



Ministero per le
Politiche Agricole
e Forestali



VENETO
AGRICOLTURA
Azienda Regionale per i settori Agricoli, Forestali e Agro-Alimentari



Università degli Studi
di Padova



bioCombustibili

I.R.

Nell'ambito del programma nazionale Probio, per lo sviluppo e la valorizzazione delle biomasse agricole, forestali e dei biocombustibili, si sono realizzate nel Veneto una serie di iniziative a livello regionale e locale per stimolare sia gli operatori agricoli ed industriali sia le Amministrazioni verso lo sviluppo dell'impiego di fonti energetiche rinnovabili di origine vegetale. In tale ambito è stato elaborato dall'Azienda Regionale Veneto Agricoltura in collaborazione con l'Università degli Studi di Padova, il Progetto Bioter - Implementazione delle fasi della filiera biocombustibili a scala territoriale.



COLTURE A DESTINAZIONE ENERGETICA

CAMPO CATALOGO DI VENETO AGRICOLTURA
A PO DI TRAMONTANA - ROSOLINA (RO)

Presso il Centro Ortofloricolo Sperimentale "Po di Tramontana" di Veneto Agricoltura a Rosolina (RO), nell'ambito del progetto "BioTer - Implementazione delle fasi della filiera Biocombustibili a scala Territoriale" finanziato dal MiPA, è stato allestito un campo catalogo di specie con destinazione energetica.

Il campo è costituito da un totale di 46 specie su parcelle di dimensioni di 6.25 mq per le specie erbacee e 12.5 mq per quelle arboree. Esso è stato suddiviso in tre settori in funzione della destinazione:

- specie adatte alla produzione di olio
- specie adatte alla produzione di bioetanolo
- specie adatte alla produzione di biomassa

LE SPECIE DA OLIO

A questo gruppo appartengono specie i cui semi contengono una quantità variabile di olio che, estratto, può essere utilizzato come combustibile tal quale (raramente) o dopo la trasformazione in biodiesel.

La trasformazione in biodiesel, transesterificazione, è un processo chimico industriale nel quale i trigliceridi dell'olio vengono fatti reagire, in presenza di un catalizzatore, con alcool metilico. Dalla reazione si ottiene il metilestere, il biodiesel appunto, e la glicerina come sottoprodotto. Il biodiesel viene impiegato puro nel riscaldamento o in miscela (30% nella maggior parte dei casi) nell'autotrazione. In Europa è diffuso in Francia, Germania e Paesi del Nord, in Italia il suo utilizzo è ancora piuttosto limitato, ma in via di sviluppo. Rispetto al gasolio, il biodiesel è una fonte di energia rinnovabile in quanto l'anidride carbonica emessa durante la sua combustione è destinata, in tempi brevi, ad essere riassorbita dalle colture. Nel caso del petrolio questo non accade perché il riassorbimento da parte del sistema avviene in tempi geologici molto più lunghi e pari a qualche millennio, la rinnovabilità è quindi legata al tempo medio di permanenza dell'anidride carbonica nell'atmosfera. Il biodiesel, inoltre, è meno inquinante del gasolio in quanto non contiene zolfo e quindi non emette SO_x, il particolato prodotto con la combustione sembra essere meno pericoloso, le emissioni di monossido di carbonio sono inferiori, come anche la produzione di idrocarburi incombusti. Unico aspetto negativo, l'aumento delle emissioni di monossido di azoto rispetto al carburante di natura fossile.

Le specie più comunemente coltivate per la produzione di olio da destinare alla trasformazione in biodiesel sono tre: colza, girasole e soia. Nel campo catalogo sono state incluse anche altre oleaginose che potrebbero potenzialmente essere utilizzate per tale scopo o per produrre olio da destinare ad usi diversi da quello prettamente alimentare.

Soia (*Glycine max*)

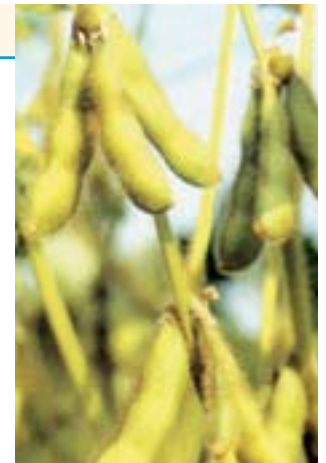
Pianta annuale cespugliosa con fusto eretto, più o meno ramificato, alto 90-130 cm, pubescente e con internodi lunghi 5-8 cm. Vi sono tre tipi di foglie: cotiledonari; primarie, ovali e opposte, inserite al primo nodo; trifogliate, dislocate lungo il fusto e sulle ramificazioni. I fiori sono bianchi o purpurei e riuniti in gruppi di 20-35 in racemi ascellari. I baccelli, pubescenti, sono piccoli, dritti o leggermente ricurvi; contengono da 1 a 5 semi e tendono ad aprirsi una volta giunti a maturazione. La radice principale è fittonante con numerose radici secondarie.

Ha origine in Cina (Manciuria); poi diffusa negli USA agli inizi del 1800 e in seguito in Europa. Oggi è coltivata in diverse regioni italiane, principalmente in area padana.

La soia è una pianta brevidiurna, molto sensibile al fotoperiodo che spesso limita l'adattabilità di questa specie; la temperatura minima di accrescimento è di 4-5°C. Risulta suscettibile agli eccessi idrici durante le fasi di germinazione-emergenza, mentre è sensibile alla carenza idrica durante la fioritura e lo sviluppo dei baccelli. Si adatta facilmente a diversi tipi di terreno anche se poveri e poco fertili, il pH ottimale varia da 6 a 6,5 e tollera la salinità.

La semina si effettua verso la fine di aprile-inizi di maggio con una densità di 30-45 piante per m² con interfila 45-60 cm e distanza sulla fila 6 cm; profondità 3-5 cm a seconda del tipo di terreno. Per la preparazione del terreno si possono adottare pratiche di minima lavorazione o di sod seeding, in

questo caso si deve tener conto della maggior azione competitiva esercitata dalle specie infestanti. La lotta alle malerbe è di solito effettuata con diserbo chimico in post-emergenza seguito da fresatura o sarchiatura nell'interfila. In terreni dotati si possono apportare 20-30 kg/ha di N, 50-60 kg/ha di P₂O₅ e 70 kg/ha di K₂O; in suoli più poveri occorre raddoppiare le dosi. La raccolta meccanica si effettua quando la granella ha raggiunto la piena maturazione fisiologica ed ha un contenuto di umidità del 12-14%. Le produzioni possono raggiungere le 6 t/ha.



Parassiti animali: Tetranychus urticae (ragnetto rosso), inoltre si segnalano danni da parte di lepri ed uccelli (colombi).

Parassiti fungini: Peronospora manshurica, Phytophthora megasperma var. sojae, Colletotrichum dematium var. truncatum, Glomerella glycines, Sclerotinia sclerotiorum, Diaporthe phaseolorum var. sojae, Diaporthe phaseolorum var. caulivora, Rhizoctonia solani.

Virus: Soybean Mosaic Virus agente causale del mosaico (SMV).

Batteri: Pseudomonas syringae var. glycinea.

Colza (*Brassica napus var. oleifera*)

Pianta annuale con fusto eretto e ramificato alto fino a 150 cm. Le foglie inferiori sono lirate, le superiori sono di ridotte dimensioni, intere, sessili e più o meno amplessicauli. I fiori con 4 petali gialli, raramente bianchi, sono riuniti in una infiorescenza a grappolo e presentano fioritura scalare. Il frutto è una siliqua formata da due carpelli, separati da un falso setto sul quale sono inseriti i semi rotondeggianti, lisci e di color bruno-rossastro. La radice è fittonante.

Ha origine in Europa e Nord Africa; attualmente le zone di maggior coltivazione sono localizzate in India, Cina, Pakistan e Canada, mentre a livello europeo: Francia, Danimarca, Germania, Gran Bretagna, Polonia, Repubblica Ceca e Svezia. In Italia la superficie destinata a questa coltura è di circa 30.000 ha. La presenza di un rilevante numero di varietà conferisce a questa specie una notevole adattabilità alle più diverse condizioni climatiche. Preferisce terreni leggeri ma si adatta anche a substrati argillosi, calcarei o torbosi, purchè ben drenati.

La semina si effettua dalla metà di settembre alla prima decade di ottobre con densità, alla raccolta, di 50-60 piante per m². I semi vanno interrati non più di 2 cm. La semente deve essere ottenuta da varietà ben collaudate e di sicura origine evitando di impiegare materiale inquinato da crucifere spontanee, deiscenti e con basso contenuto in olio. Occorre inoltre distinguere tra varietà autunnali e primaverili. La preparazione del terreno deve essere accurata considerata la ridotta dimensione dei semi. Il letto di semina non deve quindi essere né grossolano né troppo fine per evitare la formazio-



ne di crosta superficiale. Un apporto di 150 kg/ha di N, 80 kg/ha di P₂O₅, 70 kg/ha di K₂O è consigliato. Il diserbo chimico è effettuato in pre-emergenza seguito, per impianti a file larghe 45 cm, da interventi meccanici prima che la coltura chiuda l'interfila; diserbo unico in pre-emergenza nel caso si semine a file più strette (15-20 cm).

La mietitrebbiatura si esegue quando l'umidità del seme raggiunge valori inferiori al 20% (12-20%). Per la conservazione il seme deve avere un'umidità compresa tra 6-8%, l'eventuale essiccazione artificiale va effettuata con temperature sempre inferiori a 40 °C.

*Parassiti animali: la pianta può essere attaccata da diversi insetti, tra i quali si ricorda il *Meligethes aeneus* che vive a spese delle gemme fiorali.*

*Parassiti fungini: varie specie del genere *Sclerotinia*. Inoltre *Plasmodiophora brassicae* e *Phoma lingam* sono particolarmente dannose in Svezia, Germania, Inghilterra e Francia.*

Negli ambienti interessati dalla coltivazione di bietole, possono risultare molto dannosi anche gli attacchi di nematodi.

Girasole (*Helianthus annuus*)

Il fusto è eretto, cilindrico, internamente pieno di midollo e può raggiungere i 220 cm di altezza. Le foglie sono alterne, di grandi dimensioni, pubescenti su entrambe le pagine. L'infiorescenza (calatide) è costituita da molti fiori riuniti su un ricettacolo discoidale (diametro 10-40 cm). Essa effettua movimenti di rotazione grazie ai quali la sua superficie è ortogonale ai raggi solari. Il frutto è un achenio compresso. Il sistema radicale è costituito da un fittone dal quale dipartono numerose ramificazioni.

E' originaria dell'Ovest USA; ora è particolarmente diffuso in Sud America, in Asia ed in Europa (Ucraina, Russia Federale, Francia, Spagna). In Italia la coltura si estende su circa 210.000 ha.

E' una specie neutrodiurna. La temperatura ottimale per la germinazione è di 15 °C, e 18-22 °C per



fioritura e maturazione. La pianta è in grado di sopportare condizioni di deficit idrico, ma presenta sensibilità massima nel periodo della fioritura. Si adatta ai vari tipi di suolo se ben strutturati, pur preferendo quelli di medio impasto, profondi,

organici e sub-acidi. Resiste moderatamente alla salinità.

La semina viene eseguita alla fine di marzo-primi di aprile con densità di impianto di 5-7 piante per m², distanza sulla fila 18-20 cm con interfila di 75 cm o 32 cm con interfila di 45 cm. I semi devono essere interrati a 3-4 cm. Per la preparazione del terreno non sono necessarie lavorazioni complementari dato lo spiccato vigore germinativo della specie. La concimazione può apportare 50-70 kg/ha di N; 50-70 kg/ha di P₂O₅ e 60 kg/ha di K₂O solo su suoli particolarmente poveri. La specie è molto suscettibile all'azione competitiva delle infestanti nelle fasi iniziali del suo ciclo. Si interviene con diserbanti chimici in pre-semina, in pre e post-emergenza oltre che con i classici mezzi agronomici di lotta: lavorazioni (sarchiature), rotazione colturale, concimazione e modalità di semina. Occorre assicurare alla coltura, in ciascuna delle diverse fasi fenologiche, un certo quantitativo d'acqua: dall'emergenza alla fioritura 160-180 mm, 70 mm per la fioritura, 160-200 per la fase post-fioritura. La raccolta viene effettuata 15-20 giorni dopo la maturazione fisiologica delle piante utilizzando mietitrebbiatrici con specifiche testate per girasoli. La resa può raggiungere le 3,5-4 t/ha. Il seme viene conservato facilmente purchè il conte-



nuto di umidità non superi il 9%, in tal caso è opportuno ricorrere all'essiccazione (se artificiale la temperatura non deve superare i 50 °C).

Parassiti animali: si possono ricordare Sminthurus viridis e varie specie dei generi Agriotes e Scotia, unitamente ad alcuni uccelli che possono provocare perdite della totalità della produzione.

Parassiti fungini: Plasmopara helianthi, Diaporthe helianti, Sclerotinia sclerotiorum, Botrytis cinerea, Rizopus arrhizus, Macrophomina phaseolina.

Crambe (*Crambe abyssinica*)

Appartenente alla famiglia delle Brassicacee, è una pianta annuale originaria dell'Africa orientale, la cui coltivazione è attualmente diffusa anche negli Usa, in Europa e in Russia. I semi costituiscono una fonte molto apprezzata ed economica di acido erucico. Si propaga per seme.



Lino (*Linum usitatissimum*)

Pianta erbacea annuale, ha fusto eretto e ramificato (80 cm); le foglie sono sessili, intere, raramente opposte. I fiori, azzurri o bianchi, sono solitari o portati in corimbi; i semi sono piccoli, allungati e lucenti; la radice è fittonante.

Ha origine nel bacino del Mediterraneo e Asia. Oggi la coltura è molto diffusa in India, Cina, Canada e in diversi stati europei. In Italia le regioni maggiormente interessate dalla coltura sono Sicilia, Puglia e Basilicata. Si adatta facilmente ai diversi ambienti climatici.



La semina viene effettuata a settembre a spaglio con una densità ottimale, per la produzione di seme da cui estrarre l'olio, di 500-600 piante per m². La concimazione può apportare 80-100 kg/ha di N; 150 kg/ha di P₂O₅ e 50-100 kg/ha di K₂O su suoli particolarmente poveri. Nelle nostre regioni non sono necessari interventi irrigui. La raccolta viene eseguita in giugno con le comuni mietitrebbie opportunamente regolate. La resa di semi può superare le 2,5 t/ha.

Parassiti animali: le altiche (Longitarsus parvulus, Payk e Aphytona euphorbiae, Schrank), conosciute come pulci e molto dannose nella fase cotiledonare delle piantine ed in quella successiva di prime foglie vere.

Parassiti fungini: la muffa grigia (Botrytis cinerea, Van Beyemathoe Kingha), l'alternaria (Alternaria linicola, Groves A Skolko), il foma (Phoma exigua v. linicola, Naum.), il fusario (Fusarium spp.), l'antracnosi (Colletotrichum lini, Pethybr et. Laff), il mal del piede (Pythium megalacanthum, De Bary)

Ricino (*Ricinus communis*)

Arbusto perennante allo stato spontaneo, appartiene alla famiglia delle Euforbiacee ed è originario dell'Africa orientale. E' molto diffuso in Asia (India), America Meridionale e nelle regioni caldo-aride dell'Africa. L'olio, caratterizzato da proprietà plastificanti, emollienti, lubrificanti è utilizzato in molti settori dell'industria.



Cartamo (*Carthamus tinctorius*)

Appartiene alla famiglia delle Composite, è una pianta annuale originaria dell'India, Etiopia e Iran-Afganistan. In Italia l'areale più favorevole si colloca al Centro-Sud dove viene coltivata nel periodo primaverile-estivo. La coltura è molto interessante per la qualità dell'olio usato sia nell'alimentazione umana che nell'industria.



Brassicaceae (*Brassica iuncea*, *B. nigra*, *B. carinata*, *Sinapis alba*)

La senape nera (*B. nigra*) e la senape bianca (*S. alba*) sono originarie del bacino del Mediterraneo, mentre quella verde (*B. iuncea*) e *B. carinata* derivano rispettivamente dall'Asia centrale e dall'Etiopia. Si propagano per via gamica ed i semi, ricchi di olio, sono impiegati per la produzione di biocombustibile.



LE SPECIE PER LA PRODUZIONE DI BIOETANOLO

Il bioetanolo è un alcool (etanolo) che si ottiene dalla fermentazione di prodotti ricchi di amido o zucchero. Esso può essere utilizzato direttamente come carburante in sostituzione della benzina o aggiunto ad essa. Può essere trasformato in ETBE, dopo reazione dell'alcol etilico con isobutilene, ed impiegato come antidetonante nella benzina.

Per la produzione di bioetanolo possono essere utilizzati i cereali e altre specie ricche di amido (ad esempio la patata), colture zuccherine come la bietola, la batata, il topinambur, ma anche alcuni sottoprodotti delle industrie di lavorazione dei prodotti agricoli (vinacce, scarti di ortofrutta).

L'impiego di bioetanolo o di ETBE è già una realtà in alcuni paesi quali il Brasile, gli Stati Uniti e il Canada. In Europa è diffuso in Francia, Spagna e Svezia mentre in Italia non si è ancora superata la fase sperimentale-dimostrativa.

Bietola (*Beta vulgaris*)

Specie biennale, annuale in coltura, caratterizzata da uno spiccato polimorfismo evidente anche tra individui della stessa varietà. Le foglie del primo anno sono spicciolate e raccolte in rosetta; quelle del secondo sono più piccole, sessili e lanceolate nella parte apicale dello scapo fiorale.

L'infruttescenza o "glomerulo", monogerme o plurigerme, è rotondeggiante, rugoso e bruno. La radice fittonante e carnosa può essere conico-allungata o globosa e ramificata.

Origina nel bacino del Mediterraneo (ed Isole Canarie) ed Asia sud-occidentale; attualmente, a livello nazionale, tale coltura è particolarmente diffusa nella Pianura Padana e nelle regioni Adriatiche del centro. È una specie estremamente plastica che offre le produzioni migliori nelle zone a clima temperato che consentono combinazioni di luce, temperatura e precipitazioni più favorevoli. Le ore di luce ricevute durante il giorno influiscono notevolmente sull'accumulo di zuccheri. Seppur tollerante alla siccità, l'insufficiente disponibilità idrica del terreno causa danni sia qualitativi che quantitativi.

La semina, di solito primaverile, viene effettuata a metà febbraio-fine marzo, con un anticipo tanto maggiore, quanto minore è la latitudine; questo normalmente favorisce migliori risultati produttivi. Quella autunnale, impiegando varietà in grado di resistere al freddo ed alla prefioritura a metà ottobre-metà novembre, è spesso praticata nelle zone del centro-sud per consentire alla coltura di beneficiare delle precipitazioni invernali. La densità alla



semina è di 10-11 piante/m² con interfila 45-50 cm e nella fila 13-14 cm, profondità 2-4 cm. La concimazione può apportare, in relazione alle caratteristiche della coltura e del terreno, da 60-140 kg/ha di N; 50-60 kg/ha di P e 100-200 kg/ha di K. La lotta alle malerbe è effettuata con mezzi meccanici e chimici. Nella Pianura Padana la coltura non viene normalmente irrigata se non in caso di carenze. La raccolta si effettua meccanicamente in una o più fasi, nella Pianura Padana a partire dalla I^a decade di agosto, la resa media di radici è 47 t/ha.

Parassiti animali: Heterodera schachtii (nematode), Aphis fabae (afide), Phthorimaea ocellatella (lepidottero), Pegomya betae (dittero), Atomaria linearis, Chetocnema tibialis, Cassida spp., Conorhynchus mendicus, Lixus junci, Boris spoliata, (Coleottero)

Parassiti fungini: Cercospora beticola, Peronospora farinosa, Erysiphe communis, Phoma betae. Virosi: Giallume della bietola, Giallume moderato della bietola, Rizomania della bietola.

Batata (*Ipomoea batatas*)

Appartiene alla famiglia delle Convolvacee. Il prodotto commerciale è il tubero. Presenta elevate esigenze pedoclimatiche e nell'ambiente italiano si comporta come una coltura primaverile-estiva. Per la propagazione si impiegano talee, talvolta tuberi e semi.



Cicoria da radice (*Cichorium intybus* var. *sativus*)

Appartiene alla famiglia delle Composite; vegeta bene in zone a clima mite e umido, predilige terreni ben drenati, non troppo ricchi di scheletro e con pH neutro. L'etanolo si estrae a partire dai fittoni

che vengono raccolti verso la metà di novembre. Per la propagazione vengono in genere utilizzati i semi.



Patata (*Solanum tuberosum*)

Pianta annuale; la parte aerea è costituita da più fusti eretti o decumbenti, angolosi, fistolosi ed ingrossati ai nodi, l'infiorescenza è a corimbo. L'apparato radicale è fascicolato e superficiale.

Ha origine nelle regioni andine del Centro-Sud America. Attualmente in Italia la superficie coltivata è di 80.000 ha. Si adatta facilmente ai diversi regimi climatici, in Italia trova le condizioni migliori nelle zone alpine e prealpine. L'intervallo di temperatura ottimale per tutte le fasi di sviluppo va dai 15-20 °C. Predilige terreni di medio impasto o sciolti, rifugge da quelli compatti o ricchi di scheletro; pH ottimale: 6-6,5.

La semina si esegue a marzo impiegando tuberi con peso unitario di circa 50-80 g, la densità di impianto è di 5-8 piante per m², on distanze sulla fila di 25-30 cm, interfila di 75 cm e profondità 5-8 cm. La concimazione prevede apporti generalmente di 150-180 kg/ha per N; 120 kg/ha per P e 150 kg/ha per K. È necessario un apporto costante e

modesto di acqua (250-300 m³/ha), per asperzione o infiltrazione, evitando le forti oscillazioni nella disponibilità idrica, che di fatto danneggiano la coltura. Lotta alle malerbe: viene effettuata tramite sarchiatura e rincalzatura, integrate con il diserbo chimico. La raccolta eseguita in estate (luglio agosto) da rese di 40 t/ha nelle condizioni migliori.

Parassiti animali: Gryllotalpa gryllotalpa, Myzodes persicae (afide), Melolontha melolontha (coleottero), Leptinotarsa decemlineata (dorifora).

Parassiti fungini: Phytophthora infestans, Fusarium spp., Rhizoctonia solani, Alternaria spp., Synchytrium endobioticum, Helminthosporium artrovirens, Actinomyces scabies e Spongospora subterranea.

Si segnalano inoltre altra patologie causate da alcuni virus e nematodi.



Topinambur (*Helianthus tuberosus*)

Appartiene alla famiglia delle Composite, il tubero viene utilizzato per la produzione di inulina. La coltura è poco esigente sia relativamente alla temperatura, sia al terreno sia alle precipitazioni. Le produzioni migliori si hanno comunque su suoli sciolti. La pianta viene propagata attraverso l'impiego dei tuberi.



Mais (*Zea mays*)

Pianta annuale, monoica, con stelo unico, grosso e carnoso, raramente accestito. L'infiorescenza maschile è un panicolo posto all'apice dello stelo, mentre quella femminile è una spiga portata all'ascella delle foglie. L'apparato radicale è fascicolato e generalmente superficiale; oltre alle primarie (o seminali), presenta radici secondarie o avventizie, che rappresentano il vero e proprio apparato radicale della pianta, ed infine quelle aeree.

Ha origine in America; attualmente nella nostra penisola la coltura interessa principalmente le regioni settentrionali (Veneto, Piemonte, Lombardia) dove è localizzato l'80% della superficie coltivata totale ed il 77% della produzione italiana. La specie è dotata di una spiccata capacità di adattamento, dovuta allo spiccato polimorfismo e all'ampia gamma di precocità che la caratterizzano. Il suo areale di coltivazione si estende da 30° a 55° di latitudine e la temperatura ottimale varia tra i 24-30°C in funzione dello stadio vegetativo della pianta.

La semina viene eseguita, per gli ibridi che resistono al freddo, intorno alla prima metà di marzo; 1 mese dopo per gli altri. I semi non devono essere interrati a profondità superiori a 5-6 cm. La densità di impianto è di 7-8 piante/m² per gli ibridi precoci (classi 2-300); 5,5-6,5 per quelli di pieno ciclo delle classi (6-700). Distanza tra le file 65-75 cm. È una specie molto esigente che necessita orientativamente di 250 kg/ha di N, 120 kg/ha di P₂O₅ e di 100 kg/ha di K₂O. L'azoto viene assorbito quasi esclusivamente in forma nitrica. Spesso la disponibilità idrica risulta uno dei fattori limitanti. Sono da preferire sistemi di irrigazione a pioggia (4-500 m³/ha) o a scorrimento-infiltrazione (600-700 m³/ha). La raccolta viene eseguita 10-15 giorni dopo la maturazione fisiologica, quando l'umidità della granella è del 25% (21-28%). Si effettua con le normali mie-



titrebbiatrici con testata spannocchiatrice. La resa nei comprensori maidicoli si aggira sulle 10 t/ha.

*Parassiti animali: sono da segnalare i danni provocati dalla piralide (*Ostrinia nubilalis*) e dalla sesamia (*Sesamia cretica*). La prima è più diffusa nelle regioni settentrionali, la seconda nelle aree centro-meridionali.*

*Parassiti fungini: degni di rilievo sono i marciumi dello stocco causati da *Gibberella zeae*, il Carbone, il cui agente causale è *Ustilago zeae* e le *Elmintosporiosi* provocate da *Helminthosporium turcicum* e *Helminthosporium maydis*.*



Frumento (*Triticum spp.*)

Il culmo (da 70 a 220 cm) è eretto, fistoloso, cilindrico e caratterizzato dalla presenza di 5-8 internodi a seconda della specie e delle varietà. Le foglie sono lineari-lanceolate, appuntite, glabre o pubescenti, hanno portamento eretto o patente. La guaina avvolge completamente il fusto in corrispondenza del nodo. L'infiorescenza è una spiga formata da un rachide sul quale, ad ogni nodo, sono inserite spighe solitarie e sessili. Le radici primarie sono 5 o 7, le avventizie sono fibrose e si originano dai nodi basali.

Ha origine in Medio Oriente e attualmente è diffuso in tutti i continenti. I maggiori produttori sono l'ex Unione Sovietica, gli USA, la Cina, l'India, seguiti da Canada, Francia, Turchia e Australia. Le regioni italiane più produttive sono Emilia-Romagna, Sicilia, Puglia, Marche, Toscana, Piemonte e Lombardia. Essendo un cereale microtermo, è adatto a svolgere il suo ciclo biologico per gran parte nella stagione fredda. Si adatta facilmente a tutti i tipi di terreno, preferendo quelli tendenzialmente argillosi, ben strutturati e con pH neutro.

La semina è effettuata a partire dalla seconda decade di ottobre con densità di impianto, alla raccolta di 600-700 spighe per m²; interfila 15-18 cm. I terreni, adeguatamente sistemati e non soggetti a ristagni idrici, possono essere concimati con 120-150 kg/ha di N; 70-100 kg/ha di P₂O₅ e 100-150 kg/ha di K₂O su suoli carenti. La lotta alle malerbe è effet-

tuata con sarchiatura, diserbo chimico e avvicendamento colturale. La raccolta si effettua quando le piante hanno raggiunto la piena maturazione e l'umidità delle cariossidi è tale da permettere una corretta conservazione del prodotto senza l'essiccazione. Le rese migliori si hanno nella Pianura Padana: 6-7 t/ha di granella.



Parassiti animali: Phytophaga destructor (attacchi frequenti al Sud), Cephus pigmaeus, Zabrus tenebroides, Contarinia tritici, Agriotes lineatus, Sitobion avenae, Rhopalosiphum graminum, Rhopalosiphum padi.

Parassiti fungini: Erysiphe graminis tritici, Puccinia recondita, Puccinia striiformis, Septoria tritici, Septoria nodorum, varie specie del genere Tilletia, Ustilago tritici e Polimyxa graminis. Gaeumannomyces graminis, Cercospora herpotrichoides, Leptosphaeria herpotrichoides e Helminthosporium sativum sono tutti agenti causale del "mal del piede".

Nematodi: Tylenchus tritici, Heterodera avenae, Ditylenchus radiculatus, Pratylenchus thornei.

Avena (*Avena sativa*)

Cereale autunno-primaverile; i culmi (3-5 o più), cavi all'interno, raggiungono i 90 cm di altezza; foglie lunghe 20 cm e larghe circa 1,5 cm. La pannocchia è terminale, grande e rada. Le radici piccole, numerose e fibrose.

Se ne suppone l'origine in Asia centrale. Attualmente è diffusa in tutti i continenti, specie in Europa e in Nord America. In Italia le regioni più interessate alla coltivazione sono Puglia, Sardegna, Basilicata e Toscana. In generale tollera poco le alte temperature e le carenze idriche, inoltre è meno resistente al freddo del frumento e dell'orzo. Si adatta invece facilmente ai diversi tipi di terreno.

La semina autunnale va eseguita dalla metà di settembre-ottobre; quella primaverile a fine febbraio-primi di marzo con una densità di 250-350 piante per m². La tecnica di lavorazione, per questa coltura può essere semplificata. E' sconsigliato l'apporto di letame, mentre può essere somministrato N (60-70 kg/ha) e P₂O₅ (50-60 kg/ha).



Parassiti animali: meno soggetta all'attacco di insetti rispetto all'orzo, si segnalano comunque danni alla coltura da parte di afidi.

Parassiti fungini: Puccinia coronata, Puccinia graminis, avenae (ruggine), Erysiphe graminis avenae (Oidio), Ustilago avenae (Carbone).

Triticale (*Triticum x secale*)

Nuova specie ottenuta attraverso l'ibridazione tra il frumento e la segale. Molto coltivata in Polonia, Russia, Francia, Portogallo e Spagna. In Italia interessa le zone di alta collina e montagna e le pianure della Lombardia e del Piemonte. Viene impiegata nell'alimentazione umana e in quella zootecnica.



Segale (*Secale cereale*)

I fusti lunghi e spessi raggiungono i 150 cm; l'infiorescenza è costituita da una lunga spiga che porta alternativamente, su due file opposte, una spighetta a ciascun nodo del rachide.

È originaria del bacino del Mediterraneo, in Italia viene coltivata principalmente in Calabria, Piemonte, Lombardia. È resistente alle basse temperature ed alla siccità primaverile. Poco esigente in fatto di terreni, dà le migliori produzioni su suoli di media granulometria, ben drenati e con pH tra 5-7.

La semina si effettua sia con varietà primaverili sia con varietà tipicamente autunnali, più diffuse, con densità di circa 300 piante/m². Le lavorazioni del terreno possono essere ridotte al minimo o assenti. Non necessita di particolari interventi di diserbo e irrigazione. La raccolta per la produzione granell-



lare, viene effettuata con mietitrebbiatrici da frumento.

Parassiti fungini: la patologia di maggior rilievo a carico della specie è rappresentata dalla Claviceps purpurea o "mal del chiodo".

Orzo (*Hordeum vulgare*)

Ha culmo cilindrico che può raggiungere il metro di altezza ed è caratterizzato dalla presenza di internodi cavi. Le foglie sono alterne e dotate di lunghe auricole. L'infiorescenza è una spiga compatta con un breve rachide. Ha radici di origine seminale, ramificate e fibrose, e secondarie.

Alcuni ritengono che derivi da un ancestrale selvatico del Medio Oriente, altri del Tibet; ora è diffuso in Nord America, Asia, Africa ed in Europa. In Italia le migliori produzioni si hanno in Lombardia, Emilia, Veneto e Piemonte. Ha buona resistenza alla siccità, alle alte temperature e alla salinità. Predilige suoli di medio impasto, ben drenati. Rifugge da quelli pesanti, sabbiosi e non drenati.

La semina viene effettuata verso la metà di ottobre e, raramente, in primavera. La densità di impianto è di 300-350 piante per m² con interfila di 20 cm. La concimazione può apportare 60-100 kg/ha di N e, a seconda del tipo di terreno: 0-70 kg/ha di P₂O₅ e 60



kg/ha di K₂O. La lotta alle malerbe è effettuata con diserbo chimico in pre e post-emergenza. L'irrigazione normalmente non viene effettuata. Si raccoglie, con mietitrebbiatrice, quando l'umidità relativa della cariosside è del 12-24%; la resa varia da 2-6 t/ha di granella.

Parassiti animali: vari afidi causano danni diretti alla coltura e indiretti come vettore di virus.

Parassiti fungini: se è stata effettuata la concia, le più frequenti risultano varie specie di Rhizosporium, ruggini ed oidio. Sono stati inoltre segnalati casi di batteriosi e virosi (virus del nanismo giallo).

Miglio (*Panicum miliaceum*)

Appartiene alla famiglia delle Poaceae; è una pianta annuale caratterizzata da un ciclo molto breve. Molto esigente nei confronti della temperatura, ma resistente alla siccità e tollerante in quanto a terreno. È una specie depauperante.



Sorgo zuccherino (*Sorghum vulgare* var. *saccharatum*)

Viene utilizzato per la produzione di sciroppi zuccherini. Rispetto al sorgo da granella deve presentare una elevata capacità di produrre steli, una alta percentuale di succo estraibile, elevato contenuto di residuo secco (costituito in gran parte da zuccheri, fino al 18%), elevata resistenza alle malattie e una maturazione precoce.



Sorgo da granella (*Sorghum vulgare*)

Ha culmo eretto e robusto e ad ogni nodo vi sono una foglia ed una gemma opposte tra loro ed alterne; l'infiorescenza è un racemo composto; la porzione ipogea è costituita da radice seminale e numerose avventizie.

È originario dell'Africa centro-orientale (Sudan, Etiopia) e attualmente molto diffuso in Africa e negli USA. Poco diffusa in Europa, la sua coltivazione in Italia è limitata alle Marche, Emilia Romagna, Toscana e Molise. La temperatura ottimale di sviluppo è di 27-28°C, le precipitazioni estive di almeno 100-150 mm. Predilige terreni ben strutturati, fertili e profondi, presenta una buona resistenza alla salinità e a variazioni di pH.

Si semina con seminatrice di precisione in aprile, con temperatura del terreno di almeno 15°C. Occorre giocare sulla precocità dell'ibrido che deve occupare interamente la stagione di colture disponibile; ultimamente inoltre si stanno affermando gli ibridi con un basso contenuto di tannino. La densità di impianto è di 30-40 piante per m² in terreni freschi, 15-25 per quelli asciutti. Si concimano i suoli asciutti con 80-150 kg/ha di N, 80 kg/ha di P₂O₅; quelli freschi: 150-200 kg di N, 100 kg

P₂O₅. La sarchiatura associata al diserbo chimico (preferito quello in post-emergenza) garantisce il controllo delle malerbe. L'irrigazione è consigliata, a pioggia, da 1 a 4 interventi in funzione dell'andamento stagionale e del tipo di terreno.

La raccolta si effettua con mietitrebbiatrice dopo 10-15 giorni dalla maturazione fisiologica (umidità della granella 20-25%). La resa media italiana si aggira intorno alle 6 t/ha.

Parassiti fungini: Sphacelotheca sorghi, Periconia circinata, Macrophomina phaseoli, Gibberella fujikuroi, Rhizoctonia solani, Ascochyta sorghina, Colletotrichum graminicolum, Helminthosporium turcicum, e varie specie dei generi Fusarium, Aspergillus, Rhizoctonia e Penicillium.

Parassiti animali: Contarina sorghicola, Aphis maidis, Celama sorghiella, Blissus leucopterus, alcuni Piralidi.



Switchgrass (*Panicum virgatum*)

Pianta perennante che appartiene alla famiglia delle Graminacee. È originaria del Nord America ed attualmente diffusa in tutto il continente ameri-

cano, in Africa e in Europa (impianti sperimentali). Può essere destinata alla produzione di etanolo e alla combustione. Si propaga per seme.

LE SPECIE PER LA PRODUZIONE DI BIOMASSE

Nel campo catalogo di Po di Tramontana sono state inserite alcune specie erbacee ed arboree che sono impiegate, o potrebbero esserlo in un prossimo futuro, sotto varie forme (legna, pellets o cippato) principalmente per la produzione di energia termica. La caratteristica di queste piante è la rapida velocità di crescita oltre la capacità di produrre un apparato aereo molto sviluppato. Negli ultimi tempi si è assistito ad un progressivo sviluppo del mercato dell'energia da legno, soprattutto in ambito civile. Oltre all'utilizzazione su scala domestica si va affermando anche il teleriscaldamento, soprattutto in ambiente montano alpino. In questi casi grosse caldaie centralizzate riscaldano, attraverso una rete di collegamento, interi paesi.

Naturalmente, oltre che da apposite coltivazioni, il materiale utilizzato per la produzione dell'energia termica può essere ottenuto anche da residui agricoli o forestali.

Robinia (*Robinia pseudoacacia*)

Ha fusto eretto e slanciato alto fino a 20 m. Le foglie sono caduche, alterne, imparipennate formate da 5-12 paia di foglioline. I fiori con corolla bianca e papilionacea sono portati in grappoli penduli all'ascella delle foglie. I frutti sono legumi schiacciati, coriacei, lisci e di color bruno.

Originaria dell'America nord-orientale (Monti Appalachi), è stata introdotta in Europa agli inizi del '600. È una specie rustica, frugale, in grado di colonizzare e migliorare il terreno attraverso la fissazione di azoto atmosferico. Caratterizzata da una notevole adattabilità pedo-climatica, nei nostri climi può vegetare dal livello del mare fino ad oltre i 1000 m di quota. Predilige suoli liberi da calcare, sciolti e ben drenati, ma si adatta anche a quelli compatti. Nelle prime fasi di sviluppo può tollerare un certo grado di ombreggiamento, in seguito diviene spiccatamente eliofila.

L'impianto prevede l'utilizzo di semenzali di un anno a radice nuda. La messa a dimora viene effettuata con le comuni trapiantatrici forestali o per l'orticoltura. In quest'ultimo caso, il materiale deve essere sottoposto a potatura allo scopo di ridurre a 10 cm l'apparato epigeo e quello ipogeo. Nelle Short Rotation Forestry, la densità è di 10.000-15.000 piante per ha. Il materiale può essere disposto in campo su file semplici o binate. Nelle file semplici l'interfila è di 1,6-2,3 m con distanza sulla fila di 0,4-0,6 m. Nel caso di quelle binate, le file appaiate devono distare 0,75 m, le bine circa 2 m e sulla fila 0,65-0,85 m.

La specie non necessita di concimazioni azotate, avvantaggiandosi della fissazione simbiotica dell'azoto atmosferico ad opera di batteri del genere *Rhizobium*. Fosforo e potassio vengono invece somministrati durante i lavori preparatori del terreno. La lotta alle malerbe si effettua con diserbo chimico al momento della preparazione del terreno, in seguito, dopo la messa a dimora delle talee, si interviene con prodotti residui con azione anti-



germinello. Nell'interfila inoltre vanno eseguite delle sarchiature. L'irrigazione alla coltura non è economicamente proponibile, sono previsti interventi di soccorso nelle primavere particolarmente siccitose, per favorire l'attecchimento delle talee e dei semenzali.

La raccolta va effettuata a 2-4 anni dall'impianto, quando il diametro al colletto è al massimo di 10 cm. Si interviene durante il riposo vegetativo, con due modalità di raccolta: una eseguita con macchine "falciatrice-trinciatrici" che permette l'ottenimento di un prodotto cippato con alto contenuto in umidità (50-55%) e pertanto facilmente deteriorabile; la seconda prevede la raccolta di piante intere con la formazione di cataste a bordo campo consentendo l'essiccazione naturale all'aria del materiale (combustibile più asciutto). Nel caso particolare della Robinia, al termine del ciclo produttivo, quando si effettua la triturazione delle ceppaie, occorre prevedere anche un trattamento con un dissecante per eliminare il ricaccio dei polloni.

Parassiti animali: *Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, *Parectopa robinella*.

Parassiti fungini: *Microsphaera spp.*, *Erysiphe polygoni*, *Armillaria mellea*.

Pioppo (*Populus spp.*)

Appartengono alla famiglia delle *Salicaceae* che comprende i due generi *Salix* e *Populus*. Alberi di media grandezza (15-20 m), hanno foglie alterne, semplici e caduche palminervie e di varia forma (subtriangolare nel *P. nigra*, palmato-lobate nel *P. alba*). I fiori sono unisessuali e riuniti in amenti penduli; il frutto è una capsula che si apre a maturità.

Populus alba e *P. nigra* sono specie indigene ed il loro areale comprende l'Europa centro meridionale, Asia occidentale e Africa settentrionale; *P. deltoides* è originario dell'America del Nord tra le pianure centro occidentali e l'oceano Atlantico; *P. x euramericana* è un ibrido tra il *P. nigra* e il *P. deltoides*. I pioppi sono entità eliofile ed igrofile, necessitano di una temperatura media annua compresa tra gli 8,5 e i 17 °C e precipitazioni annue di almeno 700 mm, temono le siccità estive prolungate e vegetano bene su terreni non troppo tenaci e con pH compreso tra 5,5 e 7,5, mentre rifuggono da quelli troppo pesanti o sciolti.

Per l'impianto si impiegano talee o astoni di un anno. Se si utilizza una piantatalee da vivaio, le talee devono avere una lunghezza di 18-22 cm ed un diametro di 15-23 mm; con altri tipi di trapiantatrici può essere usato materiale di dimensioni maggiori. Per impianti di Short Rotation Forestry la densità è di 10.000-15.000 piante per ha, il materiale può essere disposto in campo su file semplici o binate, nelle file semplici l'interfila è di 1,6-2,3 m con distanza sulla fila di 0,4-0,6 m; nel caso di quelle binate, le file appaiate devono distare 0,75 m, le bine circa 2 m e sulla fila 0,65-0,85 m.

Nella concimazione gli apporti vanno calcolati in base alle asportazioni relative alla raccolta utile del prodotto ed al tipo di terreno; un pioppeto con densità di 10.000 piante per ha asporta in media 2,1 kg/t di N, 4,2 kg/t di P₂O₅ e 7,5 kg/t di K₂O.

Al momento della preparazione del terreno, si effettua un primo diserbo chimico, in seguito, dopo la messa a dimora delle talee, si interviene con prodotti residuali con azione antigerminello. Nell'interfila inoltre vanno eseguite delle sarchiature. Per favorire l'attecchimento delle talee e dei semenzali sono previsti interventi di irrigazione di



soccorso, specie durante le primavere particolarmente siccitose.

La raccolta va effettuata a 2-4 anni dall'impianto, quando il diametro al colletto è al massimo di 10 cm, intervenendo durante il riposo vegetativo. Vi sono due modalità di raccolta: una, eseguita con macchine "falciatrice-trinciatrici" che permette l'ottenimento di un prodotto cippato con alto contenuto in umidità (50-55%) e pertanto facilmente deteriorabile; la seconda prevede la raccolta di piante intere con la formazione di cataste a bordo campo consentendo l'essiccazione naturale all'aria del materiale (combustibile più asciutto).

Parassiti animali: Phleomyzus passerinii, Diaspis pentagona, Chionaspis salicis, Quadraspidiotus spp., Phylloocta vitellinae, Cossus cossus, Paranthrene tabaniformis, Saperda carcharias, Cryptorhynchus lapathi. Parassiti fungini: Melampsora spp., Marssonina brunnea, Phomopsis spp., Cytospora spp., Discosporium populeum.



Miscanto (*Miscanthus sinensis*)

Appartiene alla famiglia delle Graminacee. Questa pianta, originaria del Sud-Est dell'Asia, fu inizialmente introdotta in Europa a scopo ornamentale, ora viene impiegata anche per la produzione di biomassa. Si propaga facilmente per taglio dei rizomi.



Kenaf (*Hibiscus cannabinus*)

Pianta erbacea annuale che appartiene alla famiglia delle Malvacacee. La specie cresce allo stato spontaneo in molti areali dell'Africa centrale in una fascia compresa tra 30° Nord e 30° Sud. Per la produzione di energia, oltre agli steli, può essere impiegata anche la biomassa residua di colture da seme.



Ginestra spp. (*Spartium junceum*)

Il genere appartiene alla famiglia delle Leguminosae e comprende specie arbustive originarie del bacino del Mediterraneo. Tutta la parte aerea viene impiegata per la produzione di biomassa.



Eucalipto spp. (*Eucalyptus* spp.)

Appartiene alla famiglia delle Mirtaceae; il genere *Eucalyptus* comprende numerose specie, tra queste l'*E. camaldulensis* e l'*E. globulus* sono quelle più adatte al clima mediterraneo. Caratterizzate da

un rapido accrescimento sono spesso impiegate negli impianti a "short rotation system" per la produzione di biomassa.

Carciofo (*Cynara scolymus*)

Appartiene alla famiglia delle Asteraceae ed è una pianta erbacea perennante. Originaria del bacino del Mediterraneo, è coltivata soprattutto in Europa e in minima parte in Asia, America ed Africa. Tutta

la parte aerea viene utilizzata per la produzione di bioenergia. Si propaga trapiantando i germogli (carducci).

Canna palustre (*Arundo donax*)

Pianta perennante che appartiene alla famiglia delle Graminaceae. Cresce in terreni paludosi, acquitrinosi e incolti delle zone temperate, tropicali e subtropicali. La raccolta, di tutta la porzione epigea, si effettua in autunno, periodo in cui si ha il maggior contenuto in sostanza secca. Si propaga per seme e per rizomi.



Bamboo spp.

Appartengono alla famiglia delle Graminacee e il loro habitat naturale coincide con la fascia compresa tra i 40° latitudine Nord e Sud, Europa esclusa. Attualmente solo una piccola parte della bio-

massa totale viene destinata alla produzione di legna da ardere, pur essendo caratterizzato da un elevato potere calorifico.

Canapa (*Cannabis sativa*)

Pianta annuale a ciclo primaverile-estivo, appartiene alla famiglia delle Cannabacee. E' originaria dell'Asia orientale dove la sua coltivazione è ancora piuttosto sviluppata (Cina e Korea del Nord) nonostante il generale stato di declino che interessa la coltura. Per la produzione di bioenergia viene usata la parte aerea.



Scagliola arundinacea

Appartenente alla famiglia delle Graminacee. Cresce frequentemente in prossimità de corsi d'acqua e nei prati dell'emisfero settentrionale. La raccolta (parte epigea) può essere effettuata in estate

o in primavera, in quest'ultimo caso il contenuto d'acqua è più basso. Viene propagata sia per via gamica che agamica.

Salice spp.

Appartenente alla famiglia delle Salicacee, il genere *Salix* comprende numerose specie arbustive ed arboree impiegate nella filiera della biomassa. Si propagano per talea e, grazie a recenti studi, con la micropropagazione. Il salice può offrire una certa produzione già a partire dal terzo anno di impianto.



Rosin weed (*Silphium perfoliatum*)

Appartiene alla famiglia delle Composite ed è originaria del Nord America. Si adatta facilmente alle diverse situazioni climatiche resistendo anche ad inverni molto rigidi. Tutta la porzione epigea della pianta può essere impiegata per la produzione di biomassa. La forma di propagazione più diffusa è quella gamica.





**Testi a cura del Dipartimento di Agronomia Ambientale
e Produzioni Vegetali dell'Università di Padova**

Pubblicazione edita da

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (PD)
Tel. 049-8293711- Fax 049-8293815
e-mail: info@venetoagricoltura.org
www.venetoagricoltura.org

Realizzazione Editoriale

Azienda Regionale Veneto Agricoltura
Coordinamento editoriale e revisioni testi:
Isabella Lavezzo - Margherita Monastero
Settore Divulgazione Tecnica e Formazione Professionale
Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (PD)
Tel. 049-8293820- Fax 049-8293909
E-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

Finito di stampare: Novembre 2003

Il Campo catalogo di Po di Tramontana è visitabile da giugno ad ottobre previa richiesta.