emergenza alla 3° foglia, la plantula si nutre delle riserve del seme.
- Durante tutta la fase di accostamento le piante sono piccole e l'accrescimento è lento, cosicché l'assorbimento dei nutrienti, nei circa 3 mesi di durata di questo periodo (indicativamente da dicembre a febbraio), è modesto, stimabile in 1/4 della quantità complessiva.
- Dall'inizio della levata (marzo) alla fioritura (maggio) la coltura assorbe i 3/4 circa della quantità complessiva.

- Durante la fase di granigione l'assorbimento è limitato per il fosforo, molto limitato per l'azoto.

Fornitura da parte del terreno.

Il fosforo e il potassio non sono dilavabili essendo adsorbiti dal terreno e vengono rilasciati nella soluzione circolante man mano che la coltura li assorbe:

basta perciò integrare la dotazione del terreno, se insufficiente, con concimazioni presemina.

Per l'azoto le cose sono assai più complicate, infatti la fornitura di azoto al frumento da parte del terreno è sempre insufficiente a soddisfare i fabbisogni colturali sia perché scarsa sia perché ritardata rispetto a questi bisogni. Infatti l'azoto nel terreno si trova sotto le seguenti tre forme:

- azoto nitrico: è la forma in cui l'azoto è assorbito dalla maggior parte delle piante; è mobile, dilavabile, difficile da misurare; deriva dalla ossidazione dell'azoto ammoniacale ad opera dei batteri nitrificanti;

- azoto ammoniacale: deriva dalla mineralizzazione della sostanza organica; è adsorbito dal terreno; non è dilavabile; per essere utilizzato deve essere ossidato ad azoto nitrico;

- azoto organico: la sostanza organica è la più grande riserva di azoto del terreno (l'humus ne contiene il 5%: rapporto C/N=10); l'azoto organico viene trasformato in azoto ammoniacale nel processo microbico di mineralizzazione.

Durante i mesi freddi i processi sia di nitrificazione sia di mineralizzazione sono praticamente sospesi a causa delle basse temperature (salvo rare e momentanee occasioni di tepore); riprenderanno a primavera inoltrata con il riscaldamento del terreno, ma troppo tardi rispetto al fabbisogno del frumento nella fase di levata.

Durante i mesi freddi nei quali il frumento svolge la lunga fase dell'accostamento, esso può contare solo sull'azoto nitrico residuale (la «forza vecchia») della stagione calda precedente, la cui quantità è: 1) variabile come quantità, secondo il contenuto di sostanza organica del terreno, il tasso di mineralizzazione e il residuo di concimazione non utilizzata dalla coltura precedente («forza vecchia»); 2) precaria in quanto la «forza vecchia» può essere dilavata, tutta o in parte, da piogge autunnali e/o invernali tanto abbondanti da provocare la lisciviazione dei nitrati.

In conclusione può dirsi che il terreno è un pessimo fornitore di azoto al frumento.

Considerato che questo elemento è il principale fattore della resa quantitativa del frumento e che la fornitura di azoto nitrico è scarsa, aleatoria e, comunque, tardiva, da ciò deriva che l'agricoltore deve inderogabilmente intervenire con apporti di concimi azotati in modo da integrare in ogni momento le disponibilità naturali di azoto, così adeguandole al fabbisogno colturale in ogni fase dello sviluppo.

Effetti della concimazione.

Potassio. Il potassio è un elemento indispensabile al metabolismo del frumento, come di qualsiasi altra specie, e se carente va apportato con la concimazione. In Italia i terreni in maggior parte hanno una dotazione di potassio buona o addirittura ottima tanto che la concimazione potassica fa prova di avere efficacia scarsa o nulla nell'incrementare le rese del frumento.

Fosforo. Il fosforo è un elemento indispensabile per un gran numero di reazioni e processi chimici fondamentali, tra i quali quello di sintesi del materiale genetico nei processi di divisione cellulare e di riproduzione. Quasi tutti i terreni del mondo sono molto poveri di questo elemento che quindi va apportato con concimazioni minerali, che inizialmente sono abbondanti, di «arricchimento», per poi ridursi alla dose di mantenimento una volta raggiunta la dotazione desiderata. In Italia, dove per molti decenni si sono impiegate dosi di concimazione fosfatica molto alte, si può considerare razionale limitarsi a restituire quanto asportato dalla coltura.

Gli eccessi di concimazione fosfatica e potassica non sono mai dannosi né alla coltura né all'ambiente essendo fissati dal terreno; tuttavia l'evitare sprechi va nel senso della economia e della ecocompatibilità.

Azoto. È il principale fattore limitante le rese: salvo i casi dove è l'acqua il fattore limite, l'azoto dà sempre risposte spettacolari con un'efficacia che può essere stimata, per le dosi ottimali, in 10-20 kg di granella in più per ogni kg di azoto applicato per ettaro.

Effetti positivi dell'azoto

Gli effetti positivi dell'azoto possono così essere enumerati:

- all'accostamento: favorisce l'emissione di radici e germogli e quindi promuove il numero di spighe per m²;
- al "viraggio": favorisce la morfogenesi delle infiorescenze, che quindi presentano più spighe e più fiori;
- alla levata: determina il potenziale di assimilazione («source») della pianta aumentando sia la quantità di clorofilla sia la superficie delle foglie sia la durata funzionale di queste;
- alla fioritura: favorisce la fecondazione e riduce l'aborto degli ovuli per cui si hanno più cariossidi per spiga;
- durante la granigione: migliora il tenore proteico e le caratteristiche merceologiche della granella. Sul peso medio delle cariossidi l'azione è variabile: se le condizioni climatiche durante la granigione sono favorevoli e l'acqua non è fattore limitante, l'azoto fa aumentare il peso medio dei semi; se invece l'acqua scarseggia, questo carattere può non aumentare o addirittura diminuire.

L'azoto riduce l'intensità dell'attacco di mal del piede.

Effetti negativi dell'azoto

Mentre nel caso di fosforo e potassio gli eccessi non sono dannosi, l'azoto può dar luogo a inconvenienti anche gravi.

- Allettamento. Con abbondanza di azoto gli internodi del culmo sono poco lignificati e molto acquosi, gli steli sono più fitti e più alti: come risultato si ha una pericolosa facilità di allettamento.

- Maggiore incidenza delle malattie fogliari. Il rigoglio vegetativo e la fittezza della vegetazione promossi dall'azoto creano un ambiente umido e poco aerato che predispone a intensificati attacchi delle crittogame fogliari.

- Maggiori esigenze idriche. Piante ben concimate con l'azoto sono più fitte, più fogliose e, quindi, traspirano più acqua.

In climi aridi e in terreni a bassa capacità idrica la fittezza e la concimazione del frumento dovranno essere regolate tenendo conto di questo elemento: infatti in stagioni e terreni secchi, in seguito a forti concimazioni azotate si può riscontrare un certo abbassamento del peso medio delle cariossidi.

Salvo che in climi e in terreni molto aridi, l'effetto positivo dell'azoto razionalmente applicato è tanto forte sul numero di spighe a m² e di cariossidi per spiga, da superare il possibile abbassamento del peso medio di un seme: per cui la resa di granella, che è la risultante di queste tre componenti, risulta, quasi senza eccezioni, aumentata così come la qualità intesa come maggior contenuto percentuale di proteine.

La sperimentazione ha dimostrato che entro ampi limiti le rese crescono proporzionalmente con l'azoto: ciò non deve esimere gli agricoltori dal preoccuparsi di non eccedere con la concimazione azotata oltre il fabbisogno fisiologico, perché così facendo potrebbero dar luogo a rilasci di nitrati non utilizzati verso le falde acquifere.

Dosi di concimazione.

Le dosi dei vari elementi nutritivi da apportare con la concimazione vanno stabilite oculatamente per evitare sia insufficienze che eccessi: questi potrebbero costituire semplice spreco o, talora, essere causa di effetti negativi sulla resa.

P e K Conoscendo la dotazione del terreno in K₂O si potrà decidere se la concimazione con K è necessaria o può essere omessa. In caso sia necessaria, si procederà a una semplice restituzione: 50-100 unità secondo che la paglia resti o venga asportata.

Per il fosforo vale analogo ragionamento: si dovranno ogni anno apportare i 60-80 kg/ha di P₂O₅ che verranno asportati.

N. È la scelta più difficile in quanto se la dose è inferiore a quella ottimale le rese saranno basse, se superiore si possono avere inconvenienti.

La dose di concimazione azotata va decisa caso per caso, ispirandosi ai criteri enunciati precedentemente e che qui esemplifichiamo:

- produzione che è ragionevole aspettarsi nella zona in base alle rese massime conseguite dalle aziende più progredite con una buona, ma non straordinaria, tecnica colturale: 7 t/ha di granella. Fabbisogno di azoto per sostenere tale produzione: 210 kg/ha di azoto, mettendo in conto un assorbimento di 3 kg di azoto per ogni 100 kg di granella producibile.

- Detrazioni: riduzioni della concimazione possono essere fatte considerando l'entità della «forza vecchia», ad esempio: -80 kg/ha di azoto dopo prato di erba medica; -40 dopo una coltura letamata; -50 dopo barbabietola da zuc-cherò non letamata; -40 dopo girasole, ecc.

- Aumenti. Nessuna detrazione va fatta dopo una coltura sfruttante, come ad esempio lo stesso cereale: addirittura bisogna prevedere aumenti se la paglia del cereale era stata interrata: 1 kg di azoto in più per ogni 100 kg di paglia. Anche dopo sorgo è da prevedere un supplemento di 30-40 kg/ha di azoto. Ritocchi maggiorativi molto utili per ottimizzare la concimazione potranno essere fatti in occasione dell'ultima concimazione di marzo. Qualora la piovosità dei precedenti mesi autunno-invernali fosse stata abbondante tanto da lasciar presumere dilavamento dell'azoto solubile, questa integrazione, di qualche decina di kg/ha di azoto, andrà stimata secondo l'entità presunta del dilavamento dell'azoto solubile. Modelli di previsione o metodi di misura della dotazione di azoto prontamente utilizzabile alla ripresa vegetativa primaverile non sono disponibili con la necessaria affidabilità. Un indice empirico, grossolano ma efficace, è il colore del fogliame all'inizio della levata: un colore verde pallido o con sfumature verso il giallo denuncia che c'è stata la carenza di azoto nella fase precedente e che quindi la stima della forza vecchia va ridotta e aumentata in proporzione la dose dell'ultima azotatura.

In conclusione, le varietà più moderne e produttive vanno concimate con 120-220 kg/ha di azoto (la cifra inferiore valendo per le precessioni più miglioratrici, la superiore per quelle più sfruttanti).

Per consentire al frumento di tollerare senza danno dosi di azoto superiori a quelle che la sua resistenza all'allettamento gli consentirebbe, è attuabile una tecnica di forzatura che fa ricorso a trattamenti con prodotti fitormonici nanizzanti o brachizzanti, cioè capaci di ridurre la taglia del frumento, determinando un raccorciamento degli internodi, e quindi di conferire una superiore resistenza all'allettamento. I risultati sono soddisfacenti solo con le varietà a taglia alta; in quelle, peraltro le più consigliabili, già di per sé a taglia bassa il trattamento è inefficace.

Epoca delle concimazioni.

Concimazione fosfo-potassica.

Il fosforo e il potassio sono energicamente rattenuti dal terreno e sono dotati di scarsissima mobilità sia in senso orizzontale che verticale. Pertanto è necessario che essi vengano mescolati al terreno fino alla profondità in cui si sviluppa la rizosfera della coltura.

La maniera più razionale di distribuire i concimi fosfo-potassici sarebbe dunque quella di darli prima della lavorazione principale, ed è questa la tecnica da seguire quando si concimi un terreno per la prima volta; tuttavia nel caso di agricoltura evoluta dove ormai la concimazione è una pratica ordinaria, non è un grave errore se, per anticipare meno capitale, si rinvia

la som-ministratura dei concimi a prima della semina, interrando con una erpica-tura.

Concimazione azotata.

La tecnica di concimazione azotata dimostratasi la più razionale economica-mente ed ecologicamente è quella di dare l'azoto non molto prima del periodo di utilizzazione da parte della coltura per ridurre al minimo il rischio di dilavamento. Pertanto concimazioni abbondanti alla semina sono da sconsigliare, anche visti i limitati fabbisogni iniziali della coltura e la presumibile «forza vecchia» presente nel terreno.

Solo dopo colture sfruttanti (ringrano, sorgo) e dopo l'interramento di residui pagliosi un apporto supplementare di 20-30 kg per ettaro di azoto può essere utilmente dato alla semina, magari insieme al concime fosfatico.

A parte questi casi di concimazione supplementare, tutto il fabbisogno di azoto può essere soddisfatto con concimazioni in copertura, cioè sulle colture già in atto: la tecnica collaudata come migliore è di fare 2-3 concimazioni:

- una, non sempre necessaria e comunque di modesta entità, nel mese di gennaio per favorire l'accestimento; potrebbe essere omessa se l'osservazione mostrasse seminati in buone condizioni di sviluppo e di colore, in caso contrario va fatta con il 15-20% della dose totale prevista;
- una, indispensabile nel mese di febbraio, per favorire il viraggio e la morfo-genesi delle spighe, distribuendo il 35-40% del totale;
- una, fondamentale in marzo, poco prima dell'inizio della levata, per assicurare il soddisfacimento degli elevatissimi fabbisogni durante la levata: ciò distribuendo la rimanente quota del 45-50% del totale.

Scelta dei concimi.

Il tipo di concimi da usare per la fertilizzazione del frumento ha importanza secondaria rispetto alla quantità e alla modalità di applicazione. La scelta del tipo di concime va fatta secondo i seguenti criteri:

- costo dell'unità fertilizzante in campo o, come suol dirsi, «alla radice» (comprendendo quindi costo del concime e costi di trasporto e di spandimento);
- prontezza d'azione;
- dilavabilità;
- vantaggi accessori dovuti ad azioni o apporti particolari.

Per quanto concerne il fosforo e il potassio non ci sono problemi in quanto, salvo casi particolarissimi, qualsiasi forma va bene, possibilmente granulare.

Per la concimazione azotata la scelta dei concimi è prevalentemente orientata come segue:

- alla semina: l'eventuale modesta dose di azoto può essere comodamente fornita insieme alla concimazione fosfatica, ad esempio con 150 kg/ha di fosfato biammonico 18-46;

- in copertura: la scelta è limitata al nitrato ammonico (26-27%) e all'urea (46%), dato il costo molto superiore dell'azoto degli altri concimi. Il primo presenta uniti i vantaggi della prontezza della parte (50%) nitrica e della non dilavabilità della parte ammoniacale. L'urea ha il costo più basso e si presta ottimamente all'applicazione in copertura manifestando una sorprendente prontezza d'azione, non molto dissimile dalla prontezza della forma nitrica; per questo è sempre più largamente impiegata. I concimi organici in generale non sono adatti al frumento in quanto il loro azoto viene rilasciato troppo tardi, in primavera inoltrata.

Nel caso di agricoltura fatta con il metodo biologico è ammesso l'uso solo di concimi naturali. I concimi azotati liquidi (sospensioni e soluzioni) a base di urea e nitrato ammonico, con titolo 30-0-0 stanno incontrando il favore di parecchie aziende che li impiegano per la concimazione in copertura al frumento. L'effetto nutritivo dei concimi azotati liquidi è del tutto equivalente a quello di corrispondenti quantità di concimi solidi, ma consentono notevoli vantaggi di organizzazione dato che lo stoccaggio e il trasporto si fanno in cisterne, i travasi con pompe e la somministrazione con macchine irroratrici di grande capacità operativa.

Distribuzione.

Quando la concimazione azotata è spinta fino ai limiti di tolleranza della coltura, diventa di grande importanza la regolarità della distribuzione. Infatti se questa non è uniforme ci saranno aree del campo concimate con quantità inferiori a quelle stabilite e quindi sub-ottimali, mentre in altre aree si supererà la dose e si potranno verificare dannosi allettamenti. Come conseguenza le rese saranno comunque inferiori a quelle che si sarebbero potute ottenere con una buona esecuzione della concimazione. Quindi è importante regolare bene gli spandiconcime o le irroratrici (nel caso di concimi liquidi).

Poiché il fosforo e il potassio devono essere dati prima della semina e l'azoto tutto (o quasi tutto) in copertura, è chiaro che i concimi complessi non sono l'ideale per la concimazione del frumento, per la impossibilità di somministrare gli elementi nel momento migliore.

Impatto ambientale della concimazione del frumento.

È giusto e doveroso porre attenzione agli effetti negativi che ogni pratica agricola ha sulle componenti ambientali e la concimazione, specialmente quella azotata, può avere tali effetti negativi. Nel caso del frumento può affermarsi che questi effetti sono trascurabili in base alle seguenti considerazioni:

- concimazioni azotate eccessive sono rare perché il pericolo di allettamento le scoraggia;
- il frazionamento in copertura vicino al momento di forte assorbimento riduce il rischio di dilavamento;

- i residui pagliosi interrati sono un efficacissimo mezzo per bloccare l'azoto che si mineralizza nel corso dell'estate, sottraendolo al possibile dilavamento in autunno-inverno.

Concimazione e PAC.

La politica agricola della CE punta a limitare i volumi delle produzioni eccedentarie (tra le quali i cereali) adottando la tattica di premiare le aziende che accettano di ridurre gli inputs di mezzi tecnici (fitofarmaci, concimi, ecc.): va in questo senso, ad esempio, la direttiva 2078/92.

Nel caso della concimazione azotata l'adesione a questa direttiva consiste nel non spingere la dose di azoto fino al livello che consente la resa massima, ma nel limitarla ad un valore inferiore.

Cure colturali.

Le operazioni colturali che possono essere fatte al frumento tra la semina e la raccolta sono le seguenti.

Rullatura. Se al momento della semina il terreno fosse asciutto e molto soffice (cosa che nel clima italiano non accade molto spesso) una rullatura pesante potrebbe favorire nascite più pronte e regolari, facendo aderire meglio il terreno al seme e favorendo la risalita d'acqua per capillarità. Molto più frequente è il caso che i terreni argilloso-calcarei sotto l'azione ripetuta del gelo e del disgelo acquistino una struttura estremamente soffice in superficie, il che nel caso di inverni poco piovosi ostacola lo sviluppo delle radici avventizie con conseguenze negative di una certa gravità. In queste condizioni una rullatura in inverno delle colture in fase di accostamento con un rullo pesante che accosti alle radici il terreno sollevato dal gelo risulta spesso utilissima.

Irrigazione. L'irrigazione del frumento è in Italia eccezionale, limitata a certe zone del Piemonte e della Lombardia caratterizzate da terreni permeabilissimi («terre ladine»). In alcune plaghe della Terra l'irrigazione è pratica ordinaria: può aiutare la coltura a nascere, in autunno o, più spesso, a favorire le fasi di fioritura e granigione.

Se si disponesse di impianti efficienti di irrigazione a pioggia e di acqua a buon mercato, l'irrigazione potrebbe essere utilissima in molte zone dell'Italia meridionale in certe annate particolarmente asciutte. La tecnica migliore è irrigare a pioggia leggera (onde non provocare allettamenti), bagnando uno strato di terreno di 0,6-0,7 m, durante la spigatura e/o dopo la fecondazione, in modo da favorire la granigione in un momento (maggio) in cui la traspirazione è assai forte e le piogge scarseggiano.

Trattamenti anticrittogamici. Una tecnica per difendere varietà poco resistenti dagli attacchi di malattie fogliari (oidio, ruggini, septoria, ecc.) è quella di irrorare le coltivazioni con adatti anticrittogamici. Considerazioni economiche non meno che ecologiche dovrebbero indurre a fare l'uso più ridotto possibile di questi trattamenti. Questo in Italia si può fare scegliendo varietà tolleranti e approfittando del fatto che gli attacchi crittogamici qui sono meno favoriti dal clima.

Controllo delle erbe infestanti. Data la fittezza delle coltivazioni la sarchiatura meccanica è impossibile. In passato la lotta contro le erbe infestanti era fatta unicamente a mano con scerbature e sarchiature che richiedevano 60-80 ore per ettaro.

Un artificio che in passato aveva lo scopo di agevolare la sarchiatura era la semina a file binate.

Al giorno d'oggi il controllo delle malerbe nei seminati di frumento si può fare in maniera efficace ed affidabile solo con il diserbo.

Ciò non significa che si possano trascurare tutti i mezzi indiretti idonei a ridurre la gravità delle infestazioni, come rotazione colturale, lavorazioni appropriate, impiego di semente di qualità, ecc.. Ma è da tenere per fermo che un'adeguata, ancorché oculata, lotta diretta è quasi sempre indispensabile per ridurre il danno che le erbe infestanti provocano alla produzione del frumento, danno stimato sul 25% come media, ancor maggiore in certi casi.

La trattazione del diserbo sarà fatta più che altro sul più razionale modo di impostare la lotta alla vegetazione avventizia.

Le prime e fondamentali basi conoscitive necessarie per ben diserbare sono le seguenti:

- la conoscenza delle specie che si trovano ad infestare il frumento;
- la conoscenza del potere competitivo di ognuna per potere stimare la «soglia» che giustifica l'intervento (non per tutte le specie infestanti tali soglie si conoscono con precisione);
- la capacità di identificare le specie allo stadio di plantula.

Le specie infestanti.

Nel lungo periodo tra la semina del cereale (in autunno) e l'avvio della levata (fine marzo) la crescita della coltura è lenta e il suo potere soffocante è scarso, e d'altra parte c'è opportunità di nascere per una flora molto variata, sia di specie a basse esigenze termiche che danno luogo a infestazioni precoci autunnali e invernali sia di specie più termofile a nascita primaverile. Vi sono poi specie (ad esempio l'avena) che nascono con grande e imprevedibile scalarità.

Ciò tende necessario che l'impostazione del diserbo del frumento sia fatta con un approccio assai articolato atto ad assicurare il contenimento di così diverse infestazioni per il lungo periodo (circa 150 giorni) dalla semina alla levata, tutto ciò curando di limitare al minimo l'uso di prodotti chimici per ovvi motivi sia economici che ecologici.

Altro aspetto importante da considerare è che non tutte le specie hanno la stessa facilità di essere controllate. Molte specie che in passato erano un serio problema oggi non lo sono più perché facili da debellare, ma nel frattempo altre specie hanno aumentato la loro presenza e la loro nocività perché poco sensibili agli erbicidi diffusisi negli ultimi decenni. Infatti con la diffusione della pratica del diserbo ormai spesso si rileva l'insorgenza di

una flora di nuovo tipo, comprendente come specie dominanti quelle resistenti all'erbicida usato sistematicamente.

Non sempre si tratta di mutazioni spontanee che conferiscono resistenze genetiche ad infestanti tradizionali (che pure sono documentate), ma il più delle volte si tratta di specie spontanee la cui presenza finora era limitata agli incolti, ai fossi, alle prode, eccetera (specie «ruderali») e che ora grazie alla loro resistenza si sono diffuse negli appezzamenti coltivati occupando la nicchia ecologica non più occupata dalle erbe infestanti tradizionali e così costituendo la cosiddetta «flora di sostituzione».

Nel frumento hanno seguito questa via molte ombrellifere, composite, attaccamano, ecc.

Le misure generali per prevenire queste evenienze sono semplici:

- evitare le monosuccessioni colturali;
 - evitare il monodiserbo, alternando prodotti diversi;
- ricorrere a miscele di diserbanti di gruppi chimici diversi magari con dosaggi ridotti.

Tecnica del diserbo.

Il diserbo del frumento può essere fatto:

- pre-semina,
- pre-emergenza,
- post-emergenza precoce,
- post-emergenza tardiva.

Diserbo pre-semina

Si fa solo nel caso di semina diretta senza lavorazione su terreno inerbito. I prodotti impiegabili sono disseccanti ad azione totale: dipiridilici (assai tossici) e i meno tossici glifosate e derivati:

- Diquat e Paraquat (per contatto)
- Glifosate (sistemico)
- Glifosate trimesio (sistemico)
- Glufosinate ammonio (per contatto).

Diserbo pre-emergenza

È quello fatto subito dopo la semina, prima che la coltura sia nata.

Il diserbo di pre-emergenza è, per definizione, un intervento preventivo fatto alla cieca senza sapere l'entità e la natura dell'infestazione che si verificherà.

Esso è consigliabile nei terreni i cui, per esperienza, si sa che ci si deve aspettare infestazioni costantemente pesanti e costituite da una flora mista di dicotiledoni e graminacee. I prodotti da usare dovranno quindi avere un'azione ad assorbimento radicale e antigerminello con lunga persistenza di azione ed uno spettro ampio, comprendente sia specie a foglia larga che graminacee.

Diserbo post-emergenza precoce.

È l'intervento più praticato e razionale perché viene deciso a ragion veduta dopo aver ispezionato con tempestività e diligenza le coltivazioni per:

- verificare se l'infestazione è di gravità tale da giustificare economicamente il trattamento diserbante,

- identificare allo stato di plantule le specie di erbe infestanti che sono nate o stanno nascendo.

È in questo modo razionale che si decide se o come diserbare.

I casi possono essere diversi:

- infestazione di sole dicotiledoni facili;

- infestazione di dicotiledoni difficili;

- infestazione mista di dicotiledoni e graminacee senza o con poca avena selvatica;

- infestazione mista di dicotiledoni e graminacee con molta avena;

- infestazione di graminacee con molta avena selvatica.

Il frumento è una caratteristica coltura asciutta delle nostre regioni e dei climi temperati ma già nel clima temperato-caldo e ancor più nei climi aridi la pianta trae vantaggio notevole dall'irrigazione. Per evitare stress idrici è necessario intervenire quando il 50-60% dell'acqua disponibile nel terreno è stato consumato. Il sistema di irrigazione più razionale è quello a pioggia. Il fabbisogno complessivo è di 450-650 mm di acqua.

Raccolta

La granella del frumento cessa di svilupparsi e di aumentare il suo peso secco al termine della maturazione gialla, o maturazione fisiologica, quando dalla pianta è scomparsa del tutto la clorofilla (salvo che in corrispondenza dell'ultimo nodo) la cariosside è leggermente attaccabile dall'unghia ma si spezza sotto i denti, e il suo contenuto d'acqua è del 30% circa. E' da questo momento in poi che è possibile iniziare la raccolta.

Mietitura - Consiste nel tagliare a mano o a macchina (mietitrice) gli steli del frumento. Al taglio segue la accovonatura ossia la legatura in fasci del frumento (covoni) ciò può essere fatto anche meccanicamente con la mietilegatrice che miete e lega i covoni.

Trebbiatura - E' l'operazione che si esegue per la separazione delle cariossidi del cereale dagli involucri che le racchiudono dalla paglia e dai rachidi delle spighe.

In passato la trebbiatura veniva fatta a mano poi c'è stata l'introduzione delle trebbiatrici per poi lasciare spazio alle moderne mietitrebbiatrici che fanno tutti i lavori dalla mietitura alla trebbiatura insieme.

Produzione

Il record mondiale di produzione del frumento tenero è di 14 t/ha di granella secca al 13% di acqua. In Italia la Val padana dà le produzioni maggiori con 6-7 t/ha. In Italia centrale possono essere previste rese medie di 5-6 t/ha. Nell'Italia meridionale e insulare le rese medie sono parecchio più basse 3,5-4,5 t/ha e più irregolari da anno ad anno, in conseguenza del peggiore e più irregolare regime idrico. Oltre alla granella che rappresenta il prodotto principale il frumento produce paglia e pula. La quantità per

ettaro di questi sottoprodotti varia con le condizioni colturali più o meno favorevoli e con le varietà.

Sorgo zuccherino

Caratteri botanici

Il sorgo zuccherino appartiene alla specie *Sorghum bicolor*, di origine tropicale, ma adattabile alle zone temperate. La parte aerea della pianta consiste di un culmo principale, che può superare i 4 m di altezza, e di un numero variabile di accestimenti. Al suo interno, il culmo è midolloso, succoso e ricco in zuccheri solubili la cui percentuale sul fresco può variare dall'8 al 14%. L'infiorescenza è costituita da un panicolo di dimensioni molto più ridotte rispetto ai tipi da granella per evitare un eccessivo accumulo di carboidrati nel seme. La capacità di entrare in dormienza nei periodi più caldi associata ad alcuni caratteri anatomici quali un apparato radicale che può estendersi nel terreno ad una profondità di oltre 1,5 m, uno strato siliceo presente nell'endoderma radicale e una cuticola cerosa sulla parte aerea, conferiscono a questa pianta un'elevata resistenza agli stress idrici. Infine il sorgo possiede un sistema di fotosintesi C4 che garantisce un'efficienza di fissazione della CO₂ tra le più elevate. Tutte queste caratteristiche contribuiscono a fare del sorgo zuccherino una coltura interessante per la produzione di biomassa vegetale ad alto tenore zuccherino.

Sorgo da scope o saggina (*Sorghum vulgare* var. *technicum*). L'asse principale del panicolo è cortissimo e su di esso sono inserite, quasi a formare un'infiorescenza ad ombrella, ramificazioni lunghissime ed elastiche. Tale infiorescenza, privata della granella, è usata per la fabbricazione di scope e spazzole. La raccolta si fa alla maturazione della granella, però per evitare che il peso di questa pieghi deformandole le ramificazioni del panicolo, rendendolo inadatto allo scopo, è necessario che alla maturazione lattea i culmi siano piegati in modo che i panicoli pendano verso il basso.

- 2 Sorghi zuccherini (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*). Sono piante molto alte, a culmo grosso, con foglie larghe, steli succosi e zuccherini per la presenza nel midollo di notevoli quantità di saccarosio (15-20%). Nel secolo scorso grandi speranze furono suscitate circa la possibilità di coltivare il sorgo per la produzione di zucchero. Sennonché nel sorgo il saccarosio è sempre accompagnato da notevoli quantità di zucchero invertito che inibisce la cristallizzazione. Pertanto i sorghi da zucchero hanno un'importanza minima e servono per la preparazione di sciroppi e per l'industria dell'alcool o come coltura foraggera da erbaio.

- 3 Sorghi da foraggio. La pianta del sorgo, sia allo stato giovane che a maturazione lattea o cerosa della granella, si presta assai bene all'alimentazione del bestiame.

- 4 Sorghi da granella. Vengono coltivati per la loro granella che trova utilizzazione per l'alimentazione umana nei paesi in via di sviluppo o per l'alimentazione del bestiame nei paesi sviluppati.

Esigenze ambientali

Il sorgo rispetto al mais ha maggiori esigenze termiche: per germinare e nascere con accettabile prontezza richiede temperature del terreno di 14 °C, a fronte dei 12 °C necessari per il mais.

Il sorgo ha minori esigenze idriche del mais: esso è stato chiamato "pianta-cammello" in quanto è capace di sopportare con danno ridotto le deficienze idriche. Ricordiamo le principali attrezzature morfologiche e fisiologiche che conferiscono al sorgo caratteri di spiccato erotismo:

- 1 Foglie fortemente cutinizzate, ricoperte di pruina, con stomi meno numerosi e più piccoli di quelli del mais;

- 2 Consumi idrici unitari tra i più bassi (si considerano aggirarsi intorno a 250);

- 3 Radici profonde ed espanse, capaci di estrarre dal terreno l'acqua anche quando questa è fortemente trattenuta;

- 4 Protoplasma capace di sopportare senza danni irreversibili temperature relativamente alte e disidratazione piuttosto spinta;

- 5 Capacità di entrare in stasi vegetativa rallentando i processi vitali in caso di "stress" idrico per riprenderli con danno limitato appena si siano ripristinate più favorevoli condizioni idriche (nel mais, invece, lo stress idrico arresta la crescita irreparabilmente).

È ovvio che questa aridoresistenza ha dei limiti: è pur sempre necessario che tra le riserve d'acqua del terreno e apporti di piogge durante il ciclo vitale si debba poter contare su una quantità d'acqua stimabile intorno a 300-350 mm (o 3.000-3.500 m³/ha).

In terreni profondi e a buona capacità di ritenzione idrica (quindi con esclusione di quelli sciolti) basta che piovano 120-150 mm nei mesi da giugno ad agosto per assicurare rese, se non altissime, quanto meno soddisfacenti dal punto di vista tecnico ed economico.

Queste condizioni si riscontrano in parecchie regioni centrali: Emilia Romagna, Toscana, Marche, Umbria, Lazio e in certe parti interne di Abruzzo, Molise e Campania, anche in molte di quelle zone collinari svantaggiate, comunemente dette "marginali". Nelle regioni meridionali, troppo aride, il sorgo senza irrigazione non può essere proposto, ma potrebbe dare eccellenti risposte produttive a irrigazioni limitate, aventi carattere di soccorso.

Per quanto riguarda il terreno, il sorgo si adatta bene anche a quelli argillosi pesanti con mediocre struttura; tollera un'ampia gamma di acidità (da pH 5,5 a 8,5) e una elevata salinità.

Varietà

Come per il mais, una sorghicoltura intensiva non può non far ricorso a varietà ibride, per le loro superiori doti di uniformità e di vigore e, quindi,

di produttività. Scelta dell'ibrido. La giusta lunghezza del ciclo (indicata con lo stesso sistema delle classi FAO) è fondamentale, in quanto solo con i tipi di opportuna precocità si può pensare di sfruttare completamente e nel migliore dei modi le limitate risorse idriche. Negli ambienti dove si può contare su una certa piovosità estiva, i risultati migliori si ottengono con gli ibridi di classe 300-400, i quali entrano in stasi vegetativa appena si sono esaurite le riserve d'acqua del suolo e vi restano fino alle prime piogge, quando si verifica la ripresa dell'attività vegetativa. È da evitare di coltivare sorghi medio-tardivi o tardivi dati i seri rischi che con questi si corrono di non veder maturare la granella. Tra i caratteri morfologici assumono particolare importanza nei riguardi della meccanizzazione la taglia bassa e una buona esercizio del panicolo: tutti gli ibridi da granella sono nani, misurano cioè 1,3-1,5 m di altezza anziché i 2-3 metri e più dei tipi normali; inoltre per facilitare la mietitrebbiatura è importante che il panicolo sia sorretto da un lungo peduncolo, in modo da essere ben distanziato dall'ultima foglia; in tal modo, regolando opportunamente l'altezza di taglio della barra falciante, si possono raccogliere esclusivamente (o quasi) i panicoli evitando così le parti verdi della pianta. Un ridotto potere di accostamento è desiderabile nei tipi da granella, per evitare ritardi nella maturazione dei panicoli secondari.

La granella di sorgo per essere commercializzabile nella UE, deve avere un basso contenuto di tannini, la cui presenza abbassa la digeribilità della proteina. Pertanto gli ibridi che erano stati selezionati per alto contenuto di tannini onde renderli resistenti alla predazione degli uccelli (ibridi BR: Bird Resistent) sono in via di abbandono.

Tecnica colturale

Posto nell'avvicendamento

Il sorgo da granella potrebbe senza seri inconvenienti (salvo le infestazioni di striga nei Paesi tropicali) succedere a se stesso, ma di norma è considerata una pianta da rinnovo che segue e precede un cereale vernino.

Non frequente è il caso di sorgo in coltura ripetuta, dato che negli ambienti aridi dove il sorgo viene preso in considerazione, le colture più sicure e redditizie sono i cereali vernini, ai quali il sorgo si alterna per evitare gli inconvenienti del ringrano.

Dopo sorgo la fertilità del terreno è più bassa che dopo mais e altre piante da rinnovo, tanto che il cereale successivo, in genere frumento, tende a produrre meno. La principale causa del minor potenziale produttivo del frumento dopo sorgo è la minor disponibilità di azoto, provocata da una maggiore immobilizzazione biologica di questo elemento.

Il sorgo da granella non si presta a essere fatto in seconda coltura, ma solo in coltura principale.

Preparazione del terreno

Essendo il sorgo pianta da coltura asciutta, si deve cercare di favorire l'approfondimento radicale e costituire nel terreno riserve idriche le più

abbondanti possibile: ciò mediante lavorazioni profonde fatte tempestivamente, cioè prima dell'inizio della stagione piovosa, come aratura o, meglio ancora, come lavorazione a due strati.

È da escludere ogni possibile coltura intercalare in quanto diminuirebbero le scorte d'acqua e renderebbe difficile o impossibile preparare il letto di semina con la perfezione che il sorgo richiede.

La piccolezza del seme, la delicatezza delle plantule e la tarda data di semina impongono una preparazione del terreno per la semina estremamente accurata.

Nei terreni argillosi è necessario che il terreno sia preparato molto tempestivamente, durante l'autunno e l'inverno, con energiche erpicature ed estirpatore, in modo che alla semina sia già ben livellato ed amminutato, tanto da non richiedere che l'intervento di erpici leggeri che smuovano solo uno strato superficialissimo. Solo in tal modo, lasciando agli agenti atmosferici il compito di perfezionare lo sminuzzamento del terreno superficiale ed evitando di rimescolare poi gli strati, si può sperare di mettere i semi, in condizioni propizie alla germinazione e all'emergenza: terreno amminutato sì da ben aderire ai semi, umido già alla piccola profondità (20-30 mm) a cui vanno messi i semi, strutturato sì da prevenire la formazione di crosta.

La perfetta preparazione del terreno è il punto più delicato della coltura.

Scelta varietale

Gli ibridi di sorgo che l'esperienza ha dimostrato essere i più adatti e affidabili in Italia sono quelli né troppo precoci né troppo tardivi, ma a ciclo medio-precocce delle classi di precocità 300 o 400, corrispondenti a 105-110 giorni convenzionali.

Concimazione

Trattandosi di coltura asciutta si dovrà limitare quella minerale, tanto più quanto più scarse sono le disponibilità idriche. In assenza di letame le dosi più consigliabili sono le seguenti: 40-60 Kg/ha di P₂O₅ da dare pre-semina; 80-100 Kg/ha di azoto da dare alla semina come urea. Data la natura argillosa dei terreni sui quali il sorgo si può coltivare, non è certa l'utilità della concimazione potassica.

Semina e diserbo

L'epoca di semina è determinata dalla temperatura minima per la germinazione, che nel caso del sorgo è più alta di quella del mais: 14 °C anziché 12 °C; ciò obbliga a seminare 10-15 giorni dopo il mais, e cioè da fine aprile (al Sud) a metà maggio nel Centro.

Dato che il sorgo si coltiva in ambienti aridi, è inderogabile necessità seminarlo con la massima tempestività, tenendo conto che ogni ritardo nella semina non potrà non avere ripercussioni negative sulla produzione.

Con gli ibridi medio-precoci, che sono i più coltivati, la semina si fa a file distanti 0,40-0,50 m circa, impiegando la seminatrice del frumento o quella di precisione della barbabietola regolata in modo da seminare una

quantità di seme sufficiente ad assicurare un popolamento di 15-30 piante a m². prevedendo una quota inevitabile di fallanze (dell'ordine del 40-50%) va previsto l'impiego di 10-15 Kg/ha di seme.

La resa del sorgo meno del mais dipende dal numero di piante a m² grazie alla facoltà che il sorgo ha di accestire e di autoregolare così la sua fittezza.

La profondità di semina è molto importante: se eccessiva rende problematica l'emergenza delle plantule, se insufficiente espone i semi a pericoli o di disseccamento o di predazione da parte degli uccelli. La profondità ideale è di 20-30 mm (massimo 40) in terreno possibilmente ben rassodato da una rullatura presemina.

Il diserbo chimico del sorgo trova notevoli limitazioni nel ridottissimo numero di principi attivi il cui uso è ammesso su questa specie.

Il controllo delle erbe infestanti del sorgo potrebbe utilmente essere fatto con la sarchiatura meccanica che, in una coltura non irrigata come è il sorgo, farebbe conseguire anche altri vantaggi, oltre al controllo delle malerbe: miglior aerazione della rizosfera ed economia d'acqua specialmente nelle terre argillose soggette a fessurarsi.

Irrigazione

In ambienti climatici ad aridità primaverile-estiva molto spinta (Italia meridionale) nemmeno il sorgo riesce a produrre soddisfacentemente in coltura asciutta.

In questi casi una sorghicoltura molto interessante è possibile qualora esistano disponibilità idriche che non hanno migliore utilizzazione. Si tratta di fornire un limitato sussidio irriguo di soccorso quando la coltura del sorgo passa la fase più critica che va dalla botticella alla maturazione lattea. In questo periodo apporti dell'ordine di 150-200 mm consentono di raggiungere produzioni dell'ordine di 8 t/ha di granella secca e oltre. Il sorgo si spinge assai in profondità per attingere acqua e quindi si può irrigare in modo da bagnare 1 m di spessore; inoltre l'esigenza di tempestività è assai meno sentita che nel mais, dato che per il sorgo il limite di intervento irriguo è più basso che nel mais e che il sorgo può entrare in quiescenza.

Raccolta e utilizzazione

La maturazione del sorgo attraversa le stesse fasi descritte per altri cereali: maturazione lattea, maturazione cerosa, maturazione fisiologica. Quasi mai, data l'epoca di raccolta, la granella è abbastanza secca da non richiedere l'essiccazione.

È da ricordare che il sorgo, a differenza del mais, mantiene completamente verdi le foglie e gli steli anche quando la granella è matura.

La raccolta della granella del sorgo si fa con le stesse mietitrebbiatrici da frumento, regolando l'altezza di taglio tanto in alto da raccogliere, se possibile, solo i panicoli; per questo motivo sono preferibili i tipi che presentano una buona esenzione del panicolo dall'ultima foglia.

Le rese di granella conseguibili col sorgo sono variabili secondo l'andamento stagionale: in condizioni molto favorevoli di terreno e di piovosità estiva possono raggiungere 8-9 t/ha di granella; rese medie di 6 t/ha sono da considerarsi buone.

Facendo un confronto con la coltura asciutta del mais, del quale il sorgo dovrebbe essere il sostituto, si può dire che in ambienti e in annate sfavorevoli il sorgo supera di parecchio il mais.

È da far presente che a tutt'oggi, un po' a torto e un po' a ragione, il sorgo non ha incontrato larghe simpatie presso gli agricoltori italiani, per i seguenti motivi principali:

- 1 Difficoltà ad avere nascite regolari;
- 2 Eccessiva tardività di maturazione;
- 3 Difficoltà di essiccamento per la concomitanza con quello del mais;
- 4 Predazione da parte degli uccelli durante la granigione;
- 5 Cattive condizioni di fertilità per il successivo frumento;
- 6 Difficoltà di collocamento del prodotto;
- 7 Prezzo di vendita basso (rispetto al mais di cui ha analogo valore nutritivo).

Nessuna di queste difficoltà è insormontabile con una migliore conoscenza della tecnica di coltivazione e molte di esse sarebbero destinate a ridursi fino a scomparire man mano che la coltivazione del sorgo si estendesse.

Bibliografia

ALBERTI M., “La gestione delle ceneri da biomassa: un problema da risolvere. Progetto Fuoco”, VERONA, 2002.

ANGELINI L., CECCARINI L., BONARI E., “Resa, Composizione Chimica E Valutazione Energetica Della Biomassa Di Specie Erbacee Annuali Per La Produzione Di Energia”, In Bona S. (Ed), Atti Xxxiii Convegno Annuale Società Italiana Di Agronomia., 1999.

LE COLTURE NON ALIMENTARI, LEGNARO (PD), 20-23 SETTEMBRE 1999

AOYAMA K., UEMURA I., MIYAKE J., ASADA Y., “Fermentative metabolism to produce hydrogen gas and organic compounds in a cyanobacterium, 1997.

“SPIRULINA PLATENSIS”, J. FERMENT. BIOENERG., 83, PP. 17-20

APAT, 2003, “LE BIOMASSE LEGNOSE: UN’INDAGINE SULLA potenzialità del settore forestale italiano nell’offerta di fonti di energia”, RAPPORTI, 30/2003, ROMA,

APAT, ARPA, Analisi ambientale per comparto produttivo. Comparto cartario, 2003.

ARPA FVG, ASSOCARTA, ASSOCIAZIONE DEGLI INDUSTRIALI, Analisi ambientale del Comparto produttivo Cartario, 2005.

ASSOCARTA, 2004, RAPPORTO AMBIENTALE DELL’INDUSTRIA cartaria italiana, 2004.

BENEMANN J.R., 1996, “Hydrogen biotechnology: progress and prospects”, Nature Biotechnol., 14, PP. 1101-1103

BONARI G., PICCHI G., GUIDI W., PICCIONI E., FRAGA A., VILLANI R., GINANNI M., “Le colture da energia”, Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto, 2004.

BIOENERGY FARM, QUADERNO ARSIA 6/2004

CERULLO S., PELLEGRINI A., “Stime sulle quantità di residui legnosi prodotti, 2002.

N ITALIA”, ATTI CONVEGNO PROGRAMMA NAZIONALE BIOCOMBUSTIBILI – PROBIO – Pellet per l’energia: Mercato, Tecnologie, Normative, Prospettive, Verona, 23 MARZO 2002.

AGRICOLTURA CETA, , BANCA DATI DELLE BIOMASSE recuperabili dai rifiuti civili ed agroalimentari prodotti NEL FRIULI-VENEZIA 1994

GIULIA E, ST. PÖLTEN, AUSTRIA: UMBERA GMBH

GIORDANO G., TECNOLOGIA DEL LEGNO, UTET, MILANO 1955,

GRASSI G., REFINED BIO-FUELS PELLETS AND BRIQUETTES. Characteristics, Uses And Recent Innovative Production Technologies, Lamnet Latin America Thematic, 2004.

NETWORK ON BIOENERGY (PROJECT NO. ICA4-CT-2001-10106),

GROVER P.D., MISHRA S.K., 1996, BIOMASS BRIQUETTING:

TECHNOLOGIES AND PRACTICES, FAO

GUBBIANI R., LAZZARI M., 2004, “COMBUSTIONE DELLA GRANELLA DI MAIS PER PRODUZIONE DI CALORE PER UTENZE CIVILI”, NOTIZIARIO ERSA, ANNO XVII, N. 4

HAM R.K., BARLAZ M.A., 1989, “Measurement and Prediction of Landfill Gas Quality and Quantity”, in Chistensen T.H., COSSU

R., STEGMANN R., Sanitary Landfilling: Process, Technology and Environmental Impact, Academic Press, New York, pp. 155-158

IKEGAMI T., KITAMOTO D., NEGISHI H., IWAKABE K., IMURA T., SANO T., HARAYA K., YANAGISHITA H., 2004, “Reliable production of highly concentrated bioethanol by a conjunction of pervaporation using a silicone rubber sheet-covered silicalite membrane with adsorption process”, Journal of chemical technology and biotechnology, VOL. 79, ISSUE 8, PP. 896-901,

INEA, 2007, L’AGRICOLTURA ITALIANA CONTA, ISTAT, 1997, COLTIVAZIONI AGRICOLE E FORESTE E CENSIMENTO DELL’AGRICOLTURA ITALIANA 2000.

ITABIA, “Le coltivazione da biomassa per un’energia pulita”, 1999.

Siti Web

www.apat.gov.it

www.apat.gov.it/site/_files/Industria_Cartaria.pdf www.assocarta.it

www.bioenergylamnet.org

<http://www.rwedp.org/acrobat/rm46.pdf>

WWW3.INTERSCIENCE.WILEY.COM

WWW.INEA.IT/PUBBL/ITACO.CFM

WWW.SINANET.APAT.IT

4.1 Le caratteristiche del territorio italiano

Morfologia

Il territorio italiano consta di due sezioni morfologicamente ben differenziate: una parte continentale a nord, che confina con la Francia, la Svizzera, l'Austria e la Slovenia (i confini corrispondono in massima parte alla linea spartiacque delle Alpi), e una parte peninsulare, protesa nel mare Mediterraneo, sin quasi alle coste dell'Africa che, nel punto più vicino, distano appena 150 km. La sezione peninsulare, che è interamente percorsa dalla catena degli Appennini, si affaccia a ovest sul mar Ligure e sul mar Tirreno, a est sul mare Adriatico, a sud e sud-est sul mar Ionio. Complessivamente i confini terrestri si sviluppano per 1.800 km, quelli costieri per circa 7.500 km: ciò dà la misura della marittimità dell'Italia. Nel territorio nazionale rientra anche una vasta parte insulare, che comprende la Sicilia e la Sardegna, oltre che isole e arcipelaghi minori come l'Elba, le isole Partenopee, le Egadi, le Eolie, le Tremiti e le Pelagie. Il paese ha uno sviluppo in lunghezza di 1.300 km, dal punto più settentrionale, la Testa Gemella Occidentale nelle Alpi Aurine (47°5' di latitudine nord), a quello più meridionale, la punta Pesce Spada nell'isola di Lampedusa, nell'arcipelago delle Pelagie (35°29'); la larghezza massima è di circa 600 km, nella sezione continentale, mentre in quella peninsulare varia mediamente dai 140 ai 240 km. I punti estremi da ovest a est sono rispettivamente il monte Chardonnet (6°37' di longitudine est), al confine con la Francia, e il capo d'Otranto (18°31'). La superficie complessiva è di 301.323 km². L'aspetto più evidente della morfologia d'Italia è il fatto che più di tre quarti della superficie territoriale sono occupati da montagne (35,2%) e da colline (41,6%); l'Italia è quindi povera di pianure, che perlopiù sono di limitata estensione, se si esclude

la Pianura Padana. Dal punto di vista geologico, l'Italia è un paese "giovane": i due citati sistemi montuosi che ne formano l'ossatura, cioè le Alpi e gli Appennini, si sono originati infatti nell'era terziaria, o cenozoica, e solo di recente, nel Quaternario, si sono avuti molti degli episodi che hanno determinato le attuali forme del territorio. Manifestazioni vulcaniche ancora attive (a cominciare dall'Etna, in Sicilia) e frequenti, spesso disastrosi, terremoti sono tutte prove di un'attività geologica che continua tuttora in modi relativamente intensi.

Le Alpi circondano interamente a nord l'Italia; al nostro paese appartiene il versante meridionale, interno e più ripido, del sistema montuoso, che convenzionalmente inizia a ovest al colle di Cadibona (435 m), in Liguria, e termina al colle di Vrata (879 m), al confine con la Slovenia. Nelle Alpi centroccidentali, che in Italia interessano il Piemonte, la Valle d'Aosta e in parte la Lombardia, sono situate le montagne più alte d'Europa, con una decina di vette che superano i 4.000 metri e che culminano nei 4.810 m del Monte Bianco. Una serie di rilievi meno imponenti, diversi anche per composizione delle rocce, prevalentemente di origine sedimentaria, si sviluppa quasi parallela alla parte più interna ed elevata della catena, formata in prevalenza di rocce cristalline: sono le Prealpi, che si antepongono nelle sezioni centrale e orientale delle Alpi, dalla Lombardia sino al Friuli-Venezia Giulia e che sono assenti invece nel Piemonte. In generale, l'area alpina è quindi aspra ed elevata nel suo arco occidentale, dove, per la mancanza della fascia delle Prealpi, la linea di spartiacque è più vicina alla Pianura Padana, mentre diviene man mano più ampia e distesa nella parte orientale. Dal colle di Cadibona, dove si saldano con le Alpi, hanno inizio gli Appennini, che formano l'"ossatura" della penisola, sino all'estrema punta della Calabria; sono considerati una prosecuzione degli Appennini anche i rilievi che orlano la Sicilia settentrionale (monti Peloritani, Nebrodi, Madonie), al di là del braccio di mare dello stretto di Messina. Meno elevati delle Alpi, gli Appennini non

toccano in alcun punto i 3.000 metri, culminando nei 2.912 m del Gran Sasso d'Italia, in Abruzzo. Solo in Sicilia, e precisamente con l'Etna, si ritrova una montagna che supera nuovamente i 3.000 metri (3.323 m). Ai due lati degli Appennini, ma con maggior evidenza e imponenza sul versante rivolto al mar Tirreno, dalla Toscana alla Campania, si hanno due orlature montuose, che nel loro insieme, molto vario e frammentato, formano l'Antiappennino.

Sono infine estranei a tali sistemi montuosi sia i rilievi della Sicilia centrale e meridionale (monti Erei, monti Iblei) sia quelli della Sardegna, dove si susseguono altipiani e massicci di origine antichissima, risalenti a circa 300 milioni di anni fa, resti di una orografia scomparsa, tra cui i rilievi dell'Iglesiente e, soprattutto, il massiccio del Gennargentu, dove si tocca la massima elevazione dell'isola (1.834 m). Come tutti i territori geologicamente giovani, anche quello italiano è soggetto a processi di assestamento le cui principali manifestazioni sono rappresentate da movimenti della crosta terrestre (terremoti o sismi) e, in minore misura, dal vulcanismo. Particolarmente interessate dall'attività sismica sono sia l'Italia nordorientale (si ricorda il disastroso terremoto del 1976 che colpì il Friuli) sia l'Italia centrale e meridionale, dalle Marche alla Campania (terremoto dell'Irpinia del 1980; dell'Umbria nel 1997; del Molise nel 2002), alla Basilicata, alla Calabria e alla Sicilia (terremoto della valle del Belice del 1968 e, risalendo al 1908, il più disastroso terremoto di Messina, che causò 60.000 morti). Quanto all'attività vulcanica, la sua manifestazione più imponente è rappresentata dall'Etna, che è il maggior vulcano attivo d'Europa; altri vulcani attivi si trovano in due isole delle Eolie, e precisamente a Stromboli e a Vulcano. Infine il Vesuvio, alle spalle di Napoli, oggi è in fase di quiescenza dopo l'ultima eruzione del 1944, ma è l'unico vulcano attivo dell'Europa continentale. Rischi ancora più gravi per il territorio derivano però dalla natura delle sue formazioni rocciose, spesso intaccate dalle frane e dagli smottamenti, facilmente

soggette cioè ai dissesti idrogeologici, che si hanno allorché le acque di precipitazione disgregano i suoli, attivando movimenti franosi sui pendii con la formazione di incisioni e calanchi, elemento caratteristico della morfologia peninsulare. Nelle rocce calcaree, molto diffuse nei rilievi prealpini e appenninici, l'acqua provoca invece, per alterazione chimica dei loro minerali, l'erosione carsica. Le catastrofi naturali inoltre sono spesso state aggravate, e continuano a esserlo, dagli interventi antropici: sul territorio italiano "pesa" infatti un'elevata densità di popolazione e un forte carico di attività umane. Ciò si esprime, ad esempio, nella riduzione eccessiva delle superfici coperte da boschi, grave soprattutto sui versanti montani e collinari, nella manomissione delle pendici franose, o comunque fragili, per costruirvi abitazioni o strade, nella eccessiva cementificazione del territorio, che impedisce alle acque piovane la naturale infiltrazione nel sottosuolo, facilitando all'epoca delle piogge gli ingrossamenti improvvisi e le conseguenti alluvioni dei fiumi, con esiti spesso disastrosi in un paese così densamente abitato. Le pianure si estendono complessivamente per circa 66.000 km²; di questi ben 46.000 spettano alla Pianura Padana, una vasta area triangolare affacciata al mare Adriatico e racchiusa tra le Alpi e gli Appennini, essenzialmente formata dai materiali detritici trasportati a valle da numerosi corsi d'acqua. La Pianura Padana è solcata dal Po (da cui appunto trae nome), tributario del mare Adriatico, e dai suoi affluenti, ma anche da altri importanti corsi d'acqua che sfociano direttamente in mare, tra cui l'Adige, il Piave e il Reno. In alcune vallate degli Appennini e soprattutto lungo le coste, in corrispondenza delle foci fluviali, si hanno altre pianure, ma sono frammentate e di superficie assai modesta. Sono quasi tutte di origine alluvionale, come la Pianura Padana; ma molte di esse in origine erano acquitrinose e malariche e hanno dovuto essere bonificate. Tra le pianure della sezione peninsulare si ricordano in Toscana il Valdarno, cioè la pianura formata dal fiume Arno nel suo

tratto inferiore, e la Maremma (una pianura costiera che si estende in parte anche nel contiguo Lazio); nel Lazio l'Agro Pontino (che non a caso, sino al suo risanamento, veniva denominato Paludi Pontine); in Basilicata la Piana di Metaponto; in Calabria la Piana di Gioia; in Sicilia la pianura attorno a Catania e in Sardegna il Campidano. La più vasta pianura italiana dopo la Pianura Padana, cioè il Tavoliere, è situata in Puglia, si estende per 3.000 km² e deriva da un progressivo sollevamento dei fondali marini, successivamente ricoperti da strati alluvionali. Infine si hanno pianure di origine vulcanica, formatesi per accumulo di ceneri e altro materiale eruttivo: sono terreni molto fertili, dei quali l'esempio più rilevante è la pianura attorno a Napoli.

Le coste del territorio italiano alternano tratti alti e rocciosi a tratti sabbiosi e pianeggianti, ma sono presenti tutti i generi di morfologie costiere, dalle lagune alle insenature profonde e dirupate, dalle alte falesie alle dune, dalle spiagge sabbiose a quelle ghiaiose ecc. Un dato generale che riguarda la maggior parte dei litorali d'Italia è il progressivo innalzamento del livello marino; fanno eccezione il delta del Po, che anzi avanza nel mare di circa 10 m all'anno, e in linea di massima tutta la costa adriatica che orla la Pianura Padana.

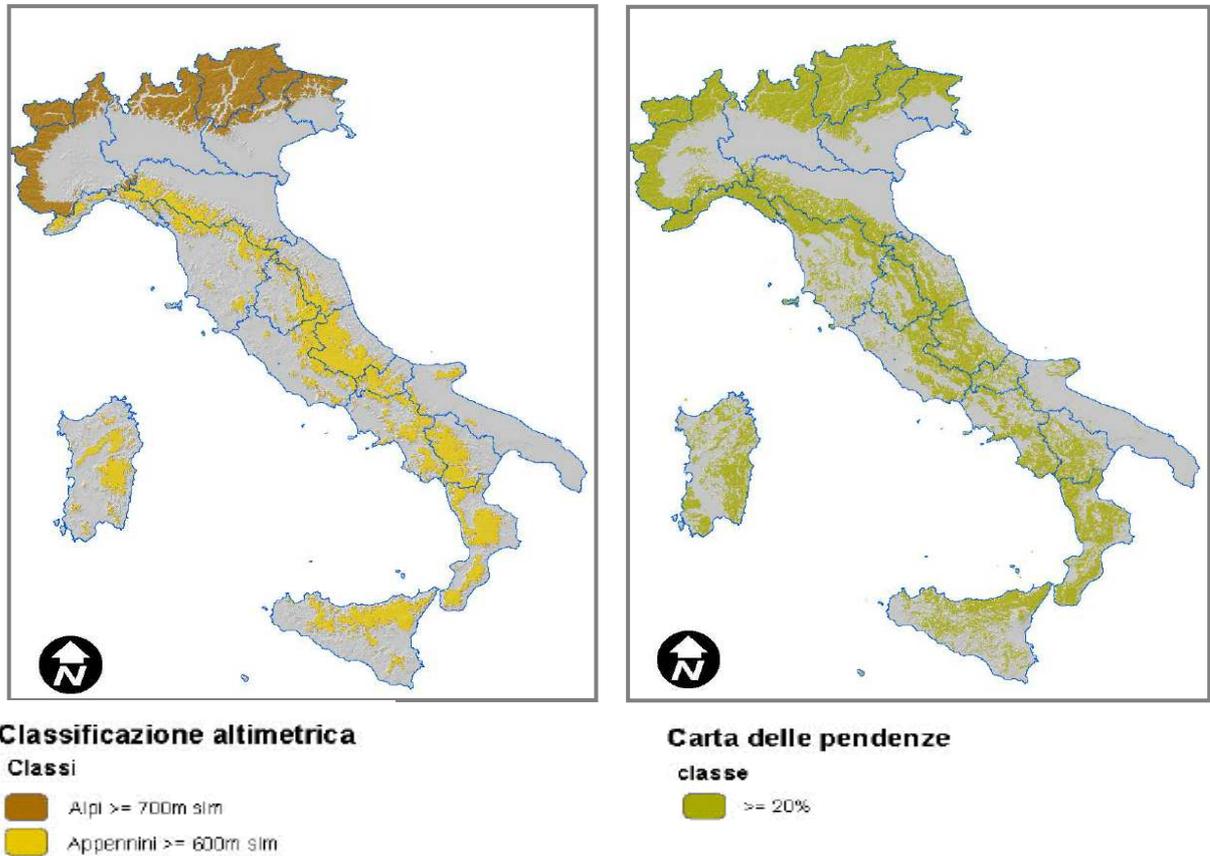
Le coste rocciose e frastagliate sono tipiche delle zone in cui i rilievi giungono in prossimità del mare, con dorsali perpendicolari alla linea di costa; non mancano in tal caso le insenature e i porti naturali, mentre piccole e ghiaiose sono le spiagge interposte. Questo genere di coste è proprio della Riviera ligure, della Sicilia nordorientale, innervata nell'Appennino siculo, e di gran parte della Calabria. Si hanno invece coste alte ma rettilinee nelle Marche, nell'Abruzzo e in alcuni tratti della Sardegna: in questi casi i litorali costituiscono l'orlatura di altipiani che strapiombano sul mare. Un tipo particolare di costa rocciosa della Sardegna, detta costa a rías, si ha invece in Gallura: il litorale è intagliato da strette e profonde insenature, che erano in origine valli fluviali in

seguito sommerse dal mare. Coste basse e sabbiose si hanno sull'Adriatico in parte dell'Emilia-Romagna e in Puglia, sul Tirreno in Toscana e nel Lazio. Le coste toscane e laziali presentano inoltre per lunghi tratti estesi cordoni sabbiosi, che spesso racchiudono al loro interno paludi, acquitrini, laghi costieri, oggi quasi interamente prosciugati. A volte i detriti trascinati a valle dai fiumi hanno finito, nel corso dei millenni, col saldare alla terraferma alcune isole vicine, che oggi formano promontori: tale ad esempio è l'origine del promontorio dell'Argentario e di quello del Circeo. Dell'Adriatico nordoccidentale sono tipiche, infine, le coste basse e lagunose; la più estesa e nota è la laguna di Venezia, ma un'altra, meno vasta, la laguna di Marano, è situata nel golfo di Trieste. Un tempo tutto il litorale dell'alto Adriatico, da Trieste sino a Ravenna, era costellato da lagune, paludi e acquitrini; anche Ravenna era una città lagunare. Molte di queste lagune si sono interrate naturalmente, per il continuo apporto detritico dei fiumi (la stessa laguna veneta è vissuta sotto questa minaccia); sono stati invece appositamente prosciugati, per renderli adatti alle colture, vasti tratti del delta del Po. L'ultima delle aree anfibe che si estendevano lungo l'Adriatico, ormai pressoché interamente prosciugate, è rappresentata dalle Valli di Comacchio, in Emilia-Romagna.

Naturalmente la conformazione dei litorali e l'organizzazione territoriale dell'entroterra hanno una funzione determinante sulla localizzazione dei porti. La Liguria è la regione meglio dotata e quella che ha maggiormente potenziato i propri scali portuali; su di essi gravitano i traffici commerciali della Pianura Padana, l'area economicamente più ricca e dinamica del paese. Oltre a Genova, tradizionalmente primo porto d'Italia per tonnellaggio di merci imbarcate e sbarcate (tuttavia in declino rispetto al passato, quando contendeva al porto francese di Marsiglia il primato nel Mediterraneo), la Liguria può contare sui porti di Savona (con l'annesso scalo di Vado Ligure) e di La Spezia, uno dei migliori porti

naturali d'Italia. Al contrario, le coste basse e sabbiose della Toscana e del Lazio, soggette inoltre a fenomeni di interrimento, non sono mai state favorevoli agli insediamenti portuali; il porto di maggior movimento, quello di Livorno, fu creato artificialmente nel XVI secolo per sostituire quello di Pisa che, sino al Quattrocento, aveva rappresentato il principale sbocco marittimo della Toscana, successivamente interrato dalla progressiva avanzata del delta del fiume Arno. In effetti sul mar Tirreno l'unico porto naturale veramente favorito è quello di Napoli, situato in una profonda e ben riparata insenatura. Non ha mai avuto un ruolo di primo piano da un punto di vista commerciale per la mancanza di un entroterra economicamente ricco e industrializzato; grazie al fiorente turismo della regione è però nettamente il primo d'Italia per numero di passeggeri e di imbarcazioni di piccolo cabotaggio. In ottima posizione al centro del golfo omonimo, Trieste è stata in passato il maggior porto dell'Adriatico; più a sud, invece, le coste lagunose e basse del Veneto e dell'Emilia-Romagna impediscono la formazione di scali naturali: i due porti più attivi, quello di Venezia e di Ravenna, sono infatti artificiali. Uno dei migliori porti naturali d'Italia è quello di Taranto, situato in una rada molto profonda e protetta del mar Ionio, posizione che lo ha fatto scegliere come base della Marina militare. Quanto alle grandi isole, la Sicilia ha alcuni porti naturali, ma oggi i più importanti sono artificiali. Meglio dotata è la Sardegna, con le sue coste frequentemente alte e frastagliate.

Figura 3- Morfologia dell'Italia



Fonte: IMONT (Ente Italiano della Montagna, ente pubblico di ricerca)

Idrografia

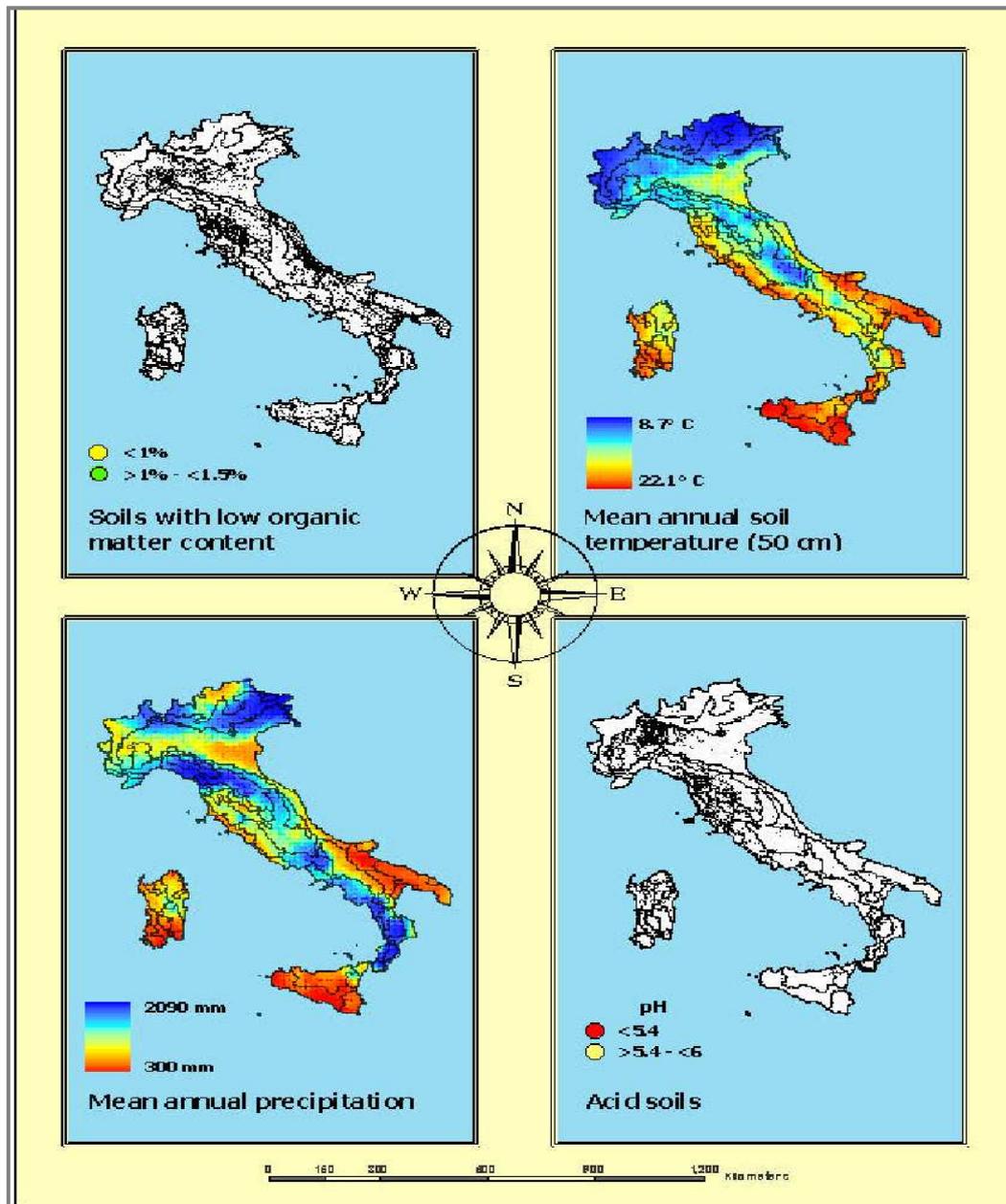
A causa della sua particolare conformazione peninsulare, il territorio italiano manca di bacini idrografici di vasta estensione, come quelli presenti ad esempio in Francia o in Germania. Con la sola eccezione del Po, che scorre nella sezione settentrionale del paese, tutti gli altri fiumi sono piuttosto brevi, hanno bacini modesti e sono in genere poveri di acque. Vi è comunque una generale e profonda differenza tra i fiumi dell'Italia settentrionale e quelli dell'Italia centrale e meridionale. I

principali fiumi dell'Italia settentrionale discendono dalle Alpi; hanno un regime abbastanza stabile nel corso dell'anno e portate piuttosto abbondanti. Infatti in autunno e in primavera sono alimentati dalle piogge, che sono copiose sull'intera regione, mentre d'estate l'apporto di acque deriva in buona parte dallo scioglimento dei ghiacciai. Per contro, l'inverno è il periodo di minore portata. I fiumi del resto d'Italia nascono dagli Appennini, privi di ghiacciai, e hanno corso breve e bacini limitati, data la conformazione della penisola. Il loro regime è di tipo torrentizio; la loro portata è molto irregolare, perché dipende solo dalle precipitazioni. Alternano quindi periodi di piena, non di rado con rovinose inondazioni all'epoca delle piogge, che in linea di massima cadono in primavera e in autunno, a periodi di magra estiva molto accentuata, che può giungere sino al totale prosciugamento degli alvei fluviali. I corsi d'acqua di Sicilia e Sardegna hanno caratteristiche analoghe ai fiumi appenninici, di cui in genere accentuano i caratteri: corsi brevi, bacini ridotti, portate esigue, regimi irregolari. Proprie poi della Calabria sono le cosiddette "fiumare", dalla forte pendenza, dal letto largo e ciottoloso, soggetto a improvvise piene in occasione delle piogge e alla totale mancanza d'acqua per il resto dell'anno. Tra i fiumi alpini che, eccetto alcuni brevi corsi d'acqua liguri, tributano tutti al mare Adriatico, il principale è il Po (652 km di lunghezza, 74.970 km² di bacino idrografico), con i suoi molti affluenti; quelli di sinistra, che scendono dalle Alpi (i più lunghi, di 250-300 km, sono l'Adda, l'Oglio e il Ticino), hanno portate maggiori e più regolari; quelli di destra, appenninici (principale è il Tanaro, che è l'affluente del Po con il più ampio bacino idrografico: 8.324 km²), hanno invece un regime irregolare, tipico di tutti i fiumi che hanno origine sugli Appennini, e in genere minori portate. Il secondo grande fiume alpino, che è anche il secondo fiume italiano per lunghezza (410 km) è l'Adige, che sfocia a breve distanza dal Po, di cui un tempo era un affluente. Piave, Tagliamento,

Brenta e Isonzo sono gli altri principali fiumi alpini, alimentati dalla sezione orientale della catena. I fiumi appenninici terminano in parte nel mar Adriatico e in parte nel mar Tirreno. I tributari dell'Adriatico sono abbastanza numerosi ma, data la vicinanza al mare della linea di spartiacque, hanno un corso particolarmente breve; i principali sono il Reno (211 km di lunghezza; 4.626 km² di bacino), che scorre nell'Emilia-Romagna, l'Aterno-Pescara (145 km; 3.188 km²) e l'Ofanto (134 km; 2.764 km²), che rispettivamente interessano l'Abruzzo e la Puglia. I fiumi del versante tirrenico hanno uno sviluppo più complesso a causa della maggiore distanza della catena appenninica dalla costa. Primeggia nettamente il Tevere, terzo fiume italiano per lunghezza (406 km) e secondo per superficie di bacino idrografico (17.169 km²), che scorre in Umbria e nel Lazio; seguono, ma ampiamente distaccati, l'Arno (240 km), fiume toscano per eccellenza, il Volturno e il Garigliano. I fiumi più meridionali della penisola sono tributari del mar Ionio. I principali sono il Bradano e il Basento, che sfociano a breve distanza l'uno dall'altro nel golfo di Taranto, entrambi con un corso inferiore ai 150 km. Tra i fiumi delle isole il più importante è il Tirso, che solca buona parte della Sardegna. L'Italia ha numerosi laghi (se ne contano più di mille, in maggioranza piccoli laghi alpini), che hanno diversa origine e quindi differenti caratteristiche. Dei molti laghi alpini, che in genere occupano piccole conche tra le rocce, scavate dai ghiacciai (i cosiddetti laghi di circo), si ricordano quelli di Braies e di Carezza, entrambi nel Trentino-Alto Adige. I tre più estesi laghi italiani, cioè il lago di Garda (370 km²), il Lago Maggiore (212 km²) e il lago di Como (146 km²), sono invece situati nella fascia delle Prealpi. Questi e gli altri minori laghi prealpini (tra i quali il lago di Lugano, il lago d'Orta e il lago d'Iseo) occupano la parte terminale dei bacini vallivi che si aprono verso la Pianura Padana. La loro origine si deve agli sbarramenti morenici formati dai ghiacciai che, nel Pleistocene, scendevano dalle Alpi; da ciò deriva la loro forma

allungata e stretta, nonché la loro relativa profondità (il lago di Como ha una profondità massima di 410 m, il Garda di 346 m). Gli altri principali laghi d'Italia sono situati nella sezione peninsulare. Numerosi sono quelli di origine vulcanica, che occupano antichi crateri di vulcani spenti; essi hanno alcune caratteristiche comuni, quali la forma circolare, la profondità spesso notevole e il livello incostante, dipendente soltanto dal regime delle precipitazioni. Quasi tutti i laghi vulcanici sono situati nel Lazio: i principali sono il lago di Bolsena, di ben 114 km², quinto d'Italia per superficie, quindi il lago di Vico e il lago d'Albano. In Umbria è situato invece il quarto lago d'Italia, che ha un'origine ancora diversa, il lago Trasimeno (128 km²). Esso occupa una vasta conca in origine percorsa da acque fluviali libere, che vi sono poi rimaste arginate per un naturale processo di sbarramento dovuto alla sedimentazione dei depositi alluvionali degli stessi fiumi. Infine tra i più estesi laghi d'Italia va ricordato il lago di Varano, in Puglia, che misura 60,5 km²: è un tipico "lago costiero", formatosi presso la costa a causa del progressivo accumulo di cordoni sabbiosi che tengono separati gli specchi d'acqua dal mare aperto.

Figura 4- Mappa pedoclimatica italiana scale 1:250,000.



Fonte: Italian National Observatory for Pedology and Soil Quality .

Le principali regioni climatiche

Compresa nella zona temperata, protetta a nord dalla catena alpina, con un ampio sviluppo costiero, sul quale il mare fa sentire i suoi effetti mitigatori, l'Italia ha un clima in prevalenza di tipo mediterraneo. In generale gli inverni possono essere freddi, ma senza eccessivi rigori, così come le estati sono calde, ma non torride; le precipitazioni mediamente non sono abbondanti.

Tuttavia montagne e colline, che occupano tanta parte del territorio, fanno sì che anche l'altimetria sia un importante fattore climatico, mentre la marcata lunghezza da nord a sud del paese accentua, con il procedere verso Mezzogiorno, i caratteri propriamente mediterranei, cioè l'aridità e la mitezza del clima. Si passa quindi dal clima temperato freddo della zona alpina più elevata a quello di tipo subtropicale delle coste più meridionali, con diversi passaggi intermedi. Generalmente però si possono distinguere quattro principali aree climatiche: quella alpina, quella padana, quella appenninica e infine quella marittima, litoranea, della penisola e delle isole.

Il clima alpino, che si ritrova al di sopra dei 1.000-1.500 metri di quota, e quindi interessa anche l'area propriamente prealpina, è caratterizzato da inverni lunghi e freddi, con temperature medie al di sotto di 0 °C (le più fredde sono le Alpi orientali, dove anche nelle vallate si possono avere minime di -20 °C), e da precipitazioni nevose; le estati sono brevi e fresche, con temperature medie sui 15 °C. Le precipitazioni sono abbondanti, passando da una media di oltre 1.000 mm annui sino a massime di 3.000 mm sulle Prealpi del Veneto e del Friuli-Venezia Giulia; sono più copiose in autunno e in primavera, diminuendo in inverno, mentre d'estate sono frequenti i temporali.

Il clima padano, che interessa, oltre alla Pianura Padana, le zone collinari circostanti (Brianza, Langhe, Monferrato ecc.), ha caratteri più accentuati

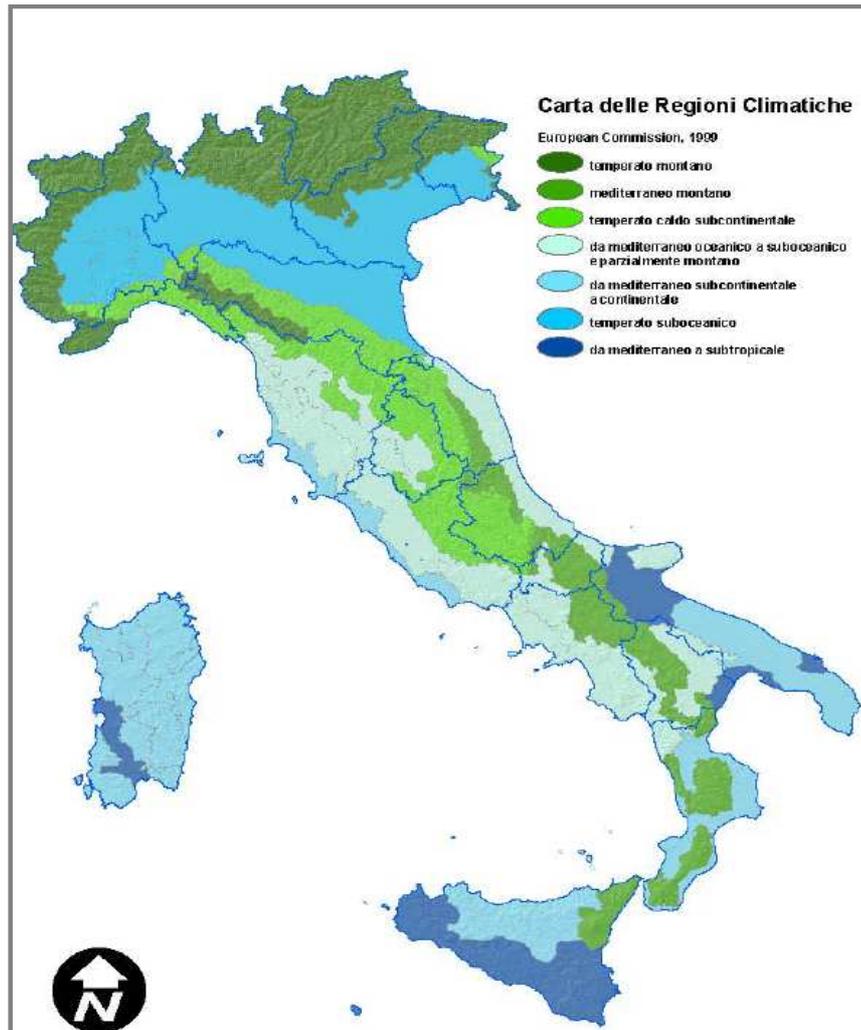
di semicontinentalità: gli inverni sono freddi, di poco superiori in media a 0 °C, le estati calde, con temperature superiori a 20 °C, spesso afose nelle pianure ma ben ventilate nelle aree collinari. Le precipitazioni, relativamente abbondanti, sugli 800-1.000 mm annui, sono distribuite più o meno regolarmente lungo tutto il corso dell'anno, con un'accentuazione in autunno e un massimo in primavera; d'inverno sono frequenti nebbie e nevicate. Nelle zone attorno ai grandi laghi prealpini, si hanno condizioni molto più miti, quasi mediterranee, per l'influsso esercitato dalle masse d'acqua dei bacini lacustri (si parla a tal proposito di clima insubrico).

Il clima appenninico è proprio degli Appennini, nonché degli altipiani e delle conche interposte; è di tipo semicontinentale, con forti differenze tra estati calde e inverni freddi; le precipitazioni sono abbondanti sul versante volto al Tirreno, perché è raggiunto dalle masse d'aria umide di provenienza atlantica. D'inverno nelle zone più elevate e interne – particolarmente nell'Abruzzo e nel Molise – sono frequenti e copiose le precipitazioni nevose.

Anche il clima globalmente definito litoraneo presenta rilevanti differenze. Sull'Adriatico, che è meno ampio e profondo del Tirreno (o Tirreno-Ligure), e quindi esercita una minore azione mitigatrice, a parità di latitudine, gli inverni sono più freddi, le estati più calde e anche afose, le precipitazioni più scarse di quanto si verifica sui litorali tirrenici e liguri. Inoltre sull'Adriatico settentrionale, alle cui spalle la catena delle Alpi è ormai relativamente bassa e quindi offre una scarsa protezione nei confronti della massa d'aria fredda, d'inverno giungono con facilità i venti di nord-est, come la bora di Trieste, le cui raffiche possono toccare i 150 km all'ora. Per contro, sull'Adriatico meridionale (in Puglia, soprattutto) si accentuano la siccità, in talune zone con precipitazioni anche inferiori ai 500 mm annui, e le temperature estive, con massime persino superiori ai 40 °C.

In Calabria e nelle grandi isole (Sicilia, Sardegna) sono più evidenti i caratteri di mediterraneità; gli inverni sono tiepidi e piovosi sulle coste (ma spesso freddi nell'interno montuoso), le estati sono caratterizzate da elevate temperature e prolungate siccità.

Figura 5- Carta delle Regioni climatiche



Fonte: IMONT (Ente Italiano della Montagna, ente pubblico di ricerca)

4.2 Potenzialità delle colture energetiche: tre importanti esempi da nord a sud

Globalmente le biomasse forniscono l'11% dell'energia primaria e sono la fonte di energia rinnovabile più importante (IEA, 2005). Nel 2020 l'obiettivo EU-25 è di raggiungere la percentuale del 20% di fonti rinnovabili nel mix energetico europeo. A tal scopo ogni Stato contribuirà adottando un Piano di Azione Nazionale dove sono fissati gli obiettivi per la quota di energia rinnovabile nel settore dei trasporti, dell'elettricità e del riscaldamento e raffreddamento e le misure adottate per raggiungerli, ivi comprese le politiche nazionali per lo sviluppo delle risorse della biomassa. Diventano quindi rilevanti e non di poco conto gli approcci di pianificazione a scala regionale che consentono una valutazione sul potenziale delle colture energetiche congiuntamente alla delineazione di strategie per la gestione sostenibile del territorio rurale fornendo così un valido strumento tecnico di supporto alle decisioni in fase di pianificazione energetico-territoriale.

La regione Emilia Romagna

Nell'ambito dell'università di Parma è stato realizzato un importante studio sulle "Potenzialità delle colture energetiche in Emilia Romagna". Obiettivo del lavoro è stato quello di valutare il potenziale di produzione delle biomasse a livello regionale e la sua utilizzazione energetica come importante motore di sviluppo del territorio rurale. La produzione sostenibile di colture per l'energia, con un sistema ottimizzato di impianti distribuiti sul territorio per la conversione in energia, può contribuire al

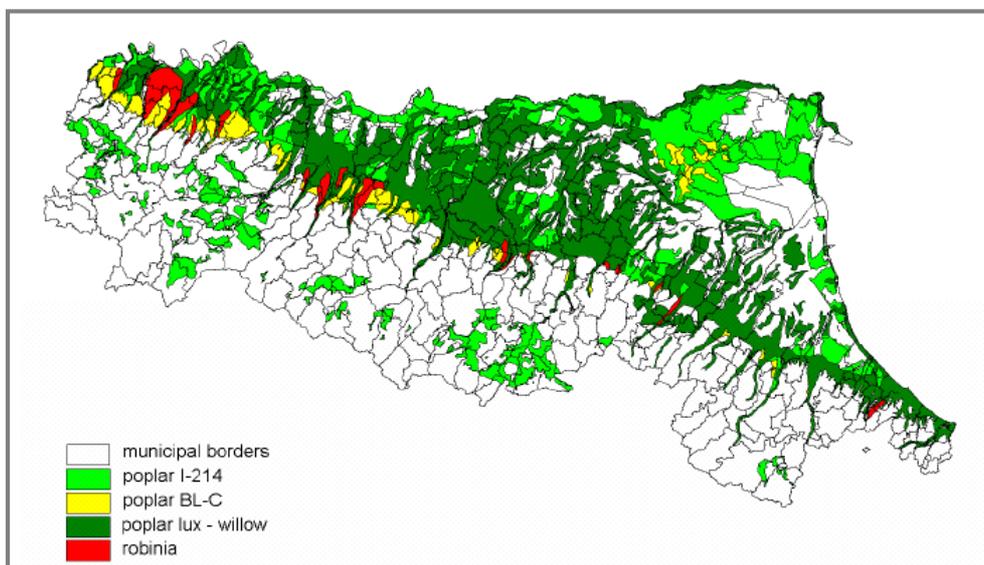
soddisfacimento del fabbisogno energetico e alla mitigazione dei cambiamenti climatici. Infatti il progetto rientra nel quadro della pianificazione energetica regionale che rappresenta uno strumento di analisi della struttura energetica di un ambito e della sua evoluzione. La finalità della pianificazione energetica è quella di definire gli obiettivi di sviluppo in relazione a target di tipo economici, ambientali, sociali e di sicurezza e diversificazione degli approvvigionamenti, dando vita ad una programmazione su medio-lungo periodo delle azioni ed interventi da intraprendere per gestire la domanda e pianificare l'offerta di energia (mix ottimale di generazione).

Nel lavoro sono state, prima di tutto, identificate le specie più adatte alla coltura energetica tra quelle disponibili nel panorama italiano; è quindi formulato un problema di massimizzazione della produzione di biomasse per l'energia per la regione studiata. Ogni cultivar è assegnata così alla superficie tenendo in considerazione sia i parametri che la caratterizzano (massima vocazionalità) sia l'uso del suolo attuale. In particolare, si ipotizza che i terreni agricoli marginali e quelli a riposo (set-aside) siano convertiti alla coltivazione di biomassa per l'energia, senza modificare l'uso del suolo attuale e senza cambiare destinazione alle colture agricole tradizionali. Il metodo si basa sull'integrazione di dati spazialmente distribuiti, elaborati tramite GIS, con dati derivati dai censimenti dell'agricoltura per quanto riguarda l'uso del suolo (aree marginali e a riposo), che hanno invece una struttura discretizzata. I risultati in termini di produzione di biomassa e di flussi di carbonio mostrano il grande potenziale delle colture bioenergetiche. Solo dedicando il 2% della superficie agricola regionale (attualmente terreni marginali abbandonati o messi a riposo), l'incremento della quota di energia rinnovabile nella regione Emilia Romagna aumenterebbe, fornendo biomassa a, per esempio, 28-30 impianti di cogenerazione (capacità nominale 1,1 MWe e

12 MWt) o 9.700-10.500 caldaie domestiche. La produzione lorda di energia da colture energetiche in Emilia-Romagna ammonta a 9.169-9.881 TJ/anno (rispettivamente per le alternative LI e HI); per confronto, la domanda regionale di energia nel 2003 ammontava a 57.3675 TJ. Considerando ad esempio di utilizzare tutte le biomasse in impianti di teleriscaldamento con efficienza di conversione media dell'80%, la produzione regionale di energia da biomasse può raggiungere i 7.327-7.913 TJ/anno (1,28-1,38% del consumo energetico regionale, ma circa un quarto del riscaldamento domestico). Su tutta la regione Emilia-Romagna, le colture energetiche potrebbero contribuire a evitare una notevole quantità di emissioni di biossido di carbonio. Considerando solo le emissioni dal settore energetico, la percentuale di emissioni evitate può essere circa il 4% se è prodotta solo elettricità o più del 6% se tutte le biomasse vengono convertite in calore. Poiché è più probabile che la biomassa da colture energetiche sia utilizzata per produrre sia energia elettrica sia calore, le emissioni di anidride carbonica evitate saranno comprese tra queste cifre. Le emissioni associate con la coltivazione e il trasporto di biomassa sono modeste, variando tra 0,7% per il sorgo e 1,8% dell'assorbimento per di I-214 e BL Costanzo LI, e quindi essi sono una piccola quota delle emissioni provocate dalla produzione della stessa quantità di energia mediante combustibili fossili. I risultati positivi che si ottengono da questa analisi non trovano ancora riscontro nel panorama agricolo italiano. Nel 2003-2004 incentivi per terreni messi a riposo erano stati richiesti per 219.000 ettari di terreno a seminativi; di questi, solo 22.500 ettari sono stati coltivati con colture non alimentari in tutto il paese, mentre noi proponiamo la coltivazione di 29.634 ettari solo in Emilia-Romagna. Il principale ostacolo alla diffusione di colture energetiche è il loro elevato costo di "produzione"; gli incentivi sono necessari per guadagnare dalla produzione di biomassa, e gli incentivi sono giustificati anche grazie ai vantaggi ambientali dell'uso di biomasse

per la produzione di energia. Recenti studi (www.externe.info) stimano intorno a 20 € il costo esterno di emissione di unatonnellata di CO₂,eq. Ciò significa che il piano di sfruttamento della biomassa ha un il valore aggiunto di 7 M€/anno per le emissioni evitate. Un motivo di preoccupazione per il piano proposto può essere il rischio di perdite di biodiversità a causa delle monoculture. Sebbene, in generale, questo sia un problema ecologico molto importante, la quantità di terreno coinvolta in questo specifico progetto è molto limitata. Nella regione la superficie coltivata solo con grano è circa sei volte di più, e la tradizionale agricoltura alimentare è andata avanti nella maggior parte del territorio da secoli.

Figura 6- terreno potenzialmente adatto alla coltivazione dei cedui. pioppo I-214, BL Costanzo e Lux, salice e robinia; si noti che il clone Lux e il salice possono essere coltivati secondo le stesse esigenze sui medesimi suoli.



Fonte Università degli Studi di Parma, 2007.

Toscana : il progetto Bioenergy Farm

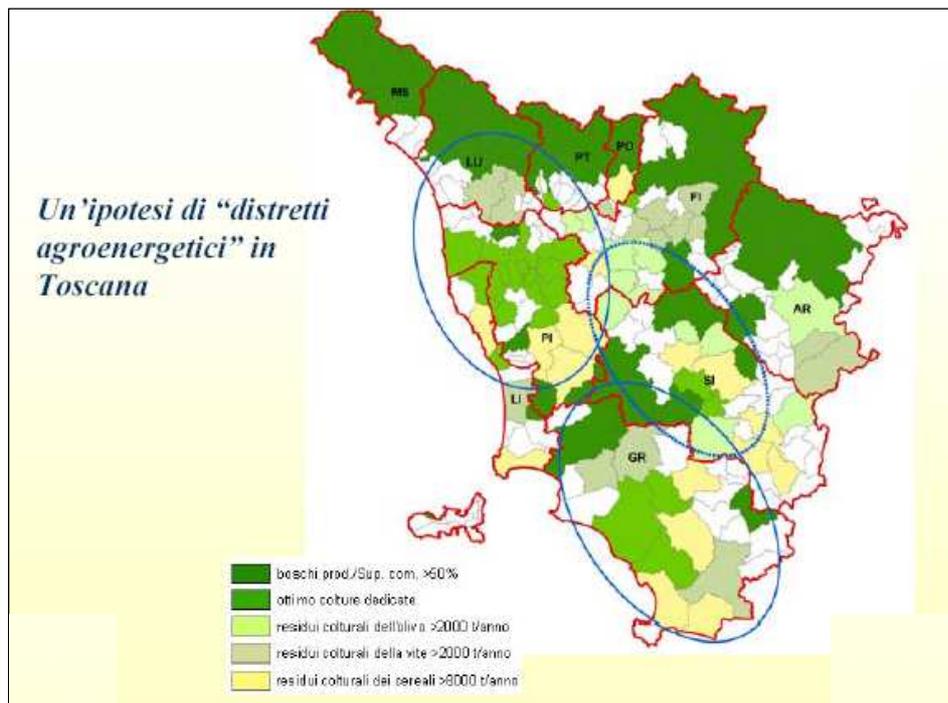
L'ARSIA (Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale), su incarico della Direzione Generale Sviluppo Economico della Giunta Regionale della Toscana nell'ambito del programma PROBIO (Programma Biocombustibili), ha realizzato un importante progetto sulle biomasse. Il progetto ha promosso l'uso delle biomasse agroforestali per la produzione di energia termica attraverso l'effettuazione di attività dimostrative, formative e divulgative, inserendosi nel quadro delle politiche energetiche dell'Unione Europea, che mirano alla riduzione della dipendenza dei combustibili fossili e al rispetto del Protocollo di Kyoto.

Visto l'uso marginale in Toscana delle biomasse vegetali, con il Piano Energetico la Regione intende favorire il massimo sviluppo della filiera promuovendo sia gli impianti cogenerativi di dimensioni medio-grandi, sia quelli per produzione di solo calore e quindi anche di piccola "taglia"; lo sviluppo impiantistico ha interessanti prospettive, in quanto, da un'indagine conoscitiva condotta in ambito PER (Piano Energetico Regionale), risulterebbe una disponibilità potenziale annua in Toscana di circa 805.000 tonnellate di biomassa agroforestale. Tali quantitativi di biomassa potrebbero aumentare notevolmente, poiché, a fronte delle ipotizzate nuove linee di Politica Agricola Comunitaria (PAC) potrebbero essere favorite le alternative colturali, fra le quali, le colture da biomassa energetica potranno avere buone prospettive di sviluppo.

Il progetto ha tenuto conto per l'introduzione in coltura di specie agrarie e agroforestali dedicate alla produzione di biomassa a destinazione energetica è solo cinque specie (sorgo, miscanto, cardo, canna e pioppo

gestito a SRF) ritenute in partenza, a oggi, le più idonee negli ambienti agroclimatici e socioeconomici regionali. E' stata definita la "classificazione" dei vari territori comunali (in quattro classi da insufficiente a ottimo) in merito alla potenzialità di introduzione nel territorio stesso della coltura in questione; tale operazione è stata ottenuta attraverso la sovrapposizione degli strati informativi costituiti dalla spazializzazione dei valori relativi agli indicatori presi in considerazione (dalle caratteristiche agropedoclimatiche e orografiche grafica).

Figura 7- Un'ipotesi di "distretti agroenergetici" in Toscana



Fonte: ERMESA Agricoltura, 2005

I risultati conseguiti indicano una discreta potenzialità in ordine all'eventuale introduzione delle singole colture da biomassa, ad eccezione del sorgo, per tutte le colture da energia (sia erbacee poliennali che legnose), le aree che sono risultate potenzialmente più

interessanti sembrano individuabili almeno due “distretti” sostanzialmente equivalenti per dimensione territoriale, caratterizzati da una maggiore vocazionalità:

- 1) un’area pisano-livornese con possibili pro paggini fiorentine;
- 2) un’area sostanzialmente maremmana/grossetana, con alcuni eventuali interessanti collegamenti senesi e livornesi.

Ai due “distretti” principali di cui sopra, potrebbe anche aggiungersi, soprattutto in una prospettiva di utilizzazione locale e su piccola scala delle biomasse prodotte dalle colture dedicate, una specifica area senese, con eventuali propaggini fiorentine. Per fornire soltanto una prima idea sulle possibili entità territoriali coinvolgibili da un’ipotesi di introduzione delle colture dedicate, prendendo a riferimento soltanto i territori dei Comuni toscani dichiarati “ottimi” o “buoni” per tutte le specie, le superfici comunali complessive degli stessi risultano essere di circa 750.000 ettari. Di queste superfici potrebbero in effetti essere ritenute potenzialmente idonee, ossia effettivamente destinate alle colture energetiche esaminate, circa 320.000 ettari; fra i quali spiccano gli oltre 105.000 ettari della provincia di Grosseto (di cui oltre 55.000 “ottimi”), gli oltre 87.000 della provincia di Pisa (di cui 53.000 “ottimi”), gli oltre 58.000 della provincia di Siena e gli oltre 36.000 di quella di Livorno.

La Regione Puglia

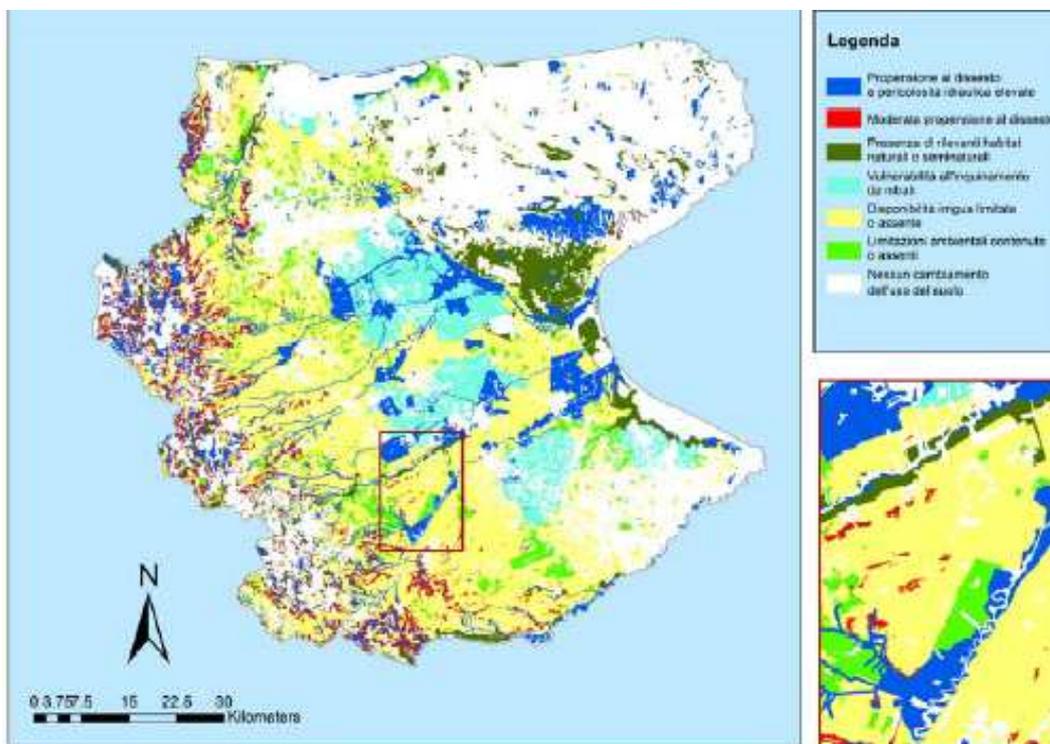
Il caso di studio della Regione Puglia ed è stato condotto nell’ambito del progetto di ricerca “Studio per la valorizzazione energetica di biomasse agro-forestali nella Regione Puglia” (Pellerano et al. 2007), finanziato dalla Regione Puglia (Ispettorato Regionale Foreste). La finalità principale del progetto è quella di verificare in maniera preliminare la

fattibilità di filiere basate sulla valorizzazione energetica di biomasse agro-forestali e colture dedicate, attraverso alcune analisi territoriali ed economiche. Le fasi di lavoro sono state le seguenti:

- valutazione delle potenzialità di biomasse;
- stima dei costi di approvvigionamento;
- analisi delle alternative tecniche per la valorizzazione energetica;
- analisi delle esternalità ambientali;
- analisi tecnico-economica attraverso specifici casi di studio;
- stima della fattibilità economica preliminare;
- definizione di possibili scenari di sviluppo delle filiere bioenergetiche.

In Puglia tra le diverse fonti rinnovabili, le biomasse di origine agro-forestale rappresentano una delle opzioni più concrete in termini di potenziale energetico e di sviluppo tecnologico. Questa importante fonte rinnovabile si presta anche per favorire la diversificazione produttiva di una pluralità di soggetti imprenditoriali e per conseguire finalità di stretto carattere ambientale. Il modello considerato nell'analisi si ha individuato sei differenti classi d'uso del suolo agrario (indicate con la sigla da Z1 a Z6) a cui corrispondono specifiche limitazioni più o meno stringenti, in rapporto alla specifica vulnerabilità del territorio, e, corrispondentemente, particolari idoneità o compatibilità culturali.

Figura 8- Scenario di pianificazione dell'uso del suolo agricolo a fini energetici.



Fonte: Regione Puglia, 2007.

Dalle analisi condotte emerge che i Monti Dauni Meridionali costituiscono il distretto con le più elevate potenzialità, superando i 60 mila ettari di superficie reale a disposizione in particolare il comune di Ascoli Satriano che perviene, da solo, a quasi 24 mila ettari. Con riferimento alla stessa classe di uso del suolo, il Tavoliere Centrale conta quasi 50 mila ettari di superficie reale, mentre il Tavoliere Meridionale conta circa 28 mila ettari, di cui quasi 19 mila sono riconducibili al territorio amministrativo di Cerignola. Con riferimento, invece, alla classe Z4 (vulnerabilità ai nitrati), particolarmente elevato è il valore della superficie reale ascritta al territorio del comune di Foggia, con ben 16 mila ettari, che determina un valore complessivo del Tavoliere Centrale

superiore ai 17 mila ettari, a fronte di 10 e 9 mila ettari rispettivamente per il Tavoliere Meridionale e quello Settentrionale.

I risultati dello studio del territorio pugliese consentono di concludere che, se ben condotta pianificata, l'introduzione di nuove colture energetiche e la riconversione delle superfici agricole tradizionali, se effettuata secondo criteri di rigorosa sostenibilità ambientale, può determinare un complessivo miglioramento delle condizioni agro-ecologiche e dell'assetto del territorio.

4.3 Modello di valutazione dell'attitudine territoriale alla potenziale introduzione di cedui per produzione di biomassa in Italia

Il modello è stato realizzato nell'ambito del progetto MIUR PRIN 2005 BIO_FOR_ENERGY «Modelli innovativi di gestione forestale per la produzione di biomasse per energia» dal Dipartimento di Scienze dell'Ambiente Forestale e delle sue Risorse di Viterbo e Dipartimento di Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio di Pesche svolto.

Le piantagioni governate a ceduo a turno breve (short rotation forestry – SRF) rappresentano il modello di arboricoltura da legno maggiormente idoneo alla produzione di biomassa lignocellulosica da destinare a usi energetici. La limitata disponibilità di risorse e la rete sempre più complessa di relazioni che coinvolgono l'uso del territorio pongono l'esigenza di una attenta programmazione territoriale di questo tipo di interventi. In questa prospettiva il presente lavoro, dopo aver descritto l'attuale scenario produttivo delle colture SRF a scala nazionale, illustra lo sviluppo di un modello di classificazione del territorio volto a delineare, da un punto di vista dei requisiti ambientali, le unità territoriali

maggiormente vocate. Il modello elaborato utilizza la metodologia generale della land suitability/land capability, implementata tramite analisi multicriteriale con logica sfocata in ambiente GIS. Nel complesso, gli ambiti territoriali idonei e marginalmente idonei per colture SRF in Italia risultano, rispettivamente, pari a circa 1.301.051 ha e 5.380.431 ha. Le aree maggiormente vocate si concentrano nell'Italia settentrionale, in particolare in pianura padana. Il Friuli Venezia Giulia, la Lombardia e il Veneto sono le regioni con il più alto grado di diffusione potenziale

Tabella 5-Ambiti territoriali idonei e marginalmente idonei per colture SRF.

<i>Regione</i>	<i>Ambiti territoriali idonei (ha)</i>	<i>Ambiti territoriali marginalmente idonei (ha)</i>
Abruzzo	741	102853
Basilicata	33	66570
Calabria	4545	45716
Campania	1440	316571
Emilia-Romagna	2079	998156
Friuli-Venezia Giulia	540	262263
Lazio	58125	291568
Liguria	1217	14018
Lombardia	453042	712401
Marche	4644	418454
Molise	3913	59156
Piemonte	46601	564785
Puglia	0	20742
Sardegna	0	0
Sicilia	0	0
Toscana	121412	510778
Trentino-Alto Adige	1163	15280
Umbria	7888	287229
Valle d'Aosta	0	2438
Veneto	593668	691453

Fonte: Miur Prin Bio_For_Energy 2005.

La logica operativa adottata è facilmente adattabile anche ad applicazioni di maggior dettaglio rispetto alla scala qui considerata, posto che siano disponibili dati adeguati e omogenei per l'ambito geografico considerato. Al di là dei valori quantitativi e della loro rappresentazione cartografica è

opportuno sottolineare soprattutto l'aspetto qualitativo delle evidenze ottenute: la valutazione condotta va intesa nel senso di qualificazione georeferenziata prevalente per ambiti omogenei a scala vasta e in tal senso il modello elaborato può costituire un significativo contributo informativo e orientativo a disposizione e supporto dei soggetti responsabili della programmazione agricola forestale (vd. Piani di Sviluppo Rurale) e della pianificazione del territorio per la delimitazione dei territori ove privilegiare le misure di incentivazione finanziaria degli impianti SRF.

Bibliografia

ITABIA, “Le biomasse per l’energia e l’ambiente. Rapporto 2003”, Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio.

AA.VV., “Fonti rinnovabili di energia. Obiettivi e strategie nazionali. Stato dell’arte”, ENEA, 2000.

AA.VV., “L’osservatorio delle fonti rinnovabili in Italia. Tutti i numeri del mercato delle energie rinnovabili”, ISES ITALIA, 2004.

Amaducci, S., “Le colture erbacee da energia: coltivazione di specie annuali e poliennali”, Facoltà di Agraria – Università Cattolica di Piacenza.

Brumati, M., “Monitoraggio e verifica della consistenza delle coltivazioni arboree ed arbustive finalizzate alla produzione di biomassa ad uso energetico in Regione Piemonte”, progetto di ricerca Facoltà di Agraria – Università degli Studi di Torino.

Faccioto, G., Lioia, C., “Biomasse legnose, alternativa ecologica ed economica al petrolio”, atti convegno «Cross – Compliance – Coltiviamo energie e produciamo ambiente: nuove possibilità di reddito per l’agricoltura piemontese», Cuneo 24 giugno 2005.

Vergante, S., “Energia rinnovabile da scarti agroforestali e da coltivazioni dedicate”, atti convegno «Pac, multifunzionalità ed energie rinnovabili: un’opportunità per la nostra agricoltura», Asti 17 giugno 2005.

Zenone, T., Faccioto, G., Sperandio, G., “SRF in Italy: the example of the Lombardy Region”, in «Second World Biomass Conference held in Rome», Italy, 10-14 may 2004. 1: 428-429 [En].

Desideri, U., “L’utilizzo del legno come combustibile nella cogenerazione”, in «Legno Energia», 1/2003. 21-25 [It].

Valle, T., “Vecchioni. L’energia vincolo e risorsa”, in «Mondo Agricolo», 12/2005.

Facciotto, G., Muggini, G., “Modelli colturali e produttività della selvicoltura da biomassa”, in «L’Informatore Agrario», 59: (10) 95-98 [It].

Mareschi, L., Paris, P., Sabatti, M., Nardin, F., Giovanardi, R., Manazzone, S., Scarascia Mugnozza, G., “Le nuove varietà di pioppo da biomassa garantiscono produttività interessanti”, in «L’Informatore Agrario», 61: (18) 49-53 [It].

Aforis, Ambienteitalia e Università degli studi di Foggia, 2007 (a). Studio per la valorizzazione energetica di biomasse e la diffusione di colture energetiche nelle aree agricole e boscate della provincia di Foggia - Primo report - Scenari globali e contesti locali, marzo 2007.

Aforis, Ambienteitalia e Università degli studi di Foggia, 2007 (b). Studio per la valorizzazione energetica di biomasse e la diffusione di colture energetiche nelle aree agricole e boscate della provincia di Foggia - Secondo report – Fattibilità economica delle filiere agrienergetiche in provincia di Foggia, settembre 2007.

ARSIA, 2004. Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm, Quaderno ARSIA 6/2004.

Autorità di Bacino della Puglia, 2007. Piano di bacino stralcio per l’assetto idrogeologico (Pai), Progetto Operativo Difesa Suolo. AdBP, Cartografia. Disponibile online: <http://www.adb.puglia.it/>

Bagli S., 2005. Fonti Rinnovabili e Pianificazione Energetica GIS Based: un’Applicazione per la Provincia di Rimini. 8° Conferenza Italiana Utenti ESRI. 20-21 aprile 2005, Roma.

Berndes G., Hoogwijk M., van den Brock R., 2003. The contribution of biomass in the future global energy supply: a review of 17 studies. *Biomass and Bioenergy* 25, 1-28.

Berndes G., 2006. The contribution of renewables to society. In: Dewulf, J e Van Langenhove, H (eds.). *Renewables-based technology*. John Wiley & Sons, Ltd. London, UK.

ENEA, 2001. *A Planning Tool for the Optimal Regional Integration of Renewable*

Energy Sources. OPTIRES, ENEA: Apulia Region ALTENER PROGRAMME DG TREN.

FAO, 1976. A framework for land evaluation. In: *Soils Bulletin 32*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

FAO, 1983. *Guidelines for land evaluation for rain-fed agriculture*. FAO *Soils Bulletin*, 52. Roma.

FAO, 1993. *FAO, Guidelines for land-use planning*. In: *FAO Development Series 1*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma.

FAO, 2001 *Unified Wood Energy Terminology UWET*. Working document FOPW/01/05. Roma.

Bazzani G.M., S. Di Pasquale, V. Gallerani, S. Morganti, M. Raggi, D. Viaggi, 2005. The sustainability of irrigated agricultural systems under the Water Framework Directive: first results. *Environmental Modelling & Software*, 20: 165-175.

Bigon E., 2002. Il ruolo delle fasce boscate nell'immobilizzazione della CO₂ atmosferica. *AIAM News* 3:3-4.

Bonari E., G. Picchi, M. Ginanni, A. Fraga, W. Guidi, 2004. Poplar short rotation coppice behaviour under different harvesting treatments. II

Conferenza Mondiale ed Esposizione Tecnologica sulla Biomassa 10-14 maggio 2004, Roma.

De la Rosa D., F. Mayol, E. Diaz-Pereira, M. Fernandez, D. de la Rosa, 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection: With special reference to the Mediterranean region. *Environmental Modelling & Software* 19(10): 929-942.

De La Torre Ugarte D.G., M.E. Walsh, H. Shapouri, S.P. Slinsky, 2003. The Economic Impacts of Bioenergy Crop Production on U.S. Agriculture, U.S. Department of Agriculture, Office of the Chief Economist, Office of Energy Policy and New Uses. Agricultural Economic Report No. 816. [online] URL: <http://beag.ag.utk.edu/default.html> .

Di Virgilio N., A. Monti, G. Venturi, 2007. Spatial variability of switchgrass (*Panicum virgatum* L.) yield as related to soil parameters in a small field. *Field Crops Research* 101(2): 232-239.

Drezner Z., H.W. Hamacher (Eds.), 2001. *Facility Location: Applications and Theory*. Springer Verlag, Berlin.

Dubuisson X., I. Sintzoff, 1998. Energy and CO₂ balances in different power generation routes using wood fuel from short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 15: 379-390.

EEA, 2007. Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2005 and inventory report 2007. Technical report No 7/2007. [online] URL: http://reports.eea.europa.eu/technical_report_2007_7/en .

Ercoli L., M. Mariotti, A. Masoni, E. Bonari, 1999. Effect of irrigation and nitrogen fertilization on biomass yield and efficiency of energy use in crop production of *Miscanthus*. *Field Crops Research* 63(1): 3-11.

EurObserv'ER, 2006. Solid biomass barometer, Paris. [online]
[URL:http://ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/res/publications/barometers_en.htm)

Facciotto G., M. Chiò, G. Negro, S. Bellan, T. Zenone, 2005. Valutazione della produttività di pioppi e salici in piantagioni a turno breve. RiselvItalia, Area 2: Produzioni di legno fuori foresta.

Facciotto G., S. Vergante, C. Lioia, L. Rosso, G. Muggini, T. Zenone, G. Nervo, 2006. Produttività di cloni di pino e salice in piantagioni a turno breve. Forest@ 3(2): 238-252. [online] URL: <http://www.sisef.it/>.

Fischer G., S. Prieler, H. van Velthuisen, 2005. Biomass potentials of miscanthus, willow and poplar: results and policy implications for Eastern Europe, Northern and Central Asia. Biomass & Bioenergy 28(2): 119-132.

Goor F., J.M. Jossart, J.F. Ledent, 2000. ECOP: an economic model to assess the willow short rotation coppice global profitability in a case of small scale gasification pathway in Belgium. Environmental Modelling and Software 15(3): 279-292.

Heaton E., T. Voigt, S.P. Long, 2004. A quantitative review comparing the yields of two candidate C4 perennial biomass crops in relation to nitrogen, temperature and water. Biomass & Bioenergy 27(1): 21- 30.

Heller M.C., G.A. Keoleian, T.A. Volk, 2003. Life cycle assessment of a willow bioenergy cropping system. Biomass & Bioenergy 25(2): 147-165.

Herold A., 2003. Comparison of CO₂ emission factors for fuels used in Greenhouse Gas inventories and consequences for monitoring and reporting under the EC emissions trading scheme. ETC/ACC Technical Paper 2003/10. [Online] URL: http://airclimate.eionet.europa.eu/docs/ETCACC_TechPaper_2003_10_CO2_EF_fuels.pdf

IEA, 2005. Bioenergy, Benefits of Bioenergy, Report 01/2005, Rotorua ,
New Zealand, 2005. [online] URL:
<http://www.ieabioenergy.com/LibItem.aspx?id=179>

5. Formazione delle politiche nazionali per lo sviluppo delle filiere agroenergetiche. Implicazioni per le produzioni locali.

5.1 Le politiche nazionali per l'attuazione del protocollo di Kyoto

Con la ratifica del protocollo di Kyoto, l'Italia si è impegnata a ridurre le proprie emissioni di gas per il periodo di adempimento 2008-2012 (*commitment period*) del 6,5% rispetto ai livelli del 1990. Secondo quanto predisposto nella legge n. 120 art. 2 di ratifica del protocollo è stato attribuito al Ministero dell'Ambiente, di concerto con il Ministero dell'Economia e delle Finanze e gli altri dicasteri interessati per competenza, il compito di presentare al CIPE un "Piano di azione nazionale annuale" nel quale siano indicati gli obiettivi e predisposte le relative misure d'intervento per la riduzione di gas ad effetto serra. Con la delibera CIPE⁹ n 123 del 19 dicembre del 2002 è stato approvato il "Piano nazionale per la riduzione delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra", sulla base di una tabella di riferimento, relativa ai livelli di emissioni di gas ad effetto serra nei diversi settori interessati per gli anni 1990 e 2000 (tabella 5.1), e di una successiva analisi tendenziale al 2010 (tabella 5.2), che indica quale limite massimo delle emissioni 579,7 Mt, vengono comparate le misure già adottate al 30 giugno 2002 sotto forma di dati assunti e tendenziali (tabelle 5.3 – 5.4), e si individuano i livelli massimi di emissioni di gas ad effetto serra, sempre distinti per settori, che dovranno essere rispettati per il periodo 2008-2012.

⁹ Il principale provvedimento è rappresentato dalla delibera CIPE (comitato interministeriale per la programmazione economica) n. 137 del 1998 in parte modificata dalla legge 120 del 1° giugno del 2002 di ratifica del Protocollo.

tabella 5. 1- Livelli di emissioni di gas ad effetto serra nei diversi settori 1999-2000

	anno 2010 Mt CO ² /anno	
	1990	2000
Da USI DI FONTI ENERGETICHE DI CUI:	424,9	452,3
Industrie Energetiche	147,4	160,8
-termoelettrico	124,9	140
-raffinazione (consumi diretti)	18,0	17,4
-altro	4,5	3,4
Industria Manifatturiera e Costruzioni	85,5	77,9
-trasporti	103,5	124,7
-civile (incluso terziario e pubblica ammin.)	70,2	72,1
-agricoltura	9,0	9,0
-altro (fuhe, militari, distribuzione)	9,3	7,8
da ALTRE FONTI	96,1	94,5
-processi industriali (industria mineraria, chimica)	35,9	33,9
-agricoltura	43,4	42,6
-rifiuti	13,7	14,2
-altro	3,1	3,8
TOTALE	521,0	546,8

Fonte: Cipe 2002

tabella 5. 2- Analisi tendenziali al 2010.

	anno 2010 Mt CO ² /anno _{eq.}
da Usi di Fonti Energetiche	484,1
industrie energetiche di cui	170,4
termoelettrico	150,1
raffinazione (consumi diretti)	19,2
altro	1,1
industria manifatturiera e costruzioni	80,2
trasporti	142,2
civile (incluso terziario e pubblica ammin.)	74,1
agricoltura	9,6
altro (fuhe, militari, distribuzione)	7,6
da Altre Fonti	95,6
processi industriali (industria mineraria)	30,4
agricoltura	41,0
rifiuti	7,5
altro	16,7
Totale	579,7

Fonte: CIPE 2002

tabella 5. 3- Analisi dello scenario con ipotesi di misure già adottate al 2002.

	riduzione Mt CO ² /anno
industria elettrica	26,0
espansione CC per 3200 MW	8,9
espansione capacità import per 2300 MW	10,6
ulteriore crescita rinnovabili per 2800 MW	6,5
civile	6,3
decreti efficienza usi finali	6,3
trasporti	7,5
autobus e veicoli privati a minor densità di carbonio (Gpl, metano)	1,5
sistemi di ottimizzazione e collettivizzazione del trasporto privato rimodulazione dell'imposizione degli oli minerali attivazione sistemi informatici e del cabotaggio	2,1
sviluppo infrastrutture nazionali e incentivazione del trasporto combinato su rotaia e del cabotaggio	3,9
Totale Misure Nazionali	39,8
crediti di carbonio da JI e CDM	12
Totale Misure	51,8

Fonte: CIPE 2002

tabella 5. 4- Limiti di emissioni di effetto serra calcolati secondo lo scenario di analisi con misure adottata al 2002 (figura 4.3)

	anno 2010 Mt CO ² /annoeq.
DA USI DI FONTI ENERGETICHE	444,5
industrie energetiche di cui	144,4
-termoelettrico	124,1
-raffinazione (consumi diretti)	19,2
-altro	1,1
-industria manifatturiera e costruzioni	80,2
-trasporti	134,7
-civile (incluso terziario e pubblica ammin.)	68
-agricoltura	9,6
-altro (fuhe, militari, distribuzione)	7,6
DA ALTRE FONTI	95,6
processi industriali (industria mineraria)	30,4
agricoltura	41
rifiuti	7,5
altro	16,7
CREDITI DI CARBONIO JI E CDM	-12

TOTALE	528,1
---------------	--------------

Fonte: CIPE 2002

Sulla base dei dati sopra riportati, si rileva che, rispetto alla quota di emissioni calcolata nel 1990 (521 Mt) e nel 2000 (546,8 Mt), nel decennio 2000-2010 tale valore dovrà essere ridotto sino a 484,1 Mt (valore a cui vanno sommate le emissioni derivanti da “altre fonti” – pari a 95,6 Mt). Il trend previsto, pari a 579,7 Mt, renderebbe necessario colmare un gap effettivo pari a 95,6 Mt. Tuttavia, se si osservano i risultati già conseguiti attraverso strumenti di natura programmatica attivati nel nostro Paese, si può prevedere che, attraverso una riduzione delle emissioni di 51,8 Mt (quale risultante delle misure adottate a livello nazionale e dell’attivazione dei meccanismi flessibili), si potrà conseguire un tetto pari a 528,1 Mt: questo dato, comparato alla cifra ultima di riferimento per il 2000-2010, evidenzia un ulteriore gap (41 Mt), inferiore a quello sopra indicato, e comunque obbligatoriamente colmabile (tabella 5.5).

tabella 5. 5- Scenario ipotizzabile con l’adozione delle misure e dei meccanismi flessibili

SCENARIO TENDENZIALE	579,7 Mt
SCENARIO DI RIFERIMENTO	528,1 Mt
OBIETTIVO DI EMISSIONE	487,1 Mt
ULTERIORI RIDUZIONI NECESSARIE PER IL RAGGIUNGIMENTO DELL'OBIETTIVO	41,0 Mt

Fonte: CIPE 2002

Il primo Piano di allocazione italiano istituisce tra l’altro la “Commissione per lo Sviluppo Sostenibile” che ha compito di predisporre i provvedimenti attuativi di cui alla presente delibera e svolge l’attività di monitoraggio sull’attuazione delle politiche e misure nazionali. La Commissione ha compito di valutare la coerenza dei programmi e degli investimenti pubblici con gli obiettivi di riduzione

delle emissioni individuati nella delibera tenendo conto del livello di realizzazione delle azioni predisposte in ottemperanza alle decisioni comunitarie degli altri Paesi membri.

Il piano individua una molteplicità di interventi con particolare riferimento:

- Promozione efficienza energetica in tutti i settori;
- Sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- Promozione agricoltura sostenibile;
- Protezione ed estensione delle foreste per assorbimento carbonio;
- Misure fiscali per disincentivare le emissioni di gas serra;
- Limitazioni e riduzioni delle emissioni di metano delle discariche dei rifiuti e degli altri settori energetici.

A partire dal 2003 il Comitato ha avviato una procedura di revisione di Primo Piano Nazionale, decisione dovuta all'aumento di emissioni del settore elettrico, l'inclusione del fattore variabilità delle emissioni dovuta a possibili ritardi nell'applicazione degli strumenti e delle misure già adottati, l'allineamento delle emissioni alle così dette "ulteriori misure".

La procedura di revisione ha dato vita ad un secondo Piano di allocazione nazionale, che se da un lato aumenta il gap nel raggiungimento degli obiettivi di Kyoto, dall'altro ha consentito l'introduzione di meccanismi flessibili quali strumento necessario per soddisfare almeno il 50% dello sforzo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra. Meccanismi che però hanno visto un limite di utilizzazione imposto dall'Unione europea pari al 15% del totale dei CDM e JI. Nonostante l'obbligo di limite di utilizzo, tali meccanismi consentono comunque sia ai soggetti pubblici che privati di promuovere la predisposizione di progetti Et, di JT e di CDM finalizzati alla riduzione dei gas serra attraverso l'acquisizione

/ trasferimento di RMUs (removal unit), EURs (emission reduction unit) e CERs (certified emission reductions) nel rispetto della quota attribuita all'Italia (AAU. Assigned amount unit).

Inoltre prevede che nell'ambito dei meccanismi di Joint Implementation e Clean Development Mechanism¹⁰ le imprese italiane possano realizzare i propri obblighi di riduzione delle emissioni anche attraverso progetti di cooperazione internazionale nei settori della produzione e consumi finali di energie mediante l'impiego di tecnologie più efficienti rispetto alla situazione esistente o di fonti rinnovabili.

tabella 5. 6- Confronto tra Piani Predisposti e Approvati

Emissioni di CO ²		
	Proposte	Accettate
Germania	482	453
Italia	209	196
Francia	133	133
Spagna	153	153
Svezia	25	23
Polonia	285	209
Ungheria	31	27
Estonia	24	13
Austria	33	31
Belgio	63	59

Fonte: Unione europea, 2007¹¹

Sulla base delle recenti indicazioni in sede europee e in seguito all'adozione della legge Finanziaria 2007 le principali nuove linee del Cipee sono distinti in due filoni: interventi per la promozione della domanda e quelli relativi al sostegno dell'offerta. I primi sono sintetizzabili come di seguito:

¹⁰ Il meccanismo di *Joint Implementation* regola la realizzazione di progetti nei paesi industrializzati, e in particolare in quelli ad "economia in transizione" dell'Europa Centro Orientale e della Russia. Il meccanismo di *Clean Development Mechanism* regola invece i progetti realizzati nei paesi in via di sviluppo, quali ad esempio Cina, India, Brasile, ecc.

¹¹ http://ec.europa.eu/news/energy/070110_1_it.htm

* riqualificazione degli edifici attraverso un aumento che va dal 36 al 55% della detrazione fiscale e riguardano tutti quegli interventi che consentono di ridurre le dispersioni termiche, installazione di pannelli solari, sostituzione caldaie con nuove ad alta efficienza;

*efficienza nell'industria con una riduzione fiscale del 20% , per installazione motori elettrici a bassa tensione, per variatori di velocità e qualsiasi altro strumento che consenta di riqualificare i processi produttivi delle imprese in termini energetici;

* mobilità sostenibile attraverso la riduzione del carico fiscale per il GPL del -20%;

*incentivi al sistema agroenergetica con obiettivi di miscelazione in crescita fino al 2010;

* fondo Kyoto con lo stanziamento di 600 milioni di euro per il triennio 2006-2009 in favore di misure di riduzione di emissioni di gas ad effetto serra.

Gli interventi previsti dal lato dell'offerta sono :

*investimenti industriali nel settore delle agroenergie;

*investimenti volti alla riqualificazione dei comparti industriali verso la fornitura di nuovi prodotti a basso impatto ambientale;

*investimenti industriali che riducano l'intensità energetica nelle lavorazioni.

Per quanto riguarda invece gli indirizzi politici gli obblighi previsti dal protocollo di Kyoto contenuti nella legge finanziaria 2008, oltre alla conferma dello stanziamento di 600 milioni di euro del Fondo per Kyoto e la proroga fino al 2010 della detrazione fiscale al 55% per chi sceglie di ristrutturare le abitazioni secondo i criteri eco-compatibili, ci sono le misure per combattere i cambiamenti climatici. Tali tipi di misure prevedono:

-un fondo per la realizzazione di parchi urbani di 150 milioni di euro

- investimenti per 500 milioni di euro per la mobilità sostenibile con la nascita di 1.000 nuovi treni per la flotta urbana

-530 milioni di euro in due anni per lotta la degrado idrogeologico e il finanziamento del solare termodinamico.

Inoltre è stato istituito presso il Mef un fondo per la gestione delle quote di emissione i gas ad effetto erra che servirà al Governo per acquistare nel 2008, 2009 e 2010 crediti di CO2 sul mercato europeo e internazionale nel caso di posizione deficitaria rispetto agli obblighi previsti dal Piano Nazionale. Anche la finanziaria 2007 ha predisposto un decreto legge 159/07 così detto “decreto fiscale” che per il raggiungimento degli obiettivi di Tyoto predispone che a partire dal 3 ottobre del 2007 almeno il 40% dei nuovi interventi pubblici dovranno certificare la riduzione dielle emissioni di gas serra, mentre il Governo deve aggiornare annualmente il documento di programmazione economica finanziaria sulla lotta alle emissioni (DPEF).

5.2 Le biomasse nella politica nazionale

La mancanza di informazione e consapevolezza sulle bioenergie, sia a livello di classe politica sia a livello di opinione pubblica, e lo scarso interesse da parte del mondo imprenditoriale verso attività non ancora consolidate, hanno fatto maturare l’interesse del nostro Paese per lo sviluppo di fonti di energia rinnovabili - e in particolare per le biomasse - solo alla fine degli anni Novanta, sulla scia degli avvenimenti internazionali e delle direttive comunitarie. La valorizzazione energetica delle biomasse agro-forestali rappresenta uno dei punti cardine della strategia nazionale per la riduzione delle emissioni di gas serra, in particolare di anidride carbonica, e della dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili, che rappresentano l’85% del fabbisogno energetico

italiano. Con il decreto legislativo n. 173 del 30 aprile del 1998 è stato istituito un primo regime di aiuti alle aziende agricole di trasformazione e di commercializzazione dei prodotti agricoli coerente con i programmi nazionali per la valorizzazione energetica delle biomasse. Obiettivo primario è il contenimento dei costi energetici di produzione attraverso l'impiego di produzioni agricole dedicate alla produzione di energia. Nasce così nel 1998 un Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse che con un approccio integrato alla questione energetica in maniera trasversale cerca di preservare l'ambiente, migliorare il rendimento delle fonti energetiche, evitare gli sprechi, razionalizzare l'uso delle risorse. Conseguentemente si avvia anche un processo di trasferimento di competenze e poteri in materia di bionergie alle Regioni e si istaura un dialogo aperto tra Pubblica Amministrazione e stakeholders nella definizione delle azioni settoriali e territoriali per ridurre l'uso di fonti fossili e arrivare a produrre 8-10 Mtep di energia da biomasse agroforestali e zootecniche entro il 2012. Ad oggi i maggiori strumenti nazionali per valorizzare le biomasse riguardano:

- Incentivi all'utilizzo di biomassa per produzione di energia elettrica;
- Incentivi all'utilizzo di biodiesel e bioetanolo.

Si tratta di un insieme di incentivi per la valorizzazione delle biomasse a fini energetici piuttosto articolato e avviato da tempo, che ha risentito, tuttavia, dell'assenza di un quadro programmatico chiaro e della mancanza di armonizzazione e divulgazione delle misure delle amministrazioni statali, spesso con il rischio di inutilizzo degli incentivi.

5.1.1 Incentivi all'utilizzo di biomassa per produzione di energia elettrica

L'incentivazione all'utilizzo di biomasse per la produzione di energia elettrica utilizza il meccanismo dei certificati verdi e l'incentivo onnicomprensivo denominato "conto energia".

Il sistema dei Certificati Verdi è nato con il Decreto Bersani (d.l. 79/99), che ha imposto l'obbligo di immettere una quota di energia elettrica prodotta da impianti ad energie rinnovabili del 2%, a decorrere dall'anno 2001, a tutti gli importatori e produttori di energia elettrica da fonti non rinnovabili e che immettono in rete più di 100 GWhe/anno. Tale obbligo è stato incrementato dello 0,35% dal 2004 al 2006, attestandosi così al 3,05% e, con la nuova finanziaria, dello 0,75% dal 2007 al 2011. Facendo i conti, alla fine del periodo si dovrà arrivare ad una quota obbligatoria del 7,55%. Tale quota rappresenta un valore difficilmente raggiungibile dai produttori da fonte non rinnovabile, costretti quindi ad acquisire CV dai produttori di energia pulita. Ove le trattative dirette non bastassero, è possibile riferirsi all'apposito mercato creato dal Gestore del Mercato Elettrico. In particolare, la produzione degli impianti alimentati da fonte rinnovabile entrati in esercizio prima del 2008, che abbiano ottenuto la qualifica IAFR (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili), viene associato un certificato verde ogni MWhe/anno prodotto (in caso di nuova costruzione, rifacimento o riattivazione). I CV vengono emessi, ai fini dei riconoscimenti previsti dal Decreto Bersani, per 12 anni per gli impianti alimentati da fonti rinnovabili entrati in esercizio dal 1/4/99 al 31/12/07. Con il nuovo regime, gli impianti a fonte rinnovabile entrati in esercizio dal 2008 a seguito di nuova costruzione, rifacimento o potenziamento, avranno diritto ai Certificati Verdi, della durata di 15 anni, pari al prodotto della produzione netta di energia elettrica da fonti rinnovabili moltiplicata per un coefficiente diverso da fonte a fonte. Gli

impianti di potenza inferiore a 1MWe, su richiesta del produttore, possono essere incentivati, in alternativa ai CV, con conto energia specifico per fonte, ovvero tramite una tariffa fissa onnicomprensiva per ogni kWh prodotto.

La legge 24 dicembre 2007, n. 244 (finanziaria 2008) rinnova il sistema di incentivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, introducendo un meccanismo di incentivo onnicomprensivo denominato “conto energia”. Il nuovo meccanismo di tariffa onnicomprensiva interessa tutti gli impianti di potenza installata inferiore ad 1 Mw. Inoltre la Legge introduce un coefficiente moltiplicativo, per tutti gli impianti superiori a 1 Mw, per i certificati verdi, differenziato in funzione della fonte energetica utilizzata e fissa la tariffa da erogare per gli impianti in conto energia. Per la produzione da biomassa questi parametri vengono fissati in 1,1 certificati per Mwh e 0,22 euro a Kwh.

Nel caso biomassa e biogas derivino da attività agricola, di allevamento e forestali ottenuti nell’ambito di intese di filiera o da filiera corta, la Legge 244/2007 rinvia ai parametri e alle norme già fissate nella precedente Legge 222/2007 (collegato alla finanziaria) che a sua volta aveva previsto un coefficiente di 1,8 per i certificati verdi e una tariffa pari a 0,28 euro per il conto energia. Le disposizioni normative sopraccitate prevedono l’emanazione di due decreti applicativi da parte del Mise e del Mipaaf, di concerto con il Mattm¹².

La legge 244/2007 all’art. 2, comma 50, prevede che con decreti del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare, sono stabilite le direttive per l’attuazione di quanto disposto dai commi da 143 a 149¹³.

Con tali decreti, che per le lettere b) e c) del presente comma sono

¹² Mattm (Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare); Mipaaf (Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali) e Mise (Ministero Sviluppo Economico).

¹³ Visionabile sul sito della Camera : <http://new.camera.it/parlam/leggi/072441.htm>

adottati di concerto con il Ministro delle politiche agricole alimentari e forestali, inoltre:

a) sono stabilite le modalita` per assicurare la transizione dal precedente meccanismo di incentivazione ai meccanismi di cui ai commi da 143 a 157 nonche´ le modalita` per l'estensione dello scambio sul posto a tutti gli impianti alimentati con fonti rinno-vabili di potenza nominale media annua non superiore a 200 kW, fatti salvi i diritti di officina elettrica;

b) sono stabiliti i criteri per la destinazione delle biomasse combustibili, di cui all'allegato X alla parte quinta, parte II, sezione 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, a scopi alimentari, industriali ed energetici;

c) sono stabilite le modalita` con le quali gli operatori della filiera di produzione e di-distribuzione di biomasse sono tenuti a garantire la provenienza, la tracciabilita` e la rin-tracciabilita` della filiera, anche ai fini dell'applicazione dei coefficienti e delle tariffe di cui alle tabelle 2 e 3;

d) sono aggiornate le direttive di cui all'articolo 11, comma 5, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79. Nelle more trovano applicazione, per quanto compatibili, gli aggiornamenti emanati in attuazione dell'articolo 20, comma 8, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Il Mipaaf è pertanto competente solo per l'attuazione del disposto dai punti b) e c), per i quali gli uffici tecnici del Ministero di concerto con i corrispettivi uffici del Ministero dello sviluppo economico, hanno predisposto bozze di provvedimenti.

Preso atto delle perplessità sollevate da parte del Mise e legate all'approvazione da parte della Commissione europea di meccanismi che prevedano un maggiore incentivo per le produzioni di filiera, e al fine di accelerare l'emanazione dei decreti e l'erogazione delle tariffe in conto energia rispetto alle quali sono maturate forti aspettative, si sta

provvedendo alla immediata emanazione di un decreto dello Sviluppo economico che renda operativo quanto previsto nella Legge 244/2007.

Decreto attuativo Legge 244/2007

Il decreto dello Sviluppo economico di concerto con il Ministero dell'ambiente e con le Amministrazioni interessate, attualmente è all'esame dell'Ufficio legislativo del Mise per il completamento dell'iter procedurale e la definitiva emanazione. L'emanazione del decreto renderà possibile erogare certificati in conto energia in ragione dei parametri generali per la biomassa pari rispettivamente a 1,1 e 0,22. tali parametri seppur costituiscono una prima risposta per le aziende che iniziano ad effettuare investimenti, non solo sono sicuramente sufficienti a soddisfare le ispettive in merito legittimamente maturate. L'erogazione degli incentivi è prevista per gli impianti che hanno iniziato la produzione di energia elettrica dopo il 31 dicembre del 2007. Nell'ambito del decreto a tal fine viene stabilito che si deve far riferimento alla data di entrata in vigore dell'impianto (data di entrata in esercizio di un impianto è la data in cui si effettua il primo funzionamento dell'impianto in parallelo con il sistema elettrico, anche a seguito di potenziamento, rifacimento, totale o riattivazione).questo esclude dagli incentivi alcuni impianti per i quali il problema si risolverebbe considerando la "data di entrata in esercizio commerciale dell'impianto", che è la data, comunicata al produttore GSE e all'Ufficio tecnico di finanza, a decorrere dalla quale ha iniziato il periodo di incentivazione. Al momento secondo gli ultimi riscontri effettuati con il Mise ci sarebbero da parte dello stesso perplessità in merito a quest'ultima considerazione.

Punti Cardine Bozza decreto attuativo Legge 244

Finalità del decreto sono l'attuazione delle disposizioni in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. I meccanismi di incentivazione riguardano la produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da fonti rinnovabili, con esclusione del solare, incentivata mediante rilascio di certificati verdi. Rientra nell'energia incentivata anche la produzione mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivati da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito delle intese di filiera o contratti quadro, oppure filiere corte entro un raggio di 70 km come predisposto dalla Legge 222 del 2007 disciplinati dal decreto attuativo del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali.

Il GSE (gestore servizi elettrici) provvede a qualificare gli impianti e determinare l'energia incentivata, i certificati verdi o tariffa onnicomprensiva cui si ha diritto secondo le modalità stabilite nel medesimo decreto. Possono accedere ai meccanismi di incentivazione tutti gli impianti collegati alla rete elettrica, che hanno ottenuto con richiesta al GSE il riconoscimento da quest'ultimo, avente potenza nominale media annua non inferiore a 1Kw. Ai sensi dell'articolo 1 comma 382-quinquies della legge finanziaria 2007, per gli impianti alimentati da biomasse di filiera, sono cumulabili con altri incentivi per una percentuale massima del 20%. Sono considerati impianti aventi diritto ai meccanismi di incentivazione:

- le centrali ibride entrati in esercizio a seguito di una nuova costruzione, potenziamento, rifacimento totale o parziale o riattivazione in data successiva al 1 aprile del 1999;
- impianti termoelettrici entrati in esercizio prima dell'aprile del 1 aprile 1999 che successivamente tale data operano come centrali ibride;

- impianti di cogenerazione abbinata a teleriscaldamento che hanno acquistato i diritti di ottenimento dei certificati verdi;
- impianti ibridi, alimentati da rifiuti non biodegradabili, entrati in esercizio entro il 31 dicembre 2006, che hanno acquisito il diritto all'ottenimento dei certificati verdi.

Gli impianti che sono stati riconosciuti per l'ottenimento dei certificati verdi, a decorrere dalla data di esercizio commerciale dell'impianto, hanno diritto:

- quindici anni limitatamente all'energia elettrica incentivata ascrivibile da fonti rinnovabili di impianto ibrido che inizia ad operare come centrali ibride successivamente al 31 dicembre 2007;
- dodici anni limitatamente all'energia incentivata ascrivibile ad alimentazione da fonti rinnovabili da impianti entrati in esercizio fino al 31 dicembre 2007;
- otto anni per l'energia elettrica incentivata da impianti di cogenerazione abbinata a teleriscaldamento e da rifiuti non biodegradabili.

Hanno diritto ad un periodo aggiuntivo in misura corrispondente al 60% dell'energia elettrica incentivata, ulteriori 4 anni,

- l'energia elettrica incentivata ascrivibile ad alimentata da biomasse da filiera
- l'energia elettrica incentivata ascrivibile ad alimentazione da rifiuti non biodegradabili. da biomasse da filiera.

I certificati verdi verranno rilasciati dal GSE su richiesta del produttore e avranno valore unitario pari a 1MWh. Inoltre lo stesso GSE organizza e gestisce la contrattazione/ compra vendita dei certificati verdi e tutti gli obblighi di adempimento. Il GSE pubblica con cadenza annuale e aggiorna semestralmente, un bollettino informativo con l'elenco degli

impianti da fonti rinnovabili in esercizio. In costruzione e in progetto con qualifica vigente, delle garanzie di origine e dei certificati verdi emessi. Il bollettino annuale contiene, inoltre, i dati statistici aggregati in ogni caso non collegabili al singolo produttore, sugli impianti, sulla rispettiva potenza, sulla produzione di energia elettrica effettiva verificata dal GSE, sui controlli effettuati e sulle verifiche annuali e trimestrali. Il bollettino riporta altresì notizie utili delle contrattazioni. Il GSE organizza un sistema informativo sugli impianti alimentati a fonti rinnovabili e ne rende disponibile l'accesso al Ministero dello sviluppo economico e del Ministero dell'Ambiente e tutela del territorio e del mare, alle regioni e alle province autonome, all'Autorità per l'energia elettrica e del gas e all'Osservatorio di cui l'articolo 16 del decreto legislativo n. 387/2003. Entro novanta giorni dall'entrata in vigore del presente decreto il GSE aggiorna le procedure tecniche approvate da decreto 21 dicembre 2007 e le sottopone ad osservazione dei Ministeri dello sviluppo economico e dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Il GSE conferma lo svolgimento delle proprie funzioni istituzionali, ivi compreso ogni atto, regolamento, provvedimenti e procedure, mentre l'Autorità per l'energia elettrica e del gas stabilisce entro 60 giorni dall'entrata in vigore del presente regolamento le modalità i tempi e le procedure tecniche per l'erogazione delle tariffe fisse onnicomprensive , le modalità per lo scambio sul posto nonché

Decreto attuativo Legge 222/2007

Il completamento delle disposizioni in materia di biomasse per la produzione di energia elettrica è rinviato ad decreto emanato dal Mipaaf e applicativo della Legge 222/2007, per la realizzazione delle maggiorazioni previste per la biomassa da filiera agricola.

La definizione da parte del Mipaaf del Decreto attuativo previsto dalla Legge 222/2007 è stata avviata e definita in incontri con le organizzazioni della filiera agroalimentare. L'iter ha visto una serie di rallentamenti in relazione ad aspetti di compatibilità alle norme comunitarie, Wto e problemi sollevati da altri settori industriali nazionali non alimentari. Attualmente il decreto è all'esame dell'Ufficio legislativo del Mipaaf per il completamento dell'iter procedurale e la definitiva emanazione

Secondo il decreto è incentivata la produzione di energia elettrica mediante impianti alimentati da biomasse e biogas derivanti da prodotti agricoli, di allevamento e forestali, ivi inclusi i sottoprodotti, ottenuti nell'ambito di intese di filiera o contratti quadro oppure di filiere corte, che rispettino i criteri di tracciabilità e rintracciabilità. Il decreto inoltre prevede che nell'ambito del disegno di legge recante "Disposizioni per il rafforzamento della competitività del settore agroalimentare", è stato predisposto un articolo sull'applicazione della tariffa onnicomprensiva di 0,30 euro/kw a tutti gli impianti sotto 1 Mw alimentati a biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale, ivi inclusi i sottoprodotti, a prescindere dalla provenienza di filiera.

La dimensione ridotta di tali impianti (microgenerazione) induce direttamente un collegamento all'approvvigionamento locale delle biomasse agricole (per motivi di efficienza economica e tecnologica), determinando quindi esternalità positive sia a livello ambientale che agricolo. Tale norma, pertanto, ha il vantaggio di rendere di fatto operativo il principio della legge 244/2007, superando i ritardi legati alla definizione ed al recepimento dei principi di filiera e di filiera corta. Questo permetterà di dare avvio operativo ai progetti basati sulle filiere agricole locali impostati a seguito della scorsa legge finanziaria e fino ad ora rimasti bloccati in attesa dei provvedimenti attuativi. A questo riguardo diventa fondamentale assicurare il buon esito del provvedimento

di legge e difenderlo da modifiche peggiorative in sede Parlamentare. In particolare il Ministero dello Sviluppo Economico ha presentato in Consiglio di Ministri una proposta di emendamento che di fatto elimina il sistema di incentivazione previsto dalla legge 222/07 a favore della produzione di energia elettrica ottenuta a partire da biomasse di filiera e di filiera corta; viene riconosciuta soltanto una tariffa di € 0,25/kWh all'energia elettrica prodotta a partire da biogas e biomasse diverse dai biocombustibili liquidi" contro quella di 0,30 kWh proposta dal MIPAAF.

In un ottica di mediazione potrebbe essere accettata una esclusione dall'incentivo per l'energia prodotta dai biocarburanti considerato che tali prodotti trovano già una loro incentivazione grazie all'obbligo di immissione in consumo come carburanti per auto trazione. Inoltre potrebbe esserci il rischio concreto che di tale incentivazione possano godere prodotti di provenienza estera.

Punti Cardine bozza decreto attuativo Legge 222

Le modalità di tracciabilità e rintracciabilità sono individuate in funzione delle seguenti tipologie di prodotto:

- colture dedicate agricole e forestali

La tracciabilità e rintracciabilità viene garantita dagli operatori della filiera con riferimento al sistema informativo dell'Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (AGEA) sulla base delle informazioni contenute nel fascicolo aziendale.

Il titolare dell'impianto di produzione di energia elettrica e gli operatori della filiera coinvolti sono tenuti al mantenimento di tutta la documentazione prodotta.

- gestione del bosco

La tracciabilità e rintracciabilità viene garantita dagli operatori della filiera mediante autocertificazione o Documento unico di sub-fornitura (DDT) contenenti nominativo azienda, particella catastale relativa alla provenienza della materia prima, data, tipologia e quantitativo prodotto. Il titolare dell'impianto di produzione di

energia elettrica e gli operatori della filiera coinvolti sono tenuti a mantenere la documentazione prodotta nonché i documenti che certificano i quantitativi in entrata e uscita e quelli prodotti (ad es. contratti di taglio e registro carico-scarico).

- residui di campo aziende agricole (residui da colture erbacee o arboree)

La tracciabilità e rintracciabilità viene garantita dagli operatori della filiera mediante autocertificazione della azienda agricola produttrice con riferimenti al quantitativo di ettari seminati compresi nella domanda AGEA ovvero autocertificazione della azienda agricola riportante il quantitativo di ettari coltivati (oliveti, vigne, frutteti) come da fascicolo aziendale AGEA. Gli altri soggetti della filiera sono tenuti a mantenere il documento unico di sub-fornitura (DDT) contenente nominativo azienda di provenienza della materia prima, comune, data, tipologia e quantitativo prodotto. Il titolare dell'impianto di produzione di energia elettrica e gli operatori della filiera coinvolti sono tenuti a mantenere la documentazione prodotta nonché i documenti che certificano i quantitativi in entrata e uscita e quelli prodotti (ad es. registro carico-scarico).

- Residui industria agroalimentare

La tracciabilità e rintracciabilità viene garantita mediante il contratto di fornitura sottoscritto da parte di una piattaforma di lavorazione ovvero di una autocertificazione nel caso di autoconsumo. Gli altri soggetti della filiera sono tenuti a mantenere il documento unico di sub-fornitura (DDT) contenente nominativo azienda di provenienza della materia prima, comune, data, tipologia e quantitativo prodotto. Il titolare dell'impianto di produzione di energia elettrica e gli operatori della filiera coinvolti sono tenuti a mantenere la documentazione prodotta nonché i documenti che certificano i quantitativi in entrata e uscita e quelli prodotti (ad es. registro carico-scarico).

- Residui zootecnia

La tracciabilità e rintracciabilità viene garantita mediante autocertificazione della azienda agricola sulla base delle Unità Bovine Adulte (UBA) riportate nel fascicolo AGEA. Gli altri soggetti della filiera sono tenuti a mantenere il Documento unico di sub-fornitura (DDT) contenente nominativo azienda di provenienza della materia prima, comune, data, tipologia e quantitativo prodotto. Il titolare dell'impianto di produzione di energia elettrica e gli operatori della filiera coinvolti sono tenuti a mantenere la documentazione prodotta nonché i documenti che certificano i quantitativi in entrata e uscita e quelli prodotti (ad es. registro carico-scarico).

Nel decreto è definita per biomassa da filiera corta la biomassa la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, così come definiti dall'articolo 2 del Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387. I rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura, dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, devono altresì rispettare le condizioni poste dall'art. 183 comma 1.p del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 modificato dal Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4., prodotta entro il raggio di 70 km dal centro di produzione dell'energia elettrica. La distanza deve essere intesa come quella che intercorre tra il centro di produzione dell'energia elettrica e il comune del luogo di approvvigionamento della materia prima energetica.

Individuazione della fonte di origine o luogo di approvvigionamento:

- I – colture dedicate agricole e forestali Comune della sede aziendale (operativa) dell'impresa che produce le colture dedicate
- II – gestione del bosco Comune in cui ricadono le particelle con contratto di taglio
- III – residui di campo aziende agricole Comune della sede aziendale (operativa) dell'impresa che conduce i terreni dai quali si ottiene il residuo
- IV – residui industria agroalimentare Comune della sede aziendale (operativa) o unità operativa dell'impresa di trasformazione
- V – residui zootecnia Comune della sede aziendale (operativa) dell'impresa di produzione di residui zootecnici

Qualora la distanza tra il centro di produzione dell'energia elettrica e il comune del luogo di approvvigionamento della materia prima energetica sia superiore ai 70 Km, la biomassa è considerata prodotta tramite filiera corta qualora venga dimostrato che durante il trasporto della materia prima viene immesso in atmosfera un quantitativo di CO₂ inferiore al quantitativo medio necessario per il trasporto entro i 70 km.

5.2.2 Gli strumenti per la valorizzazione delle biomasse agricole per la produzione di biocarburanti

I biocarburanti sono un importante mezzo per contribuire a mitigare i cambiamenti climatici in atto (il settore trasporti in EU partecipa per più di un quinto sul totale delle emissioni di gas serra, con un incremento del 27% dal 1990 al 2005). In aggiunta alla riduzione nelle emissioni di gas serra, i biocarburanti contribuiscono anche a ridurre alcuni degli inquinanti caratteristici di benzina e gasolio. Il biodiesel, ad esempio, presenta numerosi vantaggi a livello ambientale, tra cui: assenza di idrocarburi policiclici aromatici, responsabili di molte forme tumorali; assenza di zolfo, principale responsabile delle piogge acide; riduzione nelle emissioni di CO, idrocarburi incombusti e particolato, responsabile di malattie respiratorie; è inoltre biodegradabile in meno di un mese e se si utilizza biodiesel puro si ottiene un abbattimento delle polveri sottili del 50%. Queste motivazioni sono alla base delle normative comunitarie che hanno individuato obiettivi specifici di sviluppo dell'impiego dei biocarburanti al fine di contribuire agli impegni assunti per il rispetto del Protocollo di Kyoto. L'Italia ha definito negli anni passati vari provvedimenti per l'incentivazione dell'uso dei biocarburanti (programmi pluriennali di riduzione delle accise) e più di recente per il raggiungimento di obiettivi quantitativi attraverso l'obbligo di miscelazione. Nel mese di giugno 2008 si è completato l'iter di emanazione dei provvedimenti attuativi della Legge Finanziaria 296/2006, con l'entrata in vigore dei Regolamenti che disciplinano le modalità di immissione in consumo dei biocarburanti e l'applicazione delle sanzioni per chi non ottempera all'obbligo.

tabella 5. 6- Quadro nazionale normativo dei biocarburanti.

QUADRO NORMATIVO BIOCARBURANTI
DECRETO MINISTERO SVILUPPO ECONOMICO n. 100 del 23 aprile 2008(G.U n.131 del 06/06/08) "Sanzioni amministrative per il mancato raggiungimento dell'obbligo di immissione in consumo di quota minima d biocarburanti".
DECRETO MIPAAF n. 110 del 29 aprile 2008 (G.U. del 19/06/08) "regolamento recante criteri, condizioni e modalità per l'attuazione dell'obbligo di immissione in consumo nel territorio nazionale di una quota minima di biocarburanti".
DECRETO MINISTERO DELL'ECONOMIA di concerto con SVILUPPO ECONOMICO, MIPAAF E AMBIENTE n. 156 del 3 settembre 2008 (G.U n.239 del'11/10/08). "Regolamento concernente le modalità di applicazione dell'accisa agevolata sul prodotto denominato <biodiesel>, ai sensi dell'art. 22 bis, del Dlg 26 ottobre del 1995, n.504
CIRCOLARE DEL MIPAAF prot. 3567 del 17/07/08 "Comunicazioni dell'obbligo 2008"
CIRCOLARE AGEA prot. N. ACIU 2008.1397 del 19/09/2008: "Verifica delle conformità dei contratti di coltivazione di semi oleosi con Contratti quadro del 18/12/2006"

Fonte: n.s su dati Mipaaf

Tale obbligo è fissato, per l'anno 2008, nella misura del 2% del quantitativo di carburanti immesso in consumo nell'anno precedente, e tale obbligo è elevato al 3% a partire dal 2009. La normativa nazionale, per ora, si attesta ad un livello decisamente inferiore all'obiettivo comunitario previsto nella misura del 10% nel 2020. Tale dato riflette un approccio "prudente" adottato a livello nazionale, ciò al fine di evitare distorsioni sui settori collegati (es. alimentare) in attesa delle nuove generazioni di biocarburanti più efficienti, ma al tempo stesso in grado di consentire lo sviluppo del settore nazionale anche con il coinvolgimento di una quota di filiera agricola. Bisogna ricordare che le imprese operanti nel settore del biodiesel dispongono sin da ora della capacità produttiva necessaria a far fronte all'obiettivo indicativo del 5,75% di immissione in consumo di biocarburanti fissato per il 2010 dalla Commissione UE.

Figura 5. 1-Biocarburanti linee di intervento fino al 2010.

BIOCARBURANTI <i>Linee di intervento</i>									
Biodiesel					Bioetanolo				
Obiettivo Ambientale	% miscelazione								
Livello annuo crescente di miscelazione	1,0	2,5	4,0	5,75	0,5	1,0	3,5	5,75	
Misura Ambientale	07	08	09	10	07	08	09	10	
Prelievo condizionato all'obiettivo annuale di miscelazione. Sanzioni specifiche	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x	x,x
	% prelievo								

Fonte: n.s su dati Mipaaf

Il Regolamento sulle modalità di immissione in consumo prevede la creazione di un sistema di certificati che attesti l'avvenuta miscelazione nei carburanti di origine fossile. Tale sistema doveva prevedere un maggiore valore per i certificati relativi a biocarburanti prodotti in filiera; l'Unione Europea ha però ritenuto incompatibile questa previsione con le norme sulla concorrenza. Un meccanismo di maggior incentivazione può essere accettato dall'Unione Europea qualora legato a aspetti di sostenibilità ambientale come ad esempio la riduzione delle emissioni di CO₂ e di particolato. Quindi al momento non viene fatta nessuna distinzione o attribuito maggior valore ai biocarburanti che hanno origine dalla filiera agricola. L'obbligo di immissione in consumo di biocarburante prevede il rilascio di certificati (10 Giggcalorie per certificato con massa volumetrica a 15° centigradi con un limite massimo in percentuale del 125%) che attesti i quantitativi immessi dai singoli soggetti e la loro capacità di rispettare i vincoli imposti(limite minimo di sanzione 75%). I soggetti comunicheranno al Mipaaf attraverso un autocertificazione l'elenco dei parametri relativi ai quantitativi di

benzina, gasolio e di biocarburante che saranno immessi in consumo e tutte le informazioni necessarie per completare il quadro per il calcolo dell'obbligo in consumo. I dati comunicati verranno raccolti in un portale che sarà gestito dal Mipaaf e a cui avranno accesso gli utenti che comunicheranno i dati di immissione in consumo dei biocarburanti. Quindi al Mipaaf spetterà la possibilità di: visualizzare e annullare le Autocertificazioni, emettere i certificati, verificare e applicare le sanzioni previste, stampare il bollettino e indicare il biocarburante agevolato per compagnia per l'anno successivo; mentre l'utente Compagnia potrà registrare e validare le Autocertificazioni visualizzare i movimenti di certificati, registrare le transazioni di compravendita, visualizzare la propria quota parte del contingente dove sono il soggetto/ compagnia potrà inserire, visualizzare, modificare, validare e stampare tutte le informazioni dell'autocertificazione dallo stesso comunicate (figura 5.2 esempio di autocertificazione).

Figura 5. 2-Esempio di Autocertificazione per il calcolo dell'obbligo di immissione

	Unità di Misura Gcal	
Quantitativi complessivi di Benzina (EN 228) immessi in consumo nel 2006	15.000	
Quantitativi complessivi di Gasolio (EN 590) immessi in consumo nel 2006	10.000	
Quantitativo di Biocarburanti da immettere nell'anno 2007	250	
	Unità di Misura Gcal	
Quantitativi complessivi di Biocarburanti immessi in consumo nel 2006 (*2)	280	
<i>Quantitativi complessivi di Biodiesel immessi in consumo nel 2006</i>	200	
di cui		
a1) prodotto, fiscalmente non agevolato, non derivante da contratto quadro, intesa di filiera o contratti ad essi equiparati	60	100
a2) prodotto, fiscalmente non agevolato, derivante da contratto quadro, intesa di filiera o contratti ad essi equiparati	40	
a3) prodotto, fiscalmente agevolato, non derivante da contratto quadro, intesa di filiera o contratti ad essi equiparati	50	100
a4) prodotto, fiscalmente agevolato, derivante da contratto quadro, intesa di filiera o contratti ad essi equiparati	50	
<i>Quantitativi complessivi di ETBE immessi in consumo nel 2006</i>	80	
di cui		
b1) prodotto fiscalmente non agevolato	60	
b2) prodotto fiscalmente agevolato	40	
Quantitativo di Biocarburante ricevuto da altri soggetti nel 2006 (*3)	100	
<i>Quantitativi di Biodiesel ricevuto da altri soggetti nel 2006</i>	60	
<i>Quantitativi di ETBE ricevuto da altri soggetti nel 2006</i>	40	

QUANTITATIVI TOTALI DI BIOCARBURANTE E CORRISPONDENZA IN CERTIFICATI

Agevolato Imnesso		Non Agevolato				Totale	
Gcal (4*)	Certificati	Imnesso		Ricevuto		Gcal	Certificati
		Gcal (4*)	Certificati	Gcal (4*)	Certificati		
140	14	160	16	100	10	400	40

Fonte: Ministero politiche agricole alimentari e forestali (Mipaaf).

5.3 Il ruolo futuro dell'agricoltura nel sistema delle fonti energetiche rinnovabili

In Italia solo negli ultimi due anni ha preso corpo e si è strutturato il quadro normativo di incentivazione delle fonti di energia rinnovabile. Le politiche di sostegno attuate su base generale, senza differenziazione di origine o provenienza della materia, si poggiano su principi di mercato e contribuiscono a fornire a tutti gli attori interessati: corretti segnali di prezzi, un'ottimizzazione del tradeoff e un quadro stabile e semplice che favorisca gli investimenti. Nonostante i progressi compiuti e gli interventi mirati di incentivazione, il quadro normativo allo stato attuale risulta ancora incompleto e incapace di cogliere a pieno le potenzialità inesprese di un settore determinante per lo sviluppo delle rinnovabili quale l'Agricoltura, E' proprio dal mondo agricolo che potrebbero provenire la stragrande maggioranza delle risorse rinnovabili ed è proprio sulle biomasse di natura agricola che si punta per il futuro sviluppo del settore. Ad oggi le principali biomasse impiegate in Italia sono comunitarie ed extracomunitarie, basti guardare i dati delle importazione (2007) per rendersi conto che siamo dipendenti all'80% per i semi oleosi (10 milioni di tonnellate di colza, 200 mila tonnellate di girasole e quasi 400 mila tonnellate di olio di palma di cui siamo terzi importatori a livello mondiale); per la biomassa legnosa siamo dipendenti al 90% per i residui (con 1.728 metro cubo importati), al 74% per chips e particelle (con 1.457 metro cubo importati), al 13% con legna da ardere (con 803 metro cubo importati) e importiamo circa 415 mila tonnellate di cippato; per il bioetanolo l'import è di 0,1 milioni di tonnellate contro una produzione annua di 580 mila ettolitri; per il biodiesel la produzione è di

469 mila tonnellate e le importazioni sono dell'ordine dello 0.30 MTOE¹⁴ (fonte Assocostieri, 2005).

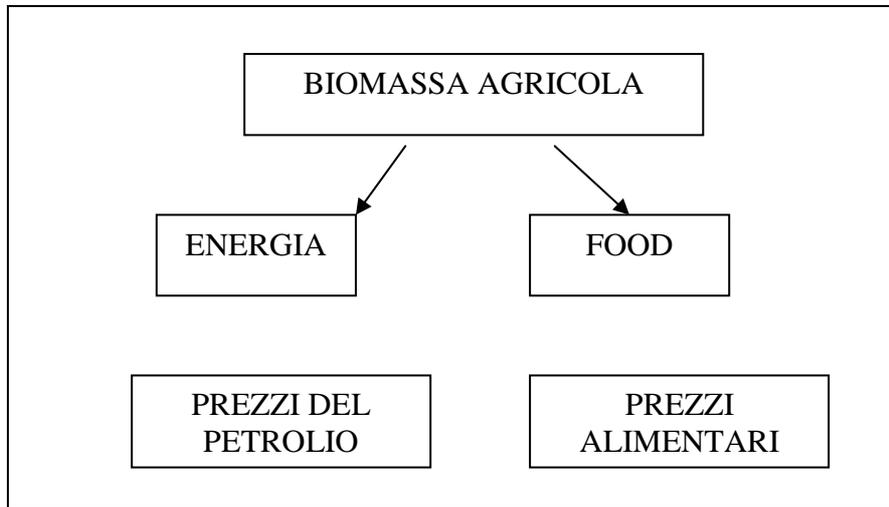
Questo denota una chiara situazione di dipendenza strutturale dalle importazioni ed una chiaro sfruttamento marginale delle risorse nazionali. Puntare, quindi, sui sistemi locali e fare filiera in un contesto di sviluppo rurale, sono interventi che consentirebbero di dare il giusto slancio e le gambe al nostro Paese per correre nella direzione che ci siamo prefissati cioè di riduzione delle emissioni comunitarie di gas del 20% nel 2020.

5.3.1 Le agroenergie una possibile rete di sicurezza per il mondo agricolo

Che vi sia correlazione tra il prezzo del petrolio, il prezzo dei biocarburanti e quello delle materie agricole non c'è dubbio. La correlazione diretta e positiva fra prezzi del petrolio e del diesel/benzina e di conseguenza quello del biodiesel è stata ampiamente dimostrata da studi econometrici negli ultimi anni che hanno mostrato come al crescere del prezzo del petrolio cresca anche quello dei biocarburanti. Viceversa essendo il peso dei biocarburanti ancora irrilevante non si verifica la situazione opposta e cioè che al crescere del prezzo di quest'ultimi si verifichi una crescita anche del petrolio (Serra 2008). La profittabilità della produzione dei biocarburanti dipende quindi dalla combinazione di prezzo della materia prima (per esempio il mais figura 5.3) e prezzo del combustibile (petrolio o bioetanolo figura 5.4).

¹⁴MTOE = milioni di tonnellate di petrolio equivalente

Figura 5. 3-Profittabilità di scelta tra food e biofuel.



Fonte: N.s elaborazione

Figura 5. 4- Relazione tra domanda e prezzi di etanolo

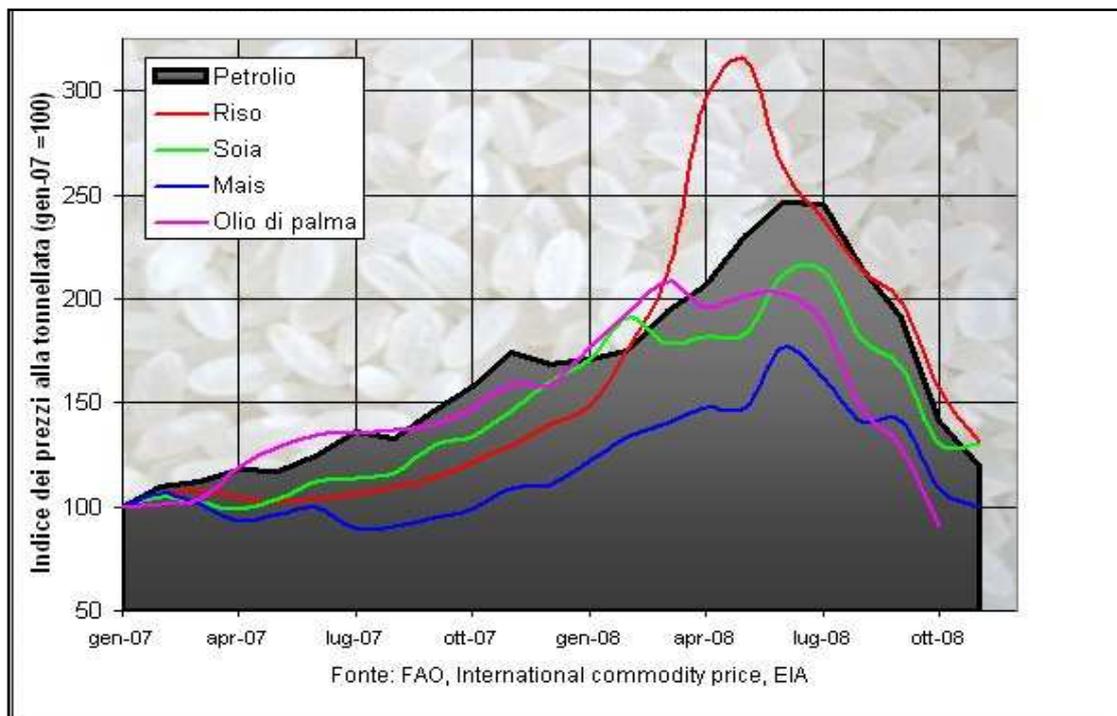
Domanda di Etanolo 	2005-2007=+58% 2007-2008=+28%	Solo domanda e offerta rigidissime possono far attribuire alla crescita di domanda di etanolo la variazione di prezzo del mais osservata.
Offerta Mais 	2005-2007=+3% 2007-2008=+2%	
Prezzo del Mais 	2005-2007=+67% 2007-2008=+44%	

Fonte:n.s elaborazione

Se si osserva in particolare l'andamento del mercato nei soli ultimi dodici mesi (da fine 2007 a novembre 2008) i prezzi di riso, mais, grano, palma da olio e soia, che rappresentano oltre il 50% della produzione agricola

mondiale (FAOSTAT 2007) hanno registrato aumenti compresi tra il 50% e il 200%. Il riso, l'alimento maggiormente destinato al consumo umano, ha subito i maggiori aumenti, superando all'inizio dell'estate il triplo del prezzo del 2007. Si tratta di un sistema estremamente fragile, troppo dipendente dall'unica variabile petrolio (figura 5.5).

Figura 5. 5- Indice del prezzo del petrolio e di alcuni generi alimentari



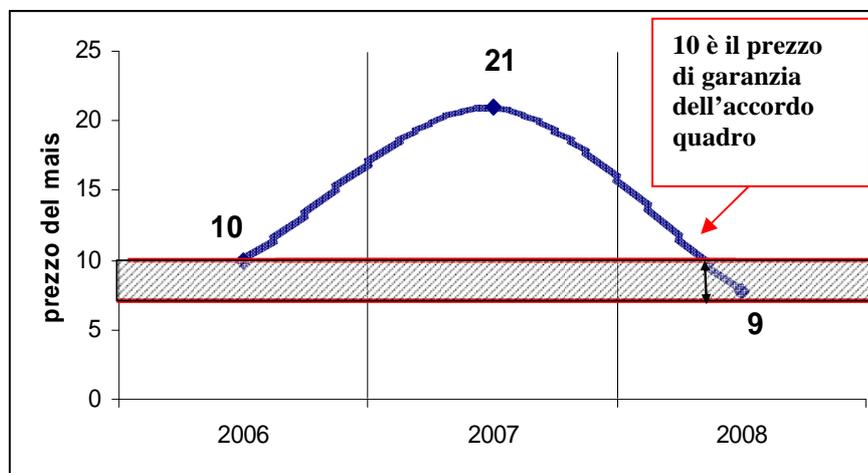
Difatti la dipendenza strutturale dalle importazioni di petrolio, accompagnata dalla saturazione dei mercati agricoli e dalla nuova politica agricola europea, orientata ad concorrenza perfetta e quindi ad una conseguente eliminazione di sostegno diretto e di forme protezionistiche di mercato, spingono gli agricoltori a considerare, la dove si presentano situazioni poco reddituali, a cercare possibili alternative. Le energie

rinnovabili in particolare le colture dedite da biomassa potrebbero essere una risposta concreta e creare ricadute positive non solo per il singolo agricoltore, ma anche per il territorio in termini ambientali.

Contratti di coltivazione

Con i contratti di coltivazione nell'ambito dei contratti quadro, i contraenti si impegnano formalmente a dare garanzia del prezzo di fornitura delle materie prime per tutta la durata del contratto. Questo vuol dire che nonostante il prezzo delle materie prime sui mercati sia in flessioni per gli agricoltori che hanno stipulato l'accordo di coltivazione si genera una rete di sicurezza dovuta alla garanzia della fissazione del prezzo (figura 5.6).

Figura 5. 6- Esempio di prezzo di garanzia per accordo di coltivazione da biomasse.



Fonte: n.s elaborazione

L'esempio di variazione di prezzo del mais dal 2006 al 2008, prevede che nell'ultimo anno il prezzo del mais corrisponda a 9 \$/ton. con chiari ripercussioni negative su tutto il comparto. Nel caso in cui venisse

stipulato un accordo di coltivazione (a prezzo costante durante tutto il contratto) da biomasse il prezzo garantito cioè di 10 \$/ton. comporterebbe una rete di garanzia con profittabilità alla produzione di agroenergie. Quindi questo consentirebbe non solo di creare alternative reddituali per gli agricoltori che hanno creato un sistema di sinergie sul territorio, ma comporterebbe anche l'attuazione di politiche di sostenibilità volte ad incentivare lo sviluppo delle stesse filiere agroenergetiche all'interno dei comprensori agricoli rurali con benefici anche a livello ambiente.

5.3.2 Il ruolo delle politiche nazionali

L'impianto normativo in materia di energia rinnovabile è ancora in fase di attuazione e di definizione e il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha un chiaro interesse a dare al settore agricolo e alle realtà locali il giusto ruolo nell'ambito delle agroenergie. Ruolo ampiamente guadagnato visto che la maggior parte delle risorse rinnovabili provengono dall'agricoltura. L'introduzione della tariffa onnicomprensiva a tutti gli impianti sotto 1 Mw alimentati a biomasse e biogas prodotti da attività agricola, allevamento e forestale è un chiaro esempio di come il sistema agricolo rurale, incentivato e supportato adeguatamente, crei esternalità positive sia a livello ambientale che di sistema di filiera agricola. Tale norma, pertanto, ha il vantaggio di rendere di fatto operativo il principio della legge 244/2007, superando i ritardi legati alla definizione ed al recepimento dei principi di filiera e di filiera corta. Questo secondo il Mipaaf permetterà di dare avvio operativo ai progetti basati sulle filiere agricole locali impostati a seguito della scorsa legge finanziaria e fino ad ora rimasti bloccati in attesa dei

provvedimenti attuativi. Sul fronte dei biocarburanti il Mipaaf si è attivato per adottare del quadro normativo nazionale con tutti gli adattamenti oggi ritenuti necessari:

- sia sul lato delle imprese della filiera (es. filiere agricole integrate, ricerca per il miglioramento tecnologico, sviluppo delle nuove generazioni di biocarburanti);
- sia per incrementare i benefici ambientali dell’impiego dei biocarburanti, anche a parità di quota d’obbligo.

Tale approccio può consentire di concentrare il beneficio ambientale, in primis per la riduzione delle polveri sottili, proprio nelle aree in cui questo problema è più rilevante. Al tempo stesso può stimolare la nascita di un modello di “distretto biocarburanti” che, facendo perno sulle aziende di trasporto pubblico locale, possa coinvolgere parte dell’agricoltura del territorio in un modello di filiera “corta” a basse emissioni. Tale sistema, nella prima versione definita nel 2007, prevedeva un maggiore valore per i certificati relativi a biocarburanti ottenuti da intese di filiera. Tale incentivazione ha tuttavia incontrato l’opposizione degli uffici comunitari in quanto:

- ritenuta in contrasto con le norme per la concorrenza,
- e considerata carente sul lato delle motivazioni ambientali (assenza di legame diretto tra intesa di filiera e parametri oggettivi di beneficio ambientale).

Sulla scorta di tale esperienza, un meccanismo di incentivazione può viceversa essere accettato dall’Unione Europea qualora si leghi a specifici parametri e ricadute di sostenibilità ambientale. In questa ottica risultano particolarmente utili i dati forniti dalla sperimentazione relativa all’utilizzo di biodiesel nelle flotte municipalizzate, che dimostrano indubbi vantaggi ambientali connessi all’impiego di miscele di

biocarburante in percentuali comprese tra il 25 e il 50%. Su questa base il Mipaaf sta lavorando per una modifica del Regolamento dell'obbligo di miscelazione che incrementi il valore dei certificati quando fanno riferimento all'utilizzo di biocarburanti (con percentuali di miscelazione adeguate a produrre i maggiori benefici ambientali) nell'ambito delle flotte di trasporto pubblico locale e nel quadro di accordi con le Amministrazioni locali competenti.

Cosa manca e cosa si può fare

E' indubbio che sono stati fatti passi in avanti nella regolamentazione delle bioenergie, soprattutto negli ultimi due anni, ma allo stato attuale ci sono ancora ambiti deregolamentati che necessitano di un veloce intervento che consenta di dare in tempi rapidi risposte a problemi che non permettono al nostro Paese di allinearsi agli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto. Alla domanda che ci si pone: allora cosa manca e cosa rientra nel fattibile immediato?

Sul versante della produzione di energia elettrica da biomasse manca un decreto per gli impianti da fonte rinnovabile al di sopra di 1Mw . Tali impianti in un numero non del tutto esiguo sul nostro territorio, sia per l'ampia dimensione sia per le problematiche legate alla tracciabilità delle materie prime che sono utilizzate nel ciclo produttivo non sono ancora stati regolamentati. Così come sul fronte dei biocarburanti manca ancora un sistema che premi "chi" ha un minor impatto ambientale e quindi produca minor polveri sottili, principale causa dell'aumento dei gas serra nell'atmosfera.

Tali interventi normativi non possono essere fatti chiaramente al di fuori delle direttive europee e nell'ambito della nuova revisione delle Energie

Rinnovabili. La stessa revisione secondo la Bozza che è circolata ¹⁵ (nel mese di ottobre 2008) non solo ha un doppio obiettivo: sicurezza degli approvvigionamenti e riduzione delle emissioni di gas da effetto serra, ma si propone un cambiamento nel modo in cui l'UE promuove le energie rinnovabili. Puntando ad aumentare la quota di energie rinnovabili mix energetico dei singoli Stati.

La proposta di Bozza di direttiva promozione dell'uso delle energie da fonti rinnovabili

- è in linea con le politiche dell'EU per la lotta ai cambiamenti climatici, la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra, lo sviluppo sostenibile, la sicurezza energetica e la strategia di Lisbona
- si basa su un approfondito processo di valutazione dell'impatto nel quale c'è stata un'ampia consultazione delle parti in causa da cui è emersa l'esigenza di una politica energetica più forte con obiettivo più a lungo termine (50% nel 2040/5050)
- maggiore attenzione alle cause che creino immissioni di gas serra nell'atmosfera (esempio convenienza di produzioni di biomasse legate al minor impatto ambientale)

SINTESI DELLE MISURE

- raggiungere la quota di rinnovabili sul consumo energetico finale UE del 20% entro il 2020;
- settori di interesse: elettricità, riscaldamento e raffreddamento e trasporti;
- principi applicati:
 - di sussidiarietà in quanto la proposta non rientra tra le competenze specifiche della Comunità
 - di proporzionalità senza il quale l'obiettivo generale non può essere raggiunto visto che i problemi devono essere risolti nel loro insieme dalla Comunità e lo strumento è la direttiva;

¹⁵ La proposta di Direttiva sulla promozione e l'uso dell'energia da fonti rinnovabili è consultabile sul sito dell'UE (www.europa.eu/energy/res/consultation/admin_barrieres_res_en.htm) e aggiornata ad ottobre 2008.

- prevede la semplificazione della legislazione (al momento ci sono la direttiva sull'energia e quella sui biocarburanti) creando un'unica direttiva anche per il riscaldamento e il raffreddamento.

5.3.3 Il ruolo delle Regioni

Accanto alle azioni politiche del Mipaaf riveste un ruolo fondamentale il sostegno agli investimenti da parte delle Regioni sia sul versante della produzione agricola sia sul versante della programmazione di impianto. Con i Piani energetici ambientali regionali (PEAR), i Piani forestali ambientali (PFAR) e con i Piani di sviluppo rurale (PSR) si sono trasferite alle Regioni e agli Enti locali tutte le funzioni e i compiti amministrativi di diretto interesse anche nel settore dell'energia. Allo stato attuale quasi tutte le Regioni hanno attuato i PEAR che assumono la forma di strumenti quadro di medio-lungo termine (fino al 2010) in allineamento con i termini comunitari. Regioni e province autonome predispongono i piani sulla base del binomio energia-ambiente e nella formulazione si tiene conto dei bilanci energetici, delle potenzialità inesprese, dei possibili scenari futuri al fine di privilegiare: le fonti rinnovabili l'innovazione tecnologica; la razionalizzazione della produzione elettrica e la razionalizzazione dei consumi energetici. Mentre per quanto riguarda i PFAR hanno il loro fulcro nel perseguimento dello sviluppo sostenibile attraverso il ruolo multifunzionale delle foreste. Accanto ai classici indirizzi è previsto: difesa del suolo, prevenzione incendi, regolamentazione del pascolo, nei boschi, biodiversità degli ecosistemi, pratiche compatibili agricole alla tutela sei compendi costieri ed utilizzo eco-compatibile della biomassa legnosa per fini energetici.

Inoltre ogni PFAR è coordinato secondo i Piani di sviluppo rurale 2007-2013.

La politica di sviluppo rurale incoraggia la diversificazione delle economie rurali e promuove nuove fonti di reddito agricolo e tra queste le biomasse tanto che nei Regolamenti CE n. 1698/2005 sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale (FEARS) si incentivano i miglioramenti nei settori della trasformazione e commercializzazione dei prodotti agricoli e forestali primari sostenendo gli investimenti finalizzati a rendere tali settori più efficienti a promuovere la produzione di energia rinnovabile da biomasse agricole e forestali, ad introdurre nuove tecnologie e innovazione, ad aprire nuovi sbocchi di mercato (Zezza 2007). Il 1° agosto del 2007 la conferenza Stato Regioni ha approvato le misure di sostegno allo sviluppo delle filiere agroenergetiche da biomassa vegetale e animale nell'ambito del PSN 2007-2013. La valorizzazione della biomassa nell'ambito dei PSR avviene attraverso diverse misure e interventi (Asse I con funzione strumentale per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie; Asse II misure per l'ambiente; Asse III volte a diversificare l'economia rurale con funzione di rilancio comunità rurali) in una logica di filiera bioenergetica. L'integrazione dei diversi strumenti comporta la possibilità di avere aiuti nell'ambito regionale e la cumulabilità con altri incentivi che non superino il 40% del valore del capitale investito come previsto nella legge finanziaria 2007 secondo l'art. 342 *quinquies*¹⁶.

¹⁶ Attuazione della manovra finanziaria 2007-382- *quinquies* Per gli impianti alimentati dalle fonti di cui al comma 382, l'elevazione per il periodo di riconoscimento dei certificati verdi eventualmente acquisita ai sensi dell'articolo 20, comma 6, del decreto legislativo 29 dicembre 2003 n. 387, e successive modifiche, è da intendersi aggiuntiva al prolungamento del periodo di diritto dei certificati verdi di cui al medesimo articolo 20, comma 5, ottenuto dagli impianti entrati in esercizio dopo il 29 aprile 2006 e fino al 31 dicembre 2007. Per gli impianti secondo commi 382-382-*quinquies* è cumulabile con altri incentivi pubblici di natura nazionale, regionale, locale o comunitaria in conto capitale o conto interessi con capitalizzazione anticipata, non eccedenti il 40 per cento il costo dell'investimento

Cosa manca e cosa si può fare

La fotografia a livello regionale delle fonti rinnovabili ancora non è esaustiva, in sostanza manca una vera e propria mappatura dei bacini agroenergetici regionali quale base per una programmazione di sviluppo energetico.

A livello locale esistono realtà a scala ridotta che utilizzano biomassa consentendo la valorizzazione e la gestione sostenibile delle superfici agricole e forestali, ma che sfruttano ancora in modo marginale il potenziale territoriale.

Cosa risulta quindi fattibile nell'immediato?

Utilizzare in maniera mirata gli incentivi al fine di incrementare l'uso delle biomasse favorendone il massimo sviluppo e promuovendo sia gli impianti cogenerativi di dimensione medio-grande, sia quelli di taglia piccola, anche per la generazione di solo calore. Lo sviluppo impiantistico può avere interessanti prospettive se fatto nell'ambito di un'indagine conoscitiva territoriale condotta in ambito PER (Piano energetico regionale) che abbia come obiettivo:

- la mappatura della caratterizzazione agropedoclimatica dei comprensori agricoli;
- individuazione ed analisi delle problematiche inerenti la tecnica di coltivazione delle biomasse;
- realizzazione di impianti a biomasse che consentono di sfruttare il potenziale inespresso attraverso lo sviluppo di filiere locali e la gestione sostenibile delle superfici agricole.

Inoltre con le politiche di indirizzo della nuova Politica Agricola Comunitaria (PAC) ampie superfici attualmente interessate da colture

erbacee potrebbero non avere più gli attuali sostegni economici alla produzione e, pertanto, gli operatori agricoli ricercheranno nuove alternative colturali, fra le quali, le colture da biomassa energetica con buone prospettive di sviluppo. Pertanto in riferimento agli indirizzi della Pac, che tende a ridurre le eccedenze alimentari a riaffermare il ruolo fondamentale dell'agricoltura nella tutela del territorio anche attraverso la diffusione di processi sostenibili (come ottenimento di biomasse) e tenuto conto delle indicazioni regionali inerenti la gestione del territorio e lo sviluppo delle energie alternative: un progetto di mappatura agroenergetica regionale non può che creare autosufficienza energetica, alternative reddituali per gli agricoltori, sostenibilità dei comprensori agricoli rurali e benefici ambientale.

Bibliografia

DELIBERA CIPE n. 135/2007 “Aggiornamento della Delibera CIPE n. 123/2002 recante revisione delle Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni di gas serra”;

REGOLAMENTI (CEE) 3528/86 e 2158/92 relativi, rispettivamente alla protezione delle foreste nella Comunità contro l'inquinamento atmosferico e contro gli incendi boschivi;

REGOLAMENTO del Consiglio UE Reg. (CE) 1257/99 del 17 maggio 1999 che definisce il quadro di sostegno comunitario allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo di orientamento e garanzia, con particolare riferimento al Titolo II - Capo 6, art. 22, Capo VIII art. 29 e 32 e Capo IX art. 33, e al Titolo III, Capo I art. 39 e Capo. II art. 44;

DIRETTIVA EUROPEA 77/CE/2001 per la promozione di energia elettrica da fonti rinnovabili.

REGOLAMENTO 2092/91 norme per l'agricoltura biologica;

LEGGE n. 10/1991 -Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

LEGGE n. 65/94 -Ratifica Convenzione Quadro UE su cambiamenti climatici.

DELIBERA CIPE 137/98 -Linee Guida per le Politiche e le misure Nazionali di riduzione di gas serra.

DECRETO LEGISLATIVO n. 79/1999 -Rinnovo nel mercato interno dell'energia elettrica.

LIBRO BIANCO (1999) - "Per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili".

LEGGE n. 120/2002-Ratifica del Protocollo di Kyoto.

DELIBERAZIONE CIPE n. 57/2002 -"Strategia d'azione ambientale per lo sviluppo sostenibile in Italia 2002-2010".

DELIBERA CIPE n. 123/2002 -"Revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra (Legge 120/2002)".

DECRETO LEGISLATIVO n. 387/2003 -Attuazione della Direttiva 2001/77/CE.

DECRETI MINISTERIALI del 20 luglio 2004 -Introduzione di obblighi connessi al servizio di distribuzione dell'energia elettrica e del gas naturale.

DECRETO LEGISLATIVO n. 152/2006 -Testo Unico Ambientale.

DECRETO LEGISLATIVO n. 192/2005 -Attuazione della Direttiva Europea sulla certificazione energetica.

DECRETO LEGISLATIVO n. 216/2006 -Recepimento sistema di scambi di quote di emissione.

LEGGE n.244/2007 -Legge Finanziaria 2008;

LEGGE n. 222/2007- Legge Finanziaria 2008;

PROGRAMMA NAZIONALE ENERGIA RINNOVABILE DELLE BIOMASSE-Ministero per le Politiche Agricole ottobre 1998, approvato con delibera CIPE del 22 luglio 1999;

DECRETO LEGISLATIVO 22/97 in materia di rifiuti, in relazione alla progressiva riduzione delle discariche, al riciclaggio in misura non

inferiore al 35%, al recupero energetico del combustibile derivato dai rifiuti;

PROGRAMMA “Per uno sviluppo durevole e sostenibile” approvato dal Consiglio d’Europa il 1° febbraio 1993 e la decisione n. 2179/98 dello stesso Consiglio che indica l’agricoltura tra i settori prioritari d’intervento e all’art. 10 incoraggia misure nelle aree vulnerabili, in armonia con la convenzione sulla lotta alla desertificazione;

PIANO NAZIONALE PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE CIPE 28/12/93, principali linee di azione nei diversi settori produttivi, secondo aree di competenza ministeriali;

DELIBERA CIPE n. 79/98 del 5 agosto 1998 che istituisce e regola la Commissione per lo Sviluppo Sostenibile prevista dalla delibera CIPE n. 63/98 del 9 luglio 1998;

LEGGE 183/89 e provvedimenti ad essa collegati “Difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi e la recente indagine conoscitiva parlamentare sulla difesa del suolo che ne analizza lo stato di attuazione”;

DECRETO LEGISLATIVO n. 152/99 pubblicato sul S.O. alla G.U. n. 124 del 29/5/99 che istituisce la nuova disciplina sulle acque;

R.D.L. 3267/23 “Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani e successive modificazioni ed integrazioni;

LEGGE 1° marzo 1975, n. 47 recante “Norme integrative per la difesa dei boschi dagli incendi”;

LEGGE n. 267/98 recante le misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione;

RAPPORTO interinale redatto dal Ministero LL.PP sulla difesa del suolo per la programmazione dei fondi strutturali;

RAPPORTO interinale sulla rete ecologica nazionale per la programmazione dei fondi strutturali;

LEGGE 36/94 che detta le disposizioni in materia di tutela e uso delle risorse idriche superficiali e sotterranee ancorché non estratte dal sottosuolo;

R.D. n. 215 del 13/2/1933 “competenze affidate ai consorzi di bonifica”

V PROGRAMMA QUADRO DI RICERCA E SVILUPPO TECNOLOGICO (1998-2002) “Relazione alla gestione sostenibile delle attività rurali, promuove nuove tecnologie per migliorare la gestione delle risorse idriche e la conoscenza dei possibili scenari nelle aree europee a rischio di desertificazione.

DECRETO MINISTERO SVILUPPO ECONOMICO n. 100 del 23 aprile 2008(G.U n.131 del 06/06/08) "Sanzioni amministrative per il mancato raggiungimento dell'obbligo di immissione in consumo di quota minima di biocarburanti".

DECRETO MIPAAF n. 110 del 29 aprile 2008 (G.U. del 19/06/08)

"regolamento recante criteri, condizioni e modalità per l'attuazione dell'obbligo di immissione in consumo nel territorio nazionale di una quota minima di biocarburanti".

DECRETO MINISTERO DELL'ECONOMIA di concerto con SVILUPPO ECONOMICO, MIPAAF E AMBIENTE n. 156 del 3 settembre 2008 (G.U n.239 del'11/10/08). "Regolamento concernente le modalità di applicazione dell'accisa agevolata sul prodotto denominato <biodiesel>, ai sensi dell'art. 22 bis, del Dlg 26 ottobre del 1995, n.504

CIRCOLARE DEL MIPAAF prot. 3567 del 17/07/08 "Comunicazioni dell'obbligo 2008"

CIRCOLARE AGEA prot. N. ACIU 2008.1397 del 19/09/2008: "Verifica delle conformità dei contratti di coltivazione di semi oleosi con Contratti quadro del 18/12/2006"

UNFCCC (1992), United Nations Framework Convention on Climate Change, Rio de Janeiro, Brasil.

Normativa Comunitaria

Libro Verde UE (1995), "Sull'efficienza energetica: come fare di più con meno".

Libro Bianco UE (1997), "Energie per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili. Libro bianco per una strategia e un piano d'azione per la Comunità".

Strategia di Lisbona (2000), "Verso l'Europa dell'innovazione e della conoscenza".

Direttiva 2001/77/CE -Promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'energia elettrica.

Decisione 2002/358/CE -Ratifica del Protocollo di Kyoto.

Direttiva 2003/87/CE -Istituzione Emission Trading.

Direttiva 2004/101/CE -Introduzion Joint Implementation e Clean Development Mechanism.

Regolamento 2004/2216/CE -Istituzione registri per quote di emissione dei GHG.

Direttiva 2006/32/CE -promozione efficienza energetica nella UE.

CONSULTAZIONI WEB

- <http://agrireregionieuropa.univpm.it>
- <http://autorità.energia.it>
- <http://www.eubia.org>
- <http://www.europa.eu/scadplus>
- <http://www.fiper.it>
- <http://www.fonti-rinnovabili.it>
- <http://grtn.it>
- <http://www.infoagri.provincia.mi.it>
- <http://www.itabia.it>
- <http://www.lacombustione.it>
- <http://www.nrel.gov>