

Dipartimento Provinciale di Treviso  
Servizio Suoli

Via Santa Barbara 5/A  
31100 Treviso, Italy  
Tel. +39 0422 558620  
Fax +39 0422 558516  
e-mail: [ssu@arpa.veneto.it](mailto:ssu@arpa.veneto.it)

Veneto Agricoltura - Sezione Ricerca e  
Sperimentazione  
Settore Bioenergie e Fuori Foresta

Viale dell'Università, 14  
35020 Legnaro (PD), Italy  
Tel. +39 049 8293711  
Fax +39 049 8293815  
e-mail: [info@venetoagricoltura.org](mailto:info@venetoagricoltura.org)

# **COLTURE ENERGETICHE E PROTEZIONE DEL SUOLO**



*Giugno 2010*

# GRUPPO DI LAVORO

---

<i>Coordinamento attività:</i>	Paolo Giandon (ARPAV - Servizio Osservatorio Suolo e Rifiuti) Federico Correale (Veneto Agricoltura)
<i>Testi</i>	Paolo Giandon, Silvia Talbot, Silvia Obber, Adriano Garlato (ARPAV) Massimo Ferasin (Veneto Agricoltura)
<i>Predisposizione degli schemi attitudinali e delle schede colturali:</i>	Loris Agostinetto, Massimo Ferasin, Luigi Barella (Veneto Agricoltura) Stefano Bona, Lucia Coletto (Università di Padova) Silvia Obber, Adriano Garlato (ARPAV)
<i>Elaborazione cartografica:</i>	Silvia Obber, Adriano Garlato (ARPAV)

---

# INDICE

<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
<b>LE BIOMASSE DI ORIGINE AGRICOLA</b>	<b>7</b>
BENEFICI E RISCHI AMBIENTALI LEGATI ALLO SVILUPPO DELLE COLTURE ENERGETICHE	9
POTENZIALITÀ NELLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE	10
SUPERFICI AGRICOLE DESTINABILI ALLE COLTURE ENERGETICHE	12
<b>COLTURE ENERGETICHE E PROTEZIONE DEL SUOLO</b>	<b>15</b>
VALUTAZIONE DEI SUOLI AI FINI DELLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE - PRIME APPLICAZIONI IN REGIONE VENETO	17
LA FILIERA DELL'OLIO VEGETALE PURO E DEL BIODIESEL	21
Colza ( <i>Brassica napus var. oleifera</i> )	22
Girasole ( <i>Helianthus annuus L.</i> )	25
Soia ( <i>Glycine max</i> )	28
LA FILIERA DEL BIOETANOLO	31
Mais ( <i>Zea mais indentata</i> )	32
Barbabietola da zucchero ( <i>Beta vulgaris</i> )	35
LA FILIERA ENERGIA E/O CALORE	36
Specie erbacee	36
Miscanto ( <i>Miscanthus sinensis x giganteus</i> Greef et Deuter)	36
Sorgo da fibra ( <i>Sorghum bicolor L. Moench</i> )	39
Canna comune ( <i>Arundo donax L.</i> )	42
<b>Arboreti specializzati da biomassa</b>	<b>43</b>
Pioppi ( <i>Populus spp.</i> )	44
Robinia ( <i>Robinia pseudoacacia</i> )	47
Salici ( <i>Salix spp</i> )	49
Frassino ossifillo ( <i>Fraxinus angustifolia</i> )	51
Olmo campestre ( <i>Ulmus minor</i> ) e olmo siberiano ( <i>Ulmus pumila</i> )	53
Platano ( <i>Platanus hispanica o acerifolia</i> )	56
Paulownia ( <i>Paulownia tomentosa</i> )	58
LA FILIERA DIGESTIONE ANAEROBICA-BIOGAS	61
Triticale ( <i>Triticum x secale</i> )	61
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>63</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>65</b>
I piani di sviluppo rurale (PSR) e gli incentivi economici per la coltivazione delle colture energetiche	66
Glossario	68

# INTRODUZIONE

## *Le iniziative dell'Unione Europea*

La continua crescita del prezzo del greggio, la sempre più stretta dipendenza dei Paesi consumatori da quelli detentori delle grandi riserve di combustibili fossili, i vincoli imposti dal protocollo di Kyoto, hanno aperto un'importante prospettiva anche per la produzione di energie rinnovabili ottenute dalle biomasse di origine agricola e forestale.

D'altra parte tra le fonti rinnovabili di energia, le biomasse prodotte dall'attività agricola hanno riscontrato nell'ultimo decennio un progressivo interesse su scala planetaria; alcuni stati, come il Brasile, hanno investito molto sulla produzione di biocarburanti a partire da coltivazioni agricole, proprio per creare una valida alternativa ai combustibili di origine fossile la cui disponibilità non potrà essere garantita all'infinito.

La Politica Agricola Comunitaria persegue questo obiettivo per aprire, con le colture a valenza energetica, delle nuove opportunità per le aziende agricole e nel contempo integrare le fonti energetiche legate al petrolio. Le colture energetiche possono, infatti, contribuire a trovare nuovi sbocchi di mercato alle produzioni primarie, ampliandone gli spazi e le destinazioni commerciali e costituire una valida risposta a situazioni di abbandono delle coltivazioni in alcune zone agricole più marginali. Inoltre, la politica europea intende ridurre i rischi connessi all'uso dei combustibili in termini ambientali, climatici e di salute per i cittadini.

Già con la Direttiva 2003/30/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'8 maggio 2003, sulla promozione dell'uso dei biocarburanti o di altri carburanti rinnovabili nei trasporti, l'Unione Europea aveva istituito dei "valori di riferimento", ovvero degli obiettivi da raggiungere nei prossimi anni nell'uso di biocarburanti, stabilendo la soglia del 2% della quota di mercato nel 2005 e del 5,75% nel 2010. Per attuare la direttiva, molti Stati Membri si sono concentrati sulle esenzioni fiscali e in questo sono stati agevolati dalla direttiva 2003/96/CE sulla tassazione dell'energia. Altre nazioni hanno optato invece per l'attivazione di obblighi in materia di biocarburanti, imponendo alle imprese di approvvigionamento dei combustibili, di garantire una determinata percentuale di biocarburanti su quelli complessivamente immessi sul mercato interno.

La percentuale del 2% fissata per il 2005 non è stata raggiunta. Con gli obiettivi fissati dagli Stati Membri, al massimo si sarebbe potuto raggiungere l'1,4%. La Commissione ha avviato procedimenti di infrazione in sette casi in cui gli Stati Membri hanno adottato obiettivi ridotti senza motivazione adeguata.

Con la Comunicazione n. 34 del 08.03.06, relativa alla strategia dell'UE per i biocarburanti, la Commissione ha ulteriormente rafforzato la volontà politica verso lo sviluppo di queste fonti alternative di energia, prevedendo specifiche azioni di promozione lungo tutta la filiera produttiva.

La stessa Commissione all'inizio di gennaio 2007 ha ribadito la propria posizione nei confronti del Protocollo di Kyoto, proponendo come impegno immediato l'abbattimento del 20% dei gas serra, incoraggiando di conseguenza la produzione e l'utilizzo di biocarburanti e proponendo di coprire entro il 2020 il 10% del mercato interno dei carburanti per veicoli.

In tutte le iniziative avviate, la Commissione ha inteso affrontare contemporaneamente le esigenze di riduzione del tasso di inquinamento ambientale e quelle di rilancio delle attività agricole.

Nel febbraio 2006, il Commissario all'Agricoltura e allo Sviluppo rurale aveva delineato al riguardo una strategia molto chiara e precisa, sottolineando quanto il protocollo di Kyoto vincoli l'Europa a rispettare obiettivi rigorosi e quanto una sempre maggiore autonomia energetica del blocco UE sia una necessità. La

produzione di biocarburanti può quindi offrire un nuovo sbocco agli agricoltori europei che, nel quadro delle ultime riforme della PAC, sono più liberi di prendere iniziative imprenditoriali.

Alcuni studi indicano che, nei 25 Stati Membri, le colture per biocarburanti potrebbero arrivare ad occupare tra il 4% e il 13% della Superficie Agricola Utilizzabile (SAU).

La “Strategia dell’UE per i biocarburanti”, riporta una serie di interventi legislativi, azioni sul mercato e iniziative nel settore della ricerca per la produzione di combustibili da materie prime agricole, che prevedono in particolare di:

- 1) incentivare la domanda dei biocarburanti;
- 2) valorizzare i benefici ambientali derivanti dalle colture energetiche;
- 3) sviluppare la produzione e distribuzione dei biocarburanti;
- 4) ampliare le forniture di materie prime;
- 5) potenziare le opportunità commerciali;
- 6) sostenere i paesi in via di sviluppo;
- 7) promuovere la ricerca e lo sviluppo.

La recente direttiva (2009/28/CE) recante nuovi standard ambientali per carburanti e biocarburanti approvata dal Parlamento Europeo e dal Consiglio il 27 marzo 2009, prevede una significativa sostituzione dei combustibili tradizionali con quelli ottenuti da colture agrarie, stabilendo un risparmio di almeno il 35% delle emissioni di gas serra entro il 2017, risparmio che verrà successivamente innalzato fino al 60%. La direttiva spiega anche come si calcolano le emissioni, tenendo conto dell’intero ciclo, dalle materie prime impiegate nella coltivazione, al trasporto. Oltre a questo, riporta misure per la tutela della biodiversità e del paesaggio limitando o escludendo la coltivazione a scopi energetici in aree sensibili, come ad esempio suoli ad alto contenuto di carbonio o aree ad “elevato tasso di biodiversità” (come foreste, praterie, zone umide, ecc.). Questo implica che dove si punterà sui biocarburanti ci si dovrà muovere in maniera sostenibile. La stessa direttiva dispone che le materie prime agricole, coltivate nella comunità e utilizzate per la produzione di biocarburante e di bioliquidi, considerate ai fini della misurazione del rispetto dei requisiti per gli obiettivi nazionali e il rispetto degli obblighi in materia di energie rinnovabili, debbano essere ottenute nel rispetto delle prescrizioni e delle norme previste dal regime di sostegno diretto agli agricoltori, conformemente ai requisiti minimi di Buone Condizioni Agronomiche ed Ambientali. Ciò è valido anche per poter beneficiare di sostegni finanziari.

Un punto ancora nevralgico dell’intera questione è il coinvolgimento solo marginale del mondo agricolo nelle decisioni strategiche, se non a livello di contrattazioni collettive sui prezzi del prodotto, a confermare una visione dell’imprenditore limitata alla figura di semplice “fornitore di *commodities*”, che nulla condivide degli eventuali costi/benefici della fase finale della trasformazione energetica e della vendita del carburante. Una filiera che sfugge a questa logica, peraltro molto poco diffusa nel nostro paese, è quella dell’Olio Vegetale Puro (PVO) per autotrazione, con particolare riferimento all’alimentazione di motori a ciclo diesel di uso commerciale adeguatamente modificati. In questi casi è più facile che una parte importante del ciclo complessivo della filiera resti sotto il controllo dell’agricoltore, in particolare nel caso di autoconsumo nei trattori o nelle macchine presenti in azienda.

### **La situazione in Italia e in Veneto**

In Italia, nel 2009, il consumo interno lordo di energia è stato complessivamente di circa 180 milioni di tonnellate equivalenti petrolio - Mtep - di cui poco più di 19 Mtep (11,7%) provenienti da fonti rinnovabili. Tra

le “rinnovabili” l’energia prodotta dalle biomasse è di circa 2 Mtep, quantitativo che corrisponde circa al 11% di tutte le Fonti di Energia Rinnovabile ma che è comunque ancora lontano dai livelli auspicati nel “Libro Bianco” del Governo, che prevedeva un incremento delle biomasse dal 1997 al 2012 del 300%.

Alcune regioni italiane hanno già approntato progetti e proposte per avviare in modo consistente la produzione di bioenergia, bioetanolo e biodiesel. Anche gli stessi agricoltori hanno dimostrato a più riprese di essere favorevoli e disponibili a queste nuove colture “dedicate” alla produzione di biomassa soprattutto in aree agricole maggiormente in crisi (ad esempio zone coltivate a barbabietola da zucchero).

Per ciò che riguarda la citata filiera dell’olio vegetale puro, le problematiche che ne limitano la diffusione nel nostro paese sono legate alla difficile gestione amministrativo/fiscale della produzione, dello stoccaggio e dell’utilizzazione finale dell’olio, oltre alla scarsa competitività di questo carburante, se non adeguatamente allineato, in un *benchmarking* intelligente, al gasolio agevolato per uso agricolo. Non risultano invece particolarmente problematici gli aspetti di tecnici relativi all’adattamento dei motori, con soluzioni adeguate sia in kit di modifica post-produzione che in motori bifuel nativi.

Secondo l’ENEA un grosso limite allo sviluppo su vasta scala della produzione di energia da biomasse agricole è l’eccessiva parcellizzazione delle aziende agricole italiane. Come è noto il territorio agricolo italiano è caratterizzato prevalentemente da aziende di piccole e piccolissime dimensioni, tanto che le aziende che hanno una superficie superiore ai 50 ettari sono soltanto il 2%. La convenienza delle colture energetiche è legata alla loro prossimità all’impianto di trasformazione finale e si può quindi realizzare solamente attraverso un adeguato dimensionamento delle filiere (rapporto equilibrato fra potenze applicate e disponibilità effettiva di biomassa) e tramite l’organizzazione delle aziende agricole in distretti agro-energetici che consentano di gestire superfici investite a una determinata coltura bioenergetica pari ad alcune migliaia di ettari, entro un’area di raggio limitato a poche decine di chilometri (indicativamente inferiore ai 50 Km).

In Veneto, l’Azienda regionale per i settori agricolo, forestale ed agroalimentare, denominata Veneto Agricoltura, ha predisposto un’azione strategica per la Bioenergia allo scopo di qualificare la politica energetica in termini di sviluppo tecnologico e di gestione sostenibile delle risorse disponibili. L’azione è articolata in iniziative di ricerca e sperimentazione, dimostrative, formative e informative finalizzate al rispetto di tre assunti: il primo è che le filiere bioenergetiche in ambito agricolo e forestale presentino un bilancio energetico complessivo sicuramente positivo, il secondo è che l’utilizzo delle biomasse a fini energetici possa essere un’alternativa redditizia per le imprese agricole; il terzo è che le pratiche produttive e le loro filiere siano sostenibili sotto il profilo ambientale. L’azienda regionale ha inoltre costituito un’Unità Complessa Bioenergia (UCB) per coordinare e gestire le numerose iniziative su questo tema e uno specifico Osservatorio.

Analoga iniziativa ha intrapreso l’Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) che ha istituito un Osservatorio Energia per seguire lo sviluppo sul territorio regionale delle energie rinnovabili con particolare attenzione ai possibili impatti ambientali.

# LE BIOMASSE DI ORIGINE AGRICOLA

Le biomasse possono essere utilizzate per produrre energia per autotrazione e riscaldamento oppure per produrre direttamente energia e/o calore. Le quattro filiere principali (fig. 1) sono quelle del biodiesel, bioetanolo (biocarburanti), biocombustibili e biogas (energia e/o calore).

I biocarburanti attualmente prodotti a partire dalle coltivazioni agricole sono essenzialmente di tre tipi:

- Olio Vegetale Puro (PVO), ottenuto per spremitura meccanica e successiva filtrazione e depurazione dell'olio da colture dedicate (colza, girasole, soia le più diffuse)
- Biodiesel che consiste in un carburante ottenuto mediante un processo di transesterificazione dalle stesse colture oleaginose utili a produrre il PVO.
- Bioetanolo che può essere aggiunto alle benzine in varie proporzioni e viene prodotto dalla fermentazione delle colture zuccherino-amidacee tra cui le principali sono mais, sorgo, bietola, canna da zucchero, patata, frumento.

Una nuova frontiera è rappresentata dal bioetanolo di seconda generazione, ancora in fase di perfezionamento dei cicli produttivi, ottenuto da biomasse ligno-cellulosiche di scarto.

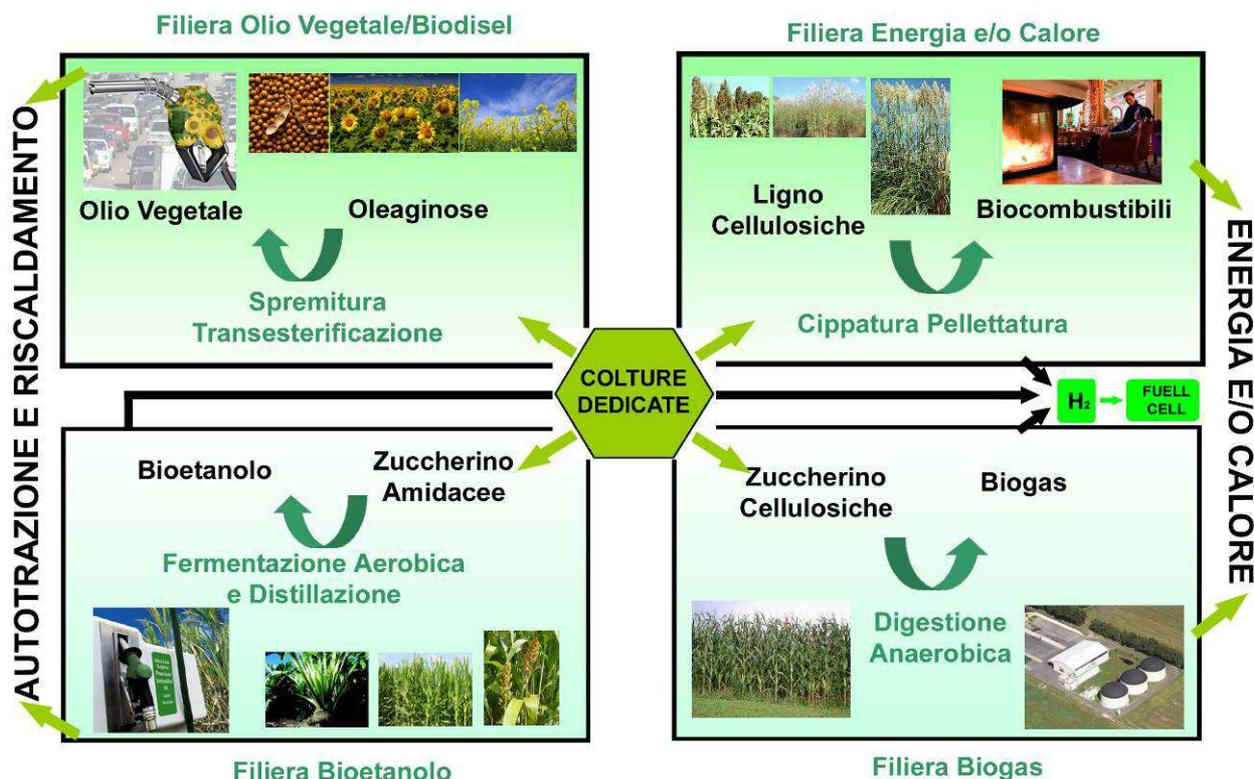


Fig. 1 - Principali filiere delle colture energetiche suddivise tra colture destinate ad autotrazione e riscaldamento (biocarburanti), comprendenti le filiere biodiesel e bioetanolo, e colture destinate ad energia e/o calore, comprendenti le filiere biocombustibili e biogas.

La produzione di energia e calore può anche avvenire direttamente mediante:

- combustione, gassificazione o pirolisi, in particolare delle biomasse legnose ottenute sia dalla gestione delle foreste che dalla coltivazione di piante legnose;
- digestione anaerobica con produzione di biogas, processo per il quale possono essere utilizzate sia biomasse di scarto, quali i reflui zootecnici, che vegetali provenienti da colture agrarie (praticamente tutti i cereali). Il biogas può essere a sua volta purificato mediante processo di *upgrading* che consente di estrarre biometano, direttamente utilizzabile per autotrazione o in rete per riscaldamento domestico, con una resa energetica complessiva molto più alta (senza elevate perdite della quota termica di energia prodotta dalle fermentazioni anaerobiche).

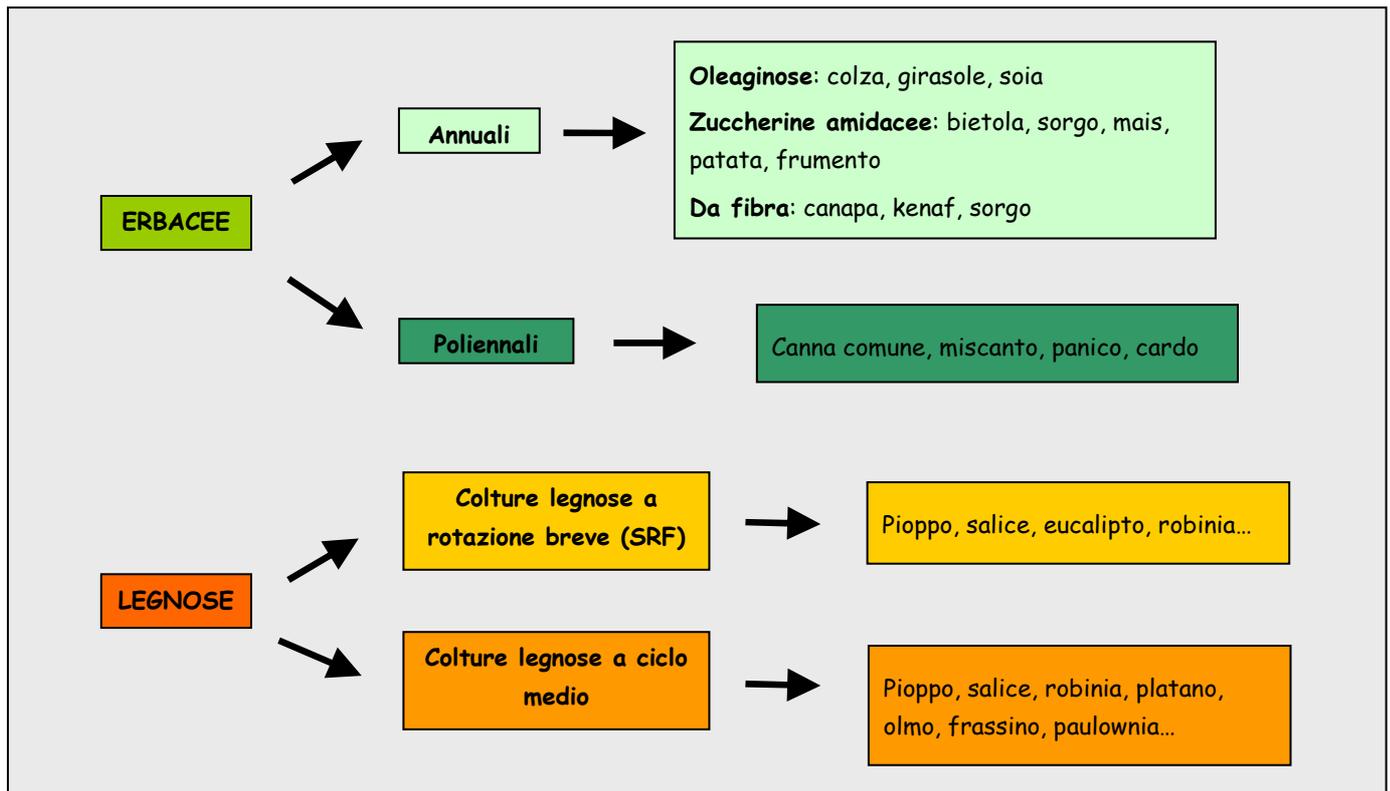


Fig. 2 – Suddivisione delle coltivazioni agrarie in funzione della tipologia (erbacee e legnose) e della durata del ciclo culturale (annuali e poliennali).

In figura 2 viene schematizzata la suddivisione delle colture energetiche in funzione delle principali filiere produttive agricole e della durata del ciclo produttivo. Le colture annuali presentano un interesse più diretto per le filiere dei biocarburanti (biodiesel e bioetanolo) ma anche per la trasformazione in biogas finalizzata alla cogenerazione, mentre le colture poliennali, ed in particolare quelle legnose, sono maggiormente utilizzate come biocombustibili e recentemente per le nuove tecnologie che, sfruttando i processi di gassificazione termochimici o microbiologici, consentono di produrre carburanti liquidi e gassosi a partire da biomasse ligno-cellulosiche (biocarburanti di seconda generazione); esempi di sfruttamento di tali tecnologie si hanno nell'UE in tre impianti pilota (in Svezia, Spagna e Danimarca) mentre in Germania e in Svezia sono presenti impianti dimostrativi di altre tecnologie che convertono la biomassa in biocombustibili liquidi quali l'FT-Diesel (diesel di sintesi derivato dal processo di Fischer-Tropsch) e il biodimetiletero.

Molte colture agrarie, principalmente quelle a scopo alimentare, come il mais, la barbabietola, il colza, il girasole, sono ben conosciute e coltivate da secoli in Italia; così vale per alcune specie legnose, quali il pioppo e l'eucalipto, utilizzate per la cellulosa. Di queste colture sono note le esigenze pedoclimatiche e le

tecniche colturali. Altre specie sia autoctone, come il cardo (*Cynara cardunculus*), il sorgo da fibra (*Sorghum bicolor*), la canna comune (*Arundo donax*), sia esotiche come il miscanto (*Mischantus sinensis*), il kenaf (*Hibiscus cannabinus*) e il topinambur (*Helianthus tuberosus*) potrebbero essere coltivati in futuro per la produzione di biomassa.

E' da tenere presente, inoltre, che le specie a fini energetici devono soddisfare esigenze molto diverse da quelle alimentari, tra cui l'ottenimento di rese sufficienti mediante pratiche colturali poco intensive, a basso "input" energetico e sostenibili sotto il profilo ambientale.

Per tutte le colture che hanno delle buone potenzialità a fini energetici, sono in corso studi e sperimentazioni presso vari Enti di ricerca ed Università. Si tratta principalmente di studi e ricerche sul miglioramento genetico e la selezione di varietà e di cloni che si adattino al nostro ambiente pedo-climatico, diano elevate produzioni di biomassa, abbiano resistenza alle malattie. Le sperimentazioni invece riguardano soprattutto l'ottimizzazione di tutte le operazioni di tecnica colturale, dalla semina alle operazioni di taglio, raccolta e stoccaggio delle biomasse. E' un percorso difficile, complesso, perché le colture da bioenergia, al momento, non sono sempre in grado di fornire produzioni elevate e redditi soddisfacenti tanto più che è necessario valutare anche i bilanci energetici e ambientali della filiera.

## **BENEFICI E RISCHI AMBIENTALI LEGATI ALLO SVILUPPO DELLE COLTURE ENERGETICHE**

Il forte e condiviso impulso che c'è in Italia per le coltivazioni a fini energetici, appurato che abbiano un significato dal punto di vista economico ed in riferimento al bilancio energetico complessivo, non deve comportare ricadute negative sulla qualità dell'ambiente.

L'introduzione delle colture energetiche ad ampia scala potrebbe provocare degli squilibri ambientali soprattutto per quanto riguarda la tutela e il mantenimento del paesaggio agrario.

I rischi che la coltivazione intensiva delle specie da biomassa potrebbe avere sul territorio sono legati a:

- aumento della pressione sull'intero settore agricolo dovuto all'intensificazione delle coltivazioni (compattamento del suolo, eccesso di nutrienti nel suolo e nelle acque, consumo eccessivo della risorsa idrica, erosione);
- conversione di prati e pascoli in terreno arabile, con perdita delle riserve di carbonio immagazzinate;
- perdita della biodiversità per il ritorno a modelli di produzione più intensivi;
- scelta di specie non in equilibrio con le condizioni pedo-climatiche del luogo;
- incremento del rischio di incendio;
- semplificazione del paesaggio.

L'orientamento dell'Unione Europea a questo riguardo si evince dalla dichiarazione del Commissario Europeo per l'Ambiente, Stavros Dimas: "le preoccupazioni ambientali sono divenute una parte integrante delle politiche delle biomasse e dei biocombustibili perché non c'è beneficio nella sostituzione dell'uso non sostenibile del combustibile fossile con l'uso non sostenibile della biomassa e dei biocombustibili". Lo stesso Commissario prende atto del fatto che la biomassa è una risorsa limitata ma preziosa, anche se non può rappresentare l'unica soluzione ai problemi energetici. Da ciò l'invito all'utilizzo consapevole di questa preziosa risorsa in modo da ottenere da questa la massima utilità evitando i possibili effetti negativi. In quest'ottica la Commissione Europea, nella Strategia per i biocarburanti, afferma che è fondamentale prevedere adeguate norme ambientali minime da applicare alla produzione di materie prime per i biocarburanti, adattate alle condizioni locali dell'UE e dei paesi produttori al di fuori dell'UE.

In genere le colture energetiche si coltivano su terreni ritirati dalla produzione anche se per evitare ripercussioni negative sulla biodiversità, l'inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale, sarebbe efficace inserirle nelle normali rotazioni colturali.

Al fine di organizzare la produzione ed i relativi interventi di promozione e sostegno alle biomasse, occorre tenere presenti gli effetti positivi e negativi che le diverse scelte comportano sull'ambiente (tab. 1).

A scala mondiale il maggiore effetto positivo è sicuramente rappresentato dalla riduzione delle emissioni di gas serra e dell'inquinamento atmosferico nonché dal minor ricorso alle fonti di energia fossile.

A scala territoriale possono insorgere problemi legati alla conservazione del suolo, al consumo delle risorse idriche, alla perdita di biodiversità e alla modifica del paesaggio agrario. Viceversa, se ben inserite nei diversi ambienti, le colture da biomassa, possono avere ricadute positive se coltivate su terreni poco adatti alle colture alimentari, oppure su suoli da risanare a causa della presenza di sostanze inquinanti.

A scala aziendale i maggiori problemi sono relativi al bilancio economico delle colture, al mantenimento della fertilità del suolo, alla stabilità delle rese e alla flessibilità dell'ordinamento produttivo.

Tab. 1 – Schema dei principali impatti delle colture da biomassa su aspetti ambientali e gestionali

<b>Scala globale</b>	<b>Scala territoriale</b>	<b>Scala aziendale</b>
Biodiversità	Conservazione del suolo	Bilancio economico
Bilancio CO <sub>2</sub>	Tutela delle risorse idriche	Conservazione della fertilità del suolo
Riduzione altre emissioni	Valori ricreativi paesaggistici	Fabbisogno di lavoro umano e meccanico
Bilancio energetico		Stabilità delle rese
		Flessibilità ordinamento produttivo

## POTENZIALITÀ NELLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE

L'attività agricola ha modellato il paesaggio e modificato gli habitat naturali nei secoli passati. Nel corso degli ultimi cinquant'anni la Politica Agricola Comunitaria (PAC) ha contribuito all'intensificazione della produzione agricola, particolarmente fino al termine del regime di sostegno dei prezzi dei prodotti agricoli.

L'aumentata intensità di impiego di mezzi tecnici nelle pratiche agricole ha provocato significativi impatti sull'ambiente, per quanto riguarda l'incremento del livello dei nitrati, dei fosfati, e talvolta dei pesticidi nelle acque, il degrado di alcuni habitat naturali, l'eccessivo utilizzo di acqua per l'irrigazione ed il maggior contributo all'emissione di gas serra ed inquinanti atmosferici.

Nonostante la riforma degli anni 90 della PAC abbia contribuito ad attenuare tali impatti negativi, non si è ancora raggiunto un buon equilibrio tra utilizzo di risorse per l'attività agricola e protezione dell'ambiente.

La crescente domanda di fonti alternative di energia da prodotti agricoli potrebbe creare nuova competizione tra l'attività agricola esistente, la produzione di energia, l'utilizzo di aree agricole per scopi di conservazione della natura e le necessità legate all'urbanizzazione. L'impatto ambientale delle colture energetiche, quindi, dipende in larga misura dalla scelta delle aree utilizzate per la coltivazione in funzione delle caratteristiche pedo-climatiche, del tipo di coltura e dalle pratiche adottate. Alcune colture infatti (ad es. le perenni) possono anche diminuire la pressione ambientale dell'attività agricola e migliorare la biodiversità dello spazio rurale.

Un punto cardine delle politiche agricole degli ultimi anni, ad esempio, sta nelle forme d'incentivo e sostegno tecnico-economico agli agricoltori che conducono aziende in aree particolarmente importanti per la conservazione della natura. In queste situazioni, la produzione di bioenergia da sistemi di tipo estensivo (sfalci d'erba, pulizia di siepi e aree marginali, legno, ecc.) si può tradurre in un'integrazione al reddito e

contribuire quindi al mantenimento delle stesse aziende agro-naturalistiche. L'esistenza di molte specie vegetali ed animali, infatti dipende dalla presenza di agricoltura di tipo estensivo che spesso non è sufficientemente remunerativa, soprattutto se localizzata in aree marginali, inducendo gli agricoltori alla conversione verso attività più intensive e redditizie oppure all'abbandono di queste terre.

Per poter controllare tutti questi aspetti tra loro interconnessi, a livello europeo si ritiene comunque necessario che le colture energetiche si sviluppino all'interno di un quadro di riferimento che garantisca un approccio ecocompatibile, valutando per ogni zona, con proprie caratteristiche pedologiche, morfologiche e climatiche, le problematiche specifiche legate all'introduzione delle colture energetiche, in funzione dei fenomeni di degrado ambientale potenzialmente presenti, ossia in funzione degli impatti e delle pressioni ambientali. Per fornire orientamenti allo sviluppo delle colture energetiche in quest'ottica di salvaguardia ambientale, l'Agenzia Europea per l'Ambiente ha fornito alcuni criteri di prevenzione delle pressioni sopra descritte che sono stati utilizzati nelle previsioni del possibile sviluppo delle colture energetiche nei paesi dell'Unione Europea; tali criteri sono di seguito elencati e brevemente descritti:

**1) *Almeno il 30% delle aree agricole deve essere dedicato a sistemi di coltivazione "a basso impatto" (agricoltura biologica, integrata, con applicazione di alcune misure agroambientali del Piano di Sviluppo Rurale, ecc.)***

I sistemi di coltivazione di tipo biologico o comprensivi di aree ad alto valore naturale (SIC, ZPS, parchi regionali e altre aree di pregio naturalistico) hanno un elevato livello di biodiversità e rappresentano luoghi di conservazione di habitat particolari soprattutto in regioni agrarie caratterizzate da sistemi agricoli fortemente orientati al mercato. Un livello minimo del 30% di aree in cui sono applicate tecniche di coltivazione a basso impatto costituisce una sorta di baluardo, a garanzia del mantenimento di una certa naturalità necessaria alla biodiversità delle specie, anche in visione dell'introduzione delle colture energetiche.

**2) *Il 3% delle aree agricole oggi coltivate con tecniche intensive deve essere trasformato in aree di conservazione naturale e per la creazione di corridoi ecologici***

Tale criterio è già stato in parte avviato in diverse regioni con le misure dei Piani di Sviluppo Rurale; anch'esso contribuisce al ripristino e mantenimento del "serbatoio" di naturalità, importanti per la sopravvivenza degli ecosistemi.

**3) *Le aree interessate da coltivazioni di tipo estensivo (prati permanenti, oliveti, ecc.) devono essere mantenute***

Le aree che ancor oggi mantengono una presenza rilevante di prati permanenti rappresentano un patrimonio naturalistico da non disperdere, anche in una prospettiva di maggior diffusione delle colture energetiche.

**4) *Devono essere utilizzate solamente colture energetiche a basso input e con basso impatto ambientale***

Le diverse colture a scopo energetico hanno impatti ambientali differenti, come visto in precedenza, sul suolo, sulle acque, sull'aria e sulle specie animali e vegetali; una scelta oculata delle colture in funzione delle condizioni pedoclimatiche e delle tecniche agronomiche applicabili può ridurre in modo consistente i potenziali rischi di impatto ambientale.

## **SUPERFICI AGRICOLE DESTINABILI ALLE COLTURE ENERGETICHE**

Le superfici da destinare alla coltivazione di colture per la produzione di energia sono fortemente influenzate dall'estensione delle superfici che possono essere distolte dalla normale produzione con finalità alimentari.

A livello comunitario si prevede che la futura riforma della PAC, con una totale liberalizzazione dei mercati dei prodotti di origine animale entro il 2025 e l'abolizione del regime delle quote latte, provocherà una diminuzione nelle produzioni zootecniche per effetto dei maggiori costi di produzione, con conseguente diminuzione nella richiesta di terreni destinati alla produzione di alimenti; questi potrebbero essere utilizzati per le colture energetiche.

Secondo le stime dell'Agenzia Europea per l'Ambiente la superficie utilizzata per le colture energetiche dovrebbe aumentare del 50% tra il 2010 ed il 2030, cioè passare dall'8% al 12% della SAU totale, per un totale di circa 162.000.000 ha. Tale aumento sarà dovuto principalmente al contributo dei maggiori produttori agricoli europei (Polonia, Spagna, Italia, Inghilterra, Lituania e Ungheria) per effetto della riforma della PAC, oltre che di Germania e Francia, per effetto di una maggiore competitività tra colture energetiche e colture destinate a prodotti per l'esportazione. In Italia la superficie destinata a colture energetiche dovrebbe passare da 1.074.000 ha nel 2010 a 2.165.000 ha nel 2030.

Le colture a scopo energetico devono soddisfare requisiti e obiettivi produttivi diversi rispetto alle colture convenzionali destinate all'alimentazione; esse devono massimizzare il loro contenuto "energetico" piuttosto che la produzione di sostanze con valore nutrizionale. Attualmente questa condizione non è del tutto rispettata essendo il set di colture a scopo energetico coincidente con quello da sempre destinato alle produzioni alimentari, fatta eccezione per le colture legnose o da fibra, già impiegate per la produzione di combustibili.

Basandosi su valutazioni che combinano obiettivi di minor impatto ambientale con maggior produzione di energia e massima efficienza energetica, anche nella fase di trasformazione ed utilizzo dei prodotti, per ciascuno stato dell'UE sono state individuate delle situazioni ottimali per le colture a scopo energetico. Partendo dalle principali pressioni ambientali (erosione e compattazione dei suoli, rilascio di nutrienti e pesticidi nelle acque, consumo di acqua, rischio di incendio e perdita di biodiversità) potenzialmente esercitate dalle diverse colture, l'Agenzia per l'Ambiente Europea ha valutato che le colture perenni (legnose, graminacee poliennali) hanno generalmente un impatto ridotto rispetto alla maggior parte di quelle annuali. Tra queste ultime i cereali hanno performance ambientali leggermente migliori rispetto al colza, mentre bietola e patata hanno i maggiori impatti ambientali (tab. 2). Inoltre, sistemi estensivi multi-colturali che possono combinare impatti ambientali ridotti con livelli produttivi relativamente elevati perché l'intera pianta può essere raccolta diverse volte in un anno, risultano più praticabili in Europa centro-settentrionale, mentre in Europa meridionale, la scarsa disponibilità di acqua costituisce un fattore fortemente limitante.

Un aspetto di grande peso per le previsioni sull'andamento del settore riguarda il probabile sviluppo tecnologico che potrà condizionare fortemente la richiesta per determinati prodotti. Al momento attuale la maggior parte del potenziale energetico deriva dal contenuto in olio o in amido dei prodotti agrari in quanto queste sono le sostanze che vengono poi convertite in biocarburante. In futuro è prevedibile uno spostamento di attenzione dai biocarburanti di prima generazione (biodiesel dalle oleaginose e bioetanolo da cereali o bietola) a quelli di seconda generazione (carburanti liquidi da biomassa legnosa) o di generazioni ulteriormente evolute (sono già in corso applicazioni sperimentali di biocarburanti di terza e quarta generazione). Inoltre una percentuale maggiore del potenziale bioenergetico agricolo potrebbe essere utilizzato per la produzione di calore ed elettricità. I sistemi di produzione più avanzati di biocarburanti, calore

o energia elettrica sono in grado di utilizzare diverse biomasse come gli sfalci dei prati permanenti, il legno o la pianta intera delle colture tradizionali. Il passaggio dalla produzione di bioetanolo tradizionale a quello prodotto da materiali ligno-cellulosici non richiede la costruzione di impianti completamente nuovi, ed è anche per questo che i cereali stanno diventando più interessanti della bietola per la produzione di biocarburante.

Tab- 2 – Valutazione dell'impatto ambientale delle colture energetiche sulla base delle pressioni sulle matrici ambientali (A= basso, B= medio, C= alto rischio, n/a= criterio non rilevante ai fini della pressione considerata; Fonte: l'Agenzia Europea per l'Ambiente).

Coltura	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Consumo di acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo
<b>Mais</b>	C	B	C	C	A/B	C
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Macchine molto usate, radici poco sviluppate	Fabbisogni alti	Alto uso di fitofarmaci, pianta soggetta a molte malattie	Alta efficienza nell'uso di H <sub>2</sub> O ma spesso irrigata per alte esigenze idriche	Uso fitofarmaci, scarsa differenziazione malerbe
<b>Girasole</b>	C	A	B	A/B	B	A/B
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Apparato radicale profondo e denso; spesso coltivato estensivamente	Fabbisogni moderati buon assorbimento concimi	Può aver bisogno di trattamenti	Resistente a siccità ma cresce meglio se irrigato	Diversità malerbe
<b>Sorgo da fibra</b>	A	A	A	B/C	A/C	B
	Buona copertura del suolo se coltivato a densità elevate	Apparato radicale molto espanso	Richiede solo una concimazione di base	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Fabbisogno di acqua dipende dalla estensivizzazione della coltura	Scarso uso di diserbanti, può essere fonte di cibo (semi)
<b>Miscanto</b>	A	A	A	B/C	A/C	B
	Coltura poliennale; Buona copertura del suolo	Apparato radicale molto espanso	Richiede basse concimazioni	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Fabbisogno d'acqua dipende dalla estensivizzazione della coltura	Coltura fitta da ottimo rifugio agli animali. Scarso uso di diserbanti dopo il primo anno
<b>Soia</b>	C	A	B	B/C	B	A/B
	Suolo scoperto per lungo periodo, coltura a file	Apparato radicale fittonante; spesso coltivato estensivamente	Fabbisogni moderati buon assorbimento concimi	Non competitivo nei primi stadi di crescita	Richiede meno acqua del mais ma è poco resistente a siccità	Coltura fitta da ottimo rifugio agli animali.
<b>Colza</b>	B	A	B/C	C	A	B/C
	Coltura a file ma alta densità di copertura; terreno nudo in estate	Apparato radicale denso	Fabbisogni elevati, rischio di lisciviazione dipende dalla concimazione autunnale	Numerosi trattamenti	Ciclo autunno/ primaverile	Alto uso di fitofarmaci; ricco di polline per insetti pronubi

La stima fatta dall'AEA (fig. 3) prevede che nel 2010 l'energia da biomassa potrebbe ammontare a 47 Mtep, per passare a 95 nel 2020 e 144 nel 2030; questa triplicazione della produzione di energia da biomassa è dovuta a tre fattori:

- una combinazione di maggior disponibilità di terreni agrari per effetto della liberalizzazione dei mercati agricoli e di un aumento della produttività;
- un aumento dei prezzi dell'energia e dei certificati verdi;
- un generale aumento delle rese energetiche per ettaro, soprattutto per la colture energetiche più innovative, dovuto in particolare all'introduzione delle tecnologie di conversione bioenergetica più avanzate dopo il 2010.

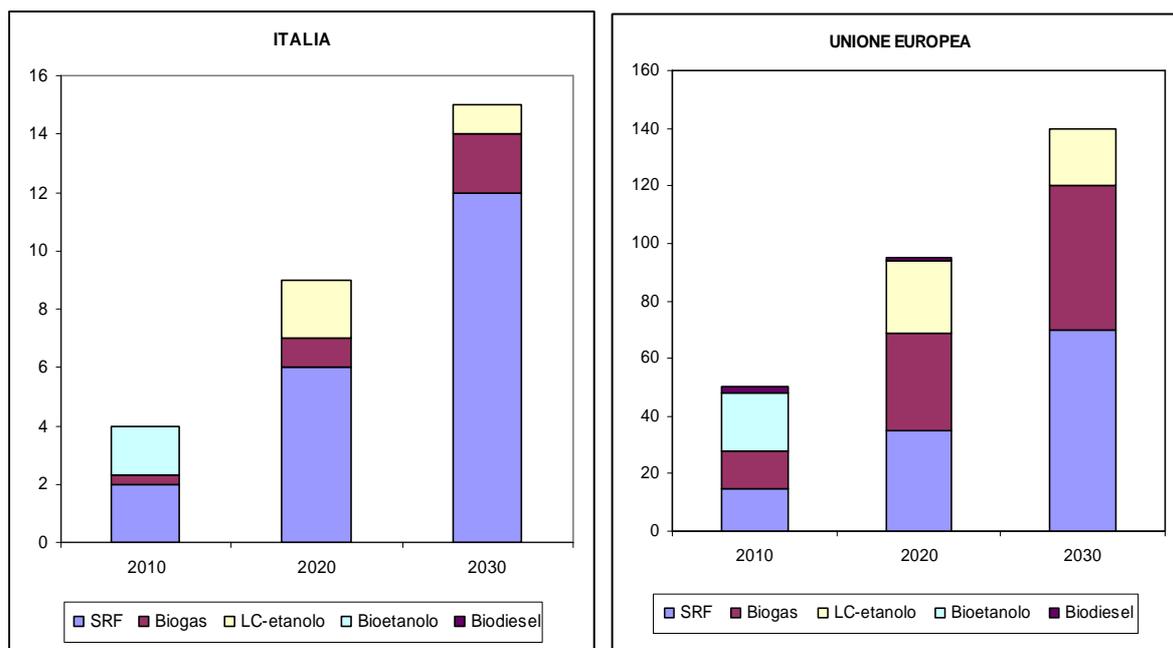


Fig. 3 – Potenziale bioenergetico ecocompatibile (Mtep) stimato dall'AEA per l'Italia e l'Unione Europea; SRF= Short Rotation Forestry (pioppo, salice, ecc.) e colture erbacee permanenti (canna comune, miscanto, ecc), Biogas = mais, erbai, prati, LC-etanolo=cereali pianta intera; Bioetanolo=cereali; Biodiesel=colza e girasole.

Si prevede che la combinazione ottimale di colture energetiche si modificherà drasticamente nel tempo. Mentre nel 2010 il 40% circa del potenziale bioenergetico agricolo potrebbe essere ancora dedicato alle colture per la produzione di biocarburanti convenzionali, successivamente questa quota è destinata a decrescere rapidamente sia per le scarse prestazioni ambientali di alcune colture oleaginose e di alcuni cereali sia per le minori rese energetiche ad ettaro che queste avranno in presenza di sistemi di produzione di biocarburanti dai materiali ligno-cellulosici (che usano la pianta intera e non solo il seme).

Quindi nel tempo le colture di graminacee permanenti e la *Short Rotation Forestry* (cedui da biomassa) sono destinate ad aumentare in modo sostanziale perché, a differenza delle convenzionali colture annuali, assommano basse pressioni ambientali ed alte rese energetiche, nell'ottica dei biocarburanti di seconda generazione.

Anche per le colture destinate alla digestione anaerobica per la produzione di biogas si prevede un consistente aumento dopo il 2020 per effetto di uno sviluppo tecnologico che potrà aumentare sensibilmente l'efficienza nella produzione di biogas.

Il potenziale bioenergetico ecocompatibile stimato dall'AEA è rappresentato in figura 3; l'85% circa di tale potenziale sarà prodotto in soli 7 stati (Spagna, Francia, Germania, Italia, Inghilterra, Lituania e Polonia) che presentano la situazione più favorevole rispetto ad alcuni fattori, quali elevata competitività economica dei sistemi agricoli collegata ad una densità di popolazione equilibrata.

# COLTURE ENERGETICHE E PROTEZIONE DEL SUOLO

Come già evidenziato, lo sviluppo delle colture energetiche pone alcune questioni ambientali. La Comunicazione della Commissione *“Piano d’azione per la biomassa”, Annex 4 - Environmental impacts*, evidenzia due priorità, la prima delle quali riguarda la necessità di garantire che nella produzione di biomassa siano rispettati i requisiti ambientali specifici delle aree di intervento. La Commissione afferma che “per rispondere a queste necessità occorre riflettere con attenzione su dove allestire le colture energetiche affinché s’inseriscano in maniera ottimale nella rotazione delle colture, evitando ripercussioni negative sulla biodiversità, l’inquinamento idrico, il degrado del suolo e la distruzione di habitat e di specie di elevata importanza naturale. I criteri di sostenibilità per la produzione nell’UE non devono, tuttavia, limitarsi alle sole colture energetiche, ma devono interessare tutti i terreni agricoli, come del resto previsto dalle norme sulla condizionalità introdotte dalla riforma della PAC del 2003. Tutti questi criteri devono inoltre tener conto dei vantaggi che la coltivazione delle colture energetiche presenta nei sistemi di rotazione delle colture e nelle zone marginali. Tali criteri e norme (...) devono essere efficaci e non imporre eccessivi oneri burocratici.”

## **La protezione del suolo**

Gli aspetti ambientali da affrontare in relazione allo sviluppo delle bioenergie sono numerosi (biodiversità, invasività delle specie, paesaggio, diffusione nelle aree protette, ecc.). Tuttavia, tenute presenti anche le linee della nuova Politica Agricola Comunitaria e il principio della condizionalità, il suolo è senza dubbio uno degli elementi principali da considerare nel valutare la possibile diffusione delle colture bioenergetiche. Il suolo - e di riflesso le acque - può risentire degli effetti di una indiscriminata diffusione di queste colture e, d'altronde, e' una risorsa estremamente variabile, nello spazio oltre che nel tempo, e indissociabile dall'ambiente in cui evolve. La caratterizzazione dei diversi tipi di suolo e delle loro funzioni, in interazione con gli altri fattori ambientali, è quindi indispensabile per valutare la sostenibilità delle molteplici iniziative, intraprese o ipotizzabili, per la produzione di biomasse da utilizzare a fini energetici e i possibili impatti sui vari comparti ambientali.

Tra le minacce al suolo che potrebbero essere causate da una diffusione delle colture bioenergetiche si menzionano principalmente:

- 1) la contaminazione del suolo prodotta da un incremento nell'uso di input chimici e organici (prodotti fitosanitari, nutrienti, reflui zootecnici, fanghi);
- 2) i processi di compattazione, erosione, causati da una intensificazione delle lavorazioni;
- 3) l'impoverimento del suolo (in carbonio organico e altri nutrienti - K, P) a causa dell'aumento dell'asportazione di biomassa con conseguente calo della fertilità del suolo, riduzione della capacità protettiva delle acque, perdita di biodiversità e riduzione dell'effetto di contenimento della CO<sub>2</sub> in atmosfera.

## **Attitudine dei suoli e delle terre alla coltivazione di colture energetiche**

Ogni suolo si caratterizza per una propria capacità di produrre biomassa, in relazione ai requisiti delle differenti piante coltivate, con definiti usi delle terre e tecniche agroambientali.

Specifico di ogni suolo è quindi anche la reazione ai diversi usi delle terre finalizzati alla produzione di bioenergie: una definita utilizzazione delle terre può, secondo il tipo di suolo, migliorarne o degradarne la qualità. Anche la capacità di fungere da filtro naturale per le acque superficiali e sotterranee o il rilascio nell'atmosfera di anidride carbonica, metano o altri gas, sono funzioni strategiche e specifiche di ogni suolo

(magazzinaggio, filtraggio e parziale trasformazione di minerali, materia organica, acqua, energia e diverse sostanze chimiche).

Per affrontare le problematiche del suolo associate alla diffusione delle colture a scopo energetico è importante sia definire criteri, indirizzi e metodologie (attitudine dei suoli, valutazione delle terre) per la verifica della congruità delle colture proposte rispetto alle caratteristiche e alle condizioni ambientali (sostenibilità ambientale), in linea con gli orientamenti comunitari (PAC, condizionalità), sia studiare e approfondire gli impatti sulle risorse ambientali (degradazione del suolo, consumo e qualità delle acque) e sull'approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili (consumi energetici ed emissioni).

Le conoscenze disponibili a livello regionale sono una base eccellente per impostare una valutazione armonizzata della qualità e vulnerabilità dei diversi tipi di suolo in relazione alla produzione di biomasse, nonché dei possibili impatti su altri comparti ambientali.

Alcuni servizi del suolo regionali hanno elaborato esempi interessanti di applicazione delle informazioni disponibili sui suoli alla valutazione delle diverse capacità di produrre biomasse, di incorporazione di carbonio organico e di reazione a un diminuito apporto dello stesso, di attenuazione dell'inquinamento delle acque. A titolo di esempio nelle tabelle 3 e 4 sono riportati due esempi di applicazione delle informazioni relative ai suoli derivati dalla carta dei suoli per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del girasole (tab. 3 – Regione Piemonte) e del colza (tab. 4 – Regione Friuli Venezia Giulia).

Tab. 3 – Schema interpretativo per l'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione del **girasole** (Piemonte).  
Tessitura: S=sabbiosa, SF=sabbioso-franca, FS=franco-sabbiosa, A=argillosa, AL=argilloso-limoso.

Caratteri e qualità	Molto adatto	Moderatamente adatto	Poco adatto	Non adatto
Reazione (pH topsoil)	5.5-8.3	4.0-5.5 e 8.3-8.9	<4.0 e >8.9	
Tessitura (sez. di controllo)		FS-A-AL	S-SF	
Carbonio org. % (topsoil)	>0.8	<0.8		
Orizzonti compatti (cm)	>80	<80		
Scheletro %	<10	10-35	35-75	>75
Idromorfia (cm)	Oltre 70	40-70		0-40
Morfologia	Pianura e terrazzi	Fondovalle e versante (pendenza <15%)	Versante (pendenza 15%-30%)	Versante (pendenza >30%)
Quota (m s.l.m.)	0-600	600-800	600-800	>800
Incrostamento (topsoil)	Assente-Moderato	Forte		

Tab. 4 – Schema interpretativo per l'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione del **colza** (Regione Friuli Venezia Giulia).  
Tessitura: S=sabbiosa, F=franca, A=argillosa, L= limosa, combinazioni delle precedenti; granulometria: FR=frammentale, SS=scheletrico sabbiosa, A=argillosa; AF=argilloso fine, AMF=argilloso molto fine, S=sabbiosa, F=franca, FG=franco grossolana, FF=franco fine, LG=limoso grossolana, LF=limoso fine; drenaggio interno: ED=eccessivamente drenato, PED=piuttosto eccessivamente drenato, BD=ben drenato, MBD=moderatamente ben drenato; PMD=piuttosto mal drenato; MD=mal drenato, MMD=molto mal drenato.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto	Adatto	Poco adatto	Non adatto
Scheletro (%)	ALTA	0-35	36-70		>70
Tessitura (pH)	ALTA	FS-F-FL-LSA-FA-FLA-AS	SF-L-AL-A	S	
Granulometria	ALTA	SF-F-FG-FF-LG	SA-A-AF-AMF-S-LF	SS	FR
Riserva idrica (AWC, mm)	ALTA	>100	50-100	<50	
Drenaggio interno	ALTA	BD-MBD	PED-PMD	ED-MD	MMD
Reazione (pH)	MEDIA	5,6-8,4	4,6-5,5	<4,6 / >8,4	
Pietrosità superficiale (%)	MEDIA	0-1	1-15	15-50	>50

La valutazione della combinazione pianta-suolo passa attraverso la considerazione prioritaria di alcuni aspetti prettamente agronomici anche se mai separabili dai risvolti ambientali; infatti una combinazione ottimale consente di sfruttare al meglio le potenzialità della pianta e quindi richiede meno interventi e utilizzo di input esterni.

I principali aspetti agronomici da considerare sono i seguenti:

- adattabilità della coltura;
- produttività;
- sostenibilità economica (irrigazioni, nutrizione, difesa);
- resistenza a condizioni climatiche avverse;
- suscettività della coltura a caratteri negativi del suolo (strati compatti, idromorfia, calcare, ecc.).

La valutazione degli aspetti agronomici non esaurisce le considerazioni necessarie a definire l'attitudine dei suoli alle colture energetiche; è importante e necessario per quanto sopra riportato considerare anche alcuni aspetti ambientali, in particolare:

- il mantenimento di un livello minimo di carbonio organico per la fertilità del suolo;
- il contenimento del rischio di erosione e di compattazione;
- il miglioramento della qualità delle acque (riduzione di nutrienti e fitofarmaci).

Un'adeguata considerazione di questi rischi sarà sempre più tenuta in considerazione nel prossimo futuro nell'ambito degli interventi previsti per la protezione del suolo. Adeguati strumenti di definizione e quantificazione di tali fenomeni sono in fase di messa a punto a livello regionale, nazionale oltre che europeo. La Commissione Europea infatti ha adottato la Strategia Tematica per la protezione del suolo (COM (2006), 231) dove vengono identificate precise minacce per il suolo e una proposta di Direttiva COM (2006), 232) con lo scopo di proteggere i suoli europei.

## **VALUTAZIONE DEI SUOLI AI FINI DELLA COLTIVAZIONE DI COLTURE ENERGETICHE - PRIME APPLICAZIONI IN REGIONE VENETO**

In Veneto, la disponibilità di informazioni sui suoli, ha permesso di impostare una valutazione dell'attitudine delle terre alla produzione di colture a scopo energetico, tenendo conto dei potenziali impatti collegati al suolo e ad altre matrici ambientali:

- l'erosione del suolo riveste un'importanza particolare negli ambienti collinari e montani, soprattutto dove aree ora inerbite dovessero essere lavorate;
- la compattazione dei suoli assume risvolti problematici nei territori di bassa pianura caratterizzati da suoli a tessitura fine e deflusso delle acque difficoltoso dove, in occasione di eventi piovosi significativi, il mancato assorbimento delle acque da parte dei suoli comporta un aumento incontrollato delle portate dei canali di scolo;
- il rilascio di nutrienti nelle acque, in particolare azoto, risulta grave nelle zone definite "vulnerabili" ai sensi della Direttiva Nitrati e che interessano più del 60% della pianura veneta; in queste zone l'utilizzo dei fertilizzanti, organici o minerali, deve essere particolarmente oculato anche per le colture energetiche, dovendo garantire un costante equilibrio tra asportazioni e concimazioni;
- l'utilizzo di acqua per l'irrigazione è particolarmente impattante in aree con suoli grossolani (alta pianura) dove si raggiungono livelli produttivi accettabili solo con un consistente apporto di acqua irrigua; qui

l'eventuale scelta di colture energetiche dovrebbe preferenzialmente ricadere su specie meno esigenti dal punto di vista irriguo;

- la biodiversità dell'ambiente rurale, infine, è connessa alla gestione complessiva dell'azienda, per cui l'intensificazione delle lavorazioni e il massiccio utilizzo di fertilizzanti, antiparassitari e acqua irrigua, uniti alla scarsa diversificazione colturale, portano alla semplificazione dell'ecosistema e alla perdita della diversità originaria.

### **La metodologia**

L'obiettivo del lavoro è affrontare la valutazione dell'attitudine dei suoli alla produzione di colture a scopo energetico, tenendo in considerazione gli aspetti precedentemente descritti. La valutazione di attitudine è stata finora predisposta per alcune specie a scopo energetico affiancando alla classica valutazione puramente agronomica che combina le esigenze della coltura alle caratteristiche dei suoli, una valutazione di tipo qualitativo sulla previsione degli impatti sul suolo di tale coltura, secondo i seguenti passaggi.

#### *1- Valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltura energetica*

La propensione di una pianta agro-forestale ad accrescersi e quindi a produrre biomassa in maniera più o meno marcata, è determinata dalle condizioni pedoclimatiche e, in modo particolarmente significativo, dalle interazioni che essa instaura con i caratteri fisico-chimici del suolo. E' proprio da queste relazioni che è possibile vagliare un primo livello di informazioni per definire l'attitudine alla coltivazione. Per verificare quali sono i vincoli che possono determinare una crescita equilibrata o stentata di una specie, sono stati costruiti degli schemi di correlazione tra i principali caratteri del suolo e le classi di attitudine colturale suddivise in "molto adatto", "adatto", "poco adatto" e "non adatto".

I valori inseriti nelle matrici di ogni singola coltura sono stati assegnati sulla base di informazioni ricavate in bibliografia, dall'esperienza e dalle osservazioni critiche di un panel di esperti, valutando i requisiti che possono determinare variazioni di rendimento della coltura. Le classi di attitudine si basano sulle variazioni quali-quantitative di produttività delle colture. I migliori livelli di produttività sono rappresentati dalla classe "molto adatto" e quelli inferiori, per un calo progressivo di rendimento di circa il 20- 25 %, alle classi successive. I terreni classificati con il termine "non adatto" esprimono, per uno o più limiti delle condizioni pedologiche, rese di produttività potenzialmente inferiori al 50-60% rispetto alle condizioni ritenute ottimali. Ciò non rappresenta un limite assoluto alla coltivazione ma una condizione non convenientemente praticabile. Le classi di "molto adatto" e "adatto" distinguono, per le diverse caratteristiche del suolo, le performance colturali ma sono entrambe legate a condizioni di sicura attuabilità della coltura.

Le matrici di valutazione dell'attitudine di ogni coltura poggiano sulla qualità delle informazioni disponibili. A rappresentare tale qualità è stato utilizzato un indice sintetico definito "*grado di fiducia*", importante metadato che riguarda l'affidabilità delle informazioni stesse, in alcuni casi molto variabile.

I valori inseriti nelle matrici si riferiscono, infatti, a dati acquisiti da studi di ecofisiologia, all'interpretazione di indagini tecnico-scientifiche (che in alcuni casi si sono dimostrate non omogenee o non coincidenti al variare delle fonti) o ad alcune dinamiche nei rapporti pianta/soilo ritenute possibili ma non verificate sperimentalmente. In riferimento a queste diverse situazioni dei dati di base, il grado di fiducia *basso* si riferisce a modelli implementati sulla base di prevalenti informazioni bibliografiche e pochi dati sperimentali, il grado di fiducia *medio* è assegnato ad un sufficiente dettaglio delle informazioni con riscontro oggettivo sulla base di osservazioni in campo in più luoghi e anni, mentre il grado di fiducia *alto* è attribuito alle informazioni con valore scientifico.

## 2- Valutazione dell'impatto ambientale della coltura energetica

L'attribuzione ai suoli di classi di attitudine alla coltivazione delle colture a scopo energetico è una prima elaborazione che permette di conoscere le potenzialità dello sviluppo del settore bioenergetico, identificando i migliori ambiti regionali per la loro coltivazione, dal punto di vista prettamente agronomico. Questo risultato non è però esauriente e deve essere ulteriormente approfondito considerando le pressioni e gli impatti che le varie colture possono avere sul suolo a cause delle tecniche di coltivazione. E' necessario, quindi, considerare oltre gli aspetti agronomici anche alcuni aspetti ambientali quali:

- il mantenimento di un livello minimo di carbonio organico per la fertilità del suolo;
- il contenimento del rischio di erosione e di compattazione;
- il miglioramento della qualità delle acque (riduzione di nutrienti e fitofarmaci).

A tal fine, per ogni coltura è stata redatta una tabella di valutazione della pressione sul suolo (basso rischio, medio rischio, alto rischio, n/a= criterio non rilevante ai fini della pressione considerata), in sintonia con quanto proposto dall'Agenzia Europea per L'Ambiente (tab. 2).

## 3- Rappresentazione cartografica

Per la rappresentazione cartografica dell'attitudine dei suoli alle colture a scopo energetico, è stata utilizzata la base dati fornita della Carta dei Suoli del Veneto in scala 1:250.000. La valutazione è incentrata sulle zone di pianura e collina e si è spinta verso la zona montana solo per quanto riguarda l'ampia Valbelluna e alcuni principali fondovalle alpini e prealpini, zone in cui lavorazioni, impianti ed interventi di questo tipo risultano economicamente e tecnicamente sostenibili. Si sono esclusi quindi i veri e propri versanti montani, perlopiù boscati e gli ambienti alpini in genere. I caratteri considerati riguardano sia il suolo che alcuni aspetti fisiografici quali esposizione e quota.

I caratteri del suolo presi in considerazione sono:

- quantità di frammenti grossolani (*scheletro*);
- tessitura;
- riserva idrica (*available water capacity-AWC*);
- drenaggio interno;
- reazione;
- profondità della falda;
- salinità (conducibilità elettrica nell'estratto con rapporto terreno-acqua 1:2 in mS/cm);
- quantità di carbonio organico (solo per il platano).

Per quanto riguarda le colture arboree, i caratteri del suolo disponibili in banca dati per singolo orizzonte pedogenetico, sono stati valutati sulla profondità di 1 metro, per meglio rappresentare le condizioni del suolo esplorato dalle radici di tali piante. Per le colture erbacee, invece, si sono considerate solo le caratteristiche dell'orizzonte superficiale.

Dalla banca dati dei suoli è stato possibile estrarre i dati di base necessari alla valutazione dell'attitudine del suolo alle diverse colture, mentre per gli aspetti fisiografici si sono utilizzate delle elaborazioni del modello digitale del terreno (DTM), disponibili per il territorio del Veneto.

L'attitudine del suolo ad ogni coltura [*molto adatto (1), adatto (2), poco adatto (3), non adatto (4)*] è stata valutata in riferimento alla singola Unità Tipologica di Suolo (UTS), attraverso una serie di interrogazioni

(query) a cascata della banca dati delle UTS, riferendosi al carattere più limitante. Dal punto di vista cartografico, l'attitudine è riferita all'Unità Cartografica (UC) della carta dei suoli. Le UC della carta delineano zone con relativa omogeneità nella presenza e distribuzione dei suoli per cui ad ogni UC è stata attribuita la classe di attitudine che si riferisce all'UTS presente con frequenza dominante.

I passaggi tecnici principali si possono così riassumere:

- estrazione delle caratteristiche dei suoli riferite ad ogni UTS per ogni coltura;
- ponderazione di tali caratteri sulla profondità di 1 metro per le colture arboree o sull'orizzonte superficiale per quelle erbacee;
- attribuzione della classe di attitudine (da 1 a 4) relativa ad ogni caratteristica, con riferimento agli schemi allegati, elaborati per ogni coltura;
- valutazione della classe di attitudine di ogni UTS per ogni coltura, riferita al carattere più limitante;
- attribuzione della classe di attitudine all'UC, in base all'attitudine dell'UTS dominante;
- restituzione cartografica dell'attitudine per ogni UC.

Il percorso logico del procedimento è evidenziato in figura 4.

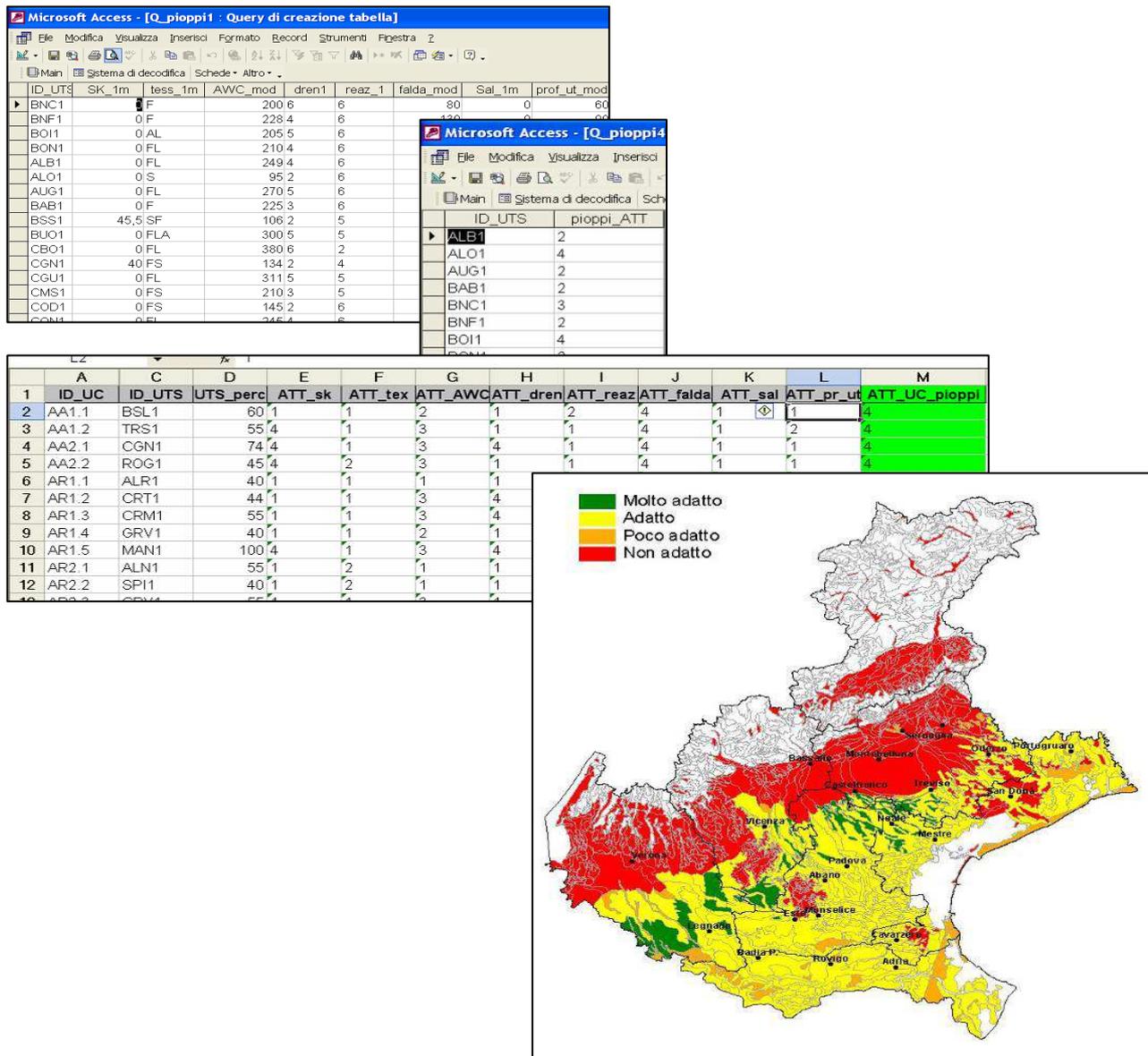


Fig. 4 – Procedimento di estrazione di informazioni dalla banca dati e creazione delle cartografie di attitudine per le diverse specie.

## LA FILIERA DELL'OLIO VEGETALE PURO E DEL BIODIESEL

L'Olio Vegetale Puro (PVO) è ottenuto per spremitura meccanica e successiva filtrazione e depurazione dell'olio da colture dedicate mentre il biodiesel è un carburante ottenuto mediante un processo di transesterificazione dalle stesse colture oleaginose in metil-estere per mezzo di una reazione con metanolo (fig. 5).

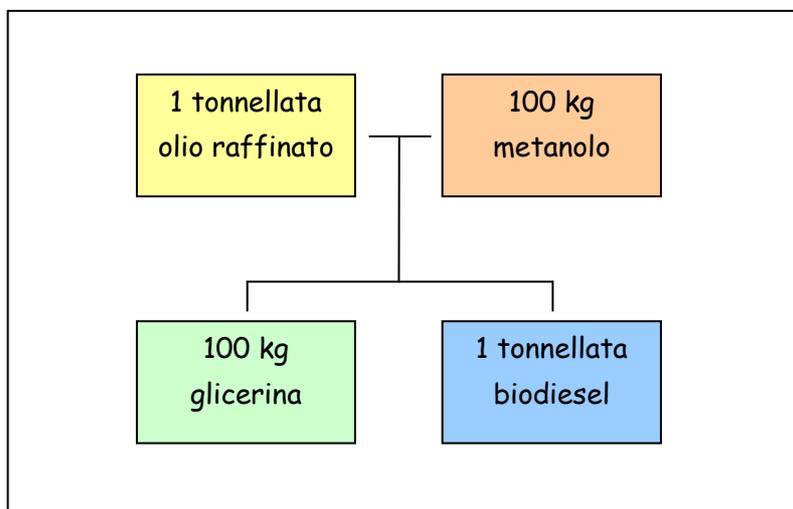


Fig. 5 – Bilancio di massa semplificato per la produzione di biodiesel mediante processo di transesterificazione

Il prodotto ottenuto è utilizzato come combustibile per riscaldamento e/o carburante per autotrazione, puro o miscelato con gasolio minerale. Attualmente la produzione di biodiesel non risulta ancora competitiva rispetto a quella del gasolio, tuttavia la filiera dell'olio vegetale puro, essendo più semplice ed economica, è realizzabile con buoni risultati anche in Italia. L'olio vegetale puro può essere utilizzato direttamente su motori diesel adattati o su gruppi elettrogeni e bruciatori di caldaie e quindi può essere utilizzato nelle aziende agricole per sostituire il carburante tradizionale. Inoltre il pannello proteico residuo può essere destinato all'allevamento zootecnico e questo facilita la filiera corta, nelle aree dove sono presenti allevamenti dove le colture oleaginose non entrano in competizione con quelle a destinazione alimentare. L'utilizzo locale dell'olio da semi è la soluzione più conveniente per le aziende italiane, infatti la superficie agricola disponibile difficilmente può sostenere la filiera produttiva dei biocarburanti in rapporto al soddisfacimento delle richieste.

Le colture ritenute maggiormente adatte alla produzione di oli da semi e frutti sono: colza, girasole e soia. La soia però non è un'oleifera e tutti i genotipi diffusi nel Veneto non contengono più del 20-22% di olio che oltretutto è di scarsa qualità perché molto insaturo e non particolarmente adatto alla trasformazione in biodiesel.

Per poter valutare l'impatto ambientale delle coltivazioni oleaginose e definire se il biodiesel sia più o meno inquinante di altri combustibili, è necessario studiare l'intero ciclo di vita ossia l'intero processo produttivo. Vari studi e attività di ricerca condotti dall'Agenzia Ambientale Europea, dal Comitato Termotecnico Italiano, dal Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali dell'Università di Padova e da altri organi di ricerca, hanno analizzato il ciclo di vita del biodiesel e di altri biocombustibili per valutarne l'impatto ambientale. In tutte le fasi della filiera produttiva del biodiesel (dalla coltivazione all'estrazione e lavorazione dell'olio) c'è un consumo di risorse non rinnovabili con emissione di sostanze inquinanti ma il bilancio ambientale risulta in ogni caso positivo rispetto all'utilizzo di combustibili fossili.

Diffuso fin dal medioevo nell'Europa centro-settentrionale, dai suoi semi veniva estratto l'olio da impiegare nell'illuminazione pubblica e privata.

Appartiene alla famiglia delle *Brassicaceae* e si è originato spontaneamente dall'incrocio tra *Brassica campestris* (rapa) e *Brassica oleracea* (cavolo) nel bacino del mediterraneo. Il colza coltivato è una pianta annuale.

La distinzione tra le varietà viene fatta in base al ciclo produttivo: le varietà autunnali necessitano di un periodo di freddo invernale e sono più produttive, quelle primaverili sono adatte per le regioni meridionali.

Nella Pianura Padana l'epoca di semina va da fine settembre ad inizio ottobre, 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 inizia la fioritura e dopo 30 - 40 giorni comincia l'accumulo nei semi 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. Il 12-20% del peso dell'intero seme è rappresentato dal tegumento; tolto questo, il seme risulta composto da due cotiledoni e dall'embrione che contengono le sostanze di riserva. L'embrione contiene dal 38 al 50% (in media 40-42%) di olio e il 21-24% di proteine; nelle varietà primaverili il contenuto in olio aumenta progressivamente durante la maturazione; in quelle invernali, invece, aumenta fino a quando il seme non assume la tipica colorazione giallognola, per poi diminuire a maturazione completata.

Produttività: le attuali produzioni medie sono dell'ordine di 2,6 t/ha, in Veneto fino a 3-4 t/ha. Punte record sono state segnalate negli anni scorsi fino a 5 t/ha. Il contenuto in olio è elevato (attorno al 45%) e si possono avere buone rese anche in annate difficili (stabilità produttiva).

Esigenze e adattamento ambientali: il colza non necessita di temperature elevate per svilupparsi. Lo zero di vegetazione è a 6-8 °C. Le varietà autunnali resistono molto bene al freddo. Teme periodi siccitosi soprattutto durante le fasi di levata e fioritura. Predilige climi temperati, umidi, non troppo soleggiati, terreni profondi e freschi; tollera sufficientemente la salinità.

Tecniche di coltivazione: il colza non richiede lavorazioni profonde quindi è sufficiente lavorare il terreno a 25 cm di profondità; con clima secco e terreno argilloso si può optare per una semplice erpicatura a 10-15 cm. Il periodo per la semina varia in funzione dell'ambiente di coltivazione, in Italia la data consigliabile è tra la metà di settembre e la metà di ottobre. L'investimento teorico può variare da 100 a 120 piante/m<sup>2</sup> per ottenere, alla raccolta, una densità di 50-60 piante/m<sup>2</sup>; il quantitativo di seme necessario, varia da 5 a 7 kg/ha. Si impiegano seminatrici di precisione o, in alternativa, seminatrici per frumento regolate per una distanza tra le file di 25-30 cm.

In pre-semina vanno distribuiti anche i concimi minerali: 60-80 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 70 kg/ha di K<sub>2</sub>O; l'azoto (il fabbisogno è di circa 150 kg/ha) deve essere frazionato tra la semina ed il periodo precedente la levata. Nel periodo iniziale di accrescimento è di fondamentale importanza la lotta alle malerbe, tra cui la più temibile è la *Sinapis arvensis*. Quindi si può agire con prodotti di semina o in pre-emergenza. La pianta può essere attaccata da diversi fitofagi ma la fitopatia più importante è l'*Alternaria brassicae* che interessa tutto il ciclo vegetativo della coltura e può provocare la morte delle giovani plantule. Un'accurata concia del seme, rotazioni non troppo corte e l'impiego di cultivar resistenti rappresentano validi metodi di lotta.

Alla maturità la pianta si presenta in gran parte defogliata e con la parte terminale dello stelo e delle ramificazioni secche. La raccolta viene effettuata quando l'umidità media del seme è inferiore al 14%. La data è compresa, al nord Italia, tra la seconda e la terza decade di giugno. Si impiegano mietitrebbie con testata per frumento opportunamente regolate.

Il *disciplinare regionale per l'agricoltura integrata* prevede una rotazione triennale e il divieto di avvicendamento con soia, girasole e bietola; le dosi massime apportabili di macronutrienti sono N=100 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=50 e K<sub>2</sub>O=50.

Non è consentito l'intervento con antiparassitari contro i parassiti fungini; sono ammessi solo alcuni erbicidi in pre e post-emergenza con dosi limitate.

Vantaggi: il colza si può considerare una coltura che assorbe l'azoto residuo e può essere seminato senza eseguire concimazioni azotate se non in primavera, quindi ben si adatta alle nuove normative finalizzate alla riduzione dell'inquinamento da nitrati; presenta rese in olio elevate e rese quantitative stabili nel tempo e può essere introdotta con successo in rotazione con il frumento, con vantaggi ad entrambe le colture.

Svantaggi: non è una coltura molto diffusa e la tecnica colturale è poco conosciuta; non può succedere a sé stessa né a girasole o soia a causa della sclerotinia (patogeno). Inoltre è ospite del nematode *Heterodera schachtii* quindi è meglio evitarne la coltivazione in zone dove è diffusa la barbabietola da zucchero.

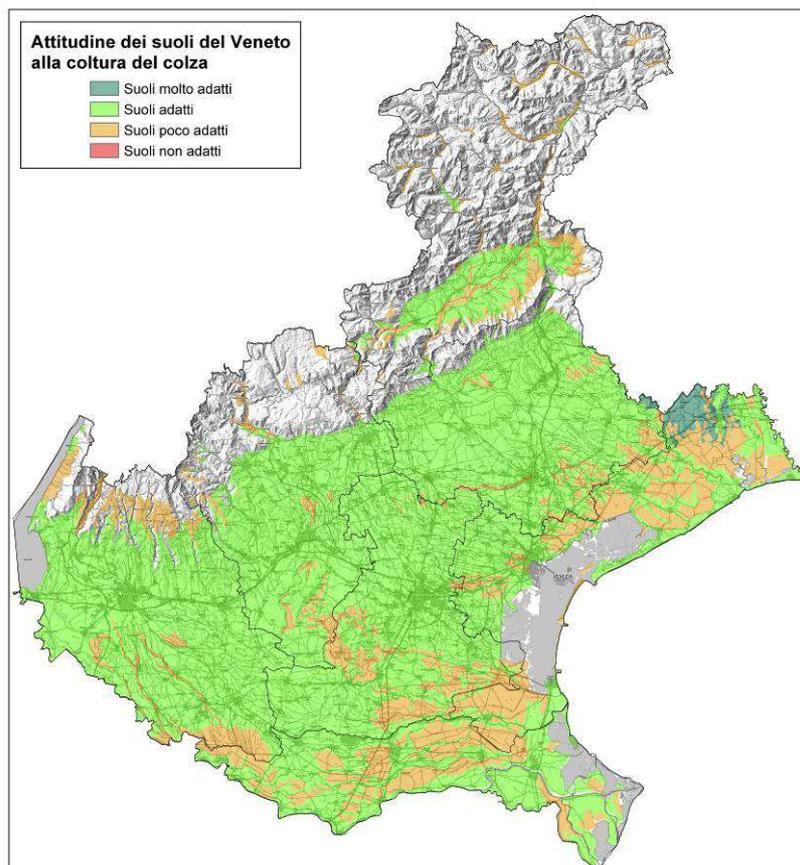
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL COLZA

Tabella 5 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del colza.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	0-35	35-70	>70	
Tessitura	BASSA	FS-F-FL-FSA-FA-FLA	SF-A-AS-AL	S	
Riserva idrica (AWC-mm)	BASSA	>100	50-100	<50	
Drenaggio interno	MEDIA	buono, mediocre	mod. rapido	rapido, lento, molto lento	impedito
Reazione (pH)	BASSA	5,4-7,8	4,5-5,4 o 7,8-8,4	<4,5 o >8,4	
Falda (cm)	MEDIA	100-150	>150 e 80-100	80-100	<50
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	BASSA	<1	1-2	2-5	>5
Carbonio organico (%)	MEDIA	0,7-5	0,3-0,7 o 5-12	<0,3 o >12	
Quota (m s.l.m)	MEDIA	<700	<700	>700	
Esposizione	INDIFFERENTE				
Grado di fiducia: MEDIO					

Tabella 6 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del colza.

COLZA	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Da basso a medio	Basso	Basso	Medio	Medio	Medio



## **GIRASOLE (*Heliantus annuus* L.)**

Originaria dell'America nord-occidentale e coltivata dagli indiani d'America a scopo alimentare, fu introdotta in Europa nel 1500 come pianta ornamentale ed officinale e solo dalla prima metà dell'800 venne utilizzata come pianta oleifera.

Il girasole appartiene alla famiglia delle *Asteraceae* a ciclo primaverile-estivo.

Il fusto, che si presenta eretto e robusto, può raggiungere un'altezza compresa, per le varietà coltivate in Italia, tra 1,5 e 2,2 metri. Il frutto, impropriamente detto seme, ha forma allungata con colore che varia dal bianco al nero, a volte con nervature. Il seme vero e proprio, che rappresenta il 70-75% dell'achenio, è costituito da un tegumento seminale, dall'embrione e da due cotiledoni contenenti grassi e proteine (contiene fino al 55% di olio, mediamente circa il 48%).

L'apparato radicale è costituito da un fittone centrale che può approfondirsi fino a 2 m nel suolo e da fitte ramificazioni laterali; questa caratteristica conferisce al girasole una notevole resistenza agli stress idrici.

Il ciclo colturale del girasole dura in media 110-145 giorni, in funzione della *cultivar*. L'accrescimento di questa pianta è piuttosto veloce nel periodo di fioritura, durante il quale viene prodotto circa l'80% della biomassa.

Dopo la fioritura gli assimilati migrano verso i frutti che costituiscono gli organi di riserva. La maturazione fisiologica viene raggiunta quando il peso secco dei frutti cessa di aumentare. In Italia, generalmente, la raccolta viene eseguita in settembre, quando tutte le piante si presentano completamente disseccate.

Produttività: a livello nazionale le produzioni medie di seme sono di circa 2,5 t/ha; in condizioni molto favorevoli (ad esempio in coltura irrigua) si possono raggiungere le 4,5 t/ha e comunque in Veneto le rese medie sono di 3-4 t/ha. I frutti (impropriamente detti semi) sono costituiti per il 42-48% da olio e per il 20-25% da proteina.

L'estrazione dell'olio per pressione (filiera dell'olio vegetale puro) ha un rendimento del 70% (costo 23-46 €/ton di semi per trasformarlo in olio filtrato).

Esigenze e adattamento ambientali: il girasole dimostra una buona adattabilità e non presenta particolari esigenze. Essendo originario di ambienti a clima temperato, predilige temperature relativamente alte: lo zero di vegetazione è pari a 6 °C. Per uno sviluppo ottimale necessita di una forte luminosità, di pioggia primaverile e di un periodo di secco a fine ciclo. Il fabbisogno d'acqua raggiunge il massimo nei 45 giorni a cavallo della fioritura mentre la morfologia dell'apparato radicale conferisce alla pianta una notevole resistenza alla siccità estiva. Per quanto riguarda il suolo, il girasole si adatta a tutti i tipi di tessitura e reazione e presenta una moderata tolleranza alla salinità.

Tecniche di coltivazione: il girasole è una pianta "da rinnovo", si avvantaggia cioè delle lavorazioni profonde e delle concimazioni organiche e può quindi sfruttare l'effetto residuo del mais e precedere colture come la bietola. E' sconsigliata la monocoltura per la possibilità di attacchi parassitari.

Il terreno deve essere lavorato profondamente, per consentire una buona capacità di ritenzione idrica: normalmente viene fatta un'aratura autunnale profonda 30-40 cm; un'operazione più efficace risulta però essere un'aratura accompagnata da ripuntatura. Le varietà attualmente disponibili sul mercato sono costituite da ibridi suddivisi in 3 classi: precoci, medi e tardivi.

I medio-precoci e medio-tardivi sono attualmente i più diffusi poiché presentano i migliori caratteri sia per quanto riguarda le caratteristiche agronomiche che i livelli produttivi. L'epoca ottimale per la semina nel Nord Italia va dalla fine di marzo ad aprile.

La densità è compresa tra 50.000 e 90.000 piante/ha; si possono impiegare seminatrici da mais (distanza tra le file di 60 cm) o seminatrici pneumatiche di precisione. La quantità di seme necessaria varia da 4 a 7 kg/ha; i semi vengono interrati a 3-4 cm dopo aver subito dei trattamenti con anticrittogamici contro peronospora (*Plasmopara helianthi*) e marciumi.

Per quanto riguarda la concimazione minerale, al fine di ottenere una normale produzione di sostanza secca (8 t/ha), equivalente a 3,5 t di seme, vengono apportati circa 80-100 kg di N, 80-100 kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50-150 kg di K<sub>2</sub>O (il potassio è l'elemento più richiesto da questa coltura). È molto utile effettuare la concimazione fosfo-potassica durante la preparazione del letto di semina. L'azoto invece va distribuito in parte alla semina (60%) ed in parte in copertura (40%).

Grazie alla rapidità di sviluppo, il girasole ha normalmente effetto soffocante sulle erbe infestanti; va tuttavia protetto nelle fasi iniziali del ciclo. Normalmente i diserbanti vengono distribuiti alla semina o in preemergenza in quanto i prodotti da post emergenza danneggiano la coltura. La coltura del girasole è colpita soltanto occasionalmente da attacchi di fitofagi.

La raccolta viene eseguita quando i semi si staccano facilmente dalla calatide; ciò avviene circa 15-20 giorni dopo la maturazione fisiologica (da metà agosto a metà settembre). L'epoca di raccolta è facilmente individuabile perché gli involucri fiorali cadono spontaneamente, le calatidi sono brune e le foglie basali si presentano secche (l'umidità degli acheni non deve essere superiore al 10%). In Italia il girasole viene raccolto utilizzando le mietitrebbiatrici da frumento adattate o con testata da mais dotata di spartitore per ogni fila.

Il *disciplinare regionale per l'agricoltura integrata* prevede una lavorazione del terreno anche se a modesta profondità. La semina diretta, con condizioni del suolo idonee, può dare buoni risultati solo utilizzando il 15% di seme in più rispetto alla densità normale.

La rotazione deve essere almeno triennale ed è vietato l'avvicendamento con soia e colza; la densità di semina deve essere di 5-6 piante/mq, e le dosi massime apportabili di macronutrienti sono N=70 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=50 e K<sub>2</sub>O=50.

La concia dei semi è obbligatoria così come l'interramento dei residui infetti da *Sclerotinia*; sono vietati gli interventi chimici contro i fitofagi.

Vantaggi: dopo la prima guerra mondiale il girasole si era molto diffuso in Europa per l'elevata produttività e la qualità dell'olio, ottimo sia per il valore nutrizionale che per le caratteristiche fisico-chimiche e quindi le tecniche di coltivazione sono diffuse e conosciute. Il fatto che sia una coltura poco esigente permette di valorizzare anche ambienti a siccità estiva e in Veneto normalmente non è necessaria l'irrigazione.

Svantaggi: le rese non sono stabili in quanto il girasole è molto sensibile agli andamenti climatici altalenanti tanto che in Francia, dove si coltivano molte oleifere a destinazione biodiesel, quasi metà del girasole è stato rimpiazzato da colza. Non può tornare sullo stesso terreno prima di 3-5 anni né essere coltivato in successione con colza e soia perché condivide con queste colture la *Sclerotinia*.

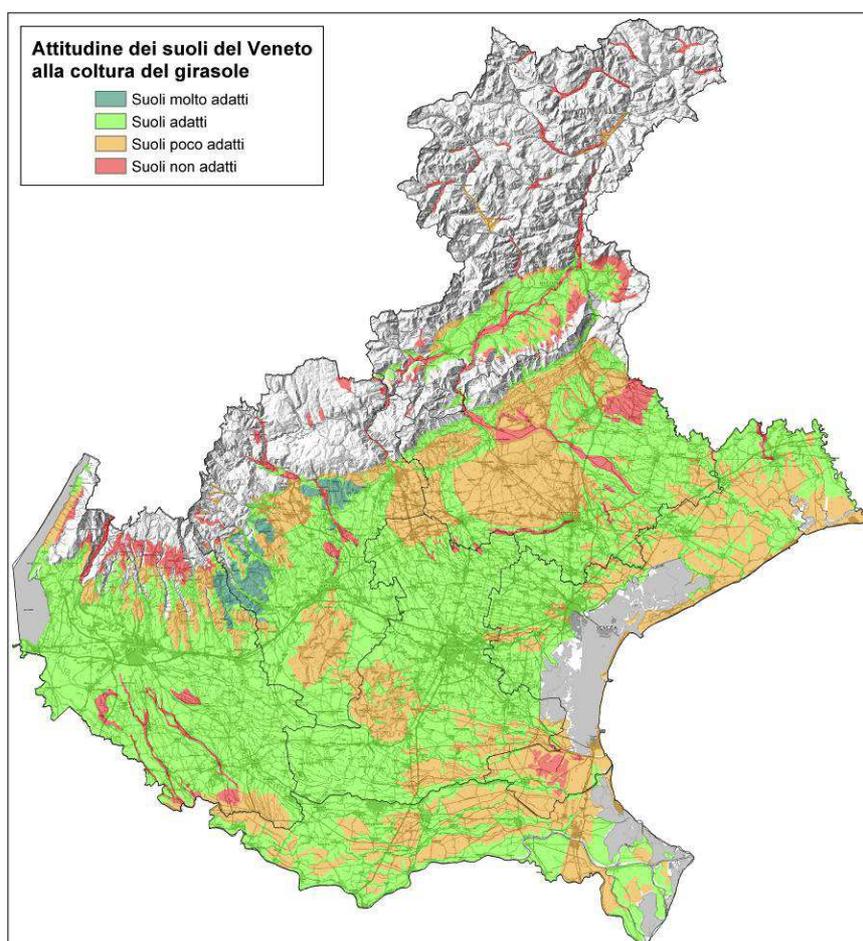
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL GIRASOLE

Tabella 7 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del girasole.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	ALTA	<10	10-35	35-50	>50
Tessitura	MEDIA	F-FL-L-FSA-FA-FLA	AS-AL-FS	A-S-SF	
Riserva idrica (AWC-mm)	MEDIA	>150	75-150	<75	
Drenaggio interno	ALTA	3-4	2	5	1-6-7
Reazione (pH)	MEDIA	5,3-7,3	7,4-8,4	<5,4 o 8,4	
Falda (cm)	ALTA	>150	100-150	<100	
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	MEDIA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Carbonio organico (%)	MEDIA	0,7-2,4	0,3-0,7 o 2,4-12	<0,3 o >12	
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-600	600-700	700-800	>800
Esposizione	MEDIA			NE-NW	
Grado di fiducia: MEDIO					

Tabella 8 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del girasole.

GIRASOLE	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Alto	Basso	Medio	Da basso a medio	Medio	Da basso a medio



## SOIA (*Glycine max*)

La soia è originaria dell'estremo oriente e in Europa è giunta soltanto agli inizi del 1900, importata dall'Inghilterra come alimento per diabetici, in quanto priva di amidi. Oggi è una delle più importanti piante alimentari per la ricchezza in proteine (38-41%) dei suoi semi.

È una pianta erbacea, annuale, estiva, appartenente alla famiglia delle *Leguminosae*. Le *cultivar* coltivate in Italia sono, in genere, indeterminate (lo stelo mantiene l'apice allo stato vegetativo e si allunga indefinitamente) per cui hanno un periodo di fioritura ed allegagione più lungo (da 3 a 5 settimane). La fecondazione è quasi esclusivamente autogama. Il frutto è un baccello, piccolo, coperto di peli, la cui colorazione può variare dal giallo al grigio al nero. Un baccello contiene da 1 a 5 semi (normalmente 2 o 3). Ogni infiorescenza produce da 1 a più di 20 baccelli, che raggiungono, in circa 40 giorni, il loro massimo peso. Il seme è di forma prevalentemente sferica o ellittica e dal colore variabile (dal giallo paglierino al nero). Il peso di 1000 semi è estremamente variabile (da 50 a 450 g).

L'apparato radicale è formato da una radice principale fittonante dalla quale si dipartono quattro palchi di radici secondarie. Come tutte le leguminose anche la soia ha la possibilità di utilizzare l'azoto atmosferico grazie alla presenza di un batterio azotofissatore (rizobio) ospite nei numerosi tubercoli o noduli radicali che si sviluppano fin dalle prime settimane dopo la germinazione.

Produttività: le rese sono variabili. Nella Pianura Padana le rese medie si attestano intorno alle 3-3,5 t/ha di granella, ma si possono ampiamente superare le 4 t/ha o scendere fino a 2 t/ha per le colture intercalari (seminate subito dopo la raccolta del frumento o orzo).

Esigenze e adattamento ambientali: le esigenze climatiche sono molto simili a quelle del mais. La temperatura minima di accrescimento è intorno ai 5 °C mentre la temperatura media ottimale si aggira attorno ai 24-25 °C.

Grazie allo sviluppo dell'apparato radicale è in grado di utilizzare la riserva idrica del terreno ma se ne consiglia l'irrigazione soprattutto durante la fase di formazione dei semi. Infatti il suo habitat ideale è quello caratterizzato da estati calde e umide e condizioni subtropicali. La soia si adatta ad un'ampia gamma di terreni, dagli argillosi agli organici, ma trova difficoltà in quelli sciolti e in quelli eccessivamente dotati di calcare; inoltre per un buon sviluppo del rizobio, il pH ottimale deve aggirarsi intorno al 6,5. Come tutte le leguminose, anche la soia è un'ottima coltura miglioratrice della fertilità in quanto fissa l'azoto atmosferico e lascia il terreno in buono stato.

Tecniche di coltivazione: la soia ha un apparato radicale ben sviluppato per cui si devono creare le condizioni necessarie perché questo si approfondisca nel terreno nella maniera più rapida possibile.

La preparazione classica consiste in una aratura eseguita preferibilmente in autunno, per far sì che in primavera il terreno sia nelle condizioni ottimali (soffice e umido). Si può adottare anche la semina su sodo o la minima lavorazione, ma si corre il rischio di un elevato inerbimento e un minore sviluppo della coltura. La semina, effettuata con seminatrice di precisione a circa 2-3 cm di profondità, normalmente viene eseguita tra la seconda metà di aprile e l'inizio di maggio.

Considerando di ottenere una densità di circa 35 piante/m<sup>2</sup> alla raccolta, la distanza tra le file normalmente adottata è 45 cm (bisogna usare almeno 80 kg/ha di seme di media grandezza). Per consentire l'instaurarsi della simbiosi soia-rizobio è necessaria l'inoculazione con *Bradyrhizobium japonicum*.

Le asportazioni di macroelementi sono limitate ed in generale, se l'azotofissazione funziona regolarmente, è inutile l'apporto di azoto supplementare. Anche il potassio deve essere apportato (fino a 70 kg/ha) solo in terreni scarsamente dotati. Il fosforo può essere distribuito alla semina in dosi di 50-60 kg/ha. Il controllo delle infestanti può essere effettuato anche solo in post-emergenza, in genere sono sufficienti 2 trattamenti. Per evitare il proliferare delle malerbe è meglio alternare la soia con i cereali, l'avvicendamento permette di contenere anche le malattie fungine che sono le più temibili per la coltura. Attualmente esistono varietà tolleranti o resistenti agli attacchi fungini di Sclerotinia, Phytophthora e Diaporthe (cancro dello stelo). Gli insetti possono attaccare la coltura durante le fasi riproduttive: i più diffusi sono il ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*), la cimice verde (*Nezara viridula*) e i lepidotteri defogliatori (*Cynthia cardui*, *Udea frugalis*).

La maturazione è chiaramente segnalata dall'ingiallimento dei baccelli, delle foglie e dalla successiva, graduale caduta di queste ultime: la raccolta deve avvenire quando la pianta è completamente secca.

In queste condizioni il seme contiene circa il 12-14% di acqua.

Il *disciplinare regionale per l'agricoltura integrata* prevede il divieto di ristoppio e di avvicendamento diretto con girasole e colza. Devono essere usate solo varietà di classe inferiore a 2.

Le dosi massime apportabili di macronutrienti sono P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=70 e K<sub>2</sub>O=100, non può essere utilizzato azoto in pre-semina; l'uso di concimi azotati in post-emergenza è consentito al massimo in quantità di 10 kg/ha.

Non sono consentiti trattamenti contro batteriosi e virosi, per le malattie fungine è ammessa la concia del seme; è consentito l'utilizzo di insetticidi solo contro il ragnetto rosso.

Vantaggi: è una coltura molto diffusa nel Veneto quindi la tecnica colturale è ben collaudata. Miglioratrice del terreno, non ha bisogno di apporti azotati e lascia il suolo con un buon grado di fertilità.

Svantaggi: tutti i genotipi a disposizione non contengono più del 20-22% di olio e comunque l'olio di soia non è particolarmente adatto alla trasformazione in biodiesel (troppo insaturo).

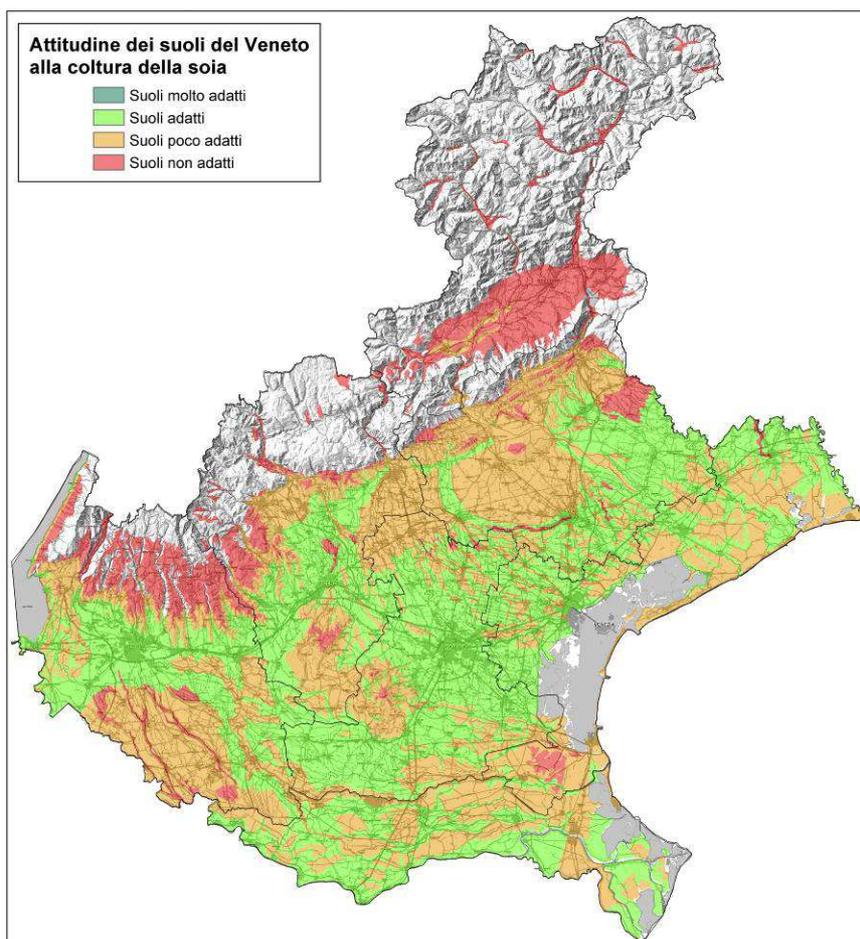
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DELLA SOIA

Tabella 9 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione della soia.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	0-15	16-35	35-50	>50
Tessitura	MEDIA	F-FL-L	FSA-FA-FLA-AL-AS-A	FS-S-SF	
Riserva idrica (AWC-mm)	ALTA	>150	150-75	<75	
Drenaggio interno	ALTA	3	2-4	5	1-6-7
Reazione (pH)	ALTA	5,5-7,3	7,3-8,4	<5,4 - >8,5	
Falda (cm)	ALTA	>150	100-150	<100	
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	BASSA	<1	1-2	2-5	>5
Carbonio organico (%)	MEDIA	0,7-5	0,3-0,7 - 5-12	<0,3 - >12	
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-150	0-150	150 - 300	>300
Esposizione	MEDIA			NE-NW	N
Grado di fiducia: ALTO					

Tabella 10 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione della soia.

SOIA	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'eco-sistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Alto	Basso	Medio	Da basso a medio	Medio	Da basso a medio



## LA FILIERA DEL BIOETANOLO

Il processo di produzione di bioetanolo consiste nella fermentazione aerobica e distillazione di biomasse vegetali zuccherino-amidacee (fig. 6 e 7). Il prodotto ottenuto è utilizzato nell'autotrazione sia tal quale che in miscela con benzina.

Le materie prime per la produzione di bioetanolo possono essere racchiuse nelle seguenti classi:

- coltivazioni *ad hoc* (mais, orzo, bietola, e canna da zucchero);
- residui di coltivazioni agricole e forestali;
- eccedenze di produzioni agricole temporanee ed occasionali;
- residui di lavorazioni delle industrie agrarie e agro-alimentari.

Secondo la loro natura, le materie prime possono essere classificate in tre tipologie distinte:

- materiali zuccherini: sostanze ricche di saccarosio come la bietola, il sorgo zuccherino, ecc.;
- materiali amidacei: sostanze ricche di amido come il grano, il mais, l'orzo, la patata;
- materiali ligno-cellulosici: sostanze ricche di cellulosa come le paglie, gli stocchi del mais, gli scarti legnosi, ecc.

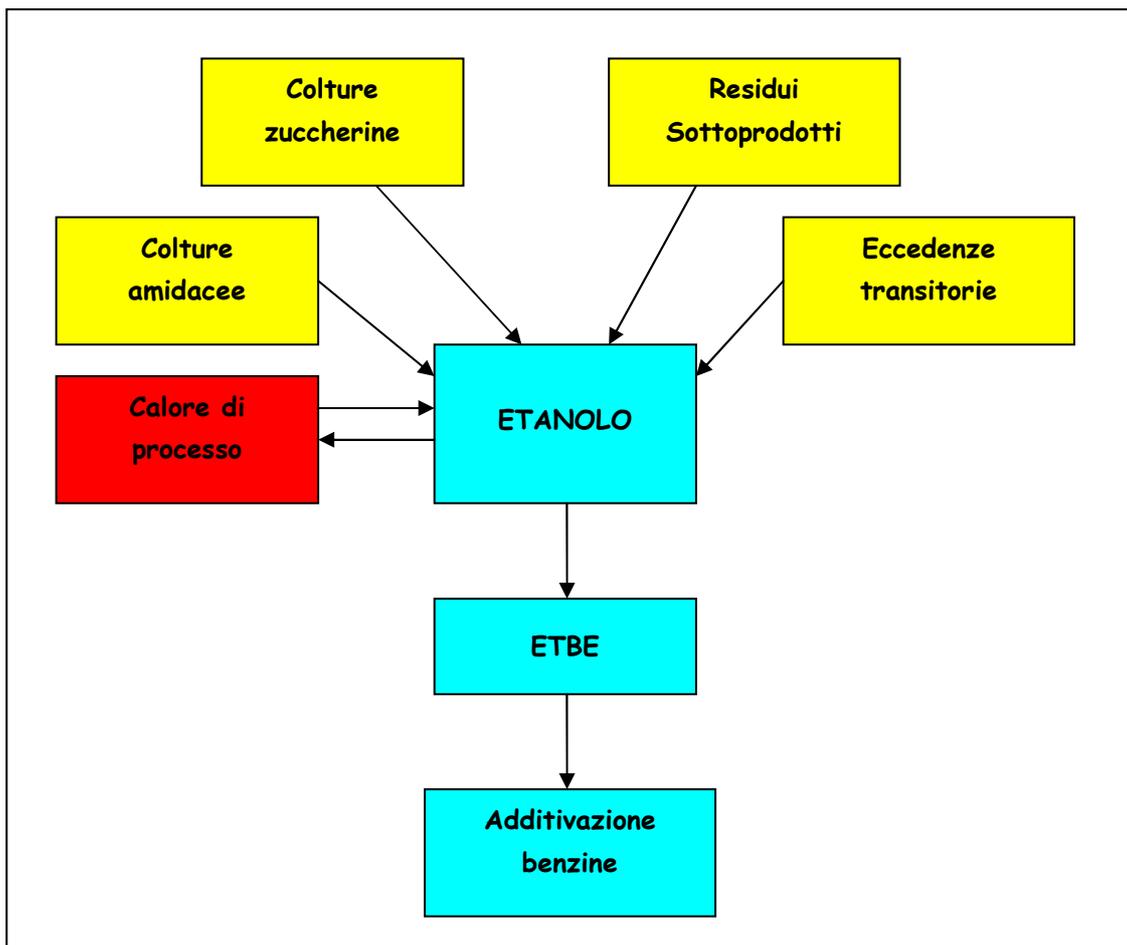


Fig. 6 – Schema a blocchi del processo di produzione ed utilizzo del bioetanolo.

Attualmente utilizzare biomasse di tipo celluloso per ottenere bioetanolo costa il 30-40% in più rispetto all'utilizzo di biomasse zuccherino-amidacee. Infatti anche se le materie prime sono meno pregiate (residui colturali e paglie) il processo prevede che prima si ottengano zuccheri attraverso idrolisi con trattamenti molto forti e solo successivamente questi zuccheri possano essere inviati alla fermentazione utilizzando flore batteriche selezionate.

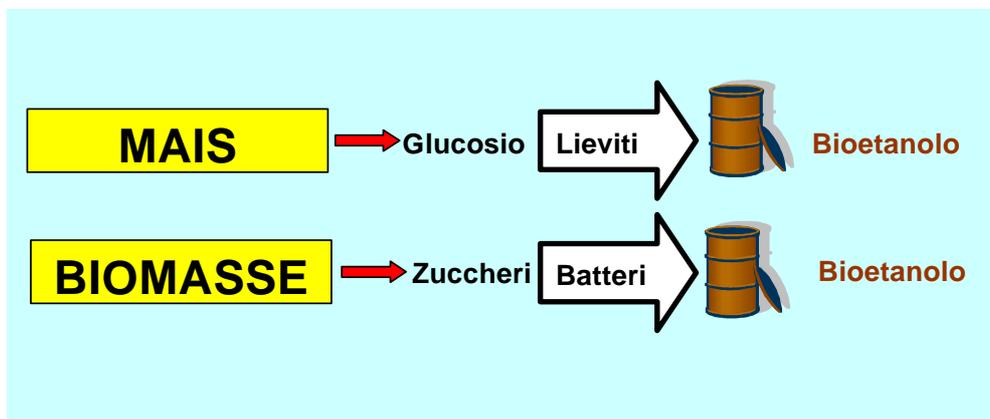


Fig. 7 – Schema della produzione di bioetanolo a partire da cereali o da altre biomasse.

Nelle biomasse zuccherino-amidacee, invece, la fermentazione alcolica opera direttamente la trasformazione dei glucidi in etanolo. Le principali colture erbacee “alcoligene” coltivabili in Veneto sono: mais, cereali vernini, barbabietola da zucchero e sorgo zuccherino.

#### **MAIS** (*Zea mais indentata*)

Graminacea annuale originaria del continente americano è ormai molto diffusa nell'areale padano. La varietà botanica più produttiva a scopo energetico è il mais dentato (*Zea mais indentata*), varietà molto comune perché utilizzata per l'alimentazione zootecnica. Lo standard FAO ha suddiviso le varietà ibride di mais in classi di maturità da 100 a 900; per le produzioni energetiche si consigliano ibridi delle classi 500-700.

Produttività: la produzione di granella si attesta ormai in tutta la Pianura Padana a livelli superiori alle 10 t/ha fin anche a 15 t/ha; la produzione di pianta intera si attesta tra le 50 e le 70 t/ha (al 65 % di sostanza secca). La conversione di mais in etanolo tramite il processo di fermentazione in grandi impianti è circa di 1 litro di etanolo per 2,69 kg di granella di mais. Per 1 ha di mais si possono ottenere, con le tecnologie standard, circa 3,4 tonnellate di etanolo.

Esigenze e adattamento ambientali: essendo una pianta C4 ha elevate esigenze di luce e le migliori rese si ottengono con alta intensità luminosa (oltre 60.000 lux) e temperature comprese tra i 24 e i 30 °C; lo zero di vegetazione è a 10 °C. Con le varietà ora presenti nel mercato questo limite si è molto abbassato e consente di anticipare notevolmente l'epoca di semina. Il consumo medio di acqua di una coltura di mais oscilla tra i 6-7.000 m<sup>3</sup>/ha, tra precipitazioni, riserva idrica del terreno ed eventuale irrigazione. In ambienti settentrionali e su terreni con buona capacità idrica, sono sufficienti 200-300 mm di acqua irrigua, considerando che una pianta di mais ha un fabbisogno idrico piuttosto elevato (in media 400 litri di acqua per kg di s.s.).

Tecniche di coltivazione: il letto di semina va preparato con aratura profonda e successiva erpicatura. Le semina, effettuata tra fine marzo e prima metà di aprile, va fatta in file distanti 75 cm con densità di semina di 7-8 semi/m<sup>2</sup>.

Per produzioni di 10-12 t/ha è necessario apportare concimi sia in pre-semina (N, P e K) che in copertura (solo N) per complessivi 250 kg/ha di N, 90 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 120 kg/ha di K<sub>2</sub>O.

Sono fondamentali il diserbo in post-emergenza e l'irrigazione e questo penalizza il bilancio economico della coltura tanto che, considerando la conversione energetica della biomassa attraverso digestione anaerobica, il sorgo zuccherino o il triticale presentano una maggiore convenienza.

Le tecniche di coltivazione sostenibili prevedono una lavorazione ridotta, minima lavorazione fino anche a semina su sodo.

Il *disciplinare regionale per l'agricoltura integrata* prevede il divieto di ristoppio; è obbligatorio l'interramento degli stocchi a 25-30 cm.

Le dosi massime apportabili di macronutrienti sono N=200 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=100 e K<sub>2</sub>O=100. Non sono consentiti trattamenti contro batteriosi, virosi e malattie fungine, consentito l'utilizzo di insetticidi solo per alcuni parassiti animali.

Vantaggi: coltura molto diffusa in Veneto (in Italia raccolto di 11,3 milioni di tonnellate), considerata miglioratrice del terreno; presenta elevata produttività e tutti i mezzi tecnici e le attrezzature necessarie per la coltivazione sono di facile reperimento.

Svantaggi: considerando le elevate esigenze in termini di lavorazioni del terreno e concimazione il bilancio energetico globale risulta spesso negativo e quindi progettare una vera e propria filiera energetica con questo cereale è poco opportuno, se non in aree circoscritte, con bassi input chimici e con limitate irrigazioni. I costi maggiori per gli input nella produzione di etanolo da mais sono dovuti alla produzione in campo della granella di mais, all'energia per la produzione del vapore e all'elettricità usata nel processo di fermentazione/distillazione.

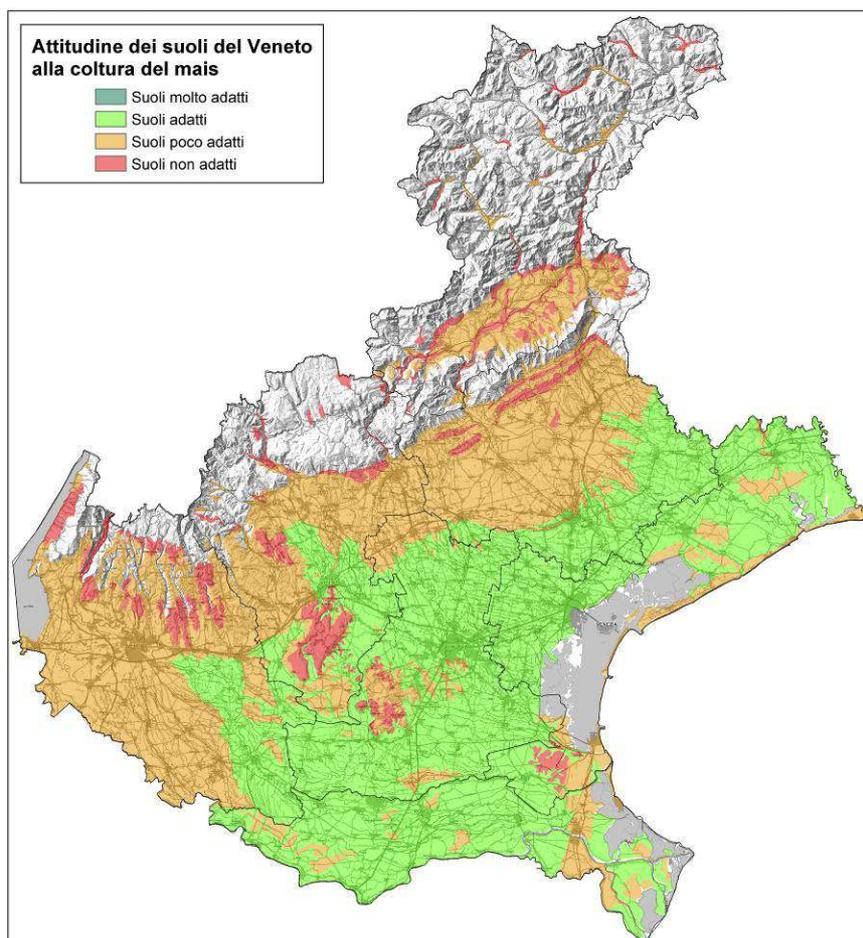
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL MAIS

Tabella 13 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del mais.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	0-15	15-35	>35	
Tessitura	MEDIA	F-FA-FL-FS-FLA-FSA	L-AL-AS	S-SF-A	
Riserva idrica (AWC-mm)	ALTA	>225	150-225	75-150	<75
Drenaggio interno	ALTA	3,4	5	2-6	1-7
Reazione (pH)	MEDIA	5,5-7,3	7,3-8,4	4,5-5,4	<4,4 o >8,5
Falda (cm)	ALTA	100-150	70-100 o 150-200	<70 o >200	
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	MEDIA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Carbonio organico (%)	BASSO	1,2-5	0,7-1,2 o 5-12	<0,7 o >12	
Quota (m s.l.m)	MEDIA	0-250	250-700	700-1000	>1000
Esposizione	BASSA			NE-N-NW	
Grado di fiducia: ALTO					

Tabella 14 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del mais.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Alto	Medio	Alto	Alto	Da medio ad alto	Alto



## **BARBABIETOLA DA ZUCCHERO** (*Beta vulgaris*)

Varietà saccarifera, della specie *Beta vulgaris* L., appartenente alla famiglia delle *Chenopodiacee*.

E' una pianta biennale (stadio vegetativo al primo anno; stadio riproduttivo al secondo) che presenta una radice fittonante, grossa, carnosa da cui si estrae lo zucchero.

Produttività: la resa media italiana è di oltre 40 t/ha contenenti il 16% di zucchero (pari a 6,5 t/ha di zucchero pronto). In Veneto sono frequenti rese più elevate, fino a 60-70 tonnellate ad ettaro anche se lo zucchero presente nel fittone non supera il 14-15%.

Esigenze e adattamento ambientali: la germinazione può iniziare a 5-6 °C, ma per un'emergenza veloce ed omogenea occorrono almeno 10-12 °C. Predilige terreni profondi, a tessitura media, ricchi di sostanza organica e con buona ritenzione idrica, preferisce pH del terreno attorno alla neutralità (6,5-7,5). Per ottenere una buona produzione è necessaria una regolare disponibilità idrica durante tutto il ciclo.

Tecniche di coltivazione: coltura da rinnovo, lascia un terreno ben preparato per la coltura successiva. E' necessario effettuare un'aratura profonda nell'estate che precede la semina e per questo spesso segue la coltura del frumento.

La semina comincia da fine febbraio a marzo nella Pianura Padana. La distribuzione del seme viene fatta con seminatrici di precisione, a righe intervallate in media di 45 cm, tenendo conto che l'investimento da raggiungere è di circa 10 piante a metro quadrato alla raccolta.

La barbabietola da zucchero è molto sensibile alla competizione esercitata dalle erbe infestanti. In passato venivano fatte le sarchiature mentre oggi spesso si ricorre al diserbo chimico (in pre-semine, in pre-emergenza o in post-emergenza). 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.

La concimazione media consigliata è di 100-130 kg/ha di N e 100-120 kg/ha di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> da distribuire in parte alla semina ed in parte in copertura. Nei terreni argillosi ricchi di potassio della pianura padana non è necessaria la concimazione potassica, in terreni carenti si consigliano 100-200 kg/ha di K<sub>2</sub>O.

La raccolta viene fatta quando nella radice si è accumulata la massima quantità di zucchero (con semina primaverile, in agosto-settembre). La barbabietola è una delle colture più esigenti in termini di lavorazioni del terreno: una lavorazione profonda è d'obbligo specialmente nei terreni argillosi ma si possono ridurre gli input energetici con la "lavorazione a 2 strati": si effettua un unico passaggio con aratro ripuntatore che ara a 30 cm e ripunta i sottostanti 20 cm.

Il disciplinare regionale per l'agricoltura integrata prevede l'obbligo di inserimento in una rotazione quadriennale. Le dosi massime apportabili di macronutrienti sono N=100 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=100 e K<sub>2</sub>O=150. Particolare attenzione deve essere prestata nella scelta di varietà tolleranti alla Rizomania e nell'esecuzione di trattamenti antiparassitari secondo criteri di lotta guidata e integrata.

Vantaggi: disponibilità di impianti preesistenti (zuccherifici) convertibili in impianti per produzione di bioetanolo anche se con costi molto elevati.

Svantaggi: elevata richiesta di mezzi produttivi con significativi impatti ambientali.

## LA FILIERA ENERGIA E/O CALORE

Vengono destinate a tale filiera le colture ligno-cellulosiche che, attraverso combustione, gassificazione o pirolisi, possono generare energia elettrica e/o termica.

Nella coltivazione di colture destinate alla produzione di energia o calore, l'obiettivo principale è massimizzare la sostanza secca raccolta in quanto spesso, il materiale vegetale è caratterizzato da una bassa densità energetica e quindi da alti costi di trasporto e stoccaggio per unità di volume.

I boschi e il materiale proveniente dalla potatura di vigneti e frutteti rappresentano la fonte più diffusa di biomassa legnosa, ma a fini energetici possono essere utilizzati anche gli scarti e i residui delle colture erbacee. Altra fonte di biomassa sono le colture dedicate, tra queste si distinguono alcune erbacee poliennali (panico, canna, miscanto cardo etc.) erbacee annuali (sorgo da fibra ed altre graminacee) ed arboree coltivabili come ceduo a turno breve (pioppo, salice, robinia ed eucalipto).

I risultati della ricerca finora conseguiti hanno ristretto l'interesse verso poche specie che per adattabilità o facilità di gestione risultano essere le più idonee ad essere coltivate per la produzione di biomassa ligno-cellulosica in pianura padana: miscanto, sorgo da fibra, canna comune tra le erbacee, e varie specie di arborei specializzati da biomassa (pioppi, robinia, salici, frassino, olmi, platano, paulownia).

### **Specie erbacee**

#### **MISCANTO** (*Miscanthus sinensis* X *giganteus* Greef et Deuter)

Il genere *Miscanthus* è stato importato dal Giappone negli anni trenta; attualmente per la produzione di cellulosa e biomassa è stato selezionato un ibrido triploide (sterile). Il miscanto è una graminacea perenne dotata di un ricco sistema di radici e rizomi. I culmi possono raggiungere altezze dai 3 ai 5 metri con foglie lanceolate; l'infiorescenza, che si sviluppa in tarda estate, è una pannocchia corimbosa costituita da rami a ventaglio lunghi 20-30 cm.

Produttività: essendo una coltura poliennale la produzione annua di biomassa aumenta nel corso dei primi 3-5 anni fino a stabilizzarsi intorno a valori di 25-30 t di s.s./ha per anno (la coltura può vivere anche per 15 anni ma la produttività cala già dall'ottavo anno). Il potere calorifico varia dai 16 ai 18 MJ/kg e la biomassa del miscanto presenta un contenuto in ceneri dall'1,6% al 4%; la bassa temperatura di fusione delle ceneri rappresenta un ostacolo al suo uso come combustibile.

Esigenze e adattamento ambientali: il miscanto è una specie con minimi termici piuttosto elevati (lo zero di vegetazione è di circa 6 °C) ma può essere coltivato in tutti gli areali dove si coltiva con profitto anche il mais. La coltura non attecchisce su terreni argillosi e mal drenati mentre colonizza bene sia i terreni sabbiosi che organici e tollera valori di pH nel suolo molto diversi (da 5,5 a 7,5). Nei primi anni dell'impianto, quando l'apparato radicale non è ancora ben sviluppato, è necessario irrigare la coltura anche se l'ottima efficienza nell'uso dell'acqua da parte della specie garantisce buone rese con soli 400 mm di acqua nei mesi da maggio ad ottobre.

Tecniche di coltivazione: le lavorazioni del terreno consistono in un'aratura autunnale di media profondità, seguita da una o più estirpature. La semina primaverile (metà marzo-aprile) può essere realizzata in due modi: il trapianto di piantine micropropagate o la semina di rizomi. Per meccanizzare la semina si possono usare comuni trapiantatrici da tuberi cercando di rispettare una densità di 2 piante/m<sup>2</sup>.

Alla fine del ciclo vegetativo, in autunno, i nutrienti assorbiti dal miscanto vengono traslocati dai fusti ai rizomi e quindi le esigenze di macroelementi minerali sono piuttosto contenute. Per soddisfare le asportazioni della coltura si consiglia di distribuire ogni anno, prima della ripresa vegetativa primaverile, circa 50-60 kg di N, 25 kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 50-60 kg di K<sub>2</sub>O per ettaro.

Per quanto riguarda gli interventi fitosanitari, di norma non sono necessari poiché la ridotta diffusione della coltura ha impedito lo sviluppo di patogeni specifici. Anche gli erbicidi sono da utilizzare solo prima dell'impianto (es. glyphosate) visto che in un impianto maturo non dovrebbero esserci infestanti. Nel tempo infatti le foglie del miscanto formano uno strato "pacciamante" sul suolo che inibisce l'emergenza di piante infestanti grazie anche al rilascio di sostanze allelopatiche.

La raccolta si esegue ogni anno nel periodo di riposo vegetativo, cioè da autunno a fine inverno ricordando che raccolte troppo anticipate presentano l'inconveniente dell'elevata umidità della biomassa; in ogni caso il prodotto deve essere lasciato essiccare. Si possono usare le comuni falciatrici per la raccolta (seguite da un ranghinatore e da una rotoimballatrice) o le falcia-trincia-caricatrici con testate tipo "Kemper" anche se con queste ultime ci possono essere maggiori perdite di raccolta dovute alla elevata altezza di taglio: la grossezza e la densità dei fusti di miscanto vicino al terreno ne impedisce il taglio alla base.

La biomassa può essere conservata sotto tettoia o semplicemente in campo, coperta con teli di plastica; l'umidità di stoccaggio può essere anche superiore al 15% grazie alla consistenza dei fusti che permette comunque una buona aerazione delle balle e dei cumuli.

Vantaggi: è caratterizzata da una produzione di biomassa medio-elevata, da una buona rusticità (anche se è più esigente della canna in termini di disponibilità idriche) e da una buona capacità di esplorazione del terreno con rizomi che proteggono il suolo. Presenta rapido accrescimento ed elevata competitività nei confronti delle infestanti, grazie anche alla lettiera pacciamante costituita dalle foglie. La raccolta può essere facilmente meccanizzabile con falcia-trincia-caricatrici.

Svantaggi: la propagazione per rizoma comportando il ricorso a manodopera richiede un alto costo d'impianto (anche in caso di trapianto). La pianta entra in piena produzione al 3°-4° anno, inoltre alla fine della coltura i terreni sono difficilmente bonificabili dai rizomi residui e può essere difficile ripristinare le usuali rotazioni (la soia ad esempio presenta fenomeni di sensibilità). Il medio contenuto di ceneri può essere un problema per la combustione e la biomassa presenta un elevato tenore in silice.

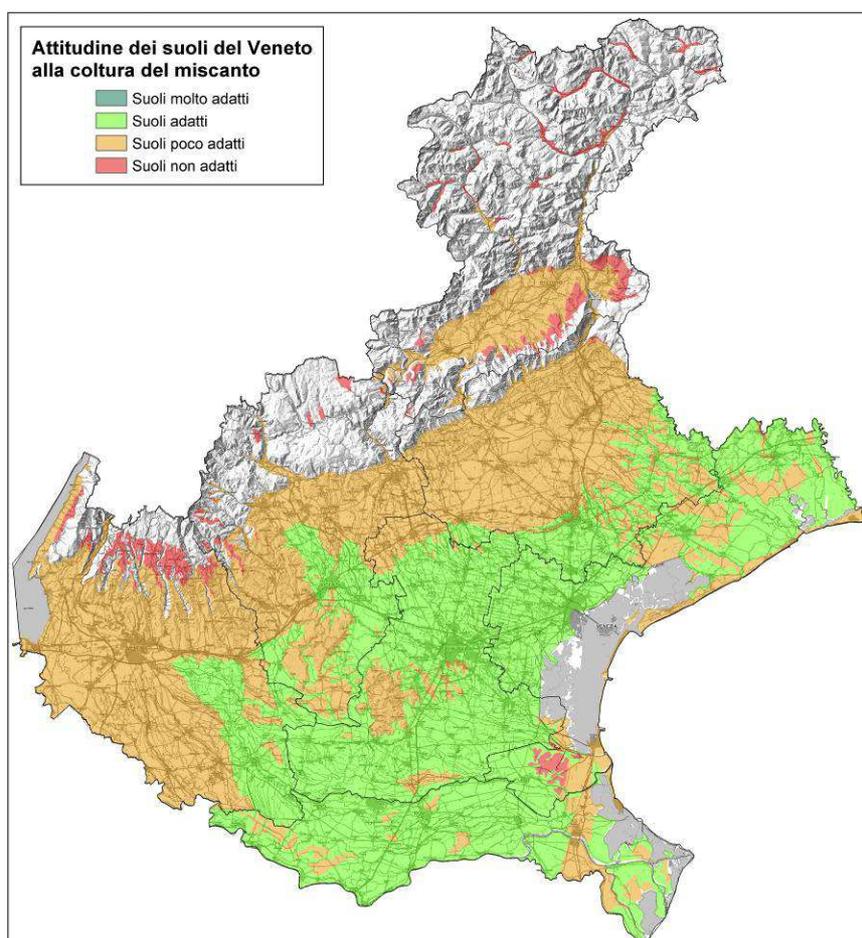
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL MISCANTO

Tabella 15 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del miscanto.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	0-10	10-20	>20	
Tessitura	ALTA	F-FL-L	FS-FSA-FA-FLA	A-AS-AL-S-SF	
Riserva idrica (AWC-mm)	ALTA	>225	150-225	<150	
Drenaggio interno	MEDIA	3-4	5-2	1-6	7
Reazione (pH)	MEDIA	6,6-7,8	5,5-6,5 o 7,9-8,4	>8,5 o <5,4	
Falda (cm)	BASSA	100-150	80-100 o 150-200	<80 o >200	
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	MEDIA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Carbonio organico (%)	MEDIA	1,2-5	0,7-1,2 o 5-12	0,3-0,7 o >12	<0,3
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-500	0-500	500-700	>700
Esposizione	BASSA			NE-N-NW	
Grado di fiducia: BASSO					

Tabella 16 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del miscanto.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Basso	Basso	Basso	Da medio ad alto	Da basso ad alto	Medio



## **SORGO DA FIBRA** (*Sorghum Bicolor* L. Moench)

Il sorgo da fibra appartiene alla specie *Sorghum bicolor* della famiglia delle *Poaceae*, di origine tropicale ma adattabile alle zone temperate come coltura a ciclo primaverle-estivo. La parte aerea della pianta consiste in un culmo principale, la cui parte esterna è fibrosa, mentre quella centrale appare spugnosa. Esso può superare i 4 m di altezza ed ha un numero variabile di accestimenti. La capacità di entrare in dormienza nei periodi più caldi associata ad alcuni caratteri anatomici 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 CO<sub>2</sub> elevata. La composizione analitica della varietà da fibra diverge notevolmente da quella del sorgo zuccherino, tanto da giustificare il differente impiego. Infatti nei due tipi estremi si verifica una diversa destinazione del carbonio organico durante la fotosintesi: nel tipo da fibra prevale la produzione di carboidrati strutturali, in particolare di cellulosa; nel tipo da zucchero, invece, almeno il 30% di tutta la sostanza secca accumulata è costituito da zuccheri semplici (saccarosio, glucosio e fruttosio).

Produttività: i materiali più adatti alla produzione di fibra ligneo-cellulosica sono ibridi; si rileva variabilità nella resa in biomassa, compresa mediamente tra le 22 e oltre le 40 t/ha di sostanza secca. Tra gli ibridi che hanno fornito le migliori performances vanno citati, oltre all'ABF 20 prodotto da A.Biotec, con una produzione superiore a 40 t/ha di sostanza secca, H 173, H 132, H 252, della Protosemences (Francia) e Abetone della Mycogens (USA). Queste varietà associano alla alta resa in biomassa un contenuto in sostanza secca alla raccolta di circa il 30% ed una buona resistenza all'allettamento. Nel nostro areale di coltivazione si prediligono ibridi a ciclo medio-tardivo (periodo emergenza-fioritura superiore a 90 gg) capaci di sfruttare tutto il periodo di vegetazione a loro disposizione e di fornire la massima resa con la presenza della minore quantità di granella al momento della raccolta.

Esigenze e adattamento ambientali: Il sorgo da fibra è una coltura caratterizzata da un'elevata efficienza nell'uso dell'acqua e che può essere coltivata nel nostro ambiente 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 con consumi idrici ridotti pari in media a 200 litri/kg s.s. (circa la metà rispetto a quelli del mais) corrispondenti a 300-350 mm, 3.000-3.500 m<sup>3</sup>/ha, tra precipitazioni, riserva idrica del terreno ed eventuale irrigazione. La temperatura ottimale per il sorgo è di 27-28 °C con minimo termico di 10 °C per la germinazione. Per quanto riguarda il terreno, il sorgo predilige terreni profondi a tessitura media ma si adatta bene anche a terreni argillosi. Tollera la salinità e il pH ottimale è tra 5,5 e 8,0.

Tecniche di coltivazione: è una coltura a semina primaverile tardiva che può essere intercalata a cereali autunno-vernini. Con le varietà tradizionali è necessario adottare densità intono a 11-12 piante/m<sup>2</sup> con interfila di 45 cm mentre L'ibrido H 173, che è quello da fibra tra i più promettenti, ha risposto positivamente ad investimenti di 16-20 piante/m<sup>2</sup> con un interfila di 45 cm.

Prima della semina sono necessarie lavorazioni profonde (aratura a 40-50 cm). Nel primo mese dall'emergenza è necessario intervenire contro le infestanti che hanno uno sviluppo più rapido della piantina di sorgo. La raccolta si effettua con mietitrebbia in settembre-ottobre.

Vantaggi: presenta una produzione elevata nelle situazioni mediamente fertili, può essere coltivato in regime non irriguo, quanto meno in alcuni areali (ad esempio bassa collina o fascia pedemontana), con ridotti input nutrizionali. La filiera è semplice per metodologia e tecnologia ed è quindi facilmente inseribile negli

ordinamenti aziendali. Esso inoltre consente di allestire degli impianti di capacità produttiva medio-piccola con superficie agricola di produzione e di approvvigionamento non eccessivamente elevata.

Svantaggi: presentano una certa difficoltà gli aspetti di raccolta, il trasporto e stoccaggio. Difficoltà di conservazione della biomassa per elevata deperibilità e quindi necessità di utilizzare tecniche di gestione della massa piuttosto onerose, con costi e logistica gravosi.

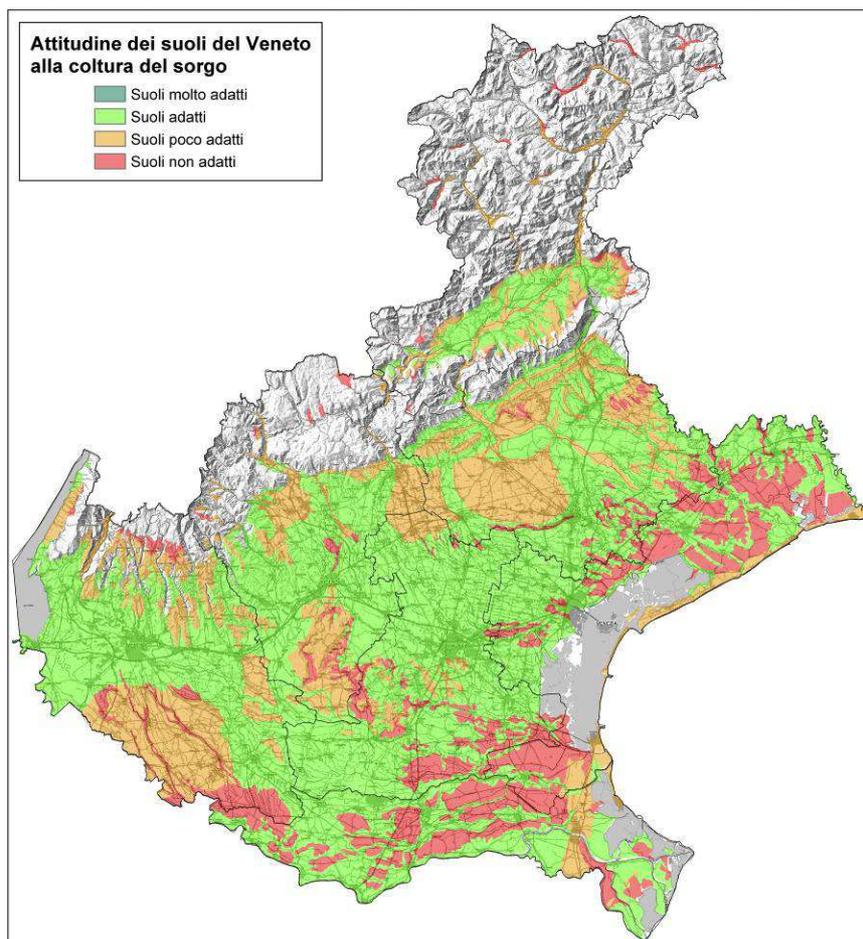
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL SORGO DA FIBRA

Tabella 11 – Schema interpretativo per la valutazione dell’attitudine alla coltivazione del sorgo da fibra.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	≤ 20	20-40	>40	
Tessitura	BASSA	F-FL	FSA-FA-FLA-FS-L	A-AS-AL-S-SF	
Riserva idrica (AWC-mm)	MEDIA	>150	75-150	<75	
Drenaggio interno	MEDIA	2-3	4	1	5-6-7
Reazione (pH)	MEDIA	4,5-7,8	7,8-8,4	>8,4 o <4,5	
Falda (cm)	ALTA	>100	80-100	<80	
Salinità (EC 1:2 mS/cm)	BASSA	<1	1-2	2-5	>5
Carbonio organico (%)	MEDIA	1,2-5	0,7-1,2 o 5-12	0,3-0,7 o >12	<0,3
Quota (m s.l.m)	MEDIA	0-250	250-700	700-1000	>1000
Esposizione	MEDIA			NE-N-NW	
Grado di fiducia: ALTO					

Tabella 12 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del sorgo da fibra.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell’ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Coltura agraria annuale	Basso	Basso	Basso	Da medio ad alto	Da basso ad alto	Medio



## **CANNA COMUNE** (*Arundo Donax* L.)

E' una specie autoctona, molto rustica e presente spontaneamente lungo gli argini e i cigli stradali; appartiene alla famiglia delle *Poaceae* ed è una rizomatosa.

I fusti, che si originano annualmente dalle gemme dei rizomi, possono raggiungere anche i 6-7 metri di altezza con un accrescimento decisamente rapido (fino a 7 cm al giorno) tanto che, insieme al bambù, è la più grande specie erbacea spontanea in clima temperato. Le foglie lanceolate ricoprono interamente i fusti come una guaina protettiva ed il culmo termina con una pannocchia costituita da spighe di fiori. L'infiorescenza è sterile perciò la pianta si può riprodurre solo agamicamente attraverso il rizoma o con l'interramento di fusti gemmati.

Produttività: essendo una pianta molto vigorosa, la produttività è indubbiamente elevata, compresa tra 25 e 37,5 t/ha/anno. Ai fini della combustione *Arundo donax* presenta un potere calorifico compreso tra 16,7 e 18,3 MJ/kg con un contenuto di ceneri elevato (dal 4,8 al 7,4%), caratterizzate da un'alta temperatura di fusione.

Esigenze e adattamento ambientali: sensibile alle basse temperature, per iniziare la ripresa vegetativa ha bisogno che il suolo raggiunga temperature di almeno 13-14 °C. Oltre che al freddo, i rizomi sono particolarmente sensibili al ristagno idrico anche se la canna comune si adatta a tutti i terreni. La profondità dell'apparato radicale consente alla pianta di avvalersi dell'acqua di falda e gli interventi irrigui sembrano giustificabili solo in condizioni siccitose.

Tecniche di coltivazione: il terreno viene preparato con una classica aratura seguita da una doppia erpicatura per la messa a dimora dei rizomi (febbraio/marzo). Il materiale di propagazione (rizomi o fusti con gemme) deve essere messo a dimora in solchi aperti con un piccolo aratro o con un apri-solchi. Oggi è possibile usare, anche per l'impianto del canneto, macchine pianta-tuberi già sperimentate con il miscanto. Visto che le popolazioni naturali possono raggiungere densità di 50 fusti/m<sup>2</sup> è meglio limitare la densità del materiale di propagazione e le sperimentazioni condotte in Veneto dimostrano che l'investimento ottimale è di 12.500 piante/ha.

Le asportazioni sono piuttosto elevate e con rese medie di 20 t di s.s./ha/anno bisognerebbe apportare al terreno almeno 200 kg di N, 250 kg di K<sub>2</sub>O e 120 kg di P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ettaro.

Trattamenti insetticidi o anticrittogamici non sembrano necessari in ambiente mediterraneo mentre può essere indispensabile eseguire un diserbo di pre-emergenza. Già dal secondo anno di impianto la canna non presenta più problemi di infestanti in quanto il vigore e la massa fogliare impediscono la crescita di altre piante sullo stesso terreno.

La raccolta può essere effettuata quando il colore delle foglie vira da verde a giallo in un ampio lasso di tempo che va da dicembre a marzo; tuttavia la qualità complessiva della biomassa migliora con raccolte tardive. Per la raccolta si possono usare macchine falcia-trincia-caricatrici ed il materiale raccolto (cippato di 2-8 cm) può essere stoccato in cumuli all'aperto tanto che, come risulta da alcune esperienze francesi, lo stoccaggio con insilamento non ha dato vantaggi significativi.

Vantaggi: presenta elevata produzione di biomassa (è la più produttiva tra le colture da biomassa) ed elevata rusticità sia per l'adattabilità a suoli diversi che per le scarse esigenze idriche.

E' una specie poliennale che conserva nel tempo la sua produttività ed entra in piena produzione già al 2° anno d'impianto. Protegge il terreno dall'erosione.

Svantaggi: la propagazione per rizoma comporta costi d'impianto molto elevati dovuti anche alla scarsa meccanizzazione e l'elevata umidità della biomassa alla raccolta (oltre 50%) può causare qualche difficoltà di conservazione. A fine impianto l'invasività di questa specie (rizomi) può comportare l'infestazione delle colture successive.

### ***Arboreti specializzati da biomassa***

Gli impianti produttivi di biomassa legnosa a scopo energetico si distinguono tra loro in base alla tipologia, localizzazione, caratteristiche compositive e strutturali, modalità di gestione e raccolta, lunghezza del turno, produttività. Nelle aree montane, pedemontane e collinari la materia prima si ricava principalmente dai boschi cedui, dove le specie deputate a fornire la biomassa da energia sono il faggio, la robinia, i carpini, le querce, i frassini, gli olmi. In queste aree, oltre alla produzione da ceduo, anche le fustaie possono fornire materiale da combustione in due differenti modalità:

- i sottoprodotti delle utilizzazioni principali (legno da opera) quali, rami cimali e piante sottomisura o non ritenuti idonee;
- il materiale derivante dalle operazioni di diradamento e sfollo eseguite nelle prime fasi del turno.

In pianura si distinguono impianti produttivi lineari (siepi campestri e bande boscate polivalenti) e a pieno campo (arboreti specializzati da biomassa, boschi planiziali naturaliformi). In questi contesti le specie principali impiegabili sono platano, robinia, carpini, frassini, olmi, ontani, pioppi e salici. Gli arboreti specializzati per la produzione di biomassa da energia sono caratterizzati da cicli produttivi, densità, sestici d'impianto e tipologie compositive differenziati. I popolamenti a turni più ridotti sono ascrivibili alla categoria delle *Short Rotation Coppice* (SRC). Turni relativamente più lunghi caratterizzano, invece, le tipologie di arboreti definiti come *Short Rotation Forestry* (SRF). I boschi cedui possono avere turni da 10 a 25 anni.

Con il termine *Short Rotation Coppice* si indicano i cedui a turno molto breve, composti da specie arboree ad accrescimento molto rapido quali pioppo, salice, robinia ed eucalipto. La densità d'impianto è molto elevata (mediamente 8.000-12.000 fino a un massimo di 15.000 piante ad ettaro) e le ceduzioni sono frequenti, con intervalli compresi tra 1 e 5 anni. Il sestico d'impianto prevede generalmente una distanza tra le file di 3-3,5 m ed una distanza nella fila di 0,50-0,80 m. In presenza di turni molto ridotti è impiegabile anche la messa a dimora di file binate affiancate tra loro (spaziatura di 2,8 tra le bine, 0,7-0,8 tra le file delle bine e 0,4-0,7 tra le piante lungo le file). Con questa tecnica è diffuso l'utilizzo di cloni specializzati altamente produttivi e la produzione ottenibile è prevalentemente indirizzata al cippato di legno. In particolar modo per le specie a legno più tenero come pioppo e salice, la gestione colturale a turni molto ridotti e frequenti ceduzioni può determinare una durata di vita media dell'impianto tendenzialmente limitata (10-15 anni) perché le piante diventano più vulnerabili ai parassiti ed il legno va precocemente incontro a marcescenza per effetto dello spossamento delle ceppaie.

Con il termine *Short Rotation Forestry* s'intende la coltivazione di specie arboree caratterizzate anch'esse da accrescimento veloce. In questi arboreti cambiano i sestici d'impianto che sono più ampi (mediamente 1.500 piante per ettaro) e i turni di ceduzione che sono leggermente più lunghi (5-8 anni). Il modulo prevede una distanza tra le file di 3,5 metri e una distanza tra le piante lungo la fila di 2 metri. Semplificando la struttura di questi arboreti, li si può considerare come un insieme di più siepi lineari parallele e affiancate tra loro a formare un arboreto a pieno campo. Si può ottenere una produzione integrata di legna in pezzi e/o cippato a

seconda delle richieste di mercato. Per il fatto che s'impiegano specie a legno più duro in cicli colturali relativamente più lunghi, si stima che la vita degli impianti possa essere pluridecennale (50-70 anni). La produttività varia in modo sensibile in base al turno applicato e al tipo di impianto messo a dimora.

Con le SRC la produzione media ottenibile è pari a 10-20 t/ha/anno di sostanza secca, con le SRF la produzione media è di 20-22 t/ha/anno di sostanza secca. I boschi cedui possono fornire a fine turno produzioni comprese tra le 60-100 t/ha di biomassa (tab. 17).

### **PIOPPI (*Populus spp.*)**

Il pioppo è una pianta a rapido accrescimento in grado di raggiungere un'altezza di 25-30 m in 9/10 anni. Non tutte le specie sono utilizzate per la pioppicoltura. Le più importanti per le SRF/SRC sono: *P.alba*, *P.nigra*, *P. deltoides*, dalle quali, per ibridazione, si ottengono dei cloni specializzati (es: *P.x canadensis*) caratterizzati, oltre che da un'elevata produttività, da una forte resistenza a patogeni e parassiti. Tra i vari cloni selezionati in Italia finalizzati alla produzione di biomassa si contraddistinguono i seguenti: "Drago", "Levante" "Pegaso", "Monviso", "AF2", "83.148.041", "Marte", "Saturno", "Sirio", "Baldo", "Orion", "Villafranca", ecc.

L'impiego dei cloni rende possibile l'ottimizzazione delle tecniche di coltivazione, avendo ognuno di essi una specifica caratteristica di resistenza alle avversità, performance nell'accrescimento, fenologia, rusticità ai fattori climatici e pedologici, resistenza all'allettamento.

Produttività: la produttività dipende dal clone utilizzato e dalle condizioni ambientali. In linea di massima la produttività media con turni di taglio biennali va da 11 a 15 t/ha di sostanza secca per anno ma in impianti con fila singola si può arrivare a punte di 20 t/ha di s.s. per anno.

La massa volumica è mediamente compresa tra i 300 ed i 400 kg/m<sup>3</sup> per i vari cloni di pioppo ibrido euro-americano, mentre si attesta sui valori medi di 480 kg/m<sup>3</sup> per il pioppo bianco e di 500 kg/m<sup>3</sup> per il pioppo nero (valori medi con contenuto idrico del 13%).

Esigenze e adattamento ambientali: i pioppi sono piante eliofile ed igrofile ed hanno bisogno di un periodo vegetativo di almeno 220 giorni; necessitano di una temperatura media annua compresa tra gli 8,5 ed i 17 °C e di una buona disponibilità idrica. Le specie da biomassa devono essere coltivate in terreni profondi con tessitura tendenzialmente sciolta o franca, su morfologie pianeggianti e con falda accessibile alle radici. Infatti pur tollerando la siccità estiva (purché non prolungata), i pioppi hanno bisogno di precipitazioni medie annue di almeno 700 mm.

Il pioppo nel Veneto trova ampie superfici di possibile coltivazione, in particolar modo nelle zone pianeggianti dalle pendici pedemontane fino alla fascia costiera. Soffre le condizioni di anossia e di suoli poco profondi che si verificano in piccole aree in prossimità dei litorali e la sua coltivazione non è praticabile a quote altimetriche superiori a 200 m slm. Risultano molto adatti i suoli franchi, freschi e profondi.

Tecniche di coltivazione: per la preparazione del terreno prima dell'impianto bisogna procedere con una ripuntatura profonda (80-100 cm) seguita da un'aratura a profondità di 30-50 cm, e dalle successive lavorazioni di erpicatura o fresatura. . La messa a dimora dei cloni avviene a fine inverno, inizio primavera (marzo-aprile). Si possono impiegare talee lunghe circa 22 cm piantate con gemma verso l'alto per tutta la loro lunghezza lasciando fuori terra solo 4 cm, oppure astoni di un anno lunghi 2 metri. Negli impianti SRC in genere non si effettua pacciamatura. La densità di impianto nel modello definito "europeo" può variare tra le 6.000 e le 14.000 piante per ettaro, con sesto a file singole o binate e distanze tra le talee sulla fila che

vanno dai 40 agli 85 cm. Nel modello “americano”, invece, si prevedono sestri simili al pioppeto tradizionale con densità che variano tra le 1.300 e le 1.700 piante/ha e con spazature di 3x3 o 2x3.

Nell’ultimo ventennio la sperimentazione sui pioppeti a turno breve o molto breve ha consentito di ottenere un’ampia mole di dati sulle rese produttive.

Tab. 17 - Dati sperimentali di produttività in Italia dell’impiego del pioppo in SRF Fonte: Bergante S., Facciotto G. (2006)

<b>Modello di coltivazione</b>	<b>Turno di ceduzione</b>	<b>Densità di impianto (piante/ettaro)</b>	<b>Produttività (tonnellate/ettaro/anno di s.s.)</b>
<b>Modello europeo</b>	Ceduazioni annuali	12.689	16,2
	Ceduazioni biennali con fila binata	10.000	11,5
<b>Modello Americano</b>	Turno di 5 anni, primo turno	1.667	7,9 (pioppo bianco) 11,1 (Clone “Monviso”)
	Turno 5 anni, primo turno	1.333	16,2
	Turno 5 anni, secondo turno	1.333	14,7

I pioppeti a SRC richiedono generalmente l’esecuzione di una serie di interventi di cure colturali per massimizzarne la produttività e la convenienza economica. Le asportazioni di elementi nutritivi da parte del pioppo sono in genere ridotte e quindi si consiglia di distribuire l’azoto in copertura solo dopo il secondo anno ed eventualmente dopo ogni ceduzione; il fosforo ed il potassio devono essere interrati solo durante i lavori di preparazione dell’impianto. E’ sempre consigliato un trattamento diserbante ad azione antigerminello che permetta alla pianta di radicare indisturbata in eventuale presenza di malerbe. L’irrigazione non è normalmente necessaria (salvo interventi di soccorso) ma è opportuno difendere comunque gli alberi dalle infestanti. Per controllare le malerbe nell’interfila si attuano ripetute operazioni meccaniche di fresatura ed estirpatura. Dopo il primo anno, la competizione con le malerbe perde d’importanza ma, in caso di necessità, si deve intervenire con diserbo chimico. Le piantagioni possono essere attaccate da insetti e parassiti defogliatori ma, data l’antieconomicità dell’intervento di controllo sanitario, è opportuno l’utilizzo di cloni resistenti alle principali malattie fogliari.

Vantaggi: il principale vantaggio è l’elevata velocità di crescita della specie, questo consente l’applicazione di turni di raccolta piuttosto ridotti che più si avvicinano alle colture agrarie, rendendo quindi la coltivazione competitiva anche in termini di commercializzazione con rientri anticipati. Si hanno inoltre elevati livelli produttivi e buona qualità della biomassa estraibile. Altri vantaggi sono la flessibilità sul mercato per l’ampio spettro di utilizzo della biomassa prodotta (oltre alla finalità energetica impiego per la produzione di imballaggi, pannelli, truciolati, cellulosa, ecc.) e la protezione del suolo dall’erosione.

Svantaggi: nella maggior parte dei casi si tratta di impianti monospecifici che offrono quindi uno scarso contributo alla biodiversità su scala locale e un discreto rischio di infestazioni parassitarie. Inoltre, per garantire livelli produttivi elevati, gli impianti richiedono la realizzazione di cure colturali frequenti e l’impiego di mezzi tecnici che hanno un impatto maggiore sia in termini economici che ambientali. Il loro impiego è poi esclusivo della biomassa prodotta nella forma di legno cippato.

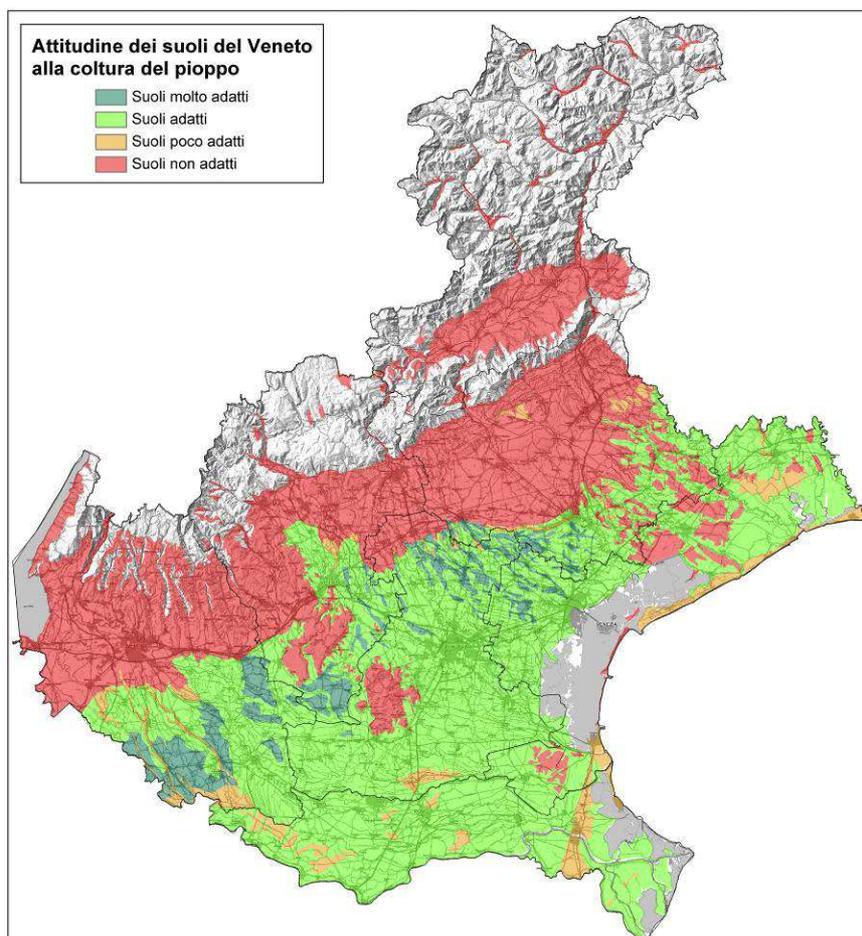
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL PIOPPO

Tabella 18 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del pioppo.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	ALTA	<35			>35
Tessitura	ALTA	FS, F	FSA, FA, SF, AS	FL, FLA, AL	A, S, L
Riserva idrica (mm)	MEDIA	>200	150-200	75-150	<75
Drenaggio interno	BASSA	buono, mediocre	lento	molto lento, impedito	rapido, mod. rapido
Reazione (pH)	BASSA	5,5-7,8	7,8-8,4	4,5-5,5	<4,5 o >8,4
Falda (cm)	MEDIA	100-200	50-100	<50	>200
Salinità (EC1:2 mS/cm)	ALTA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Quota (m s.l.m.)	MEDIA	<200			>200
Esposizione	INDIFFERENTE				
Profondità utile (cm)	ALTA	>100	50-100		<50
Grado di fiducia: MEDIO					

Tabella 19 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del pioppo.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
SRF	Da basso a medio	Basso	Da basso a medio	Medio	Medio	Medio
Ceduo a ciclo medio	Da basso a medio	Basso	Basso	Medio	Medio	Da basso a medio



## **ROBINIA** (*Robinia pseudoacacia*)

La robinia per il suo rapido accrescimento può essere impiegata sia in impianti con turno di ceduzione biennale-triennale sia in impianti a ciclo leggermente più allungato (quinquennale). Dagli impianti con densità molto elevata (SRC) si ottiene a scopo energetico solo legno cippato, mentre in caso di densità minori (SRF) si possono ottenere assortimenti di dimensioni maggiori.

Produttività: la produttività della Robinia in SRC biennali con densità d'impianto di circa 8.000-12.000 piante/ha, è di 11-12 t/ha di sostanza secca per anno.

Se si usano turni di ceduzione quinquennali con una densità iniziale di 1.500 piante/ha la produttività nel primo turno è indicativamente di 6-7 t/ha di sostanza secca per anno.

La massa volumica è pari a circa 790 kg/m<sup>3</sup> (valore medio con contenuto idrico del 13).

Esigenze e adattamento ambientali: è una delle specie più diffuse in Italia, da molti considerata infestante alla luce della sua notevole capacità pollonifera. La si trova in una fascia altimetrica che va dal livello del mare fino a più di 1.000 metri perché molto rustica e facilmente adattabile a diverse condizioni pedoclimatiche. Pur essendo mesofila sopporta la siccità estiva grazie al suo apparato radicale profondo e si afferma anche su terreni poveri e degradati. Ha invece esigenze elevate per quanto riguarda l'intensità luminosa e dopo la prima fase di sviluppo diviene spiccatamente eliofila. La specie non necessita di concimazioni azotate, essendo una leguminosa (fissazione simbiotica dell'azoto atmosferico ad opera di batteri del genere *Rhizobium*). Essendo una specie pioniera e caratterizzata da un'elevata adattabilità ai diversi suoli, in Veneto è diffusamente presente su tutto il territorio dalla pianura fino all'alta collina, ma non trova, in regione condizioni di *optimum* a causa della reazione dei suoli che raramente manifestano valori di pH subacidi, ottimali per la specie. Questo non pregiudica comunque la sua espansione e il suo ruolo dominante in alcuni contesti forestali. Condizioni di minor accrescimento si possono riscontrare nell'area della bassa pianura in presenza di terreni a tessitura molto fine.

Tecniche di coltivazione: l'impianto prevede l'utilizzo di semenzali di un anno a radice nuda. Negli impianti di SRC il materiale viene disposto in campo su file singole; l'interfila è di 1,6-2,3 m con distanza sulla fila di 0,4-0,6 m. Non necessita di concimazioni ma è consigliabile somministrare del concime organico ed eventualmente di fosforo e potassio durante i lavori preparatori del terreno. L'irrigazione alla coltura non è economicamente proponibile se non per soccorso durante l'attecchimento dei semenzali in primavera.

La lotta alle malerbe si effettua al momento della preparazione del terreno e dopo la messa a dimora delle piantine, con prodotti residuali ad azione antigerminello. Nell'interfila inoltre è meglio eseguire delle sarchiature. Negli impianti di SRF l'interfila è di 3,5x2 con stesura di telo pacciamante a difesa dalle malerbe.

Vantaggi: tra i vantaggi si ricordano l'accrescimento veloce e la forte adattabilità: ha infatti poche esigenze pedo-climatiche e non richiede concimazione azotata. Dal punto di vista ambientale la coltura protegge il terreno dall'erosione e ne migliora la fertilità (leguminosa).

Svantaggi: da molti è considerata una specie infestante e di difficile gestione per la rilevante capacità pollonifera. In presenza di impianti puri, monospecifici, apporta uno scarso contributo alla biodiversità su scala locale.

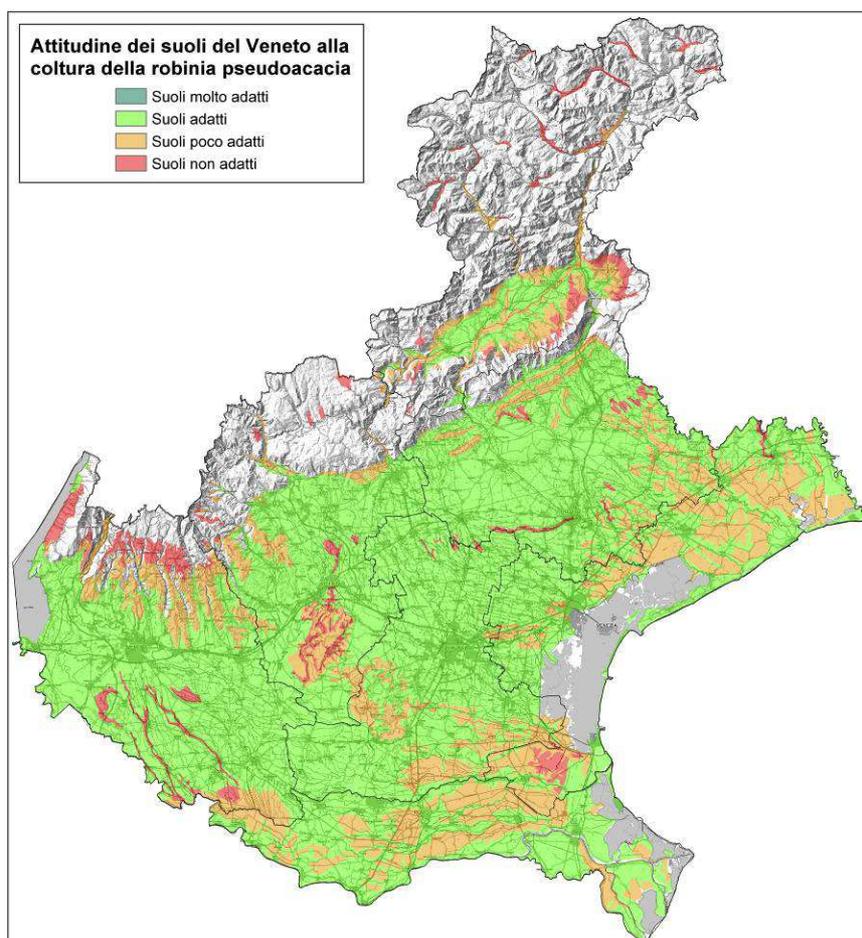
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DELLA ROBINIA

Tabella 20 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione della robinia.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	INDIFFERENTE				
Tessitura	MEDIA	FS, F,SF	FSA, FA, FLA,FL, S	A, AS, AL	L
Riserva idrica (mm)	MEDIA	150-200	75-150 200-250	<75 o 250-300	>300
Drenaggio interno	MEDIA	buono, mod. rapido	mediocre	rapido, lento	molto lento, impedito
Reazione (pH)	ALTA	5,5-6,5	4,5-5,5 o 6,5-8,4	<4,5 o >8,4	
Falda (cm)	MEDIA	>150	75-150	50-75	<50
Salinità (EC1:2 mS/cm)	INDIFFERENTE				
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-200	200-500	500-800	>800
Esposizione	INDIFFERENTE				
Grado di fiducia: MEDIO-BASSO					

Tabella 21 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione della robinia.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
SRF	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Da basso a medio
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Medio	Basso



## **SALICI (*Salix spp* )**

I salici sono piante dioiche che preferiscono, come i pioppi, ambienti con elevata disponibilità idrica. Nel Veneto le specie di salice sono circa una decina raggruppabili in altrettanti habitat molto diversi tra loro. L'impiego dei salici in impianti SRC o SRF, è limitato alle specie *Salix alba* e *Salix fragilis* e cloni di vario tipo. Le rese generalmente sono elevate, simili a quelle del pioppo. Sono piante adatte per eseguire interventi di fito-rimedio, essendo in grado di ridurre la quantità di metalli pesanti nei suoli contaminati. Si tratta quindi di alberi di alto valore ecologico oltre che economico.

Produttività: la produttività del salice con ceduzioni biennali è di circa 12 t/ha di sostanza secca per anno. Con turni di ceduzione quinquennali a densità di 1.300 piante/ha, la produttività è indicativamente di 16 t/ha di sostanza secca per anno nel primo turno e di 20 t/ha dal secondo turno in poi. Prove sperimentali hanno dimostrato che la concimazione azotata, l'irrigazione ed una buona difesa fitosanitaria migliorano notevolmente la resa negli impianti più fitti. La massa volumica è pari a circa 450 kg/m<sup>3</sup> (valore medio con contenuto idrico del 13%).

Esigenze e adattamento ambientali: i salici sono eliofili e igrofilo, con esigenze leggermente differenti dai pioppi: temperatura media annua compresa tra gli 8,5 e i 17 °C, precipitazioni medie annue superiori a quelle dei pioppi e intolleranza a carenza idrica prolungata. Buona sopportazione di asfissia radicale nei suoli a drenaggio difficoltoso, anche in condizione di temporanee sommersioni.

In Veneto, i salici possono essere coltivati con successo soprattutto nella bassa pianura privilegiando i suoli franchi e franco argillosi ben drenati. Non risultano adatti i suoli con scarsa riserva idrica ed eccessivamente drenanti ad eccezione di quelli ubicati nelle immediate adiacenze dei corsi d'acqua.

Tecniche di coltivazione: le tecniche di realizzazione degli impianti sono molto simili a quelle seguite nella coltura dei pioppi. Vengono messe a dimora talee legnose di circa 22 cm di lunghezza, lasciando fuori terra i primi 4 cm e non si effettua la stesura del telo pacciamante. La capacità pollonifera delle ceppaie è molto elevata. Densità e spaziatura negli impianti a SRC o SRF coincidono con le modalità che contraddistinguono i pioppeti da biomassa.

Vantaggi: i salici hanno un'ottima produzione unitaria a costo contenuto (crescita rapida e grande capacità rigenerativa a seguito di ceduzione) ed un effetto migliorativo sulle qualità delle acque e dell'aria; proteggono inoltre il terreno dall'erosione.

Svantaggi: tra gli aspetti negativi si annoverano la limitata vita media dell'impianto e l'impiego esclusivo della biomassa prodotta nella forma di legno cippato. Gli impianti puri, monospecifici, danno scarso contributo alla biodiversità su scala locale.

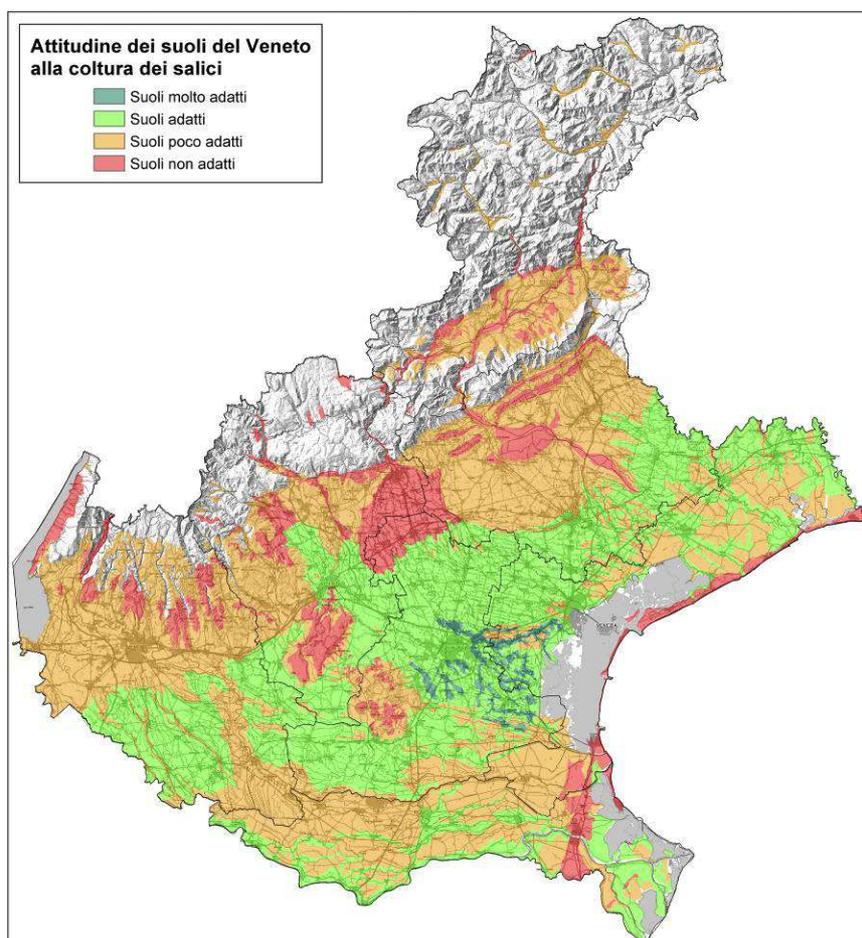
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEI SALICI

Tabella 22 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione dei salici.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	BASSA	0-50	50-70	>70	
Tessitura		F, FA	AS, FLA, FL, FS, AL, FSA	A	L, S, SF
Riserva idrica (mm)	ALTA	>200	150-200	75-150	<75
Drenaggio interno	ALTA	buono	mediocre	lento, molto lento	rapido, mod. rapido, impedito
Reazione (pH)	MEDIA	>4,5			<4,5
Falda (cm)	ALTA	<150	150-200	>200	
Salinità (EC1:2 mS/cm)	BASSA	<0,4		>0,4	
Quota (m s.l.m.)	INDIFFERENTE				
Esposizione	INDIFFERENTE				
Grado di fiducia: MEDIO-BASSO					

Tabella 23 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione dei salici.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
SRF	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso



## **FRASSINO OSSIFILLO (*Fraxinus angustifolia*)**

Il frassino ossifillo è una tipica specie di pianura comunemente presente nei popolamenti riparali, in presenza di suoli umidi o paludosi, insieme a salici, pioppi, querce e olmi. Rispetto al frassino maggiore presenta dimensioni leggermente inferiori (arriva al massimo a 20-25 metri di altezza), portamento meno slanciato, tronco non sempre eretto con sinuosità più o meno accentuata e corteccia liscia di colore grigio-chiara. E' una pianta a rapido accrescimento che viene impiegata, per questa sua caratteristica in impianti con ceduzione ogni 5-8 anni. La capacità pollonifera resta elevata e costante nel tempo. Viene associato a altre specie forestali (robinia, platano, olmo campestre) per dare al popolamento maggiore stabilità nei confronti di eventuali malattie.

Produttività: si stima che un arboreto misto da biomassa produca 110-125 t /ha allo scadere del primo turno (5 anni) e 220-225 t /ha allo scadere del terzo turno (15 anni) in poi. La durezza del legno permette di ottenere come prodotto finale sia legna in pezzi sia legno cippato.

La massa volumica del legno con contenuto idrico del 13% è mediamente di 720 kg/m<sup>3</sup>.

Esigenze e adattamento ambientali: tollera molto bene i terreni argillosi sopportando anche eventuali ristagni; predilige terreni profondi ma con falda entro il profilo del suolo. E' una specie abbastanza tollerante nei confronti della salinità. Ha un'elevata suscettibilità rispetto alle gelate tardive (da cui solo sporadica presenza negli ambienti vallivi montani).

Negli ultimi anni, in alcune zone del rodigino, si sono riscontrati nei mesi primaverili diffusi attacchi da parte di un defogliatore (*Operophter brumata*): tali attacchi non portano alla morte della piante ma ne danneggiano la vigoria riducendone le potenzialità di accrescimento e quindi di produzione di biomassa.

Tecniche di coltivazione: l'impianto prevede l'utilizzo di piantine di 1 anno con pane di terra. Anche nel caso di consociazioni con olmi e platano, il frassino viene sempre mantenuto in file monospecifiche essendo più lento nell'accrescimento (in genere il turno è sempre 1 - 2 anni più lungo). E' fortemente indicata l'esecuzione della ripuntatura profonda (80-100 cm) prima di eseguire le altre lavorazioni di preparazione del terreno. Si consiglia, inoltre, di eseguire una spollonatura manuale sulle ceppaie l'anno successivo a ogni taglio di fine turno (normalmente a fine inverno): questo diradamento permette di concentrare tutto l'accrescimento sui pochi pollini rilasciati per ceppaia (3-5 al massimo) aumentando la produttività degli individui e consentendo allo stesso tempo una più efficiente meccanizzazione del cantiere di raccolta.

Vantaggi: tra i vantaggi si hanno l'accrescimento veloce con produzione elevata e costante nel tempo e la flessibilità sul mercato: oltre al cippato, infatti, si possono ottenere diversi assortimenti di legna. In virtù della polispecificità degli impianti si ha un elevato contributo alla biodiversità locale. Anche questa specie protegge il suolo dall'erosione.

Svantaggi: l'articolazione del modulo di impianto rende complicate e onerose le fasi di messa a dimora dell'arboreto. Gli arboreti di questo tipo inoltre, sono di concezione molto recente per cui risultano ancora poco diffusi e conosciuti sul territorio, di conseguenza manca l'esperienza necessaria per ottimizzare le operazioni colturali e non è possibile verificarne la produttività in quanto le rese a fine ciclo sono solo stimate ipoteticamente. E' una specie sensibile all'attacco di defogliatori in alcune aree del territorio regionale da cui una riduzione della vigoria delle piante e delle potenzialità di crescita e resa produttiva.

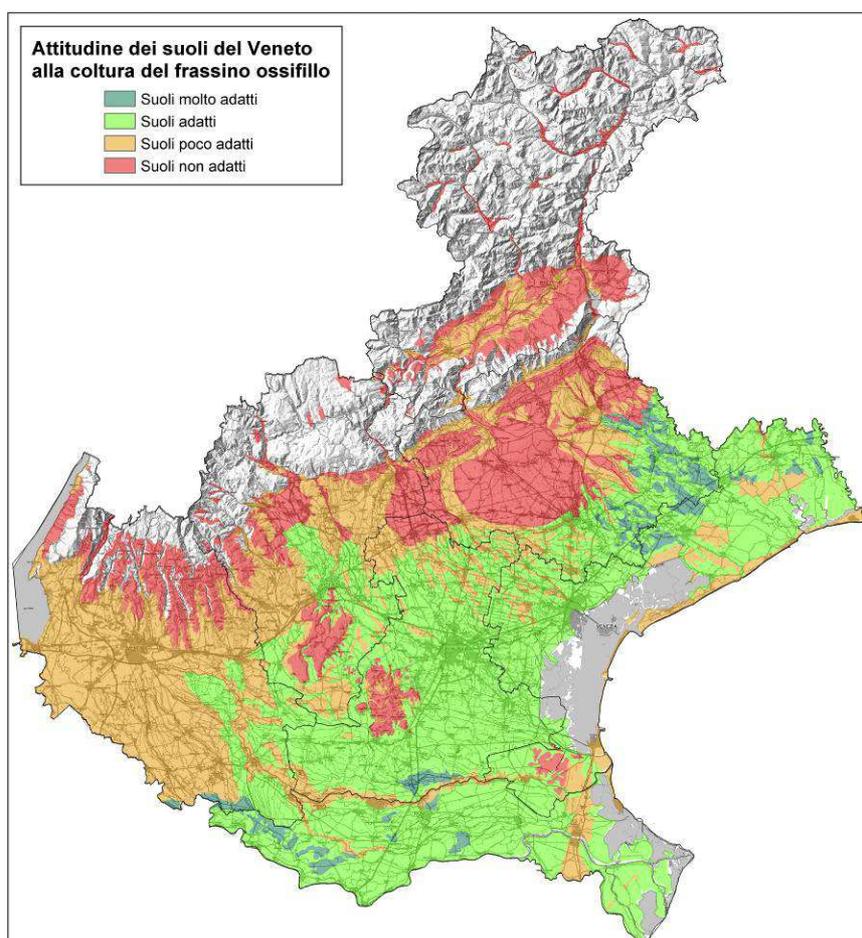
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL FRASSINO OSSIFILLO

Tabella 24 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del frassino ossifillo.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	<5	5-15	15-35	>35
Tessitura	ALTA	A, AS, AL	FSA, FA, FLA, F, FL, L	FS, S, SF	
Riserva idrica (mm)	ALTA	>200	150-200	75-150	< 75
Drenaggio interno	MEDIA	mediocre, lento	buono	moderatamente rapido, rapido, molto lento	impedito
Reazione (pH)	ALTA	7,3-8,4	6,6 -7,3	5,5-6,5	< 5,5 o >8,4
Falda (cm)	MEDIA	<200		>200	
Salinità (EC1:2 mS/cm)	MEDIA	<0,4	0,4-1	1-2	>2
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-100	100-250	250-400	>400
Esposizione	MEDIA				N-NE
Grado di fiducia: medio					

Tabella 25 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del frassino ossifillo.

Valutazione pressione/impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso



## **OLMO CAMPESTRE (*Ulmus minor*) e OLMO SIBERIANO (*Ulmus pumila*)**

L'olmo campestre è una specie molto comune che si trova facilmente negli ambienti più svariati, dai boschi alle siepi delle aree rurali, dal piano basale della pianura fino a oltre 1.000 di quota. La diffusione di una malattia fungina denominata grafiosi (*Ophiostoma ulmi*) ne ha ridotto notevolmente la presenza nel secolo scorso. Per tale motivo si è optato per l'introduzione dell'olmo siberiano in virtù della sua resistenza alla malattia. L'olmo campestre e siberiano sono impiegati in impianti SRF misti, insieme al frassino, alla robinia e al platano con un turno colturale di 5-8 anni.

Produttività: si stima che un arboreto misto da biomassa possa produrre circa 110-125 t/ha di sostanza fresca allo scadere del primo turno (5 anni) e 220-225 t/ha di sostanza fresca allo scadere del terzo turno (15 anni). La massa volumica del legno dei vari olmi si attesta mediamente su valori di 620 kg/m<sup>3</sup> (legno con contenuto idrico del 13%).

Esigenze e adattamento ambientali: l'olmo campestre vegeta, pur con alcune limitazioni, dal livello del mare fino a 1000 m slm. Possiede una notevole attività pollonifera e una elevata resistenza ai fattori climatici avversi. La tarda ripresa vegetativa delle gemme gli conferisce una notevole tolleranza alle gelate. Preferisce terreni freschi, profondi, con una buona disponibilità d'acqua e tollera molto bene i substrati argillosi e calcarei. Non si adatta alle zone collinari più assolate e aride mentre trova condizioni ottimali in pianura e nei versanti di collina più umidi e settentrionali. Come già ricordato, è particolarmente sensibile alla grafiosi capace di essiccare larghi tratti di chioma sino a portare alla morte degli individui colpiti. L'olmo siberiano ha il pregio di resistere a condizioni climatiche di aridità estiva e gelo invernale adattandosi a un'ampia gamma di suoli. Le esigenze e l'adattabilità ambientale sono pressoché simili a quelle dell'olmo campestre ma rispetto a quest'ultimo, l'olmo siberiano, presenta una maggiore resistenza alla grafiosi (risulta ancora immune a questa malattia) e all'attacco di taluni defogliatori come *Galerucella luteola*.

Quasi tutta la pianura veneta risulta adatta alla coltivazione degli olmi con zone di elevata adattabilità in suoli con alta riserva idrica e assenza di salinità. Le aree non vocate sono quelle caratterizzate da salinità superiore a 0,4 EC 1:2 mS/cm.

Tecniche di coltivazione: l'impianto prevede l'utilizzo di piantine di 1 anno con pane di terra. E' fortemente indicata la ripuntatura profonda (80-100 cm) prima di eseguire le altre lavorazioni di preparazione del terreno. Si consiglia, inoltre, di eseguire una spollonatura manuale sulle ceppaie l'anno successivo a ogni taglio di fine turno (in genere a fine inverno): quest'operazione permette di concentrare tutto l'accrescimento sui pochi polloni rilasciati per ceppaia (3-5 al massimo) aumentando la produttività degli individui e consentendo allo stesso tempo una più efficiente meccanizzazione del cantiere di raccolta.

A causa della possibile infestazione da grafiosi in presenza di olmo campestre e la diffusione di tale malattia per anastomosi radicale si consiglia, nel sesto d'impianto dell'arboreto, l'alternanza di gruppi di piante appartenenti a specie diverse sia tra le file sia all'interno delle file stesse, per interrompere la continuità radicale e impedire la propagazione della malattia. Va comunque evidenziato come l'applicazione di turni di ceduzione inferiori a 10 anni non permettano la creazione di substrati favorevoli all'insorgere della grafiosi. Fino ad ora non si ha notizia di attacchi di tale patogeno con questa tecnica colturale nelle zone rurali venete.

Vantaggi: tra i vantaggi si ricordano l'accrescimento veloce e la produzione elevata e costante nel tempo. La specie inoltre, presenta elevata adattabilità alle più svariate condizioni pedologiche e stagionali. Protegge il

suolo dall'erosione e dà un contributo alla biodiversità locale in relazione alla polispecificità degli impianti. Infine, la produzione integrata di legna in pezzi e/o cippato facilita l'allineamento alle richieste del mercato, con flessibilità nella commercializzazione della biomassa.

Svantaggi: l'articolazione del modulo d'impianto rende più complicate e onerose le fasi di messa a dimora dell'arboreto. Gli arboreti di questo tipo, inoltre, sono di recente concezione per cui risultano ancora poco diffusi nel territorio, manca l'esperienza necessaria per ottimizzare le operazioni colturali e non è possibile stabilire la produttività a lungo termine. Infine, in presenza d'impianti puri l'olmo campestre può essere sensibile agli attacchi di alcuni patogeni che ne possono compromettere vitalità e produttività.

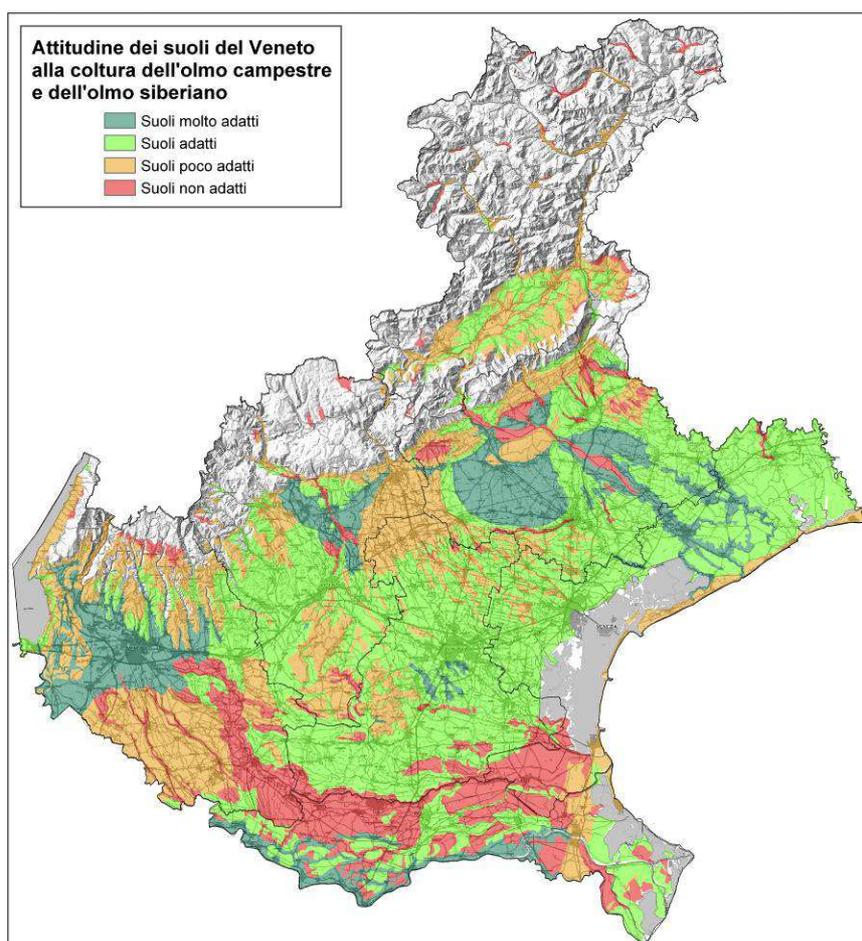
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DELL'OLMO

Tabella 26 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione dell'olmo campestre e siberiano

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Tessitura	MEDIA	F, FL, L, FSA, FA, FLA	A, AS, AL	FS, S, SF	
Riserva idrica (mm)	MEDIA	>100	75-100	<75	
Drenaggio interno	ALTA	buono	mediocre, lento	mod. rapido, rapido	molto lento, impedito
Reazione (pH)	ALTA	7,3-8,4	5,5-7,3	4,5-5,5	<4,5 o >8,4
Falda (cm)	INDIFFERENTE				
Salinità (EC1:2 mS/cm)	ALTA	0	0-0,4		>0,4
Quota (m s.l.m)	MEDIA	0-300	300-600	600-1000	>1000
Esposizione	ALTA				S
Grado di fiducia MEDIO					

Tabella 27 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione dell'olmo campestre e siberiano.

Valutazione pressione/Impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso



## **PLATANO (*Platanus hispanica* o *acerifolia*)**

Il platano è un albero che può raggiungere altezze di 40 metri e diametri di 2 metri. Ampiamente coltivato nei parchi e nelle alberature stradali per il suo bel portamento, il platano viene impiegato anche per la produzione di biomassa in impianti a turno breve, insieme agli olmi, al frassino e alla robinia, con un modello di coltivazione che prevede una densità di circa 1.500 piante/ha e un ciclo colturale che si attesta generalmente sui 5-7 anni. Essendo il Platano una specie a legno duro, non rischia di incorrere in fenomeni di marcescenza e può rimanere produttivo per oltre 50-70 anni dando vita a una produzione integrata di biomassa (legno in pezzi e/o cippato).

Produttività: si stima che un arboreto misto da biomassa polispecifico possa produrre circa 110-125 t/ha di sostanza fresca allo scadere del primo turno (5 anni) e circa 220-225 t/ha di sostanza fresca allo scadere del terzo turno (15 anni) in poi. La massa volumica del platano si attesta mediamente su valori di 670 kg/m<sup>3</sup> (legno a contenuto idrico 13%).

Esigenze e adattamento ambientali: il platano è una specie eliofila a rapida crescita, coltivata dal piano basale sino a quote di 300 m slm.

Predilige terreni aerati, profondi, freschi, umidi ma non acquitrinosi, preferibilmente calcarei e ricchi di sostanza organica. Sopporta bene sia il caldo estivo sia il freddo invernale che però non deve essere troppo intenso e prolungato.

In Veneto il platano trova condizioni ottimali nei suoli di pianura con falda superficiale a tessitura franca e buon drenaggio. All'aumentare della quota altimetrica, della profondità della falda lungo il profilo del suolo, della difficoltà di drenaggio e del contenuto salino, l'adattabilità del platano diminuisce progressivamente. Nelle aree non vocate, entro una quota di 300 m slm, possono esserci comunque delle condizioni favorevoli legate alla disponibilità di acqua.

Tecniche di coltivazione: le piantine di un anno vengono poste a dimora con pane di terra. Le lavorazioni del terreno di preparazione all'impianto sono precedute da ripuntatura profonda. A causa della possibile infestazione da cancro colorato (*Ceratocystis fimbriata*) trasmissibile anche per contatto radicale, si consiglia nel sesto d'impianto dell'arboreto, l'alternanza di gruppi di piante appartenenti a specie diverse sia tra le file sia all'interno delle file stesse, per interrompere la continuità radicale e impedire la propagazione della malattia. Fino ad ora non si ha notizia di attacchi di tale patogeno con questa tecnica colturale nelle zone rurali venete.

Vantaggi: il platano ha accrescimento veloce e una produzione elevata e costante nel tempo. Protegge il suolo dall'erosione e fornisce un elevato contributo alla biodiversità locale in virtù della polispecificità degli impianti. Ha una buona flessibilità nei confronti del mercato dato che oltre al cippato si possono ottenere diversi assortimenti di legna.

Svantaggi: l'articolazione del modulo d'impianto rende più complicate e onerose le fasi di messa a dimora dell'arboreto. Essendo un tipo di impianto ideato da poco, manca l'esperienza necessaria per ottimizzarne le operazioni colturali e valutarne la produttività in termini di resa effettiva. Infine, in presenza di impianti puri, il platano può essere sensibile agli attacchi di cancro colorato che ne possono compromettere vitalità e produttività.

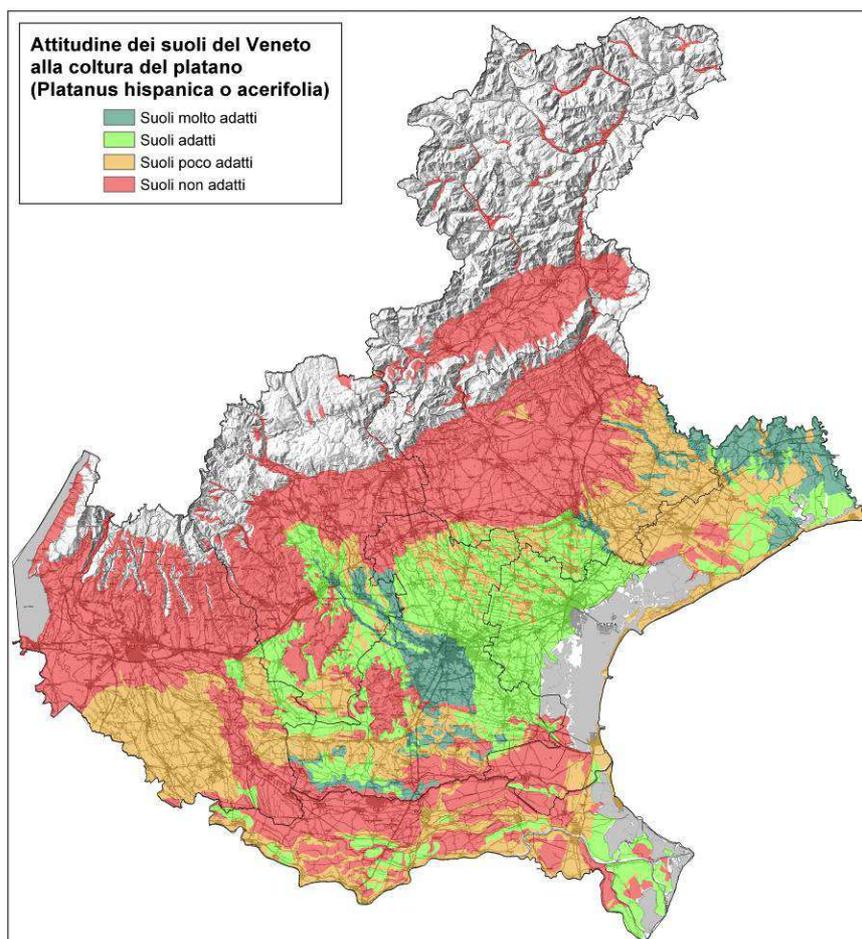
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DEL PLATANO

Tabella 28 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione del platano.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	ALTA	<5	5-15	15-35	>35
Tessitura	MEDIA	F, FL, L, FS	FSA, FA, FLA	AS, AL, S, SF	A
Riserva idrica (mm)	ALTA	>200	150-200	75-150	< 75
Drenaggio interno	ALTA	buono, mediocre	lento	mod. rapido, rapido, molto lento	impedito
Reazione (pH)	MEDIA	7,3-8,4	6,6 -7,3	5,5-6,5	< 5,5 o >8,4
Falda (cm)	ALTA	50-150	150-200	>200	<50
Salinità (EC1:2 mS/cm)	ALTA	0	0-0,4		>0,4
Carbonio organico (%)	BASSA	>0,5	<0,5		
Quota (m s.l.m)	ALTA	0-50	50-100	100-300	>300
Esposizione	INDIFFERENTE				
<b>Grado di fiducia: MEDIO</b>					

Tabella 29 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione del platano.

Valutazione pressione/impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso



## **PAULOWNIA** (*Paulownia tomentosa*)

La paulownia è una pianta di origine cinese a rapido accrescimento introdotto per la prima volta in Italia a scopo ornamentale. L'interesse produttivo del legno di paulownia risiede principalmente nelle sue proprietà di leggerezza e resistenza che rappresentano ottime caratteristiche per i lavori di artigianato e costruzione. La sua velocità di crescita è però anche sfruttabile per la produzione di biomassa a fini energetici. E' una pianta che per le sue caratteristiche ecofisiologiche si presta bene alle consociazioni con altre specie arboree, facilitando le condizioni di accrescimento di altre specie in impianti misti come, ad esempio, della Robinia in ciclo a turno breve.

Produttività: la produttività dipende dalle condizioni ambientali, dalle caratteristiche dei terreni (in particolare è legata alla disponibilità di acqua e nutrienti) e dalla lunghezza del turno di ceduzione applicato nella gestione dell'impianto. Generalmente la produzione si attesta su 5-7 t di sostanza secca/ha/anno. La produttività media oscilla tra valori di 15-25 t di sostanza fresca/ha/anno ma alcune fonti riportano valori decisamente superiori 35-55 t/ha/anno (biomassa al 30% di umidità).

La massa volumica è mediamente compresa tra i 300 e i 400 kg/m<sup>3</sup> a seconda dei valori di contenuto idrico di riferimento: con U=12% la massa volumica si attesta sui 330-360 kg/m<sup>3</sup>, mentre la densità del legno con umidità del 10% è di circa 290-300 kg/m<sup>3</sup>.

Esigenze e adattamento ambientali: è una specie nettamente eliofila che si adatta a una notevole gamma di regimi pluviometrici (da 500 a 2.500 mm/anno) ed è in grado di sopportare anche temperature molto basse (minime fino a -20° C). Predilige terreni fertili, profondi e sciolti, ben drenati e con buona regimazione idraulica. Preferisce una tessitura limoso-sabbiosa con contenuto di argilla sempre molto ridotto (inferiore al 10%). Il contenuto salino deve essere inferiore allo 0,05% mentre è poco influente il pH che può variare tra 5 e 8. Il livello della falda freatica influisce fortemente sul corretto sviluppo dell'apparato radicale: è molto importante che la falda idrica si trovi a una profondità di almeno 1,5-2 metri ma sia comunque raggiungibile. La paulownia richiede molta acqua per svilupparsi rapidamente ma ha pochissima tolleranza al ristagno e può morire quando il terreno è sommerso per qualche giorno nel periodo vegetativo o per 2-4 settimane nel periodo di riposo.

In Veneto la paulownia trova condizioni ottimali nei suoli ben drenati, a falda profonda e basso contenuto di argilla, condizioni frequenti nelle zone di collina e alta pianura. La diffusione della specie trova forti limitazioni in bassa pianura in presenza di falda superficiale e drenaggio è difficoltoso.

Tecniche di coltivazione. per la preparazione del terreno, prima dell'impianto, si procede con una ripuntatura profonda seguita da aratura a 30 cm e da erpicatura o fresatura. Il materiale vegetale da mettere a dimora può essere di vario tipo: piantine di piccole dimensioni (semenzali) con pane di terra, ceppaie, astoni radicati.

In genere negli impianti SRC/SRF non si esegue la stesura del telo pacciante lungo le file. Densità e spaziatura coincidono con le modalità che contraddistinguono i pioppeti da biomassa a SRC o SRF e i turni sono compresi in genere tra i 2-5 anni. La paulownia ad oggi non risulta attaccata da nessun patogeno o parassita: per tale motivo non necessita di alcun intervento fito-sanitario.

Vantaggi: i principali vantaggi sono l'accrescimento veloce, la produzione elevata e costante nel tempo e la buona qualità della biomassa estraibile. La paulownia è caratterizzata da notevole capacità pollonifera e

dalla grande resistenza ai patogeni. Protegge il terreno dall'erosione e presenta alta capacità di assorbimento di azoto dal suolo e notevole facoltà di utilizzare eccessi di nutrienti da cui l'attitudine ad essere impiegata in territori in cui è rilevante il problema da inquinamento da nitrati.

Svantaggi: in presenza di impianti monospecifici questa specie dà scarso contributo alla biodiversità su scala locale. Ha inoltre un impiego esclusivo della biomassa prodotta nella forma di legno cippato.

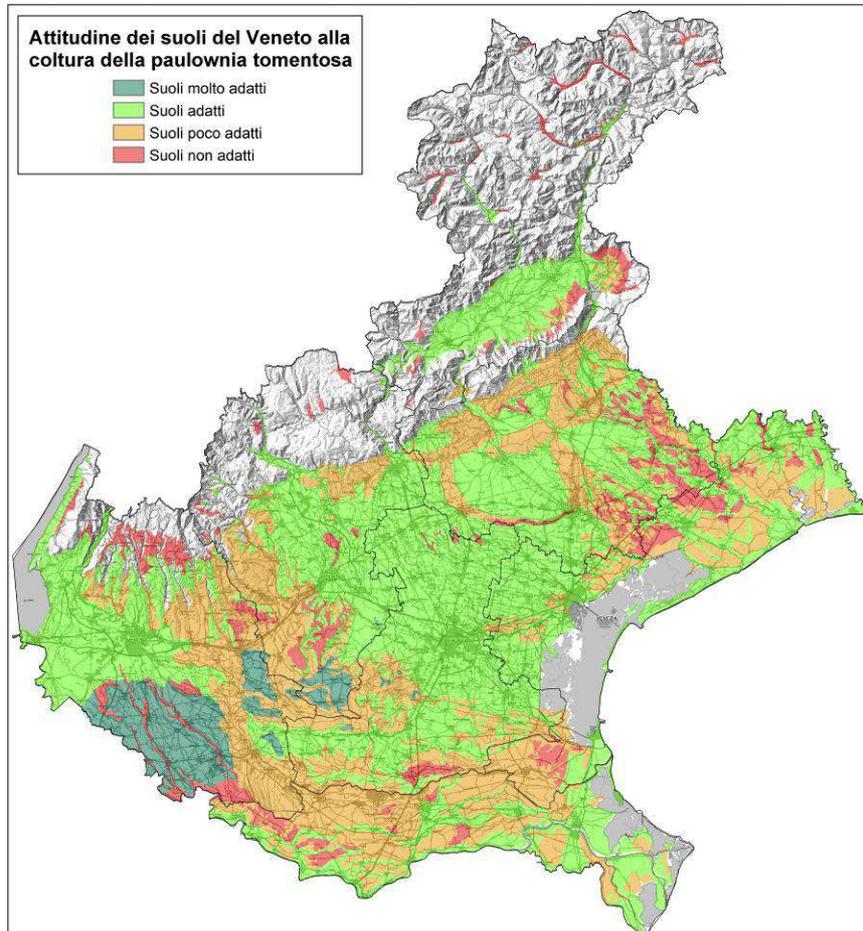
## ATTITUDINE DEI SUOLI DEL VENETO ALLA COLTURA DELLA PAULOWNIA

Tabella 30 – Schema interpretativo per la valutazione dell'attitudine alla coltivazione della paulownia.

Caratteri e qualità	Importanza	Molto adatto (1)	Adatto (2)	Poco Adatto (3)	Non adatto (4)
Scheletro (%)	MEDIA	>15	5-15	<5	
Tessitura	ALTA	F, FS, SF, S	FL, L	FA, FLA, FSA	A, AS, AL
Riserva idrica (mm)	MEDIA	75-150		150-200	>200
Drenaggio interno	ALTA	rapido, mod. rapido, buono	mediocre	lento	molto lento, impedito
Reazione (pH)	BASSA	5,5-7,8	7,9-8,4	4,5-5,5	<4,5 o >8,5
Falda (cm)	ALTA	>200	150-200	75-150	<75
Salinità (EC1:2 mS/cm)	ALTA	0	<0,4	>0,4	
Quota (m s.l.m)	BASSA				>800
Esposizione	INDIFFERENTE				
Grado di fiducia: MEDIO-ALTO					

Tabella 31 – Valutazione delle pressioni/impatti sul suolo della coltivazione della paulownia.

Valutazione pressione/ impatto sul suolo	Erosione del suolo	Compattazione del suolo	Lisciviazione di nutrienti	Inquinamento da pesticidi di suolo e acqua	Biodiversità dell'ecosistema agricolo	Tenore di sostanza organica
SRF	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso
Ceduo a ciclo medio	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso	Basso



## LA FILIERA DIGESTIONE ANAEROBICA-BIOGAS

Il **biogas** è una miscela di gas, prodotta nel corso delle molteplici reazioni biochimiche del processo di digestione anaerobica. La presenza del metano nella composizione del biogas (50-75%) influisce in misura determinante sulla sua densità energetica (in media 23 MJ/Nm<sup>3</sup>) e ne consente l'impiego in sostituzione del gas naturale, previa predisposizione dei motori a ciclo Otto e di quelli a ciclo Diesel e delle microturbine a gas.

Il biogas può essere prodotto a partire da diverse materie prime. Tradizionalmente deriva dalla digestione anaerobica dei liquami zootecnici o di fanghi di depurazione delle acque reflue (in reattori anaerobici), nonché di rifiuti organici. In seguito all'accresciuta consapevolezza della valenza ambientale dello sfruttamento delle biomasse residuali, si è sviluppato il processo di codigestione, in cui i substrati di diversa provenienza (ad esempio gli scarti agricoli, i liquami zootecnici, i reflui agro-industriali, le colture dedicate) sono miscelati per accrescere l'efficienza, nonché la stabilità del processo. Tra le colture dedicate, oltre al tradizionale silomais, appaiono interessanti il sorgo zuccherino ed il triticale.

Per questi i biocarburanti, la generazione elettrica con rendimenti del 35-40%, e ancora di più la cogenerazione, che permette un recupero fino al 95% dell'energia prodotta, consentono degli interessanti margini di redditività, che possono essere ulteriormente incrementati per effetto dei Certificati Verdi, dei Titoli di Efficienza Energetica e dei RECS (*Renewable Energy Certification System*).

### **TRITICALE** (*Triticum x Secale*)

Ibrido intergenerico tra il frumento e la segale, unisce la buona produttività del frumento alla rusticità della segale; la resistenza al freddo e a molte malattie lo rendono adatto anche alla coltivazione in terreni marginali ed in montagna. Sono circa una decina le varietà iscritte nel Registro Nazionale di cui la più antica è la *Mizar*.

Produttività: le produzioni unitarie sono molto variabili, da 6 a 10 t/ha, superiori a quelle del frumento. Con alcuni genotipi ed in condizioni adeguate, può essere ottenuto anche un secondo raccolto in estate con produzione abbondante.

Esigenze e adattamento ambientali: ci sono molte varietà con caratteristiche differenti e che si possono adattare a diverse condizioni pedo-climatiche. In genere i triticali sono resistenti alle ruggini e alle altre comuni malattie dei cereali provocate da batteri e funghi, quindi possono essere coltivati con successo anche in montagna o nelle aree con elevata piovosità. Alcuni genotipi sono resistenti al freddo e adatti a terreni acidi, altri sono resistenti alla siccità e quindi più adatti ad essere coltivati in ambiente mediterraneo. La potenzialità produttiva della coltura, però, raggiunge il massimo su terreni fertili ed irrigui dove si possono ottenere anche due raccolti l'anno.

Si adatta comunque bene ai terreni sabbiosi e poco fertili e resiste alla salinità. Le esigenze idriche sono inferiori a quelle del frumento grazie ad una maggiore capacità di sfruttamento dell'acqua presente nel terreno.

Tecniche di coltivazione: non necessita di una preparazione del terreno particolarmente accurata. L'epoca di semina varia in funzione dell'ambiente di coltivazione. Nei tipi autunnali è bene seminare precocemente

(eccetto per le varietà precoci come Mizar). La semina avviene normalmente a righe distanti 20-30 cm, a circa 5 cm di profondità, impiegando da 100 a 200 kg/ha in funzione della germinabilità, delle dimensioni del seme e della destinazione del prodotto. Le indicazioni sul tipo di concime e sull'epoca di distribuzione sono simili a quelle del frumento. E' consigliato non eccedere con la concimazione azotata per evitare l'allettamento. Pur presentando una buona capacità di competizione nei confronti delle infestanti, risulta conveniente ricorrere al diserbo chimico per ottenere adeguate produzioni.

Le malattie fungine sono comuni a quelle dei cereali autunno-vernini, le più importanti sono: l'oidio, le ruggini (Puccinia graminis), la muffa della neve (Fusarium nivale) e la segale cornuta (Claviceps purpurea).

Avendo l'apparato radicale piuttosto superficiale, è consigliato l'avvicendamento con una coltura miglioratrice.

Vantaggi: la sua elevata rusticità conferisce alla coltura adattabilità anche in condizioni limitanti per altre specie.

Svantaggi: è una pianta particolarmente adatta alle zone montane (resistenza al freddo e buona produzione ad alta quota) mentre in pianura sono più diffusi altri cereali.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 2002, Progetto *Ecocertificazione della pioppicoltura. Disciplinare coltivazione pioppo*. Regione Piemonte.
- AA.VV., 2004. *Le biomasse legnose. Un'indagine sulle potenzialità del settore forestale italiano nell'offerta di fonti di energia*". APAT rapporti 30/2003, Roma.
- AA.VV., 2006. *Nuovi cloni di pioppo*. Agricoltura giugno 71-78.
- AA.VV., 2007. *Arbusti di pianura*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- AA.VV., 2007. *I frassini*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- AA.VV., 2007. *Rapporto energia e ambiente 2006*. Analisi e scenari. ENEA.
- AA.VV., 2007. *Produzione ed utilizzo di oli vegetali e biodisel a scopi energetici in Friuli Venezia Giulia – potenzialità e prospettive economiche ed ambientali*. ERSA, Gorizia, 50-60.
- AA.VV., 2008. *Il Platano comune (Platanus ispanica)*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- AA.VV., 2007. *I salici del Veneto. Biodiversità, propagazione e possibile impiego*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- AA.VV., 2007. *Le querce autoctone del Veneto*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- Agostinetto L., Barella L., Di Martino S., 2007. *La produzione di biomasse legnose a scopo energetico*. Veneto Agricoltura, Legnaro (PD).
- APAT, 2006. *Colture a scopo energetico e ambiente*. Atti del convegno, 5 ottobre, Roma.
- ARSIA, 2004. *Le colture dedicate ad uso energetico: il progetto Bioenergy Farm*. Quaderno 6/2004. Atti del convegno 9 febbraio 1984. La soia prospettive colturali ed economiche per l'agricoltura padana.
- Baldoni R., Giardini L., 2000. *Coltivazioni erbacee - Cereali e proteaginose*. Patron Editore.
- Baldoni R., Giardini L., 2001. *Coltivazioni erbacee – piante oleifere, da zucchero, da fibra, orticole e aromatiche*. Patron Editore.
- Bellocci G., Maestrini C., 2002. *Principi di modellizzazione della crescita e dello sviluppo di specie arboree*. Riv. Agron., 36:1-16.
- Bergante S., Facciotto G., 2006. *Impianti annuali, biennali, quinquennali. Produttività e costi in alcune realtà del Nord Italia*. Sherwood – Foreste ed Alberi Oggi, numero 128. Compagnia delle Foreste Arezzo.
- Bernetti G., 1995. *Selvicoltura speciale*. UTET, Torino.
- Bioenergy World Europe, 2008. *Spazio Bioenergie*. Atti del convegno 7-10 febbraio, Verona.
- Bonari E., Villani R., 2004. *La produzione di biomassa a destinazione energetica dalla S.R.F. di pioppo. Prime esperienze in Toscana*. Convegno di studio "Le biomasse agricole e forestali nello scenario energetico nazionale", Progetto Fuoco Verona 18-19 marzo.
- Bonciarelli F., 1987. *Coltivazioni erbacee da pieno campo*. Ed agricole.
- Bonsembiante M., 1983. *Il mais*. Liviana Editrice.
- Collins R., Kristensen P., Thyssen N., 2009. *Water resources across Europe – confronting water scarcity and drought*. EEA report No 2/2009.
- De Capua E.L., 2007. *Il Frassino ossifillo del bosco di Policoro*. Provincia di Matera.

European Commission, 2005. *Piano d'azione per la biomassa*. Comunicazione della Commissione, COM(2005)628.

European Commission, 2006. *Strategia dell'UE per i biocarburanti*. Comunicazione della Commissione, COM(2006)34.

European Commission, 2006. *Biofuels in the European Union: an agricultural perspective*. Fact Sheet. Directorate-General for Agriculture and Rural Development.

European Environmental Agency, 2006. *How much bioenergy can Europe produce without harming the environment*. EEA Report No 7/2006.

Facciotto G., Vergante S., Muggini G., L.A. Gras M., Nervo G. 2007. *Le principali specie per la produzione di biomassa*. L'informatore Agrario 63: 36-37.

Facciotto G., Vergante S., Muggini G., L.A. Gras M., Nervo G., 2007. *Tecnica e modelli colturali per cedui a breve rotazione*. L'Informatore Agrario 63: 38-42.

FAO, 1999, *"The Multifunctional Character of Agriculture and Land"*, FAO/Netherland Conference, Background Paper – bioenergy.

Giannini R., 2007. *Report del seminario: "Ecofisiologia, biologia e genetica del pioppo - Stato della ricerca in Italia"*. Forest@ 4 (3): 250-255.

Giovanardi R., Danuso F., Picco L., Ferro L., Tassan Mazzucco G., Rosso S., Zuliani F., Castelluccio M.D., 2008. *Il Sorgo da Fibra: Bilancio energetico e aspetti ambientali nella pianura friulana*. XIII Convegno Internazionale Interdisciplinare Aquileia –UD- 18-19 settembre.

Lacovig A., Giovanardi R., Tassan Mazzucco G., Pstrin D., Casarsa D., 2007. *Nuove colture energetiche con spiccate caratteristiche paesaggistiche e ambientali*. Pre-atti XII Convegno Internazionale Interdisciplinare. Cividale del Friuli (UD), 25-26 ottobre 2007.

Mezzalana G., Brocchi Colonna M., 2002. *Paulownia, un'arboricoltura da legno multifunzionale*. L'informatore Agrario 1: 65-73.

Parlamento Europeo e Consiglio, 2009. *Sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE*. Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009.

Petersen J.E., Elbersen B., Wiesenthal T., Feehan J., Eppler U, 2007. *Estimating the environmentally compatible bioenergy potential from agriculture*. EEA Technical report No 12/2007.

Tasinazzo S., Dal Lago A., 1999. *Alberi ed arbusti del Colli Berici*. Ed. Esca, Vicenza.

Toniolo L., Mosca G., 1986. *Il colza*. Reda edizioni per l'agricoltura.

Toniolo L., Mosca G., 1986. *La soia come si coltiva*. Reda Edizioni per l'agricoltura.

# **ALLEGATI**

## ALLEGATO 1

# I PIANI DI SVILUPPO RURALE (PSR) E GLI INCENTIVI ECONOMICI PER LA COLTIVAZIONE DELLE COLTURE ENERGETICHE

Nei piani di sviluppo rurale regionali per il 2007-2013, vi sono diverse opportunità di finanziamento per le imprese (anche non agricole) e per soggetti sia pubblici che privati che vogliono investire sull'energia rinnovabile.

La promozione e lo sviluppo delle agroenergie è un argomento trasversale che si ritrova nei 3 assi di intervento del PSR, tanto che si può accedere a più misure, in modo da avere un finanziamento anche per investimenti che richiedono un elevato contenuto innovativo ed un approccio integrato.

Le misure più significative che finanziano le energie rinnovabili sono elencate di seguito.

### ASSE I - Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale

**Misura 121 e 122 Ammodernamento delle aziende agricole:** concede finanziamenti a fondo perduto alle aziende che investono nel settore dei prodotti agricoli e forestali; in quasi tutte le regioni sono ammesse le spese per la realizzazione di impianti a biomasse, a energia solare o eolica da usare in azienda per coprire i fabbisogni energetici aziendali (potenza massima 1 MW). In Veneto sono oggetto di finanziamento anche le colture specializzate pluriennali per la produzione di biomassa. L'aliquota di copertura delle spese varia tra il 30 e il 55% ma in zone montane o svantaggiate può arrivare al 75%.

**Misura 123 Accrescimento del valore aggiunto:** eroga finanziamenti a fondo perduto alle imprese che commercializzano e trasformano prodotti agricoli o forestali in modo che producano ed utilizzino energie rinnovabili. Sono ammessi sia investimenti materiali che immateriali e l'aiuto copre fino al 40% della spesa. Possono essere realizzati impianti con potenza fino ad 1 MW o investimenti finalizzati al riutilizzo di sottoprodotti colturali; analogamente vengono finanziate centrali termiche alimentate con biomasse legnose di origine forestale. Condizione limitante è che l'energia prodotta venga utilizzata in azienda.

### ASSE II - Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale

**Misura 221 Aiuti per imboschimento di superfici agricole:** aiuti a fondo perduto per rimboschire superfici agricole con la condizione di utilizzo energetico delle biomassa prodotte.

**Misura 223 Aiuti per imboschimento di superfici agricole:** aiuti a fondo perduto per rimboschire superfici non agricole con la condizione di utilizzo energetico delle biomassa prodotte.

**Misura 226 Ricostituzione del potenziale forestale e interventi di natura preventiva:** aiuti a fondo perduto per interventi di miglioramento e gestione di boschi con la condizione di utilizzo energetico delle biomassa prodotte.

### ASSE III - Qualità della vita nelle zone rurali e diversificazione dell'economia rurale

**Misura 311 Diversificazione verso attività non agricole:** concede finanziamenti a fondo perduto per la diversificazione in attività non agricole tra cui la produzione, utilizzazione e vendita di energia da fonte

rinnovabile. In Veneto gli impianti oggetto di finanziamento sono quelli a biogas o biocombustibile (è vincolante la sottoscrizione di contratti di filiera per la coltivazione di biomassa). Sono coperte anche le spese per strutture, attrezzature e impianti finalizzati all'utilizzo di energia solare, eolica e idroelettrica. L'aiuto varia dal 25 al 50% in relazione alla tipologia di investimento e alla localizzazione.

**Misura 312 Creazione e sviluppo di nuove imprese:** concede finanziamenti a fondo perduto a nuove imprese che investono nel settore delle agroenergie. L'aiuto varia dal 25 al 70% della spesa effettuata per la produzione e l'utilizzo di energia rinnovabile.

**Misura 321 Servizi essenziali per la popolazione e l'economia rurale:** finanziamenti a fondo perduto per imprese pubbliche che investono nel settore delle energie rinnovabili. In Veneto vengono finanziati enti pubblici territoriali che investono in strutture, infrastrutture, impianti ed attrezzature finalizzate alla produzione e fornitura di energia termica e/o elettrica da fonti rinnovabili

## ALLEGATO 2

# GLOSSARIO

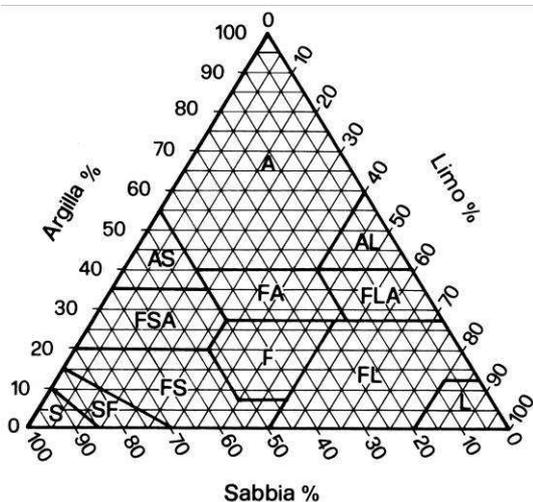
Drenaggio: si riferisce alla dinamica dell'acqua all'interno del profilo.

Cod	Definizione	Descrizione da SSM 1993 (Field Book ver 1.1), modificata
1	DRENAGGIO RAPIDO	L'acqua è rimossa molto rapidamente. La presenza di acqua libera interna è normalmente <i>molto rara</i> o a <i>grande profondità</i> . Di solito i suoli sono a tessitura grossolana, hanno una <i>conducibilità idrica a saturazione molto elevata</i> , o sono molto sottili, mancano figure ossido-riduttive. Hanno una AWC molto bassa <sup>1</sup>
2	DRENAGGIO MODERATAMENTE RAPIDO	L'acqua è rimossa dal suolo rapidamente. La presenza di acqua libera interna è normalmente <i>molto rara</i> o a <i>grande profondità</i> . Di solito i suoli sono a tessitura grossolana, hanno una <i>conducibilità idrica a saturazione elevata</i> , o sono molto sottili e mancano di figure ossido-riduttive. Hanno una AWC bassa <sup>1</sup>
3	DRENAGGIO BUONO	L'acqua è prontamente rimossa dal suolo, ma <i>non</i> in modo rapido. Normalmente si ha presenza di acqua libera interna solo in <i>profondità</i> o a <i>grande profondità</i> , e la durata annuale non è specificata. Nelle regioni a clima umido si ha acqua disponibile per le piante in gran parte del periodo di crescita, mentre nello stesso periodo lo stato di saturazione in acqua non inibisce la crescita radicale per periodi significativi. I suoli sono essenzialmente <i>privi di figure ossido-riduttive</i> (legate allo stato di saturazione in acqua) <i>fino in profondità</i> . Possono avere una AWC da moderata ad alta <sup>1</sup>
4	DRENAGGIO MEDIOCRE	L'acqua è rimossa dal suolo piuttosto lentamente in alcuni periodi dell'anno. Normalmente si ha presenza di acqua libera interna solo a <i>una certa profondità</i> e per periodi <i>transitori</i> più che <i>permanenti</i> . I suoli sono bagnati soltanto per breve tempo entro la profondità di radicazione, durante il periodo di crescita delle piante, ma abbastanza a lungo per influenzare la maggior parte delle specie mesofile. In genere hanno una <i>conducibilità idrica a saturazione moderatamente bassa o più bassa</i> in uno strato (orizzonte) presente entro il primo metro di profondità, oppure ricevono periodicamente elevate quantità di pioggia, o ambedue i casi. Possono avere figure ossido-riduttive da scarse a comuni, sia rosse che grigie tra 75 e 100 cm <sup>1</sup>
5	DRENAGGIO LENTO	L'acqua è rimossa lentamente, di modo che il suolo risulta bagnato a scarsa profondità per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante. In genere la presenza di acqua interna libera si riscontra <i>vicino alla superficie</i> o a <i>moderata profondità</i> e può essere <i>transitoria</i> o <i>permanente</i> . Lo stato bagnato limita in modo marcato la crescita di colture mesofile, a meno che non si intervenga con drenaggi artificiali. In genere i suoli hanno uno o più dei seguenti caratteri: <i>conducibilità idrica a saturazione bassa o molto bassa</i> , falda superficiale, arrivi d'acqua per scorrimenti sottosuperficiali, oppure piovosità praticamente continua. Generalmente hanno figure ossido-riduttive con chroma $\leq 2$ e/o rosse da comuni ad abbondanti tra 50 e 75 cm; oppure possono mostrare figure da ristagno temporaneo dovute alla presenza di una suola di aratura <sup>1</sup>
6	DRENAGGIO MOLTO LENTO	L'acqua è rimossa così lentamente che il suolo risulta periodicamente bagnato a scarsa profondità durante la stagione di crescita delle piante, o rimane bagnato per lunghi periodi. La presenza di acqua interna libera si riscontra <i>vicino</i> , o <i>molto vicino alla superficie</i> ed è <i>comune</i> o <i>persistente</i> . Questa presenza dura abbastanza durante la stagione di crescita da impedire la coltura di gran parte delle specie mesofile, a meno che non si intervenga con drenaggi artificiali. Tuttavia il suolo non si presenta bagnato con continuità al di sotto dello strato arato, mentre l'acqua libera è generalmente presente vicino alla superficie. In genere questa falda superficiale è il risultato di una <i>conducibilità idrica a saturazione bassa o molto bassa</i> , di piogge persistenti, o di una loro combinazione. Generalmente hanno figure ossido-riduttive con chroma $\leq 2$ da comuni ad abbondanti entro i primi 50 cm
7	DRENAGGIO IMPEDITO	L'acqua è rimossa così lentamente che rimane acqua libera alla superficie del suolo o molto vicino alla superficie durante gran parte della stagione di crescita delle piante. La presenza di acqua interna libera si riscontra <i>molto vicino alla superficie</i> ed è <i>persistente</i> o <i>permanente</i> . Non è possibile coltivare la maggior parte delle specie mesofile, a meno che non si intervenga con drenaggi artificiali. In genere i suoli sono in morfologie piatte o in depressioni, e frequentemente sommersi. Se la piovosità è elevata o quasi continua, i suoli possono anche essere in pendenza. Generalmente hanno figure ossido-riduttive con chroma $\leq 2$ abbondanti fin dalla superficie del suolo <sup>1</sup>

**Tessitura (USDA):** proporzione relativa delle particelle minerali con diametro inferiore ai 2 mm, costituenti la “terra fine” del suolo.

Cod	Definizione	Valori soglia
S	SABBIOSA	85% o più di sabbia totale, e la percentuale di limo, più 1.5 volte la percentuale di argilla, è 15 o meno.
SF	SABBIOSO FRANCA	al limite superiore contiene 85-90% di sabbia totale e la percentuale di limo, più 1.5 volte la percentuale di argilla, è 15 o più; al limite inferiore non contiene meno del 70-85% di sabbia totale e la percentuale di limo, più 2 volte quella dell'argilla, è 30 o meno
FS	FRANCO SABBIOSA	20% o meno di argilla e 52% o più di sabbia totale e la percentuale di limo, più 2 volte la percentuale dell'argilla, è >30%; oppure contiene <7% di argilla, <50% di limo e 43-52% di sabbia totale.
F	FRANCA	7-27% di argilla, 28-50% di limo e <52% di sabbia totale
FL	FRANCA LIMOSA	50% o più di limo, 12-27% di argilla; oppure 50-80% di limo e <12% di argilla
L	LIMOSA	80% o più di limo e <12% di argilla
FSA	FRANCO SABBIOSO ARGILLOSA	20-35% di argilla, <28% di limo e 45% o più di sabbia totale
FA	FRANCO ARGILLOSA	27-40% di argilla e 20-45% di sabbia totale
FLA	FRANCO LIMOSO ARGILLOSA	27-40% di argilla e <20% di sabbia totale
AS	ARGILLOSO SABBIOSA	35% o più di argilla e 45% o più di sabbia totale
AL	ARGILLOSO LIMOSA	40% o più di argilla e 40% o più di limo
A	ARGILLOSA	40% o più di argilla, <45% di sabbia totale e <40% di limo

Tessitura USDA	Classi aggregate
S, SF	grossolana
FS	moderatamente grossolana
F, FL, L	media
FSA, FA, FLA	moderatamente fine
A, AS, AL	fine



**Salinità:** definisce il contenuto in sali solubili del suolo e la misura in cui essi interferiscono con la crescita delle piante. Si determina misurando la conducibilità elettrica nell'estratto saturo (ECe) oppure con diversi rapporti terreno-acqua (EC1:2=rapporto terreno-acqua pari a 1:2). Si esprime in milli-Siemens/cm (mS/cm).

<b>Classi</b>	<b>EC1:2</b>
non salino	< 0,40
leggermente salino	0,40 - 1
moderatamente salino	1 - 2
molto salino	2 - 5
estremamente salino	> 5

**Reazione:** grado di acidità e di alcalinità del suolo, indicato dalla concentrazione di ioni idrogeno nel terreno ed espresso come valore di pH.

<b>Classi</b>	<b>pH</b>
fortemente acidi (1)	< 4,5
Acidi (2)	4,5 - 5,4
Subacidi (3)	5,5 - 6,5
Neutri (4)	6,6 - 7,3
Subalcalini (5)	7,4 - 7,8
Alcalini (6)	7,9 - 8,4
fortemente alcalini (7)	>8,5

**AWC** (Available Water Capacity – Capacità di acqua disponibile): massima quantità di acqua nel suolo che può essere utilizzata dalle piante. E' data dalla differenza tra la quantità di umidità presente nel suolo alla capacità di campo e il punto di appassimento permanente. È calcolata sui primi 150 cm di spessore.

<b>AWC</b>	<b>mm</b>
molto bassa	< 75
bassa	75 - 150
moderata	150 - 225
alta	225 - 300
molto alta	> 300

**Falda:** superficie dell'acqua libera presente nel profilo.

<b>Falda</b>	<b>cm</b>
assente	-
molto superficiale	< 25
superficiale	25 - 50
moder. profonda	50 - 100
profonda	100 - 150
molto profonda	> 150

**Sostanza organica:** materiale di origine vegetale e animale, più o meno eterogeneo, presente nel terreno in diversi stati di trasformazione. Le classi di dotazione di sostanza organica sono basate sul contenuto di carbonio organico del campione.

<b>Classi</b>	<b>Contenuto in carbonio organico (%)</b>	<b>Contenuto in sostanza organica (%)</b>
molto basso	< 0,3	< 0,8
basso	0,3 – 0,7	0,8 - 1,2
moderatamente basso	0,7 – 1,2	1,2 – 2
moderato	1,2 – 2,4	2 - 4
moderatamente alto	2,4 – 5	4 - 8
alto	5 – 12	8 - 20
molto alto	> 12	> 20

**Grado di fiducia:** indica se lo schema di attitudine è stato definito sulla base di un numero di dati sufficiente a determinarne una buona affidabilità o se necessita di ulteriori approfondimenti.

<b>Classi</b>	<b>Definizione</b>
basso	Lo schema è costruito sulla base di scarsi dati bibliografici e scarsa esperienza
medio	Lo schema è costruito sulla base di dati bibliografici e conoscenze a "stima d'esperto"
alto	Lo schema è costruito sulla base di dati bibliografici e dati sperimentali