



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI AGRARIA

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

Corso di Laurea Triennale in Scienze e Tecnologie Agrarie

TESI DI LAUREA

Caratterizzazione per il contenuto in olio di varietà di colza invernale (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)

Relatore: Ch.mo Prof. Giuliano Mosca

Correlatore: Dott. ssa Federica Zanetti

Laureando: Matteo Gusella

ANNO ACCADEMICO 2009-2010

RIASSUNTO

L'importanza degli oli vegetali aumenta di anno in anno, essendo utilizzati quotidianamente sia nell'alimentazione, come alternativa a quelli di origine animale, sia dall'industria lipochimica che, scindendo i trigliceridi dell'olio ottiene glicerolo e acidi grassi utilizzabili dall'industria chimica come materiale di base per produrre svariati composti.

Il colza, merita particolare interesse per la sua destinazione come pianta oleifera, poiché risulta al terzo posto nella produzione mondiale di olio, preceduta solo da palma e soia. Il colza appartiene alla famiglia delle *Brassicaceae*, ed è sempre stata presente allo stato spontaneo in tutta Europa. Nell'antichità l'olio prodotto dai suoi semi, era utilizzato come combustibile per l'illuminazione pubblica; proprio per questa sua attitudine a produrre olio, i paesi nordici iniziarono a introdurla come nuova coltura. Oggi grazie al notevole lavoro di miglioramento genetico, si riescono ad ottenere soddisfacenti rese sia in seme sia in olio.

Per ottenere dal seme un olio "pronto all'uso", sono necessari molteplici passaggi. E' prevista una fase di oleificazione, che separa la parte oleosa dal pannello, e una successiva fase di raffinazione che depura l'olio dalle impurità rimaste. Tali processi avvengono oggi in maniera continua in impianti industriali, in grado di ricavare tonnellate di olio al giorno.

Una consistente parte dell'olio prodotto dal colza è oggi utilizzato per produrre biodiesel, che è impiegato puro o diluito sia nei comuni mezzi di trasporto, che negli impianti di riscaldamento, con risultati soddisfacenti. L'utilizzo di questo biocombustibile in sostituzione a prodotti di origine fossile può essere una valida alternativa per ridurre le emissioni di CO₂ nell'ambiente.

Lo scopo della sperimentazione oggetto di studio, è stato quello di valutare le produzioni derivanti da diversi genotipi commerciali di colza invernale

da olio dal punto di vista quanti-qualitativo, al fine di individuare quali siano i più produttivi in termini di resa in olio.

A tale scopo, nel periodo 2007/08 e 2008/09, presso l'Azienda Agraria "L. Toniolo", sono stati allestiti due campi catalogo in cui erano inseriti numerosi genotipi commerciali di colza invernale da olio, coltivati secondo uno schema a blocchi randomizzati. Alla fine di ogni sperimentazione per ciascuna cultivar sono stati valutati la resa in seme, il contenuto in olio e il peso unitario del seme. L'estrazione della sostanza grassa dal seme è stata compiuta mediante apparecchiatura Soxtec Tecator della Foss (Svedese), presente nel laboratorio del dipartimento di agronomia ambientale e produzioni vegetali dell'Università di Padova.

Il primo anno di prova ha presentato un andamento termico e pluviometrico ben diverso dal secondo, e ciò ha contribuito a creare una maggiore variabilità nei risultati. Nella prova 2007/08, la resa in seme media è risultata variabile tra le diverse cultivar e ben inferiore alle medie dell'areale in cui si è svolta la prova. Il contenuto in olio invece, ha mantenuto risultati più omogenei rispetto alla resa in seme, presentando comunque valori modesti. Ne è risultato che la resa in olio media si è attestata appena sopra 1,25 t/ha, valore basso rispetto all'obiettivo di 1,5 t/ha di olio. I genotipi che hanno raggiunto le rese maggiori sono stati in questo caso le varietà a libera impollinazione e gli ibridi CHH a taglia normale, mentre gli ibridi semi-dwarf e le associazioni varietali CHL sono risultate potenzialmente meno produttive. Nella prova 2008/09, invece, le rese in seme sono risultate decisamente superiori rispetto all'annata precedente, e anche il tenore in olio è mediamente aumentato di circa il 2%. Di conseguenza anche le rese in olio sono mediamente aumentate, superando 1,5 t/ha; i valori maggiori sono stati ottenuti dagli ibridi a taglia normale e dalle linee a libera impollinazione, mentre, anche in questo caso,

gli ibridi semi-dwarf e le associazioni varietali sono risultati i meno produttivi. I dati ottenuti nelle due prove, sono stati confrontati ed elaborati; ne è risultato che tra i vari gruppi genetici presi in considerazione, le linee a libera impollinazione sono state le più produttive in termini di olio e anche le più stabili nel tempo, si possono quindi impiegare anche in condizioni ostili per il colza. Gli ibridi a taglia normale hanno prodotto anch'essi rese soddisfacenti, ma richiedono condizioni agronomiche ottimali per esprimere al meglio la loro produttività. Gli ibridi semi-dwarf e le varietà associate invece, hanno prodotto in entrambe le prove rese in olio inferiori all'obiettivo prefissato di 1,5 t/ha, e il loro impiego, è quindi ancora poco conveniente.

ABSTRACT

The importance of vegetable oils is constantly increasing, being used for food, as alternative to animal fats, but also for industrial purposes, dividing them into glycerol and fatty acids and then used to produce several chemical compounds.

Oilseed rape is the third world source of vegetable oils, preceded only by soybean and palm. Oilseed rape belongs to *Brassicaceae* family, and it is a spontaneous species in Europe. In the past its oil was used for public lighting, but, due to its aptitude to produce oil, in northern regions they have started to cultivate it. Nowadays, due to genetic breeding, seed and oil productions are much higher and stable than in the past.

To extract oil from oilseed rape seed a long procedure is needed. In details, it is necessary before to separate oil from meal and then raw oil has to be refined, before been sold in the market. All these procedures are done at industrial level, refining tons of oil per day.

One of the most promising non food use of oilseed rape oil is the production of biodiesel, this biofuel, alone or in mixture, could be used for heating or transportation, with outstanding results, in terms of reduction of CO₂ emissions.

The aim of this study was to evaluate the production of many commercial genotypes of winter oilseed rape, in term of seed and oil.

For this goal during 2007-2009 two field trials were arranged at the experimental farm “L. Toniolo” set in Legnaro: in particular 49 and 26 cultivars of oilseed rape belonging from different genetic groups, in the first and in the second year respectively, were cultivated in a completely randomized block. At the end of the experiment seed yield, oil content and seed weight were determined for each genotypes. Oil from seeds was extracted by means of Soxtec Tecator (Foss, Sweden) equipment.

The climatic conditions of the first year were quite different from the one of the second, and this determined great variability on the results.

In 2007/08 seed yields were much lower than those normally occurring in this area, and very variable among genotypes. Oil content was found less variable, but in any cases the oil amount was quite poor. As a consequence oil production was also under the regional average, reaching only 1.25 t/ha, values that is considered low if compared to the target production of 1.5 t/ha. In the first year the genotypes reaching the highest yields belong to the group of open pollinated varieties and conventional hybrids, whilst semi-dwarf hybrid and varietal association were found significantly less productive.

In the second year, environmental conditions were more suitable to oilseed rape cultivation, so seed yield and oil content were found significantly higher than those of the first trial. Consequently also oil production per hectare was increased and reached a mean value of over 1.5 t/ha. The highest values, also in this year, were highlighted for open pollinated varieties and conventional hybrids.

The genotypes common to the two trial were separately considered in order to highlight possible response behaviours to different environmental conditions. The open pollinated varieties showed the highest and most stable results between the two years, for this reason the choice of cultivating these genotypes also in sub-optimal conditions would be correct. Conventional hybrids were also productive but their best performances are normally associated with optimal environmental conditions. Semi-dwarf hybrids and CHL showed a not stable response in term of all the considered productive parameters so their cultivation in open field is not advisable, for the moment.

INDICE

1. INTRODUZIONE	13
1.1. IL COLZA	15
1.1.1. CENNI STORICI.....	15
1.1.2. CARATTERI BOTANICI	16
1.1.3. BIOLOGIA.....	17
1.1.4. STADI FENOLOGICI.....	19
1.1.5. TECNICA COLTURALE.....	20
1.1.6. LOTTA ALLE MALERBE	23
1.1.7. RACCOLTA.....	24
1.1.7.1. aspetti tecnici	24
1.1.8. QUALITÀ DEL PRODOTTO	25
1.1.9. VARIETA' E MIGLIORAMENTO GENETICO	26
1.1.9.1. Gli ibridi	27
1.1.9.2. Dwarf e semi-dwarf	28
1.1.9.3. Varietà tradizionali	28
1.1.10. AVVERSITA'	29
1.1.11. IMPIEGHI INDUSTRIALI DELL'OLIO DI COLZA	32
1.2. L'OLIO VEGETALE	33
1.2.1. COMPOSIZIONE DELL'OLIO VEGETALE	35
1.2.1.1. Acidi grassi.....	35
1.2.1.2. Il glicerolo	37

1.2.1.3.	Triacilgliceroli	38
1.2.1.4.	Monoacilgliceroli e diacilgliceroli	38
1.2.1.5.	Cere	39
1.2.1.6.	Frazione insaponificabile	39
1.2.1.7.	Gli idrocarburi	39
1.2.1.8.	Tocoferoli e tocotrienoli.....	40
1.2.1.9.	steroli.....	40
1.2.1.10.	Alcoli alifatici	41
1.2.1.11.	Alcoli terpenici	41
1.2.1.12.	Fosfolipidi.....	41
1.2.1.13.	Glicolipidi.....	41
1.2.1.14.	Pigmenti.....	42
1.2.2.	COME SI OTTIENE UN OLIO.....	42
1.2.3.	L'OLEIFICAZIONE	43
1.2.3.1.	Macinazione	43
1.2.3.2.	Condizionamento.....	44
1.2.3.3.	Estrazione	44
1.2.3.4.	Le farine	45
1.2.4.	LA RETIFICA	46
1.2.4.1.	Demucillaginazione	46
1.2.4.2.	Disacidificazione	46
1.2.4.3.	Decolorazione.....	47
1.2.4.4.	Deodorazione.....	47

1.2.4.5. Demargarinazione.....	48
1.2.4.6. Altri trattamenti	48
1.2.5. SOTTOPRODOTTI.....	49
1.3. I BIOCARBURANTI	49
1.3.1. IL BIODIESEL.....	50
1.3.1.1. Il biodiesel e l'Europa.....	51
1.3.1.2. Utilizzi pratici	53
2. SCOPO DEL LAVORO	55
3. MATERIALI E METODI	57
3.1. PROTOCOLLO SPERIMENTALE.....	57
3.1.1. ANNATA 2007/08	58
3.1.2. ANNATA 2008/09	62
3.2. RILIEVI IN CAMPO.....	67
3.3. ANALISI DI LABORATORIO	67
3.3.1. ESTRAZIONE DELL'OLIO	68
4. RISULTATI E DISCUSSIONI.....	70
4.1. RISULTATI 2007/08.....	71
4.1.1. RESA IN SEME	71
4.1.2. CONTENUTO IN OLIO	72
4.1.3. PESO UNITARIO	73
4.1.4. RESA IN OLIO	74
4.1.5. CORRELAZIONI.....	76
4.2. RISULTATI 2008/09.....	79

4.2.1.	RESA IN SEME	79
4.2.2.	CONTENUTO IN OLIO	80
4.2.3.	PESO UNITARIO	81
4.2.4.	RESA IN OLIO	82
4.2.5.	CORRELAZIONI.....	84
4.3.	CONFRONTO TRA 2007/08 E 2008/09	88
4.3.1.	RESA IN SEME	88
4.3.2.	CONTENUTO IN OLIO	90
4.3.3.	PESO UNITARIO	92
4.3.4.	RESA IN OLIO	94
5.	CONCLUSIONI.....	97
6.	BIBLIOGRAFIA.....	99

1. INTRODUZIONE

Le sostanze grasse sono prodotti che stanno alla base dell'alimentazione umana e il loro consumo indica il raggiungimento di un buon livello della qualità della vita. Dal 1963 al 1993 il consumo mondiale di oli e grassi è passato da 32 a 86 milioni di tonnellate, l'80% delle quali è di origine vegetale. Dal '63 in poi, sono comparsi nuovi paesi produttori, dapprima Stati Uniti e la Comunità Europea, seguiti poi dal '70 da Brasile, Argentina, Malesia e Indonesia. La produzione mondiale di olio, aggiornata al 2008, vede al primo posto l'olio di palma, con 38 milioni di tonnellate, seguita dall'olio di soia con 37 milioni di t, e al terzo posto, l'olio di colza con 18 milioni di t (dati FAO). La produzione mondiale attuale risulta limitata, e in particolare, paesi emergenti come Cina per prima, ma anche India, Indonesia, Malesia e Taiwan non sono in grado di soddisfare il loro fabbisogno interno e ne importeranno grandi quantità. Per le colture oleaginose si prospetta, quindi, un futuro in continua crescita ed evoluzione, grazie anche all'entrata sul mercato di un nuovo ed importante acquirente che è la Cina. Il livello elevato dei prezzi sarà mantenuto tale o probabilmente salirà per i prossimi anni, poiché la domanda di oli e grassi nei paesi in via di sviluppo continuerà a crescere in seguito all'aumento demografico della popolazione e al miglioramento del tenore di vita, che porta a un consumo maggiore di oli e sostanze grasse con un conseguente cambiamento delle abitudini alimentari. Al contempo la superficie coltivata a livello mondiale non si potrà espandere oltre certi limiti, e questo probabilmente causerà conflitti tra le principali colture, per esempio tra cereali e oleaginose, dovute al fatto che le riserve di terreno saranno sempre più limitate. Ci saranno sempre più agricoltori che decideranno cosa coltivare in base al prezzo di mercato del prodotto.

Oggi, nei paesi industrializzati, la continua ricerca per la sostituzione dei prodotti di origine minerale con quelli di origine vegetale, al fine di una maggiore salvaguardia dell'ambiente, porta a utilizzare le materie grasse anche per fini non alimentari. Nel mondo la destinazione "no food" dei lipidi occupa ancora una parte del mercato modesta, ma si stanno facendo grandi sforzi per ampliare l'impiego di oli vegetali per utilizzi tecnici; le risorse petrolchimiche saranno in un prossimo futuro sempre più difficili da reperire, per cui sarà necessario ricorrere all'utilizzo di prodotti di origine vegetale, rimanendo in un contesto di maggiore rispetto ambientale, poiché tali prodotti sono maggiormente biodegradabili e facilmente smaltibili. L'industria chimica utilizza oli trasformati dall'industria lipochimica, scindendo trigliceridi degli oli e dei grassi naturali in glicerolo e acidi grassi, producendo poi prodotti utilizzabili dalla chimica. Acidi grassi ed esteri metilici possono essere utilizzati tali quali, o come intermedi per la produzione di nuovi composti lipochimici (alcoli grassi, esteri, ammine, ammidi, Sali metallici, esteri di zucchero). Gli acidi grassi sono utilizzati direttamente per produrre saponi, detergenti, lubrificanti, vernici, inchiostri, tessuti, caucciù, mentre gli esteri metilici sono utilizzati direttamente per la produzione di carburante in sostituzione al gasolio (biodiesel) (Benvenuti e Vannozzi, 2001).

1.1.IL COLZA

1.1.1. CENNI STORICI

Originariamente il colza si trovava allo stato spontaneo in tutta l'Europa e in alcune regioni Nord africane, ed era considerata, assieme al ravizzone, come una delle tante malerbe che crescevano tra le file dei seminativi. Le prime notizie su quest'affascinante coltura risalgono a un periodo compreso tra il 1500 e il 200 a.C. Il successivo addomesticamento di questa specie spontanea, permise la sua diffusione nel Nord Europa, per poi diffondersi in Olanda alla fine del 1700 e successivamente in Germania e paesi adiacenti per ricavarne olio per l'illuminazione, pubblica e privata. In Canada invece la coltura è stata introdotta solo negli ultimi anni '40 con lo scopo di ricavare olio per motori marini. Oggi questo paese è uno dei maggiori produttori mondiali di colza, seguito da Germania, Francia, Polonia, Gran Bretagna, Repubblica Ceca, Danimarca e Svezia (Toniolo e Mosca, 2001).

In Italia, agli inizi degli anni '70, questa coltura ha rischiato di scomparire a causa della tossicità dell'acido erucico contenuto nell'olio, mentre tale problema non ha inciso nel resto dell'Europa che ne ha continuato la coltivazione. Altri motivi per cui il colza non si è sviluppato nel nostro paese, sono stati alcuni episodi di fallimento della coltura dovuti a caratteristiche indesiderate manifestate da vecchie varietà (deiscenza delle silique, allettamento) e insuccessi causati da errate semine. Tuttavia questa coltura a ciclo autunno-primaverile, se seminata in un buon letto di semina, può garantire delle soddisfacenti rese con bassi input di concimi anche in quelle zone dove l'assenza di risorse irrigue non consente la coltivazione di altre specie miglioratrici da avvicendare ai cereali vernini. Inoltre è una

coltura che limita fortemente l'erosione al suolo e rallenta le perdite per lisciviazione dell'azoto. Nel 2003 all'interno del "Catalogo comune delle varietà delle specie agricole" erano iscritte ben 540 varietà di colza, di cui 491 da olio e 46 da foraggio (Onofri et al., 2005).

Negli ultimi anni invece, grazie a una genetica migliorata e a una maggiore efficienza tecnica, il colza ha ripreso a essere considerato dagli innumerevoli agricoltori italiani che cercano nuove colture più redditizie in un periodo di bassa redditività dei cereali, e vedono nel colza una buona occasione di reddito grazie anche alle sue caratteristiche di equilibratore del terreno e al suo ciclo che s'inserisce bene nella rotazione colturale.

1.1.2. CARATTERI BOTANICI

Il colza appartiene alla famiglia *Brassicaceae* e al genere *Brassica*. A questo appartengono 3 specie base:

- *Brassica nigra* (n=8)
- *Brassica oleracea* (n=9)
- *Brassica campestris* (n=10)

In seguito a ibridazione naturale si sono poi ottenute nuove specie caratterizzate da un numero cromosomico pari alla somma di quello delle specie di base, ottenendo:

- *Brassica carinata* (n=17) ottenuta da *B. nigra* + *B. oleracea*
- *Brassica Juncea* (n=18) ottenuta da *B. nigra* + *B. campestris*
- *Brassica napus* (n=19) ottenuta da *B. oleracea* + *B. campestris*

In natura poi, si sono create altre forme del genere brassica, per esempio da *B. oleracea* si sono ottenuti cavoli, cavolfiori, cavolo verza e altri...

Di *B. napus* ne esistono 2 tipi:

- Uno da seme (var. oleifera) il coza

- Uno da radice

Da *B. campestris* si sono differenziati:

- un tipo da seme (var. oleifera), il ravizzone;
- uno da radice, la rapa.

Nelle specie *B. napus* e *B. campestris* ci sono poi varietà invernali e primaverili, che non hanno particolari diversità morfologiche ma, le forme invernali, al contrario di quelle primaverili, non entrano in fase riproduttiva se non hanno subito un periodo di vernalizzazione.

1.1.3. BIOLOGIA

Il colza attualmente coltivato è composto da:

- apparato radicale: radice di tipo fittonante, che raggiunge anche i 70-80 cm di profondità, anche se la parte più voluminosa si concentra nei primi 30-40 cm;
- foglie: le foglie della rosetta sono lisce e carnose; una volta eretto, le foglie inferiori sono lirate, mentre le superiori sono più piccole, indivise e sessili. (Fig. 1);
- fusto: eretto, ramificato, raggiunge altezze di 1,5 m e oltre (Fig. 2);
- infiorescenza: a grappolo, con fioritura scalare; 4 petali disposti a croce, corolla di colore giallo, 6 stami e ovario supero;
- frutto: siliqua formata da 2 carpelli separati da un falso setto in cui sono inseriti i semi. Raggiunta la maturità tende ad aprirsi, determinando il fenomeno di deiscenza;
- seme: è rotondeggiante e liscio, di colore bruno rossastro, diametro di qualche millimetro. Il peso di 1000 semi è di circa 3,5-5 g;

Il seme è composto dal tegumento, che lo ricopre e ne costituisce il 12-20%; 2 cotiledoni che contengono circa il 50% di olio e proteina; dall'embrione;



(Fig. 1) sopra: le foglie della rosetta



(Fig.2) a destra: il fusto ben sviluppato

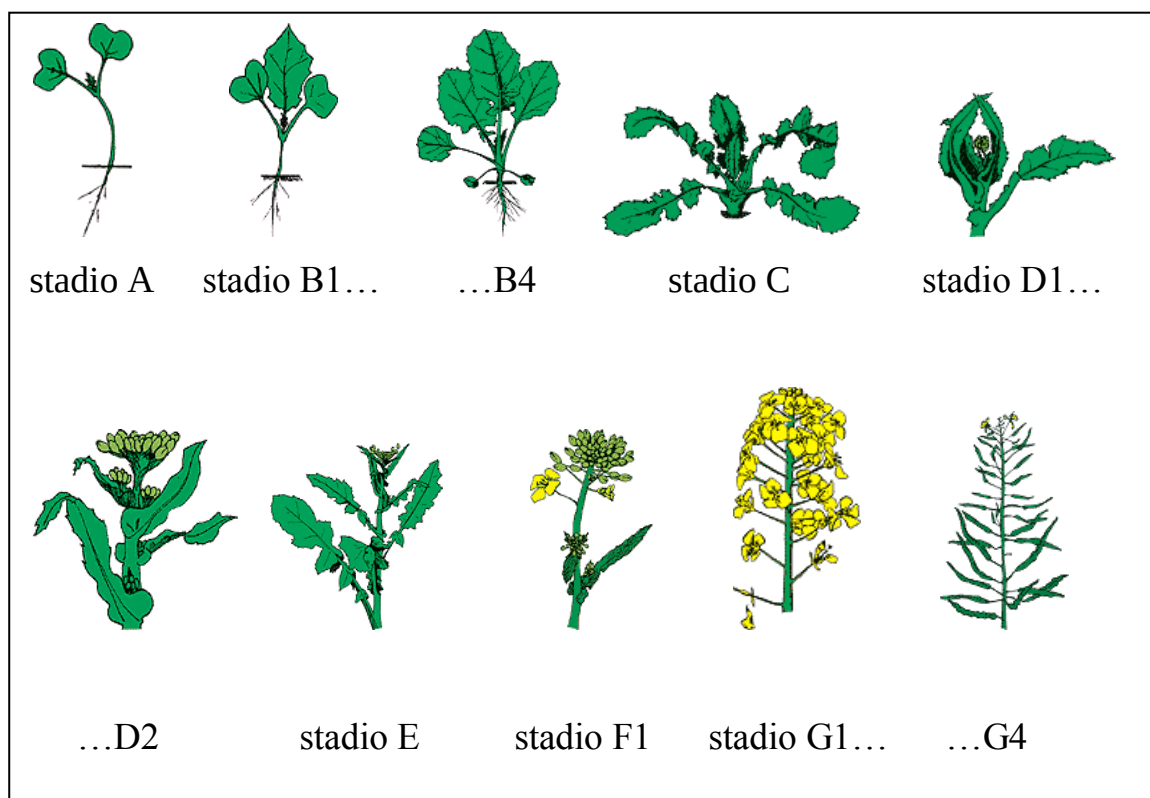
Durante la maturazione nelle varietà invernali il contenuto in olio aumenta fino a quando la siliqua assume la colorazione gialla, mentre diminuisce andando a maturazione piena; nel colza primaverile invece, l'incremento continua fino a maturazione.

Il colza, predilige temperature relativamente basse, soprattutto in fioritura, mentre nella fase di formazione del seme è tollerante alle alte temperature pur che non vi sia eccessiva siccità. Può benissimo essere coltivato anche in terreni marginali, magari non sufficientemente vocati per frumento o bietola. Cresce bene su suoli leggeri, che facilitano una precoce ripresa primaverile e l'approfondimento dell'apparato radicale. Si adatta pure a terreni argillosi o torbosi, pur che siano ben drenati (Toniolo e Mosca, 2001).

1.1.4. STADI FENOLOGICI

Gli stadi fenologici del colza secondo la classificazione proposta da CETIOM sono costituiti da (Fig. 3):

- stadio A: cotiledonare: assenza di foglie vere, si notano solo i 2 cotiledoni;
- stadio B: rosetta: iniziano a formarsi le prime vere foglie, tuttavia non ci sono internodi tra i piccioli fiorali. Questo stadio si suddivide ulteriormente in B1, B2, Bn... (n= numero di foglie vere aperte e completamente distese);
- stadio C: levata: qui si realizza lo sviluppo della pianta; si suddivide ulteriormente in:
 - C1: comparsa di giovani foglie alla ripresa vegetativa;
 - C2: internodi ben visibili sul fusto;
- stadio D: bottoni fiorali riuniti: i bottoni fiorali sono tutti ravvicinati tra loro e nascosti dalle foglie apicali D1, o ben visibili D2. Durante quest'ultima fase il fusto raggiunge un'altezza di 20 cm;
- stadio E: bottoni fiorali separati: inizia l'allungamento dei peduncoli fiorali, ad iniziare da quelli periferici;
- stadio F: fioritura: inizia l'apertura dei fiori F1, numerosi fiori aperti sullo scapo fiorale in allungamento F2;
- stadio G: formazione delle silique: periodo che va dalla caduta dei primi petali fino alla maturazione. Lo stadio si suddivide da G1 a G5, dove il primo indica la caduta dei primi petali, e l'ultimo la colorazione dei semi (CETIOM-INRA, 1996).



(Fig.3) Rappresentazione degli stadi fenologici del colza secondo CETIOM

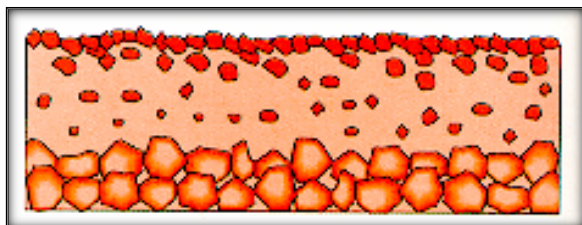
1.1.5. TECNICA COLTURALE

Il colza, in quanto coltura a ciclo autunno vernino, nell'avvicendamento occupa all'incirca lo stesso posto del frumento, permettendo così un eventuale secondo raccolto estivo, o una adeguata preparazione del letto di semina per la coltura in successione.

Poiché il seme è molto piccolo, un aspetto molto importante e determinante per una buona germinazione, è la preparazione del letto di semina, che deve essere un giusto compromesso tra terra fine e terreno grossolano, per favorire l'aderenza del seme ed evitare la formazione di crosta. Solitamente si distinguono 3 strati fondamentali, (Fig. 4):

- il primo, superficiale, con terra di diametro mediamente compreso tra 1 e 4 cm, grossolano, per evitare formazione di crosta;

- secondo strato, sottosuperficiale, dello spessore di 5-8 cm, di terra fine, che aderisce bene al seme senza lasciare spazi vuoti;
- il terzo strato, profondo, possibilmente arieggiato e senza suola di lavorazione.



(Fig. 4) schema di un buon letto di semina

La concimazione del colza è essenzialmente simile a quella degli altri cereali; per ottenere una buona produzione si consigliano dosi di 120 kg/ha di azoto, 50 kg/ha di fosforo e 60 kg/ha di potassio. È stato stimato infatti che nel periodo compreso tra l'emergenza e fine gennaio, il colza è in grado di accumulare fino a 80Kg/ha di N, e per tale ragione il colza può essere utilizzato anche come "cover crop". La maggior parte di elementi nutritivi è utilizzata durante il periodo di accrescimento più intenso che si verifica tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera. Generalmente fosforo e potassio vengono apportati al momento della preparazione del letto di semina assieme a una piccola dose di azoto, (30-50 kg), soprattutto se segue un cereale a paglia per favorire il raggiungimento dello stadio di rosetta con 6-8 foglie, ideale per superare il freddo dell'inverno a tale stadio. Infatti il colza sopporta senza problemi temperature fino a -15 -16 °C. La restante parte dell'azoto viene distribuita in copertura a fine inverno, utilizzando di preferenza solfato ammonico; tale concime è preferibile ad altri poiché apporta anche una parte di zolfo, elemento richiesto dalle brassicacee.

La concimazione azotata primaverile può essere stimata mediante un metodo francese denominato “reglette azote” (Cetiom, 1998); tale sistema, fissando in premessa un realistico obiettivo di resa e tenendo conto del tipo di terreno e della sua dotazione organica, attraverso la stima del peso fresco delle piante presenti su 1 m² di coltura, a fine gennaio, consente di definire la dose di azoto da distribuire in copertura.

La semina si può effettuare in 2 modi:

- a file continue, utilizzando seminatrici da grano, con interfile di 15-20 cm, con 10-12 kg/ha di seme, alla profondità di 2-3 cm;
- con seminatrici pneumatiche di precisione, con interfila di 45 cm, e distanza sulla fila di 2-2,5 cm, utilizzando 5-8 kg/ha di seme.

L'importante è assicurare una densità ottimale di 40 piante a m² alla raccolta, tenendo presente che, per effetto della competizione tra piante, il numero di ramificazioni e di silique per pianta sono sensibilmente influenzati dalla densità di semina.

Il periodo di semina consigliabile va dalla metà di settembre alla prima decade di ottobre. Anticipando, si rischia di avere un accrescimento troppo vigoroso prima dell'inverno, mentre se si ritarda eccessivamente la semina la plantula non si sviluppa in maniera sufficiente e rischia di essere scalzata dal gelo. Tale fenomeno è dovuto all'alternarsi del gelo e disgelo, che provoca rigonfiamento del terreno seguito da normale riassetto; in questo modo la piantina viene completamente sradicata, causandone la perdita definitiva. Se in autunno invece, la temperatura è ancora elevata e il terreno si presenta eccessivamente secco, è meglio ritardare la semina o intervenire dopo una breve irrigazione del terreno, per evitare rischi di cattive germinazioni. (Toniolo e Mosca, 2001).

1.1.6. LOTTA ALLE MALERBE

La lotta alle malerbe resta sempre uno dei maggiori problemi per la riuscita di una buona coltura, e per quanto riguarda il colza, attualmente non vi sono in commercio molti principi attivi registrati.

Le principali infestanti che si possono sviluppare in competizione con il colza sono:

- monocotiledoni: *Alopecurus myosuroides*, *Avena sp.pl.*, *Phalaris sp.pl.* e *Lolium sp.pl.*;
- dicotiledoni: *Veronica sp.pl.*, *Stellaria media*, *Capsella bursa-pastoris*, *Galium aparine*, varie composite, poligonacee e crucifere.

Va inoltre detto che la presenza in campo di infestanti appartenenti alla famiglia delle brassicacee, oltre a danneggiare la coltura per la competizione di elementi nutritivi, acqua e luce, può provocare peggioramenti qualitativi dell'olio, in quanto non è possibile separare i semi che si mescolano con quelli della coltura.

La ridotta disponibilità sul mercato di principi attivi, determina che la lotta alle malerbe si possa fare in 2 modi:

- con interfile maggiori di 40 cm, il diserbo è di tipo meccanico con sarchiatura; se le condizioni del terreno lo permettono, si può effettuare anche a ottobre, o altrimenti a inizio primavera, prima che la pianta raggiunga un'altezza tale da compromettere la lavorazione;
- con interfila minore di 40 cm, il diserbo è di tipo chimico, solitamente in post-emergenza con Metazachlor (1-1,5 l/ha) per le dicotiledoni, e graminicidi vari (1,0-2,0 l/ha) per graminacee (Toniolo e Mosca, 2001).

1.1.7. RACCOLTA



(Fig 5) raccolta con mietitrebbia.

Un aspetto critico del colza è il momento della raccolta (Fig. 5); poiché la maturazione avviene in maniera scalare, non si riesce a raccogliere un prodotto con umidità uniforme. Anticipando troppo la raccolta si ottengono semi con contenuto in clorofilla eccessivo, il che comporta costi maggiori di essiccazione. Tuttavia una raccolta troppo ritardata rischia di far perdere gran parte della produzione poiché le silique sono soggette a deiscenza. Si può quindi affermare che un'umidità media compresa tra 12% e 20% è ottimale per la raccolta. La presenza di semi immaturi assieme ad altri maturi, ne fa aumentare nella media, il contenuto in clorofilla, che in un seme maturo non dovrebbe superare 25ppm. Per la conservazione invece, il seme deve avere un'umidità compresa tra 6 e 8%.

1.1.7.1. Aspetti tecnici

Per raccogliere il colza, è necessario applicare un'apposita testata di taglio alla mietitrebbia. Le soluzioni proposte dalle varie case costruttrici sono molteplici, e per chi non intendesse acquistare una testata specifica, vi è la

possibilità di applicare un kit di montaggio rapido per trasformare una classica testata per cereali in una testata da colza. Sostanzialmente il risultato da ottenere è quello di ottenere una testata che riduca al minimo le perdite di seme. Concettualmente la barra di raccolta per colza è simile a quella per frumento; la lama di taglio orizzontale si trova in una posizione più avanzata di circa 50 cm, in modo tale che quando l'aspo tocca le piante, vi è già la barra al di sotto che raccoglie eventuali semi che altrimenti cadrebbero a terra. Un ulteriore accorgimento, è l'applicazione di una lama verticale su entrambi i lati, al fine di fare un taglio netto tra un passaggio e il successivo. Altre regolazioni, (velocità di avanzamento, n° giri rotore) devono poi essere effettuate dall'operatore in base alle condizioni in cui opera (www.claas.com).

1.1.8. QUALITÀ DEL PRODOTTO

La resa dipende da diversi fattori, tuttavia si può affermare che le varietà autunno-vernine hanno una produzione significativamente superiore (2,5-3 t/ha) rispetto alle varietà primaverili (1,5-2 t/ha).

Il contenuto in olio varia in base alle varietà, solitamente si aggira intorno al 40-45% sulla sostanza secca. L'olio estratto ha un caratteristico odore acre poco gradevole, che se depurato e raffinato può comunque essere utilizzato per usi alimentari. La qualità dipende essenzialmente dai tipi di acidi che contiene; dopo aver constatato la nocività dell'acido erucico, si è lavorato per selezionare linee con bassissimi livelli di tale acido, le così dette a "zero erucico". Un altro acido, non dannoso ma poco stabile alle alte temperature, è quello linoleico, che rende l'olio poco adatto per le frittiture. Estratto l'olio rimane la farina ricca in fibra e prodotti grezzi di elevato valore biologico, tra cui lisina, di composizione amminoacidica

consigliabile per uso zootecnico. Vi sono poi altre molecole tossiche come i glucosinati, che sembrano siano utilizzati dalla pianta come difesa da insetti e funghi, quindi utili sulla struttura vegetativa, ma pericolosi per la salute umana. Tali molecole sono state ridotte a livelli molto bassi per via genetica, creando varietà migliorate “doppio zero” per il loro basso tenore di acido erucico e di glucosinolati. Le nuove varietà producono quindi oli migliori con odore e gusto molto simile a quello di soia. I principali impieghi alimentari riguardano la margarina in pasticceria, e l’olio nell’industria alimentare in genere (Toniolo e Mosca, 2001).

1.1.9. VARIETA’ E MIGLIORAMENTO GENETICO

Per la riuscita della coltura, il primo passo essenziale da fare è impiegare seme che sia puro il più possibile, evitando che sia inquinato da altre crucifere spontanee, deiscenti e con basso contenuto di olio.

Il miglioramento genetico è stato realizzato soprattutto in Francia, Germania, Svezia e Polonia su materiale tipo “winter”, mentre in Canada si ha lavorato su materiale “spring”. Si sono ottenuti ottimi risultati su caratteri quali numero di semi e silique, diminuzione della scalarità di fioritura, abbassamento della taglia, resistenza all’allettamento, a fitopatie, e deiscenza delle silique. Sono stati apportati miglioramenti anche dal punto di vista della qualità dell’olio, per via genetica, sono stati eliminati gli acidi grassi a lunga catena come l’acido erucico, che ha però comportato un aumento lieve dell’acido linoleico, linolenico e palmitico, e notevole dell’acido oleico.

Le varietà di colza, come già detto si distinguono principalmente in autunnali e primaverili, mentre considerando il tipo di olio, si distinguono:

- varietà usate per scopi non alimentari, ad alto tenore di acido erucico (High Erucic Acid Rapeseed);
- varietà usate per scopi alimentari, cosiddette “zero erucico”, prive di tale acido e “doppio zero” prive di acido erucico e con bassi livelli di glucosinolati.

Un ulteriore argomento di lavoro, è quello di creare varietà che necessitino di bassi input al fine di ridurre globalmente il numero di trattamenti e di apporti di concime, al fine di contenere il rischio di inquinamento (Toniolo e Mosca, 2001).

1.1.9.1. Gli ibridi

Gli ibridi producono piante vigorose che garantiscono il raggiungimento di rese in granella più elevate rispetto alle varietà tradizionali o ai tipi dwarf o semi-dwarf. L'accrescimento particolarmente vigoroso di questi materiali li rende idonei anche a semine ritardate, comunque, non oltre i primi di ottobre. Nello specifico, vi sono ibridi definiti CHH (Composite Hybrid Hybrid), costruiti solo di recente e presentano una fertilità maschile completamente ristorata. Altri ibridi invece, definiti “linee ibride composte” o “varietà associate” (CHL Composite hybrid line) sono ottenuti dalla mescolanza di una linea impollinante (20% delle piante) e una linea maschio sterile (80%); questo seme risulta ancora particolarmente costoso. Tuttavia, è necessario sapere che il vantaggio competitivo di un ibrido rispetto a una varietà tradizionale è significativo solo in condizioni ottimali, mentre se vengono coltivati in condizioni di basso input o condizioni ambientali sfavorevoli il vantaggio non c'è. Gli attuali ibridi sono in grado

di produrre senza problemi le 4-4,5 t/ha di granella(s.s.). La corretta dose di semina è di circa 60 semi/m²

1.1.9.2. Dwarf e semi-dwarf

Questi ibridi, definiti nani o semi-nani, sono stati introdotti più recentemente e sono caratterizzati da un habitus vegetativo ridotto con internodi ravvicinati e accrescimento più contenuto rispetto agli altri ibridi. Le potenzialità produttive sono generalmente minori dei tradizionali, tuttavia in condizioni particolari come zone ventose o ricche di sostanza organica, possono essere più competitivi in quanto sono meno soggetti a fenomeni di allettamento. Necessitano di semine precoci, in modo da permettere la formazione di un'adeguata rosetta di 4-6 foglie abbastanza robusta da impedire fenomeni di scalzamento dovuti al gelo. Le potenzialità produttive dipendono dall'ambiente di coltivazione e possono raggiungere le 4 t/ha di seme (s.s.).

1.1.9.3. Varietà tradizionali

Si tratta di cultivar a libera impollinazione, con un accrescimento meno vigoroso rispetto agli ibridi, ma hanno comunque una potenzialità produttiva alta, di circa 3,5-4 t/ha (s.s.). Per ottenere tali rese, è importante rispettare il periodo ottimale per la semina, che nell'areale Nord italiano è l'ultima settimana di settembre. La semina primaverile è sconsigliata, poiché la resa è notevolmente inferiore e sul mercato si trova una scelta minore di varietà tipo "spring" con una genetica poco evoluta. Hanno un prezzo inferiore rispetto agli ibridi, e la dose di semina ideale è di 70-80 semi/m².

In zone con clima particolarmente sfavorevole, con inverni miti e poco piovosi, si possono introdurre altri tipi di brassicacee diverse dal colza che possono dare buoni risultati. Un esempio sono alcune varietà di *Brassica carinata*, che presentano minore esigenza al freddo, una migliore tolleranza alla siccità, e minore deiscenza delle siliques; si adatta bene ai climi del Sud d'Italia. Attualmente però le uniche varietà disponibili sul mercato presentano sia un elevato contenuto di acido erucico, sia di glucosinati nelle farine di estrazione; per questa ragione la loro unica destinazione è il non food. (Mosca e Zanetti, 2007)

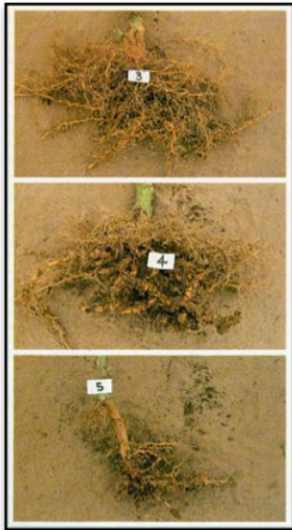
1.1.10. AVVERSITA'

La rotazione colturale rappresenta la chiave principale per fare una buona agricoltura, in quanto è risaputo che la monosuccessione di una coltura, porta rapidamente a diminuzioni anche drastiche delle rese a causa del crearsi di svariate condizioni negative. In particolare per il colza, che è coltivato in areali come il Centro-Nord d'Italia, l'avvicendamento con altre colture deve essere ben scelto. Vi possono essere infatti insetti e funghi patogeni che possono attaccare il colza e altre oleaginose (Toniolo e Mosca, 2001).

I principali problemi possono essere dati da:

- nematodi, piccoli invertebrati della dimensione di qualche millimetro o meno, presenti soprattutto nell'areale bieticolo, che attaccano l'apparato radicale entro cui si sviluppano gli stadi giovanili, la pianta produce radici secondarie ma si sviluppa meno (Fig. 6) (Ferrari et al, 2006);

- *Meligethes aeneus*, coleottero che attacca le giovani gemme fiorali sull'infiorescenza, provocando aborti fiorali (Fig. 7) (Toniolo e Mosca, 2001);
- *Ceuthorrhynchus napi* Gill, o punteruolo dello stelo, che attacca con punture trofiche il fusto della pianta (Fig.8);
- *Ceuthorrhynchus assimilis* payk, o punteruolo delle silique, che, per alimentarsi, penetra all'interno di queste mentre sono in fase di formazione. (De Mastro e Bona, 1998);
- Sclerotinia, causata dal fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, tipico di girasole, soia, colza, cucurbitacee, e ortive, che attacca la parte più bassa del fusto, con imbrunimento e marciume della zona del colletto e disgregazione dei tessuti del midollo (Fig. 9) (Ferrari et al, 2006);
- *Plasmodiophora brassicae* patogeno fungino che attacca l'apparato radicale creando tumori inizialmente piccoli e chiari, poi più grandi e brunastri seguiti da marcescenze. La pianta manifesta crescita stentata (Fig. 10) (Ferrari et al, 2006);
- *Phoma lingam* patogeno fungino, attacca fusto e foglie, creando seccume e zone necrotiche (Fig. 11) (Toniolo e Mosca, 2001);



(Fig. 6) Vari attacchi di nematodi



(Fig.8) Punteruolo dello stelo



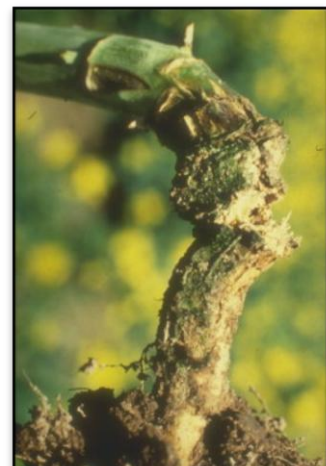
(Fig.10) Attacco su radice di *Plasmodiophora brassicae*



(Fig. 7) *Meligethes aeneus*



(Fig.9) Attacco di sclerotinia



(Fig. 11) Seccume da *Phoma lingam*

1.1.11. IMPIEGHI INDUSTRIALI DELL'OLIO DI COLZA

È ben noto come la composizione dell'olio di colza per uso alimentare abbia subito nel tempo cambiamenti dovuti proprio alla presenza dell'acido erucico, ritenuto, negli anni '70, nocivo per la salute. Prima in Canada e poi in Europa, furono ottenute varietà a zero erucico idonee per l'utilizzo alimentare.

Più recentemente l'interesse dell'industria chimica si è rivolto all'impiego di acidi grassi a 22 atomi di carbonio, in particolare l'acido erucico e l'acido behenico, ottenibile dall'erucico con il processo di idrogenazione; tali acidi grassi risultano infatti molto interessanti per il maggior grado di purezza rispetto a quelli a catena più corta, e per alcune proprietà fisiche quali elevata temperatura di infiammabilità, buona capacità di non degradarsi alle alte temperature e basso punto crioscopico, che li rendono più adatti alla trasformazione tecnologica.

Il colza, considerando la sua potenzialità produttiva in termini di resa in olio, e grazie al miglioramento genetico, appare per il futuro, la principale fonte di acido erucico. Sono disponibili infatti, varietà ad alto contenuto di acido erucico (HEAR) il cui contenuto medio è variabile fra 46 e 49%. Vi è tuttavia qualche perplessità da parte dell'industria oleochimica riguardo la convenienza economica dell'utilizzo dell'olio di colza, in quanto il 50% degli acidi grassi deriva da acido erucico, mentre la rimanente parte rappresenta un sottoprodotto ottenibile da altre fonti più economiche. Un buono slancio potrebbe essere dato dall'ottenimento attraverso lavori di ingegneria genetica, di varietà con contenuti in acido erucico prossimi al 100%. I prodotti ottenibili dall'impiego industriale dell'acido erucico sono moltissimi, alcuni esempi sono:

- industria dei detergenti, produzione di detergenti alcalini, saponi da bagno, tensioattivi;

- industria plastica, produzione di plastiche, additivi plastici, resine alchiliche termoplastiche, PVC resistenti alla gamma delle radiazioni e alle alte temperature, resine epossidiche fotoresistenti, polipropilene estruso. Di recente introduzione, il nylon 13 e 13-13, dotato di elevata stabilità e buone caratteristiche isolanti;
- produzione di materiale fotografico e di registrazione come pellicole, diapositive, materiale di registrazione ottico, litografie resistenti ai raggi X;
- preparazione di cosmetici, creme per la protezione della pelle, shampoo antiforfora, preparati per il mantenimento della lucentezza dei capelli;
- nell'industria cartaria, tessile e degli inchiostri, come additivi nella pasta della cellulosa, come ammorbidenti per i tessuti, e per la produzione di inchiostri nella stampa a getto;
- lubrificanti anticorrosivi per catene e comandi idraulici;
- produzione di metilestere per fini energetici.

Questi sono solo alcuni esempi, ma sono molte altre le possibilità d'impiego di tali prodotti, tuttavia la scelta di un impiego maggiore sarà determinato dalla politica commerciale che adotterà l'Unione Europea nel settore delle oleaginose (De Mastro e Bona, 1998).

1.2. L'OLIO VEGETALE

Un olio vegetale è un olio ricavato da semi oleosi o da altre parti di una pianta. Questi oli presentano composizioni di acidi grassi molto diversa tra loro, ma generalmente si può affermare che sono caratterizzati da un elevato tenore di acidi grassi polinsaturi a 18 atomi di carbonio con 2 o 3 doppi legami, quali l'acido linoleico e linolenico. Se da un lato questi acidi

sono importanti per fini metabolici, dall'altro risultano meno stabili rispetto a quelli monoinsaturi, e per tale ragione si ossidano molto più velocemente. Tale caratteristica deve essere ben considerata non solo per quanto riguarda la loro conservazione, ma anche per quanto riguarda l'utilizzo sia nella tecnologia industriale, sia in quella domestica di frittura e cottura dei cibi.

Il pannello residuo dall'estrazione rappresenta una valida fonte proteica sia per l'alimentazione umana, sia per quella zootecnica.

Le principali fonti di oleaginose erbacee sono girasole, arachide, colza, soia, cotone, lino, mais, palma, palmisti, cocco, sesamo, ricino, e cartamo.

Oli e grassi vegetali, sono suddivisi in oli che derivano da frutti, da semi, o dall'estrazione di sottoprodotti dell'industria enologica, conserviera, amidacea e tessile.

Convenzionalmente si definiscono *grassi*, le sostanze lipidiche che si presentano solide a temperatura e pressione ambiente, mentre il termine *oli* è riservato a sostanze che nelle medesime condizioni sono liquide.

Poiché oli e grassi sono costituiti da varie classi di composti e quella più rappresentata è quella dei trigliceridi, lo stato fisico è influenzato dalla composizione quali-quantitativa di questa classe. Lo stato di aggregazione dei triacilgliceroli, a una certa temperatura, è funzione sia del numero di atomi di carbonio, che dal numero della configurazione geometrica (cis o trans) dei doppi legami presenti nelle catene degli acidi grassi.

Poiché oli e grassi non hanno punti di fusione ben definiti, ma richiedono un intervallo di temperatura più o meno ampio, si indica come punto di scorrimento (p.s.) e punto di fusione (p.f.), rispettivamente la temperatura a cui il grasso comincia ad ammorbidirsi e a scorrere lungo una parete, e alla temperatura a cui il grasso diviene completamente liquido. (Tab.1) (Frega et al., 2004)

oli	p.s. (°C)	p.f. (°C)
Arachide	-12	-10
Cacao	30	36
Cartamo	-20	-13
Cocco	23	28
Colza	-10	-3
Cotone	-2	2
Girasole	-18	-16
Lino	-27	-16
Mais	-20	-10
Oliva	-3	0
Palma	30	40
Palmisti	23	25
Ricino	-18	-10
Sesamo	-5	0
Soia	-23	-20
Vinaccioli	-10	

(Tab. 1) Punti di scorrimento e di fusione di alcuni oli più diffusi.

1.2.1. COMPOSIZIONE DELL'OLIO VEGETALE

1.2.1.1. Acidi grassi

Gli acidi grassi sono acidi la cui struttura molecolare è una catena alifatica lineare con un gruppo carbossilico ad una estremità. Sono gli ingredienti costitutivi di quasi tutti i lipidi complessi e dei grassi vegetali e animali. Possono essere classificati in base alla lunghezza della catena carboniosa in:

- acidi grassi a catena corta con un numero di atomi di carbonio da 1 a 4;
- acidi grassi a catena media con un numero di atomi di carbonio da 8 a 14;
- acidi grassi a catena lunga con un numero di atomi di carbonio da 16 a 20-24.

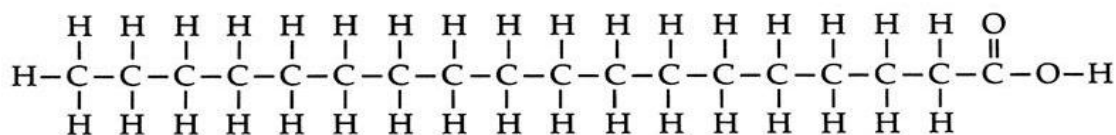
Un'ulteriore classificazione può essere fatta in base all'assenza o alla presenza di doppi legami nella catena carboniosa da cui dipende anche la temperatura di fusione degli acidi grassi stessi. Ci possono essere quindi:

- acidi grassi saturi (*Fig.12*) se non ci sono doppi legami;
- acidi grassi insaturi (*Fig.13*) se ci sono doppi legami; in particolare si possono ulteriormente distinguere in mono-insaturi, se ne è presente uno e poli-insaturi, se ne sono presenti più di uno.

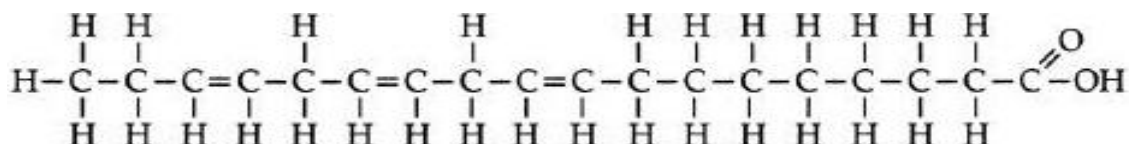
La tabella 2 riporta gli acidi grassi più ricorrenti negli oli vegetali. Il numero di atomi di carbonio e di doppi legami è espresso dalla sigla “n:n”; per esempio l'acido erucico, (22:1), è costituito da 22 atomi di carbonio e da un doppio legame. (Palmieri S., 1998)

saturi	mono-insaturi	poli-insaturi
Laurico (12:0)	Oleico (18:1)	Linoleico (18:2)
Miristico (14:0)	Erucico (22:1)	linolenico (18:3)
Palmitico (16:0)		
Stearico (18:0)		

(Tab.2) Acidi grassi più diffusi negli oli vegetali



(Fig. 12) Struttura molecolare di un acido grasso saturo

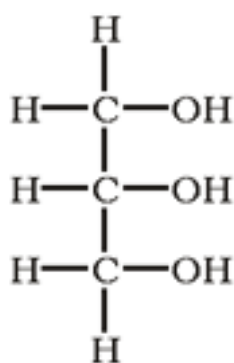


(Fig. 13) Struttura molecolare di un acido grasso insaturo

1.2.1.2. Il glicerolo

Il glicerolo, noto anche col nome di glicerina è un triolo, cioè un composto organico nella cui struttura sono presenti tre gruppi -OH. A temperatura ambiente è un liquido incolore piuttosto denso, viscoso e dolciastro; la presenza di tre gruppi -OH lo rende miscibile con l'acqua in ogni proporzione. Il glicerolo è un componente dei lipidi (oli e grassi) e dei fosfolipidi o glicolipidi, dai quali è ottenuto per idrolisi o transesterificazione. Quando l'organismo utilizza le sue riserve di grasso, dapprima le scinde in acidi grassi e glicerolo, quest'ultimo è trasformato nel fegato in glucosio diventando una fonte di energia per il metabolismo cellulare.

In figura 14 è riportata la formula di struttura del glicerolo.



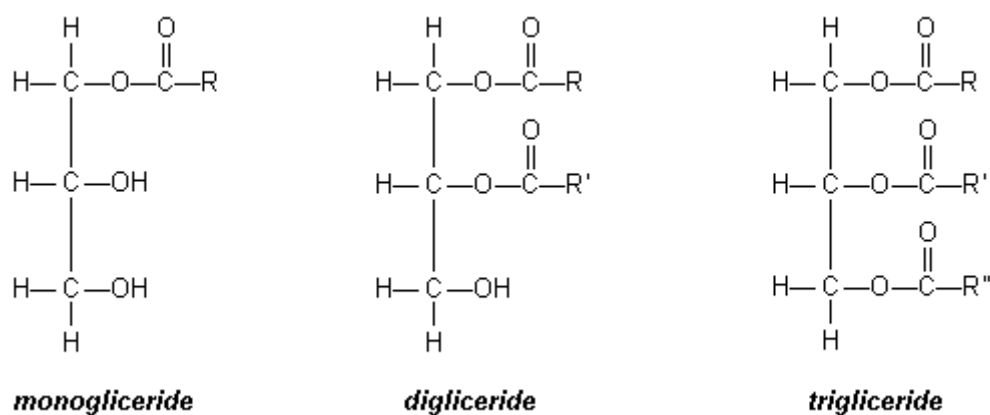
(Fig. 14) Formula di struttura del glicerolo

1.2.1.3. Triacilgliceroli

I triacilgliceroli o trigliceridi sono molecole che derivano dalla completa esterificazione delle funzioni ossidriliche del glicerolo con acidi grassi (Fig. 15). Se tutte e tre le funzioni alcoliche sono esterificate con lo stesso tipo di acido grasso, si parla di trigliceride puro, altrimenti, misto. In natura, la quasi totalità dei grassi vegetali è formata per la maggior parte da trigliceridi.

1.2.1.4. Monoacilgliceroli e diacilgliceroli

Sono esteri parziali del glicerolo (Fig. 15); sono comunemente distinti in monoacilgliceroli (o monogliceridi) quando un solo ossidrile è esterificato con una molecola di acido grasso, e diacilgliceroli (o digliceridi) quando ci sono 2 gruppi ossidrilici esterificati con acidi grassi. Essi derivano da incompleta biosintesi dei triacilgliceroli, o da idrolisi con questo gruppo. Sono impiegati nell'industria alimentare come emulsionanti.



(Fig.15) Strutture molecolari di un mono-, di-, tri- gliceride.

1.2.1.5. Cere

Sono molecole che derivano dall'esterificazione di una molecola di acido grasso con una molecola di alcole a lunga catena e che vanno a comporre una molecola con una catena lunga tra i 32 e i 44 atomi di carbonio. Solitamente si trovano nella parte esterna dei vegetali e hanno anche funzione protettiva.

1.2.1.6. Frazione insaponificabile

Questa frazione è costituita da una serie abbastanza eterogenea di classi di sostanze. Tali sostanze sono: idrocarburi, tocoferoli e tocotrienoli, steroli, alcoli alifatici e terpenici, fosfolipidi, glicolipidi e pigmenti.

1.2.1.7. Gli idrocarburi

Gli idrocarburi sono componenti naturalmente presenti negli oli vegetali, possono avere una catena lineare o ramificata satura o insatura; possono

presentare una struttura terpenoide ossidrilata o meno. L'idrocarburo più diffuso in natura è lo squalene, presente nell'olio d'oliva, nel grasso di cocco, e negli oli di cotone, soia e mais.

1.2.1.8. Tocoferoli e tocotrienoli

I tocoferoli rappresentano una classe costituita da 8 composti naturalmente presenti negli oli vegetali che sono solitamente indicati come vitamina E. Con tale termine si indica quindi 8 composti che sono gli alfa-, beta-, gamma-, delta-tocoferoli e altrettanti tocotrienoli. I tocoferoli sono composti che derivano dal 2-metil-6-cromanolo con una catena laterale satura di 3 unità terpeniche legate al carbonio. La loro funzione è di antiossidanti.

1.2.1.9. steroli

Gli steroli hanno tutti una struttura comune riconducibile al ciclo pentano peridro fenantrene, con un doppio legame nell'anello B, una catena alifatica ramificata, satura o insatura e un ossidrile in posizione 3. In natura gli steroli sono costituenti strutturali di membrane e pareti cellulari e sono precursori di alcune vitamine e ormoni. La frazione lipidica dei vegetali è caratterizzata da una composizione degli steroli alquanto varia, relazionabile alla famiglia botanica di appartenenza, tanto da essere definita "l'impronta digitale" degli oli. L'olio estratto da semi di *Brassicaceae* per esempio è caratterizzato da circa il 10-15% di brassica sterolo, e 30% di campesterolo.

1.2.1.10. Alcoli alifatici

Gli alcoli alifatici sono costituiti da una catena idrocarburica aperta; i più rappresentativi sono il tetracosanolo, l'esacosanolo e il docosanolo. La loro presenza negli oli è molto modesta, e i maggiori quantitativi (7%) si riscontrano negli oli estratti con solventi.

1.2.1.11. Alcoli terpenici

Gli alcoli terpenici sono formati da almeno 2 molecole dell'idrocarburo isoprene; essi sono presenti in tutti gli oli e compongono la parte in saponificabile in quantità variabili dal 5 al 10% fino a punte del 30%.

1.2.1.12. Fosfolipidi

I fosfolipidi sono in generale, derivati dell'acido glicerofosforico i cui residui ossidrilici sono esterificati con acidi grassi o eterificati con alcoli, in genere a lunga catena. Gli acidi fosfatici sono la formula più semplice dei fosfolipidi e possono essere ricondotti alla struttura di un diacilglicerolo con un gruppo fosforico in una delle posizioni esterne. I fosfolipidi sono costituenti essenziali di tutte le cellule; alcuni suoi esteri come la lecitina, recuperata nel processo di raffinazione dell'olio vegetale, trova impieghi nell'industria alimentare come emulsionante.

1.2.1.13. Glicolipidi

I glicolipidi sono strutturalmente molto simili ai fosfatidi ma non contengono acido fosforico; questi composti contengono uno o più residui monosaccaridici uniti con legame glicosidico ad un residuo idrofobico, ad

esempio acilglicerolico, sfingolipidico, ceramidico o un fenilfosfato. (Conte L.)

1.2.1.14. Pigmenti

Le sostanze grasse contengono diversi composti naturali isoprenoidi e non, che assorbono radiazioni nel campo del visibile (da 400 a 800 μm) e che conferiscono quindi colore. Ad esempio, il colore proprio dei pigmenti carotenoidi, variabile dal giallo al rosso, è dovuto al sistema cromoforo, costituito da una sequenza più o meno estesa di doppi legami coniugati; il colore verde, caratteristico degli oli vergini di oliva, di colza, di soia e di vinaccioli, è dovuto alla presenza della clorofilla, mentre le tonalità marrone sono in genere attribuite a prodotti di ossidazione e polimerizzazione degli acidi grassi. I principali pigmenti degli oli e dei grassi sono: carotene, clorofilla a e b, gossipolo, licopene, luteina, violaxantina e zeaxantina. (Natale G. Frega et al.)

1.2.2. COME SI OTTIENE UN OLIO

Per ricavare un olio da semi e frutti oleaginosi con determinate caratteristiche, sono necessari molteplici passaggi; questi tuttavia si possono raggruppare principalmente in 2 gruppi: una fase di oleificazione dei semi o frutti, che separa la parte oleosa dalla non oleosa, seguita poi da una fase di retifica che elimina eventuali impurità dall'olio e ne migliora l'aspetto e la qualità.

1.2.3. L'OLEIFICAZIONE

I semi oleosi arrivano agli oleifici mediante comuni mezzi di trasporto, e sono temporaneamente depositati in sili in attesa di essere lavorati.

Prima che sia estratto l'olio però, è necessario “preparare” il seme, al fine di evitare il più possibile perdite di olio e senza causare deterioramenti della sostanza grassa contenuta. Solitamente il prodotto subisce:

- pulitura, eliminando materiale estraneo come polveri, foglie, sabbia, sassi, ecc;
- stacciatura, mediante elettrocalamite si eliminano eventuali corpi ferrosi presenti che potrebbero causare danni ai macchinari, oltre a inquinare il prodotto;
- sgusciatura, che prevede l'allontanamento dei gusci privi di olio; in base al tipo di seme e alle caratteristiche del guscio si impiegano macchine sgusciatrici molto diverse tra loro;
- controllo umidità, che deve essere compresa tra 8 e 10%.

In base al tipo di seme o frutto lavorato, ci possono essere altre operazioni preliminari come sterilizzazione delle infruttescenze di palma, diraspatura delle drupe di palma (palmisti), separazione del pericarpo dal seme, frantumazione del copra, delinterizzazione (recupero della fibra) e decorticazione dei semi di cotone, sgusciatura e depellicolazione dei semi di arachide e di soia.

1.2.3.1. Macinazione

La macinazione ha lo scopo di trasformare in materiale farinoso la materia prima in modo tale da rompere la maggior parte di cellule oleifere. Per far ciò si impiegano prima, mulini disintegratori, che riducono le dimensioni del materiale grossolano, poi, mulini a cilindro che riducono in farina

oleosa la materia prima. Possono essere semplici, se sono formati da una sola coppia di rulli scanalati, multipli, se vi sono più coppie di cilindri scanalati e l'ultimo è liscio. I rulli girano a velocità diverse, per cui il materiale è sottoposto a forze di schiacciamento e lacerazione. La macinazione è completata con la laminazione, che, mediante 2 grandi rulli, comprimono a elevatissime pressioni (75 kg/cm^2) il materiale precedentemente macinato, rompendo definitivamente tutte le cellule oleifere.

1.2.3.2. Condizionamento

Il condizionamento può essere effettuato sia sui semi interi, con lo scopo di denaturare il materiale proteico, sia su materiale già macinato; in questo caso si effettua un riscaldamento e un condizionamento, che si realizzano in un'unica operazione. Il materiale è scaldato indirettamente e umidificato con vapore per favorire e velocizzare l'uscita dell'olio.

1.2.3.3. Estrazione

L'estrazione può avvenire per pressione mediante pressa idraulica, mediante solventi, o in entrambi i modi, la scelta dipende dal tipo di materiale lavorato.

L'estrazione per pressione prevede l'impiego di apposite presse che si distinguono in:

- discontinue, costituite da un cilindro che è riempito di pasta oleosa e successivamente percorso da un pistone che ne comprime il contenuto facendo fuoriuscire l'olio da appositi fori;

- continue, costituite da viti senza fine che spingono, comprimendo, il materiale in un cilindro tronco-conico aperto a un'estremità e determinando l'uscita della farina da un lato, e l'olio da un altro.

Nonostante le elevate pressioni raggiunte, nelle farine rimane una quantità d'olio variabile tra il 3 e il 7%.

L'estrazione con solventi, prevede la miscelazione della pasta oleosa con un solvente, determinando l'estrazione, cioè il passaggio in soluzione dell'olio nel solvente. Successivamente si allontana mediante filtrazione la fase solida da quella liquida, e per distillazione il solvente dalla frazione oleosa. I solventi più utilizzati sono l'esano, l'etere, l'acetone e il dicloroetilene.

Gli impianti di estrazione con solvente si distinguono in 2 tipi:

- impianti ad immersione, in cui la pasta oleosa è completamente immersa nel solvente;
- impianti a percolazione, in cui la pasta oleosa è disposta su piattaforme forate e il solvente la investe come pioggia, percolando poi sul fondo.

Il recupero del solvente avviene mediante distillatura, e successivo strippaggio che permette l'allontanamento anche delle ultime frazioni di olio che sono presenti nel solvente.

1.2.3.4. Le farine

Il sottoprodotto dall'estrazione dell'olio viene definito farina, per il suo caratteristico aspetto. Tale materiale subisce un trattamento di debenzinaggio al fine di privarla da residui di solvente e renderla utilizzabile per l'alimentazione del bestiame. È inoltre effettuato uno

strippaggio a vapore per abbassarne ulteriormente il contenuto alla dose inferiore al limite di legge di 0,2%.

Per alcune farine, quali soia e derivate da crucifere, un ulteriore passaggio è la tostatura, che prevede un riscaldamento a 105-110°C per circa 20 minuti e umidificarle al 20% per inattivare i fattori antinutrizionali termolabili.

Infine, tutte le farine, tostate e non, devono essere essiccate a meno del 10% e raffreddate prima di essere insilate.

1.2.4. LA RETIFICA

La retifica o raffinazione è una vera e propria correzione dell'olio che, eliminando i prodotti naturali di degradazione, gli conferisce una migliore serbevolezza e le caratteristiche desiderate.

1.2.4.1. Demucillaginazione

Gli oli grezzi, dopo estrazione, contengono in soluzione, fosfolipidi, resine, zuccheri, protidi e tracce di metalli, in quantità variabili da 0,3 a 3%. In particolare i fosfolipidi sono presenti in maggiore quantità, e possono essere idratibili e non idratibili. I primi si separano dall'olio mediante trattamento con acqua calda e vapore seguito da centrifugazione; il secondo gruppo invece è eliminato trattando l'olio con piccole quantità di acido fosforico o citrico per 15-30 minuti a 60-80 °C.

1.2.4.2. Disacidificazione

La disacidificazione consente l'allontanamento dall'olio degli acidi grassi liberi e di alcuni pigmenti. Il processo consiste di differenti passaggi:

- neutralizzazione con alcali: consiste nel trattare l'olio con soda caustica trasformando gli acidi grassi liberi in saponi facilmente separabili;
- disacidificazione con solventi selettivi: è solubilizzato l'olio in solvente volatile (esano) e trattato con una soluzione di soda e propanolo. Si ha così la neutralizzazione dell'acidità libera e la solubilizzazione del sapone nella miscela idroalcalinica;
- distillazione neutralizzante: l'olio è trattato in corrente di vapore sotto vuoto, ottenendo olio neutro indenne da saponi, e come sottoprodotto, la miscela di acidi grassi liberi;
- neutralizzazione per esterificazione: fa combinare gli acidi grassi liberi con la glicerina; l'olio deve però essere precedentemente preretificato per allontanare una serie di sostanze e relativi prodotti di degradazione;

1.2.4.3. Decolorazione

La decolorazione si esegue per privare l'olio dai prodotti di ossidazione dei metalli, dalle tracce di sapone, dai composti solforati, dai pigmenti e relativi prodotti di degradazione. Per tale lavorazione si utilizzano terre attivate, integrate da carbone attivo, tenendo l'olio in agitazione a 90-110°C per 20 minuti. Successivamente si filtra il tutto con filtro-pressa.

1.2.4.4. Deodorazione

La deodorazione si esegue mediante distillazione sotto vuoto; con tale metodo si rimuovono i residui di acidità libera, gli aldeidi e i chetoni responsabili di odori e sapori particolari.

1.2.4.5. Demargarinazione

La demargarinazione o winterizzazione, si pratica su oli che intorbidano a temperature minori di 10°C. Si esegue tenendo l'olio in lenta agitazione in locali refrigerati a temperature non inferiori a 0°C. Dopo la cristallizzazione dei gliceridi l'olio è filtrato ottenendo un prodotto che si conserva limpido anche a temperature minori di 10°C.

1.2.4.6. Altri trattamenti

Si tratta di lavorazioni successive che trasformano l'olio in altri prodotti:

- idrogenazione: permette di ottenere da un olio, un grasso concreto a temperatura ambiente. Tale tecnica è impiegata per preparare la margarina da oli vegetali, e consiste nell'iniettare idrogeno puro a 3 atmosfere in olio riscaldato a 150°C addizionato a catalizzatori, in modo da fissare l'idrogeno nelle insaturazioni degli acidi grassi;
- frazionamento: consente di separare la parte liquida o oleina dalla parte solida o stearina. I metodi impiegati sono a secco, con solvente e con detergente;
- interesterificazione: modifica le caratteristiche fisiche di una sostanza mediante riscaldamento del prodotto sotto vuoto con catalizzatori. Con tale metodo, l'olio di cotone per esempio, è liquido a temperatura ambiente e viene trasformato in grasso concreto.

1.2.5. SOTTOPRODOTTI

I principali sottoprodotti sono 2:

- le mucillagini, formate da fosfatidi, steroli, tocoferoli, cere, pigmenti, acidi grassi e gliceridi. Nella soia sono utilizzate industrialmente e formano la lecitina grezza, usata come emulsionante;
- le paste saponose, costituite da sapone, ossiacidi e olio neutro (Vintaglio, 2002).

1.3. I BIOCARBURANTI

Si definisce biocarburante un carburante liquido o gassoso, utilizzato per i trasporti, in alternativa a benzina e diesel, ricavato dalla biomassa, cioè dalla parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura.

Questi tipi di biocombustibili potrebbero essere le prossime alternative all'inevitabile esaurimento dei combustibili fossili che tuttora dominano nel mercato energetico mondiale, tuttavia nonostante gli sforzi che si stanno facendo i quantitativi di biocarburanti introdotti nel mercato sono riusciti a coprire nel 2004 solo il 3% del consumo globale, e si punta ad arrivare nel 2020 ad una quota pari al 10%.

I principali biocombustibili sono essenzialmente 2:

- gli oli vegetali, utilizzati per produrre un sostituto del diesel, e sono definiti come "biodiesel";
- l'alcool etilico, miscelati alle normali benzine in quantità diverse e ottenendo bioetanolo e biometanolo.

L'utilizzo del biodiesel comporta consumi leggermente superiori, di circa 7%, e una perdita di potenza di circa 4%; dal punto di vista delle emissioni inquinanti invece, rispetto al diesel, porta a zero le emissioni di ossidi di

zolfo, diminuisce drasticamente l'opacità dei gas di scarico, delle particelle microscopiche (PM) e gli idrocarburi incombusti, mentre aumentano leggermente le emissioni di ossidi di azoto (Ballarin e Tempesta, 2007).

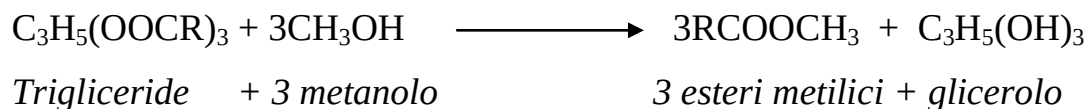
1.3.1. IL BIODIESEL

Dalla spremitura dei semi di leguminose quali soia, colza, girasole, e molte altre, si ottengono principalmente 2 prodotti:

- olio grezzo ricco di impurità, che deve essere raffinato ottenendo così degli scarti utilizzabili nell'industria mangimistica
- un residuo, costituito da proteine; tale residuo può essere sotto forma di "pannello proteico" nel caso si sia operato mediante spremitura meccanica dei semi, o come farina se l'estrazione è avvenuta con solventi chimici. In entrambi i casi tale sottoprodotto è molto richiesto nell'industria mangimistica.

L'olio grezzo, deve subire quindi un trattamento di condizionamento e di raffinazione, che consiste in una chiarificazione, l'eliminazione di gomme e mucillagini, e la neutralizzazione dell'eccesso di acidità. A questo punto, per essere utilizzato nei comuni motori diesel, l'olio è trattato mediante un processo di transesterificazione, in estereficatori, a 60°C; è mescolato con alcool (metanolo) in rapporto 1:6 e è aggiunto dell'idrossido di sodio come catalizzatore. L'importante è regolare attentamente il processo, per evitare reazioni di saponificazione (acidi grassi liberi con il catalizzatore) che producono sostanze indesiderate di scarto. Terminata la reazione di transesterificazione il catalizzatore è neutralizzato, e l'alcool separato e rimesso in circolo; infine si separa il prodotto ottenuto dal glicerolo, e si ottiene il biodiesel. Tale processo nei grandi impianti avviene in continuo e

a maggiori temperature, e ciò consente anche maggiori rese. La reazione che si crea è:



Dopo tale lavorazione si ottengono quindi 2 prodotti:

- il biodiesel (98%), utilizzabile puro o diluito con gasolio;
- la glicerina (2%), liquido denso e viscoso utilizzato nel campo alimentare e cosmetico (Bordin, 2007).

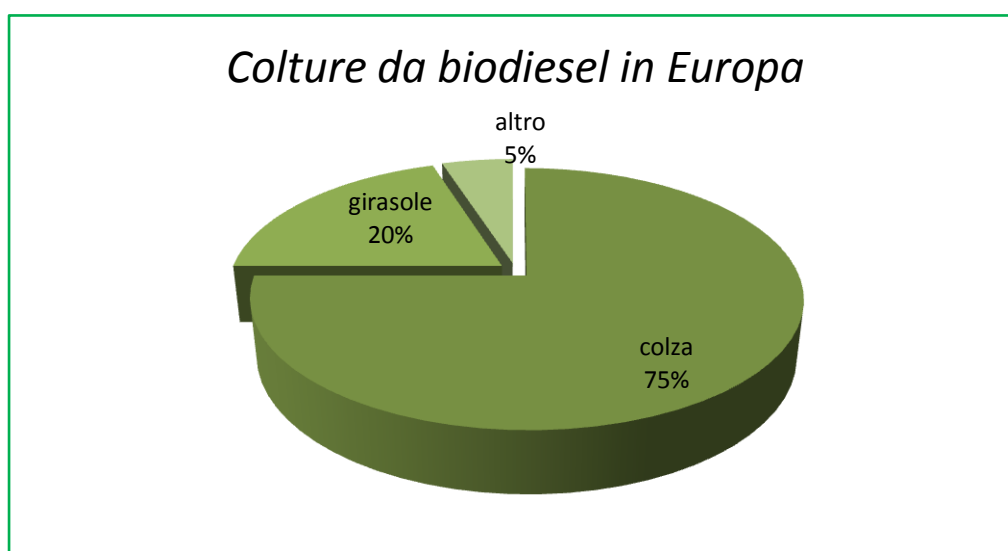
1.3.1.1. Il biodiesel e l'Europa

L'Unione Europea è leader mondiale nella produzione di biodiesel, superando nel 2005 i 3 milioni di tonnellate di produzione e arrivando nel 2006 a quasi 6 milioni (Tab. 3). La Germania è il principale produttore, con oltre il 50% della produzione comunitaria, seguita da Francia e Italia. Le oleaginose maggiormente utilizzate sono colza e girasole, seguite poi da soia e altre colture minori (Fig.16).

Nel nostro paese il biodiesel è utilizzato sia come biocarburante che come biocombustibile; nel primo caso lo si miscela con gasolio in proporzioni del 5% o del 30%, mentre nel secondo caso, utilizzato nelle caldaie per riscaldamento è utilizzato tal quale (Bordin e Guercini, 2007).

Stati membri	2002	2003	2004	2005	2006
Germania	450	715	1035	1669	2681
Francia	366	357	348	492	775
Italia	210	273	320	396	857
Austria	25	32	57	85	134
Spagna		6	13	73	224
Danimarca	10	41	70	71	81
Regno Unito	3	9	9	51	445
Svezia	1	1	1	1	52
Rep. Ceca			60	133	203
Rep. Slovacca			15	78	89
Lituania			5	7	10
Polonia				100	150
Slovenia				8	17
Estonia				7	20
Lettonia				5	8
Grecia				3	75
Malta				2	3
Belgio				1	85
Cipro				1	2
Portogallo				1	146
Totale	1065	1434	1933	3184	6069

(Tab. 3) Produzione di biodiesel in ambito comunitario (.000t)



(Fig. 16) Oleaginose usate in Europa per produrre Biodiesel

1.3.1.2. Utilizzi pratici

Un possibile impiego del biodiesel nelle nostre città è l'utilizzo nei mezzi sia pubblici, che privati; è ben noto infatti quanto incidano tali mezzi sulle emissioni di gas serra in atmosfera sia a livello mondiale che locale. Il vantaggio sarebbe tradotto in una riduzione dei gas serra e degli inquinanti che contribuiscono alle piogge acide e la relativa diminuzione dell'inquinamento atmosferico con riflessi positivi sulla salute dell'uomo.

È il caso di APS Mobilità di Padova, che a partire dal 2001 ha iniziato una sperimentazione per utilizzare carburanti alternativi nei propri mezzi di trasporto (autobus). Le prove sono avvenute prima su banco, e successivamente su strada. I risultati ottenuti sono stati incoraggianti e attualmente circolano su strada mezzi con una miscela biodiesel/diesel (30/70%). Anche il Comune di Bologna ha intrapreso tale iniziativa, ottenendo risultati molto simili.

Il biodiesel è stato testato anche per alimentare caldaie per il riscaldamento, come nel caso dell'impianto termico dell'Università di Padova, alimentato a biodiesel puro. Da un confronto con diesel normale risulta un rendimento superiore da parte del biodiesel, confermato anche da un minore imbrattamento della caldaia e assenza di SO₂ nei fumi. Inoltre non ci sono state avarie né difficoltà di esercizio, e nessun deterioramento fuori dalla norma (Bordin e Guercini, 2007).

Il problema dell'inquinamento atmosferico è molto risentito anche in agricoltura, per questo da qualche anno, varie case costruttrici di mezzi agricoli si sono date da fare per adattare i normali mezzi al funzionamento con biodiesel; tra questi, il marchio *FENDT*, leader mondiale costruttore di trattori, ha da poco immesso sul mercato un nuovo trattore, il Fendt 820 Vario Greentec, che nasce già di serie con l'alimentazione a olio di colza puro. Il concetto dell'820 Variogreentec si basa su un sistema a 2 serbatoi

(Fig.17), gestito da elettrovalvole per la selezione automatica dell'alimentazione ad olio di colza o gasolio. Durante la messa in moto e la fase di riscaldamento il motore dell'820 Variogreentec viene alimentato a gasolio. Il sistema greentec passa all'alimentazione ad olio di colza soltanto se vengono raggiunti determinati parametri. L'olio di colza, previo riscaldamento attraverso uno scambiatore di calore, deve aver raggiunto una temperatura di 62°C e lo sforzo del motore deve superare per almeno 10 secondi i 250 Nm. Non appena uno di questi due parametri non viene più soddisfatto per almeno 40 secondi, il sistema torna automaticamente all'alimentazione a gasolio. Il settore ad olio di colza viene quindi spurgato con gasolio per prevenire la formazione di depositi all'interno del circuito. (www.fendt.it)



(Fig.17) componentistica del sistema di alimentazione a olio di colza del Fendt 820 Vario Greentec; notare la presenza di un serbatoio aggiuntivo per l'olio di colza.

2. SCOPO DEL LAVORO

Nel biennio 2007-2009, presso l'Azienda Agraria Sperimentale L. Toniolo, è stata allestita una prova di confronto varietale in parcella.

Lo scopo della sperimentazione è stato quello di caratterizzare le produzioni derivanti da genotipi commerciali di colza invernale dal punto di vista quanti-qualitativo.

Le cultivar utilizzate appartengono a diverse tipologie genetiche: ibridi CHH a taglia normale, CHH semi dwarf, associazioni varietali CHL e linee a libera impollinazione

Si cercherà di mettere in evidenza quali cultivar sono riuscite a raggiungere rese elevate e stabili nel tempo.

3. MATERIALI E METODI

3.1. PROTOCOLLO SPERIMENTALE

Le prove di campo si sono svolte presso l'Azienda Sperimentale "L. Toniolo" dell'Università degli Studi di Padova nelle annate 2007/08 e 2008/2009.

Il terreno protagonista della prova presentava le caratteristiche riportate in tabella 4.

Parametri terreno	
Sabbia (%)	11,6
Limo (%)	66,3
Argilla (%)	22,2
Classe Tessitura	FL
S.O. (%)	2,93
pH	7,91
CSC meq/100 g	13,68
C/N	14,42
Azoto totale (%)	0,12
P totale (ppm)	695,71
P assimilabile (ppm)	16,5
K scambiabile (ppm)	204,2
Solfati (S minerale) (ppm)	965
S (ppm)	204,2

(Tab.4) Caratteristiche del terreno

Dai dati delle analisi, è confermato che si tratta di un terreno franco-limoso, tipico della zona di Legnaro, con una dominanza appunto della componente in limo. Il terreno è caratterizzato da una buona dotazione di sostanza organica, un pH sub alcalino, che causa una notevole riduzione del fosforo assimilabile per le piante. Il rapporto carbonio/azoto fornito, ha un valore

basso e indica che tale terreno è più favorevole alla mineralizzazione che all'umificazione. Il terreno presentava una capacità di scambio cationico media, ed è risultato mediamente dotato di azoto e zolfo, ben dotato di potassio.

3.1.1. ANNATA 2007/08

Il terreno su cui è stata allestita la prova, precedentemente coltivato a frumento, è stato lavorato con una ripuntatura profonda come lavorazione principale, seguita poi da una discatura e un'erpatura con erpice rotante per affinare il terreno e preparare un buon letto di semina.

È stata effettuata una concimazione di pre-semina con 4 q/ha di 8-24-24, apportando circa 32 kg/ha di N, 96 kg/ha di P e 96 kg/ha di K.

Le cultivar seminate sono riportate nella tabella 5, mentre nella figura 18 è riportata la disposizione delle parcelle all'interno dell'appezzamento; si tratta di un blocco randomizzato a 2 ripetizioni.

La semina è stata eseguita in data 25/09/07, con una seminatrice parcellare meccanica, che ha distribuito una dose di 80 semi/m².

Il diserbo è stato fatto in maniera meccanica mediante sarchiatura sull'interfila.

In copertura sono stati distribuiti 50 Kg/ha di concime come solfato ammonico.

La raccolta è stata eseguita manualmente in maniera scalare rispetto alla maturazione; le piante raccolte sono state lasciate ad essiccare su una serra a tunnel, e successivamente trebbiate con mietitrebbia parcellare Nursery Master, della ditta Winter Steiger (Austria).

2007/08			
Specie	Nome	Ditta fornitrice	Tipo
<i>B. napus</i>	Astrada	Carla Import	CHH
<i>B. napus</i>	CWH 098	Monsanto France	CHH
<i>B. napus</i>	CWH 109	Monsanto France	CHH
<i>B. napus</i>	CWH 110	Monsanto France	CHH
<i>B. napus</i>	CWH 111	Monsanto France	CHH
<i>B. napus</i>	Elan	Moretti	CHH
<i>B. napus</i>	Exagone	Monsanto	CHH
<i>B. napus</i>	Excalibur	Monsanto	CHH
<i>B. napus</i>	Excel	Monsanto	CHH
<i>B. napus</i>	Hercules	Carla Import	CHH
<i>B. napus</i>	Hybristar	ISTA	CHH
<i>B. napus</i>	MH 604001	ISTA	CHH
<i>B. napus</i>	MH 903383	ISTA	CHH
<i>B. napus</i>	MH 904413	ISTA	CHH
<i>B. napus</i>	Nelson	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	NK Aviator	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	NK Formula	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	NK Petrol	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	NK Ready	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	Pelican	Florisem	CHH
<i>B. napus</i>	PR 46 W 10	Pioneer	CHH
<i>B. napus</i>	Royal	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	Taurus	Moretti	CHH
<i>B. napus</i>	Vectra	Carla Import	CHH
<i>B. napus</i>	Bambin	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Avenir (ex H1005)	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	DK Secure	Monsanto	CHH-Semi-dwarf
<i>B. napus</i>	H 705	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	NPZ 0624Z	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	PR 45 D 03	Pioneer	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Dreaming	Florisem	CHL
<i>B. napus</i>	Standing	Florisem	CHL
<i>B. napus</i>	Alpaga	Florisem	Linea
<i>B. napus</i>	Aragon	Moretti	Linea
<i>B. napus</i>	Beluga	Florisem	Linea
<i>B. napus</i>	Cabriolet	Monsanto	Linea
<i>B. napus</i>	Catalina	Monsanto	Linea
<i>B. napus</i>	Dante	Carla Import	Linea
<i>B. napus</i>	Forza	ISTA	Linea
<i>B. napus</i>	Henry	Padana Sementi Elette	Linea
<i>B. napus</i>	HSN 2904	Florisem	Linea
<i>B. napus</i>	HSN 757	Florisem	Linea
<i>B. napus</i>	Kalif	ISTA	Linea
<i>B. napus</i>	Lorenz	Moretti	Linea
<i>B. napus</i>	Ovation	ISTA	Linea
<i>B. napus</i>	Satori	ISTA	Linea
<i>B. napus</i>	Shakira	Padana Sementi Elette	Linea
<i>B. napus</i>	Verona	Padana Sementi Elette	Linea
<i>B. napus</i>	Viking	Moretti	Linea

(Tab. 5) cultivar seminate nel 2007/08

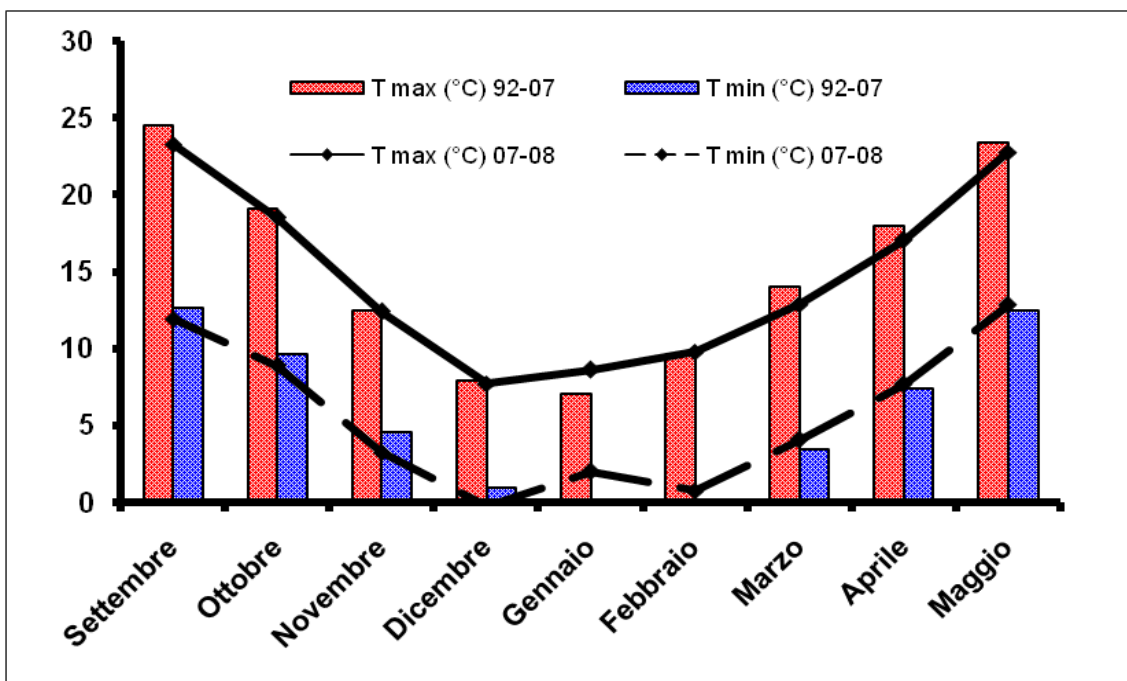
mappa prova varietale colza 2007/2008																		
44	45	46	47	48	49	49	48	47	46	45	44							
40		41		42		43			21			43		42		41		40
18	2	12	25	34	39	30	35	7	20	27	5	24	38	31	10	32	16	4
11	17	36	22	29	8	6	36	19	1	14	28	9	33	37	23	13	3	15
4	16	2	37	38	5	22	33	9	7	32	18	14	12	27	19	28	10	36
39	1	30	23	3	34	24	17	6	8	26	15	29	25	13	35	20	11	31

1 DANTE	21 EXCALIBUR	40 CWH098
2 ASTRADA	22 CABRIOLET	41 CWH109
3 VECTRA	23 EXCEL	42 CWH110
4 HERCULES	24 HENRY	43 CWH111
5 STANDING	25 SHAKIRA	44 NK READY
6 PELICAN	26 VERONA	45 NK PETROL
7 AVENIR	27 MH 904413	46 NK AVIATOR
8 BAMBIN	28 MH604001	47 ROYAL
9 DREM	29 MH903383	48 NELSON
10 ALPAGA	30 OVATION	49 NK FORMULA
11 BELUGA	31 FORZA	
12 NPZ 0624Z	32 SATORI	
13 HSN2904	33 HYBRISTAR	
14 HSN757	34 KALIF	
15 H705	35 TAURUS	
16 PR45D03	36 ELAN	
17 PR46W10	37 LORENZ	
18 DK SECURE	38 ARAGON	
19 EXAGONE	39 VIKING	
20 CATALINA		

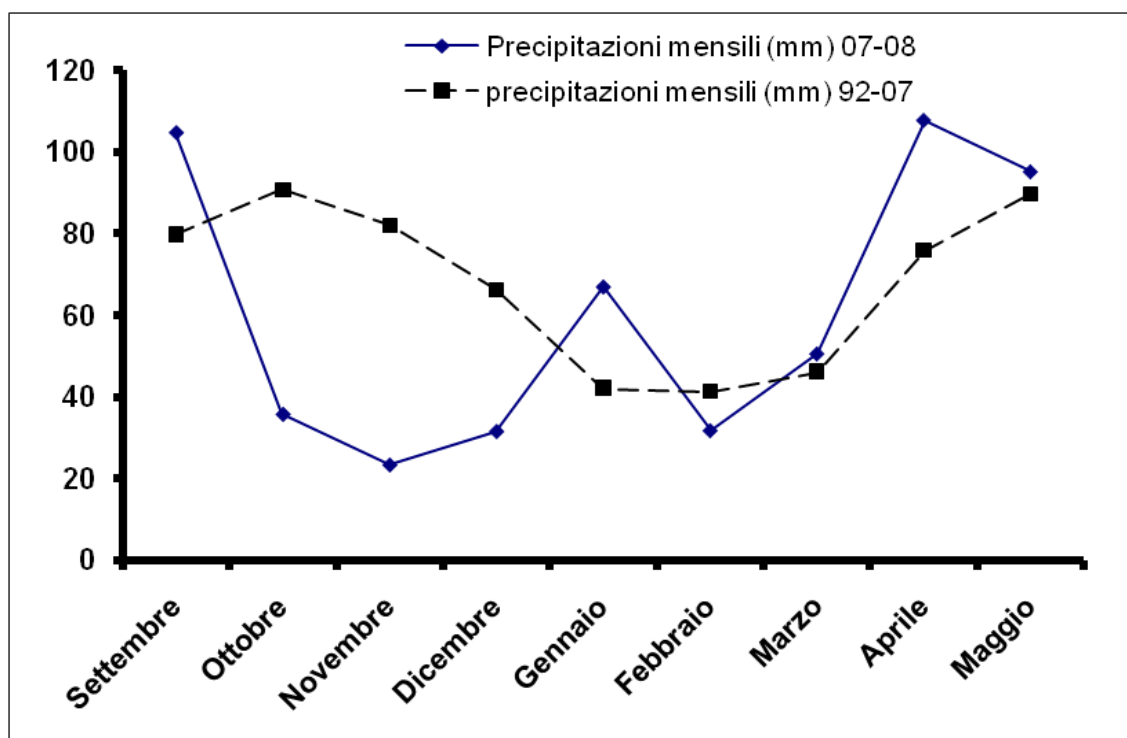
(Fig. 18) Schema parcelle a blocchi randomizzati con 2 ripetizioni adottata nel 2007-08.

Per quanto riguarda l'andamento termico dell'annata 2007/08, è stato preso come riferimento la media delle temperature mensili del periodo 1992-2007, e da come si può vedere in figura 19, le temperature massime sono state superiori alla media nel mese di gennaio, mentre nei mesi primaverili sono state inferiori la norma; le temperature minime hanno anch'esse registrato valori superiori la norma nel mese di gennaio, mentre sono state inferiori nel periodo autunnale.

Le precipitazioni (Fig. 20), non hanno rispecchiato l'andamento medio del periodo, risultando inferiori nel periodo invernale, e abbondanti nei mesi di gennaio e aprile.



(Fig. 19) temperature massime e minime nel periodo 2007/08.



(Fig. 20) precipitazioni nel periodo 2007/08.

3.1.2. ANNATA 2008/09

Le lavorazioni che hanno seguito la coltura precedente sono state una estirpatura a media profondità, una discatura per favorire lo sminuzzamento e l'interramento dei residui, e un'erpicazione con erpice rotante. Anche in questo secondo anno è stata effettuata una concimazione di base con 4 q/ha di 8-24-24.

La semina è stata effettuata in data 25/09/08, con seminatrice di precisione adattata a un motocoltivatore; mantenendo un'interfila di 45 cm, la densità di semina è stata di 76 semi m² (2,9 cm sulla fila) per i semi-dwarf, e 56 semi m² (3,9 cm sulla fila) per le altre varietà. Lo schema parcellare utilizzato anche in questa prova, è stato il blocco randomizzato con 3 ripetizioni. Tuttavia, si è ritenuto opportuno mantenere separati i semi-dwarf dal resto delle cultivar, poiché nell'annata precedente, si è notato come questi fossero penalizzati dalla vicinanza di piante relativamente alte, che spesso, causavano fenomeni di allettamento, compromettendone la produzione. Nella tabella 6 sono riportate le cultivar seminate, mentre in figura 21, lo schema delle parcelle delle cultivar a taglia normale e semi-dwarf, le cui dimensioni, in entrambi i casi erano di 2,7 x 5 m.

In data 26/09/08 è stato effettuato un diserbo con Butisan S (Metazachlor 43%) in dose di 1,5 l/ha.

In data 17/10/2008 è stato effettuato un trattamento contro larve di nottua (*Myrhimna unipunctata*) con Reldan 22 (chlorpiriphos metile 223.1 g/l) in ragione di 300 ml/hl + Karate Zeon (Lambda Cyalotrin 100 g/l) in ragione di 100 ml/ha, il tutto miscelato con 250 l di acqua.

In data 16/02/2009 è stata fatta una concimazione di copertura con 80 kg/ha di N come solfato ammonico.

La raccolta è stata effettuata in data 16/06/09 con mietitrebbia parcellare.

2008/09			
Specie	Nome	Ditta fornitrice	Tipo
<i>B. napus</i>	Champlain	Limagrain	CHH
<i>B. napus</i>	ES Betty	Apsov Sement	CHH
<i>B. napus</i>	Excalibur	Dekalb	CHH
<i>B. napus</i>	Excel	Dekalb	CHH
<i>B. napus</i>	Hercules	Carla Import	CHH
<i>B. napus</i>	Hornet	Renk-Venturoli	CHH
<i>B. napus</i>	Hybrisurf (ex 903383)	ISTA	CHH
<i>B. napus</i>	NK Formula	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	NK Petrol	Syngenta	CHH
<i>B. napus</i>	PR 46 W 10	Pioneer	CHH
<i>B. napus</i>	Pulsar	SIS	CHH
<i>B. napus</i>	Taurus	Moretti	CHH
<i>B. napus</i>	Toccata	Maisadour	CHH
<i>B. napus</i>	Vectra	Carla Import	CHH
<i>B. napus</i>	Dreaming	Florisem	CHL
<i>B. napus</i>	Standing	Apsov Sement	CHL
<i>B. napus</i>	Acrobate LSC72	Semfor	Linea
<i>B. napus</i>	Alpaga	Florisem	Linea
<i>B. napus</i>	Ecarlate	Semfor	Linea
<i>B. napus</i>	Forza	ISTA	Linea
<i>B. napus</i>	Henry	Padana Sementi Elette	Linea
<i>B. napus</i>	Lioness	Renk-Venturoli	Linea
<i>B. napus</i>	Makila	Maisadour	Linea
<i>B. napus</i>	Savannah	Limagrain	Linea
<i>B. napus</i>	Shakira	Padana Sementi Elette	Linea
<i>B. napus</i>	Viking	Moretti	Linea
<i>B. napus</i>	Avenir	SIS	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Belcanto	SIS	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Facile (exNPZ0624z)	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Gamin	SIS	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Intense (exH705)	Florisem	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	PR 45 D 01	Pioneer	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	PR 45 D 03	Pioneer	CHH semi-dwarf

(Tab.6) *Cultivar seminate nel 2008/09.*

mappa prova varietale colza 2008/09

blocco 3				blocco 2				blocco 1			
35	23	4	60	59	55	10		56	59	*	21
21	65	3	25	21	54	53		53	31	45	55
10	5	59	53	65	29	60	25	23	24	57	17
54	45	62	39	24	23	45	56	4	3	61	65
55	29	17	49	49	3	17	4	60	5	39	63
	31	63	56	31	35	57	5	10	62	25	
	24	61	57	63	61	62	39	49	29	35	

3 VECTRA	31 FORZA	59 PULSAR
4 HERCULES	35 TAURUS	60 HORNET
5 STANDING	39 VIKING	61 LIONESS
10 ALPAGA	45 NK PETROL	62 CHAMPLAIN
17 PR 46 W 10	49 NK FORMULA	63 SAVANNAH
21 EXCALIBUR	53 DREAMING	65 ES BETTY
23 EXCEL	54 ECARLATE	
24 HENRY	55 ACROBATE LSC72	
25 SHAKIRA	56 MAKILA	
29 HYBRISURF	57 TOCCATA	

mappa prova varietale 2008/09 semi-dwarf

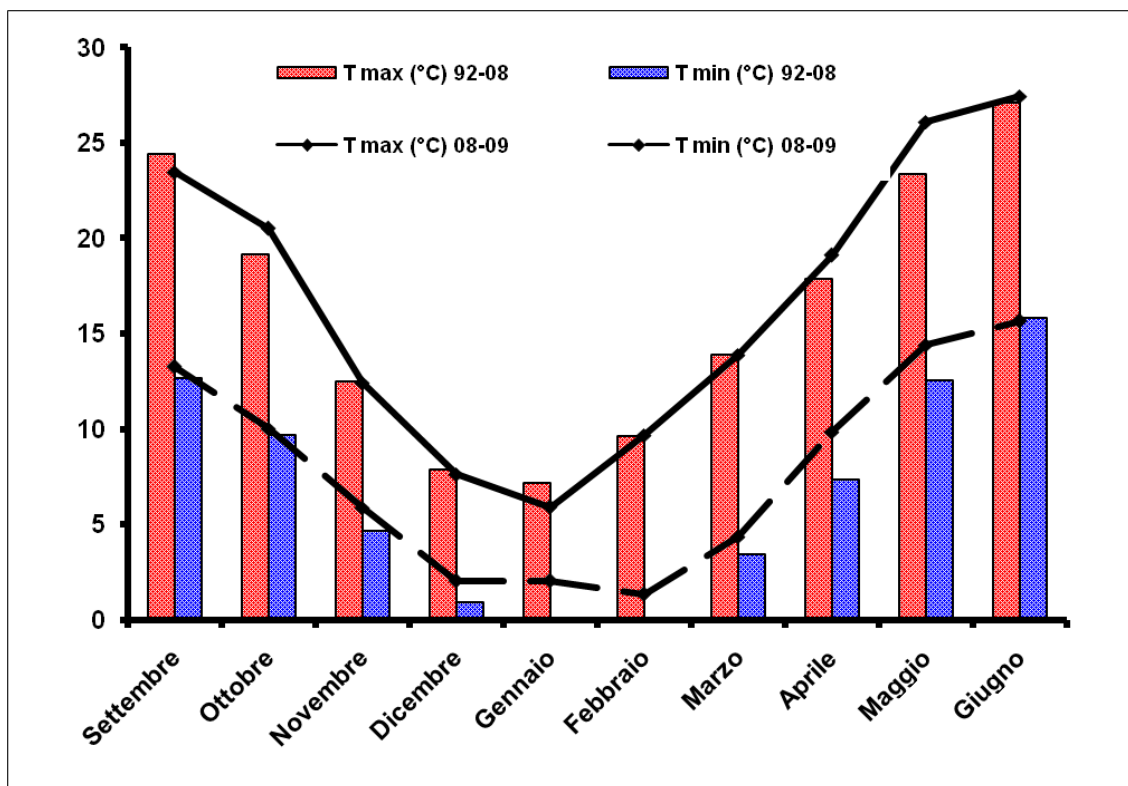
16		12		50	
73	51	50	73	16	7
7	15	51	7	15	73
12	51	15	16	51	12

12 FACILE
15 INTENSE
16 PR 45 D 03
73 PR 45 D 01
7 AVENIR
50 BELCANTO
51 GAMIN

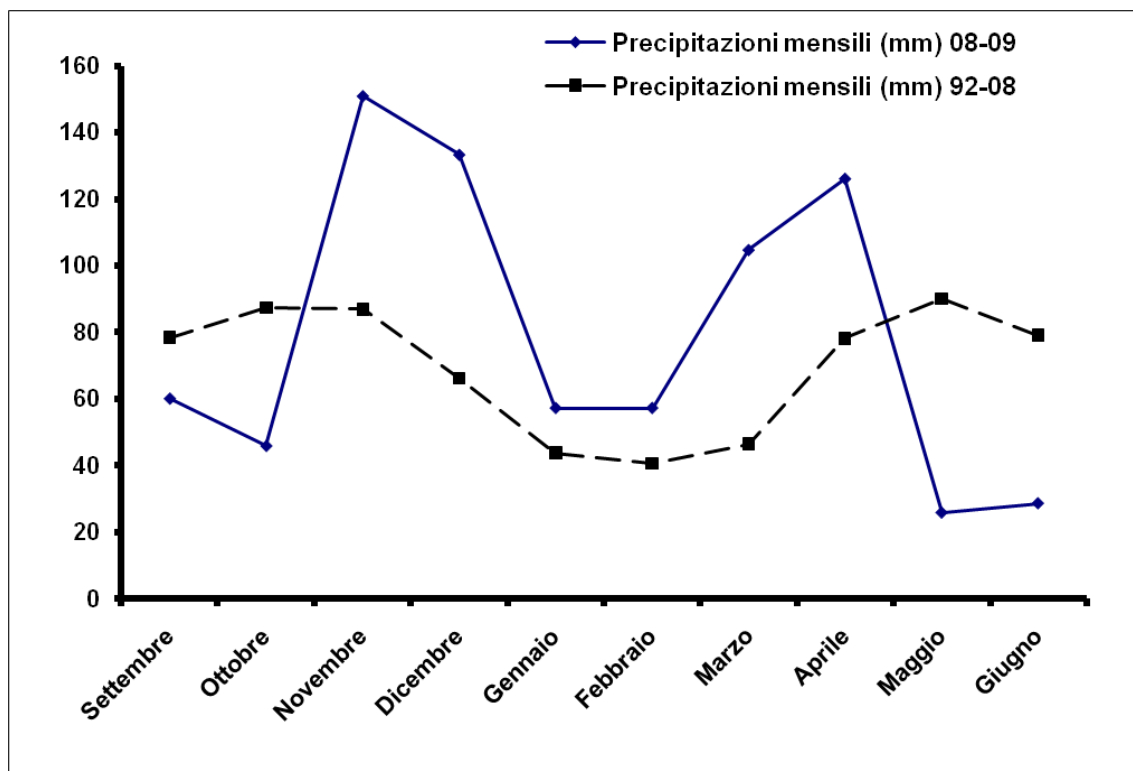
(Fig.21) Disposizione randomizzata delle parcelle con 3 ripetizioni delle cultivar normali (in alto) e semi-dwarf (in basso) 2008/09.

L'andamento meteorologico registrato in questa stagione, è stato confrontato con le condizioni medie del periodo 1992-2008. Come si può notare dalla figura 22, le temperature massime hanno rispettato i valori medi stagionali, risultando solo nel mese di gennaio inferiori la norma. Le minime invece sono risultate leggermente superiori nei mesi invernali e primaverili.

Le precipitazioni (Fig. 23), sono state mediamente superiori alla media del periodo di riferimento (1992/2008), in particolare nei mesi di novembre, dicembre, marzo e aprile ci sono state abbondanti precipitazioni che hanno superato abbondantemente i valori medi.



(Fig. 22) Temperature massime e minime nel periodo 2008/09.



(Fig. 23) Precipitazioni nel periodo 2008/2009.

Nelle 2 sperimentazioni solo alcune cultivar sono state utilizzate sia nella prova 2007/08, sia nella prova 2008/09 (Tab. 7). Per tale ragione, i risultati ottenuti da queste saranno anche trattati separatamente dal resto al fine di indicare quali hanno dimostrato una maggiore stabilità nel tempo.

Specie	Nome	Tipo
<i>B. napus</i>	Excel	CHH
<i>B. napus</i>	Hercules	CHH
<i>B. napus</i>	Hibrisurf (ex 903383)	CHH
<i>B. napus</i>	NK Formula	CHH
<i>B. napus</i>	NK Petrol	CHH
<i>B. napus</i>	PR 46 W 10	CHH
<i>B. napus</i>	Taurus	CHH
<i>B. napus</i>	Vectra	CHH
<i>B. napus</i>	Avenir	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Facile (ex NPZ 0624Z)	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Intense (ex H705)	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	PR 45 D 03	CHH semi-dwarf
<i>B. napus</i>	Dreaming	CHL
<i>B. napus</i>	Standing	CHL
<i>B. napus</i>	Alpaga	Linea
<i>B. napus</i>	Forza	Linea
<i>B. napus</i>	Henry	Linea
<i>B. napus</i>	Shakira	Linea
<i>B. napus</i>	Viking	Linea

(Tab. 7) *Cultivar impiegate nelle stagioni 2007/08 e 2008/09*

3.2.RILIEVI IN CAMPO

Al momento della raccolta, per ciascuna parcella è stata calcolata la resa in seme (t/ha), l'umidità (%), e il peso unitario del seme (g), al fine di avere una caratterizzazione completa dei materiali in prova.

3.3.ANALISI DI LABORATORIO

Le analisi riguardanti la determinazione della percentuale in olio contenuta nel seme di colza sono state eseguite presso i laboratori del Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali della Facoltà di Agraria situati in Agripolis.

3.3.1. ESTRAZIONE DELL'OLIO

Ogni campione di seme ottenuto da ciascuna parcella, è stato precedentemente pulito da eventuali impurità presenti, (foglie, pezzi di silique, arbusti) che avrebbero causato variazioni della percentuale in olio. Successivamente il seme è stato triturato con un apposito macinino, al fine di rompere il più possibile le cellule oleifere e facilitare l'estrazione dell'olio.

Dal prodotto triturato, ne sono stati prelevati 2 grammi e sono stati riposti all'interno di un ditale in cellulosa; quest'ultimo è stato tappato con del cotone idrofilo.

Ogni ditale è stato quindi alloggiato nel relativo scomparto all'interno del SOXTEC Tecator (FOSS, Svezia) (Fig. 24), utilizzato per l'estrazione.



(Fig. 24) SOXTEC Tecator utilizzato nella prova;

A parte sono stati preparati dei bicchierini in alluminio con palline di vetro sul fondo, per mantenere uniforme la temperatura del prodotto; questi bicchieri sono stati pesati (P1), poi riempiti per circa $\frac{3}{4}$ con etere etilico, e alloggiati sotto ai ditali.

Abbassando una specifica leva, ogni bicchierino rimane bloccato, e l'etere contenuto, entra in ebollizione, poiché sotto vi è una piastra riscaldata.

I ditali, sono quindi immersi nell'etere, il quale penetra nel ditale e solubilizza la parte oleosa; i ditali restano immersi per 2 ore, in modo che tutte le cellule oleifere siano dilavate. Trascorse le 2 ore, i ditali vengono sollevati fuori dal bicchiere, il quale contiene una soluzione di olio ed etere. Rimangono così per 3 ore, e in questa fase i ditali vengono comunque costantemente irrorati dallo stesso etere che evapora, condensa e ricade nel bicchiere. Trascorse le 3 ore vengono chiusi i rubinetti e l'etere, che continua a evaporare, si accumula in un piccolo serbatoio; in questo modo, sul bicchiere rimane solo l'olio. Dopo 20 minuti si possono togliere i bicchieri dall'alloggiamento e si lasciano altri 20 minuti sotto cappa per favorire l'evaporazione di minime quantità di etere che potrebbero essere ancora presenti. Dopo 30 minuti si pesa il bicchiere con l'olio (P2).

Il calcolo per determinare la percentuale di olio è:

$$\% \text{ OLIO} = \frac{(P1 - P2)}{P1} * \frac{1000}{\text{S.S.}}$$

Poiché il calcolo si basa sulla sostanza secca e non su prodotto umido, è necessario calcolare l'umidità del seme.

Per fare ciò è stato utilizzato un essiccatore BRABENDER.

Il procedimento consiste nel pesare 10 g di seme macinato e riporlo in appositi piattini specifici per la macchina. Si accende quindi l'essiccatore e si attende che raggiunga la temperatura di 130°C; a questo punto si tara la bilancia che ha al suo interno con un apposito peso.

Inseriti i piatti, si attende per 1 ora e mezza. Trascorso tale tempo, l'essiccatore ci fornisce direttamente l'umidità del prodotto.

4. RISULTATI E DISCUSSIONI

Per una migliore comprensione dei risultati ottenuti, le due annate sono state discusse singolarmente.

Un'importante premessa da fare, è che nella stagione 2007/08, ci sono stati degli elementi che possono aver in qualche modo influito negativamente sulle prove. In particolare, per l'elevato numero di cultivar a disposizione, non è stato possibile creare parcelle ben distanziate e di conseguenza, le piante che si trovavano in posizioni centrali sono state penalizzate rispetto a quelle limitrofe. In particolare i semi-dwarf, trovandosi vicino a piante a taglia alta, sono spesso stati schiacciati dalle vicine allettate. Un altro fattore che ha inciso negativamente sulla redditività della coltura, è stata la raccolta manuale, poiché sono state raccolte anche piante non completamente mature; ciò ha comportato a fenomeni di pre-germinazione del seme con conseguente perdita in resa e tenore in olio.

Considerando lo schema sperimentale con sole 2 ripetizioni adottato nel primo anno di sperimentazione, non è stato possibile eseguire un'analisi della varianza (ANOVA) dei dati, cosa che invece, è stata fatta per il secondo anno di prova.

Ben diverse sono state le condizioni dell'annata 2008/09. Si è infatti deciso di utilizzare un minor numero di cultivar, (2 per ogni ditta sementiera), in modo da creare parcelle di dimensioni maggiori e ben separate le une dalle altre. In particolare i semi-dwarf sono stati seminati completamente separati dal resto delle cultivar, così da evitare di subire i problemi riscontrati nel primo anno. In questa prova inoltre sono state eseguite 3 ripetizioni per ogni cultivar, permettendo così l'elaborazione statistica dei risultati ottenuti.

Per una migliore comprensione dei prossimi grafici, si è scelto di mantenere dei colori standard per ogni gruppo, come spiegato nella figura 25.

Ibridi CHH a taglia normale	
Associazioni varietali CHL	
Varietà a libera impollinazione	
Ibridi semi-dwarf	

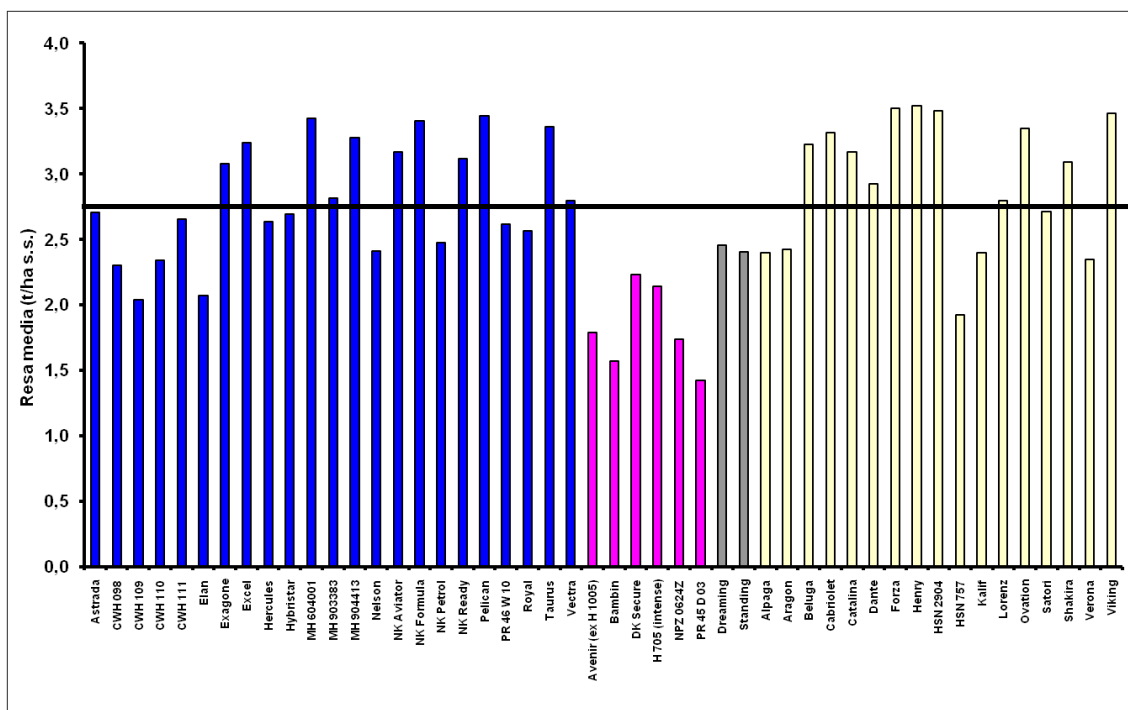
(Fig. 25) *legenda dei colori*

4.1. RISULTATI 2007/08

4.1.1. RESA IN SEME

La resa in seme di quest'anno di sperimentazione (Fig. 26) è risultata notevolmente variabile, anche all'interno degli stessi gruppi genetici, presentando genotipi che hanno prodotto meno di 2 t/ha e altri che hanno superato 3 t/ha. Poiché le condizioni agronomiche della prova sono le medesime, tali differenze probabilmente sono attribuibili alle caratteristiche genetiche di ogni cultivar. La resa media in seme (s.s.) di tutti i genotipi raccolti è di 2,72 t/ha, valore basso rispetto alle produzioni medie ottenute nel medesimo areale. Buona parte degli ibridi CHH a taglia normale e delle varietà a libera impollinazione hanno dimostrato produzioni soddisfacenti superando le 3 t/ha, come nel caso di Pelican (CHH) con 3,44 t/ha, e Henry

(Linea) con 3,52 t/ha. I genotipi semi-dwarf invece si sono dimostrati particolarmente penalizzati, con una produzione media di 1,81 t/ha. Tale risultato è imputabile alle condizioni negative in cui si sono trovati questi ibridi all'interno della prova. Anche le associazioni varietali (CHL) hanno raggiunto risultati produttivi inferiori la media.

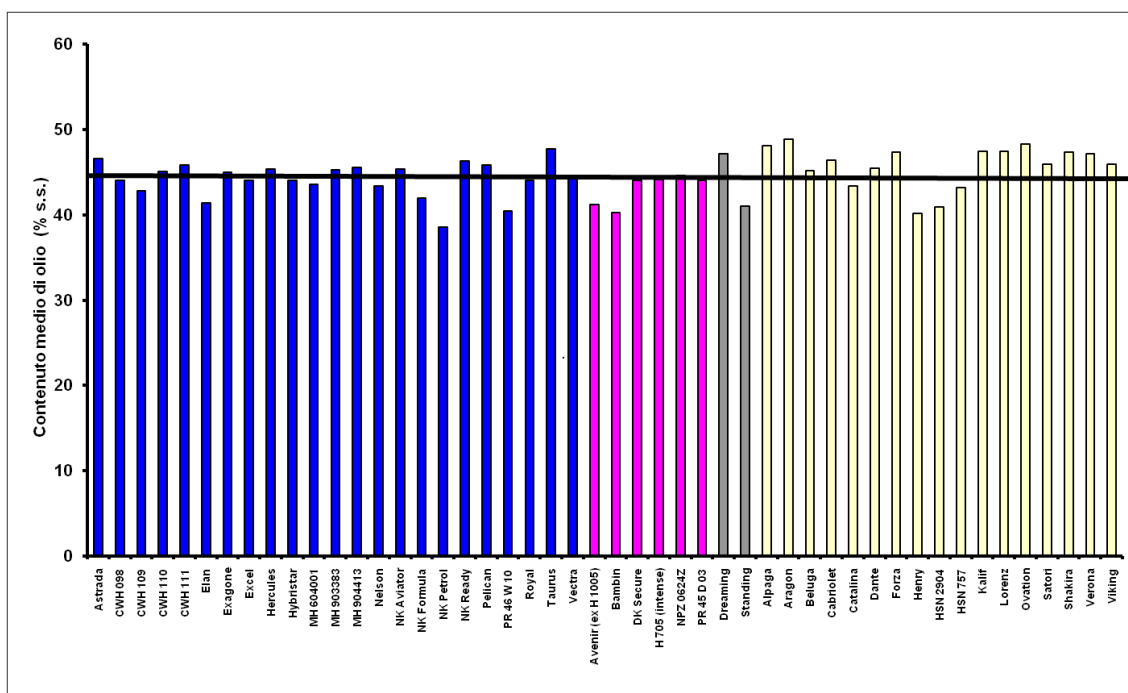


(Fig. 26) Resa in seme ottenuta nel 2007/08. La linea nera orizzontale indica la media generale, pari a 2,72 t/ha.

4.1.2. CONTENUTO IN OLIO

Il contenuto in olio della prova 2007/08 (Fig. 27) ha raggiunto un valore medio di 44,57% (s.s.). Le differenti cultivar hanno risposto in maniera più omogenea rispetto alla resa in seme. Le linee a libera impollinazione e gli ibridi CHH a taglia normale hanno fornito, anche per questo parametro, i risultati più elevati, in particolare la linea Aragon, con 48,80% (s.s.) e

l'ibrido a taglia normale Taurus, con 47,69% (s.s.) risultando i più interessanti per quest'aspetto. Tra le 2 associazioni varietali CHL in prova, si distingue Dreaming che con un contenuto di 47,10% (s.s.) è risultato particolarmente vocato per questo gruppo genetico. Gli ibridi semi-dwarf si confermano poco produttivi anche in termini di contenuto in olio con valori solo prossimi alla media. (contenuto medio 43,01% s.s.).

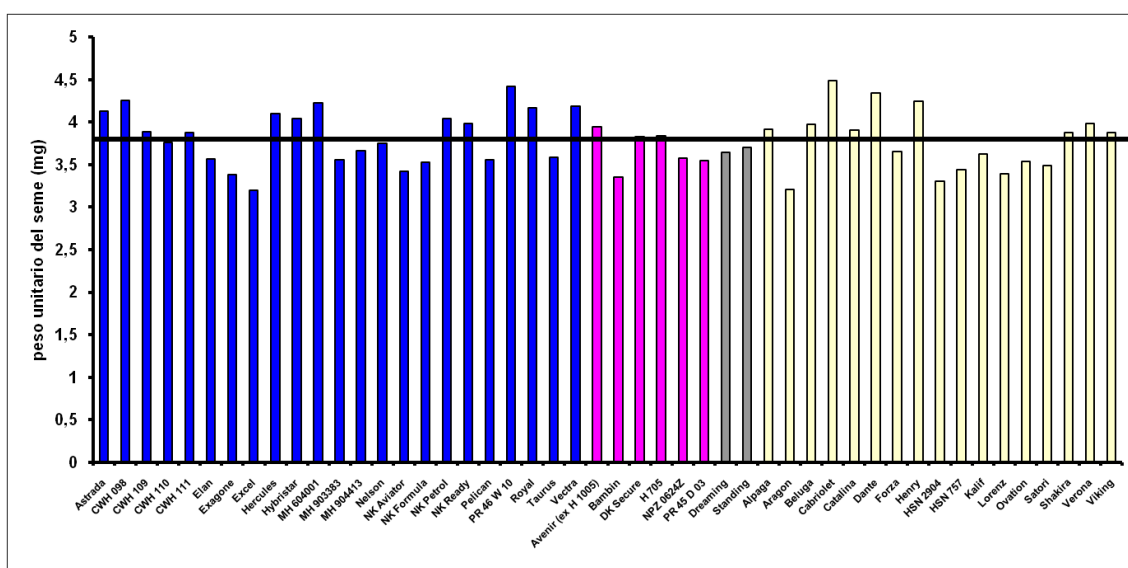


(Fig.27) Tenore in olio ottenuto nel 2007/08. La linea nera orizzontale indica la resa media tra tutte le cultivar (% s.s.).

4.1.3. PESO UNITARIO

Il peso unitario è ottenuto prendendo come campione il peso di 1000 semi e dividendo tale valore per 1000 si ottiene il peso di 1 singolo seme, espresso in mg. Dai risultati ottenuti da questa prova (Fig. 28), si nota una marcata variabilità per il parametro in considerazione, dovuta probabilmente alle caratteristiche genetiche di ciascuna cultivar. Il peso medio del seme

rilevato nella prova è di 3,79 mg. Tra tutte le cultivar, gli ibridi CHH a taglia normale hanno dimostrato di avere mediamente un seme con maggiore peso unitario (3,84 mg), tra i quali, si distingue l'ibrido PR 46 W 10 con un peso unitario del seme di 4,42 mg. Tra le varietà a libera impollinazione invece, che hanno un peso medio di 3,78 mg, si nota la linea Cabriolet, con un peso unitario di 4,49 mg. Gli ibridi semi-dwarf e le associazioni varietali CHL si distinguono dagli altri gruppi genetici per avere un peso unitario del seme inferiore alla media.

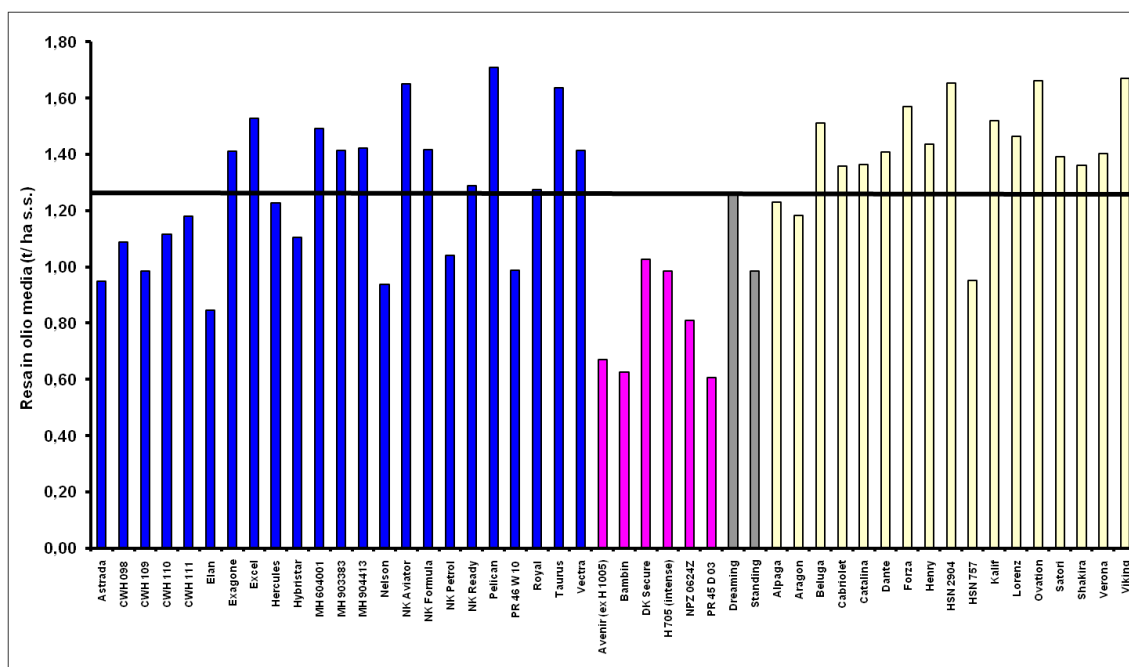


(Fig. 28) Peso unitario del seme raggiunto nel 2007/08. La linea nera orizzontale indica il peso unitario medio generale.

4.1.4. RESA IN OLIO

La resa in olio media (Fig. 29), rappresenta la quantità di olio prodotta da ogni singola cultivar per unità di superficie, ed è ottenuta dal prodotto della resa in seme per il contenuto in olio. Va premesso che, come obiettivo, si dovrebbe puntare a superare 1,5 t/ha di olio affinché la resa risulti soddisfacente dal punto di vista economico. La resa media generale di tutte

le cultivar è stata di 1,25 t/ha, risultando poco soddisfacente considerato l'obiettivo. Tra i vari gruppi genetici, le varietà a libera impollinazione hanno mantenuto quasi in tutti i casi una resa sopra la media e, come nel caso di Viking, Ovation e HSN2904 hanno superato 1,6 t/ha. La linea HSN 757 invece, si distingue particolarmente da questo gruppo poiché è l'unica che non ha raggiunto nemmeno la resa di 1 t/ha; tale risultato era prevedibile dai dati precedenti, in quanto sia la resa in seme, sia il contenuto in olio di questa linea, risultavano i minori nel gruppo delle varietà a libera impollinazione. Gli ibridi CHH a taglia normale hanno dimostrato una resa in olio molto variabile, fornendo in taluni casi rese poco soddisfacenti; altri genotipi invece, come Pelican, Taurus e NK Aviator, hanno superato 1,6 t/ha. Questi ibridi infatti, avevano fornito quantità notevoli sia di seme, sia elevati contenuti in olio. Gli ibridi semi-dwarf, come previsto dai dati precedenti, non sono riusciti ad esprimere rese soddisfacenti rimanendo tutti ben lontani dalla resa media. Le rese in olio delle associazioni varietali CHL si possono classificare come intermedie tra i semi-dwarf e gli ibridi CHH a taglia normale, essendo rimasti vicino la media generale.



(Fig.29) Resa in olio ottenuta nel 2007/08. La linea nera rappresenta la resa media generale espressa come t/ha di olio.

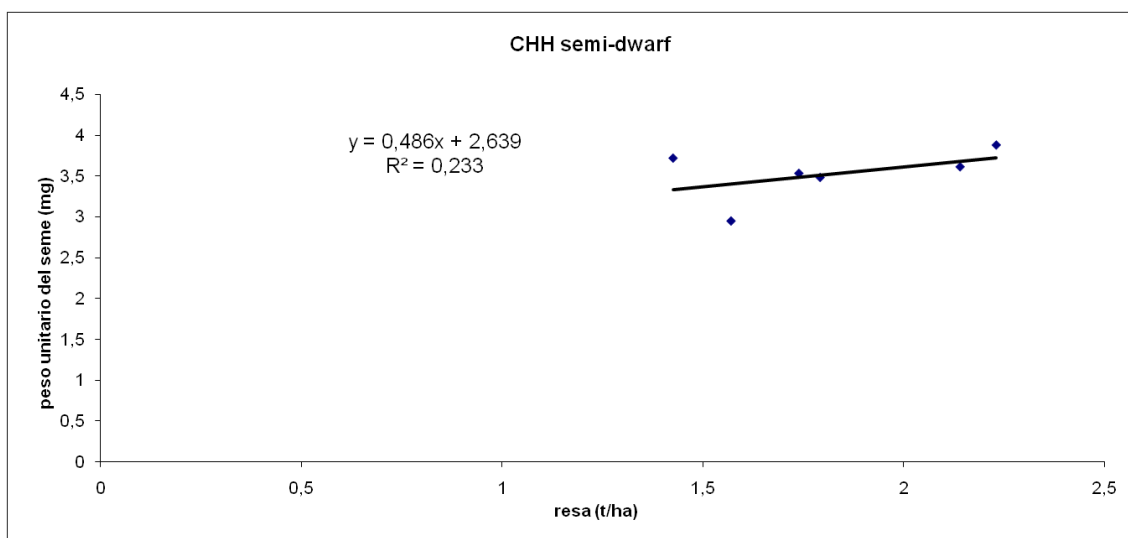
4.1.5. CORRELAZIONI 2007/08

Dopo aver osservato attentamente i dati ottenuti dalla prova, si è voluto investigare sulla possibile presenza di relazioni significative tra le variabili resa in seme (s.s.) e tenore in olio (% s.s.). Per fare ciò, sono state eseguite delle regressioni lineari considerando i valori di tutte le cultivar assieme. Secondo quanto citato in bibliografia, la relazione resa in seme/tenore in olio, è inversamente proporzionale, cioè all'aumentare delle rese in seme il contenuto in olio diminuisce. Dalle regressioni effettuate su questi parametri nei genotipi in prova, non si sono presentate relazioni particolarmente significative, ottenendo sempre valori di R^2 prossimi allo zero. Il passo successivo è stato quello di prendere in considerazione ogni singolo gruppo genetico e ripetere il calcolo per i medesimi parametri. È emerso che per gli ibridi a taglia normale CHH e gli ibridi semi-dwarf, la

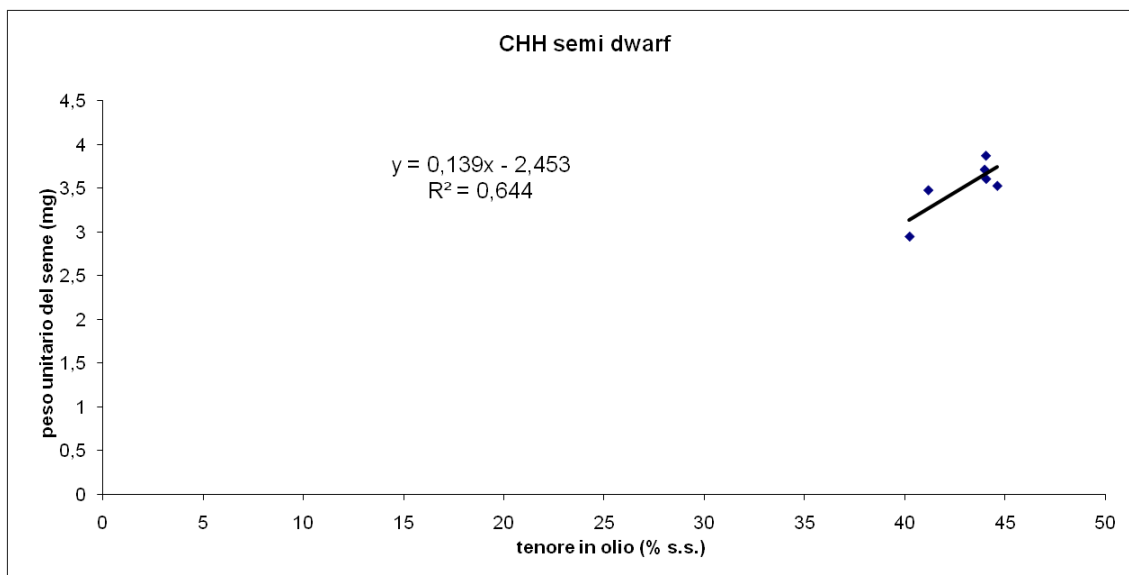
regressione è positiva, contrariamente da ciò che ci si aspettava infatti, ad elevate produzioni di seme sono corrisposti elevati contenuti in olio. Le varietà a libera impollinazione invece, hanno confermato la bibliografia, presentando infatti una regressione negativa.

In seguito è stato messo in relazione il parametro peso unitario del seme con la resa in seme e tenore in olio e resa in olio per tutti i genotipi assieme. In tutti i casi non sono risultate relazioni particolarmente significative. Si è deciso allora di separare i vari gruppi genetici e prenderli in considerazione singolarmente. La relazione non ha dato risposte significative per gli ibridi a taglia normale CHH e per le varietà a libera impollinazione, mentre, per gli ibridi CHH semi-dwarf ha mostrato per tutti i parametri, una risposta positiva con R^2 con valore elevato (Fig. 30-31-32). Questo significa che, i genotipi semi-dwarf che hanno raggiunto un peso unitario maggiore, hanno prodotto rese in seme, tenori in olio e rese in olio superiori.

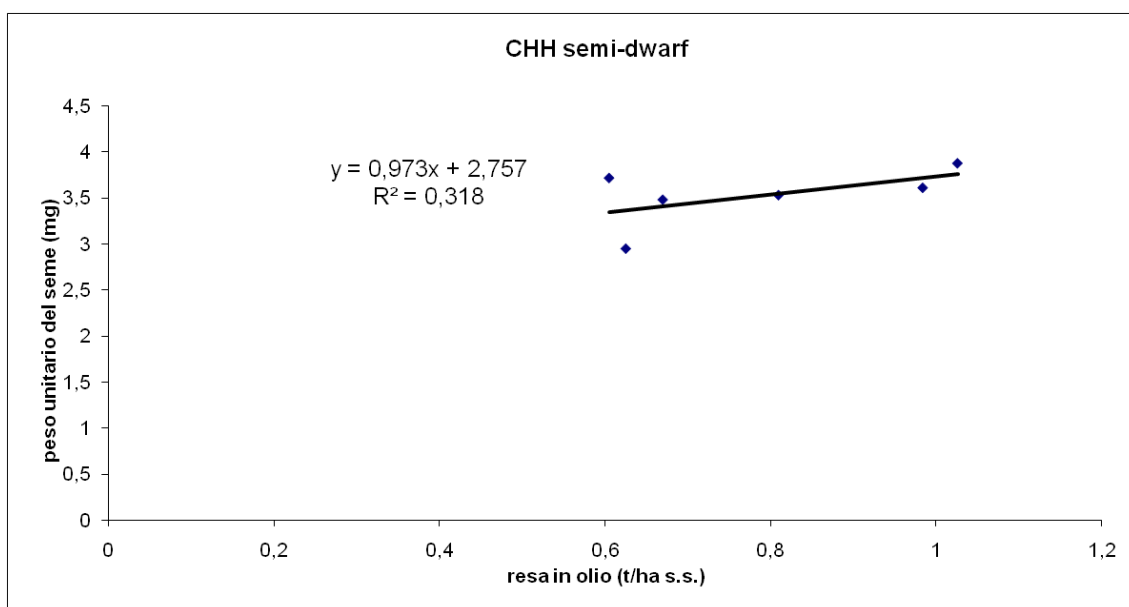
Su tale indagine non sono state comprese le associazioni varietali CHL in quanto, essendo solo due, non avrebbero potuto fornire dati attendibili.



(Fig. 30) *Regressione lineare tra peso unitario del seme e resa in seme (s.s.).*



(Fig. 31) Regressione lineare tra peso unitario del seme e tenore in olio.



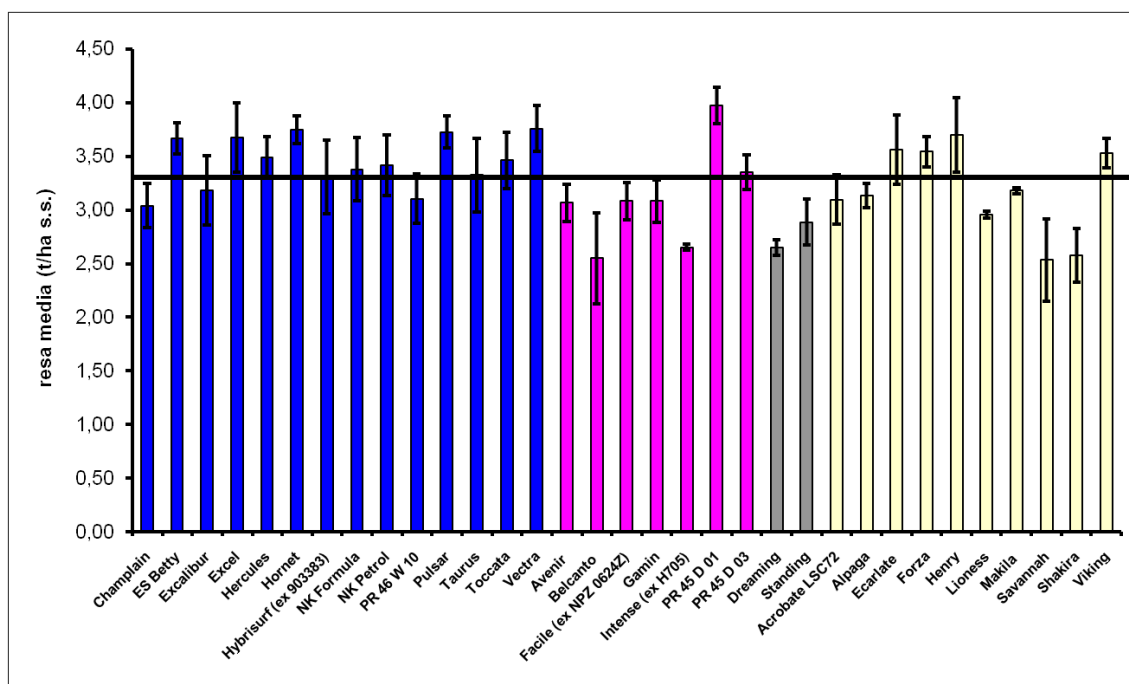
(Fig. 32) Regressione lineare tra peso unitario del seme e resa in olio.

4.2.RISULTATI 2008/09

4.2.1. RESA IN SEME

La resa in seme di questa seconda annata di prova (Fig. 33), è risultata decisamente più elevata della precedente, con un valore medio di tutti i genotipi di 3,25 t/ha (s.s.).

Tutti gli ibridi CHH a taglia normale hanno fornito produzioni elevate spesso superiori la media generale, e comunque, mai inferiori a 3 t/ha (s.s.). Gli ibridi Vectra Hornet e Pulsar risultano essere per questo gruppo i più produttivi con rese in seme superiori a 3,7 t/ha (s.s.); probabilmente questo gruppo ha saputo sfruttare meglio l'andamento climatico stagionale. Le varietà a libera impollinazione hanno fornito risultati meno omogenei rispetto agli ibridi a taglia normale e soprattutto, hanno avuto una resa media minore, pari a 3,18 t/ha (s.s.). I genotipi semi-dwarf, anche in questa seconda annata, hanno fornito rese in seme sotto la media, salvo pochi casi, uno in particolare, PR 45 D 01 che si distingue dagli altri perché ha raggiunto la resa in seme più elevata di tutte le prove con 3,97 t/ha. Le associazioni varietali CHL hanno raggiunto una resa al di sotto della media.

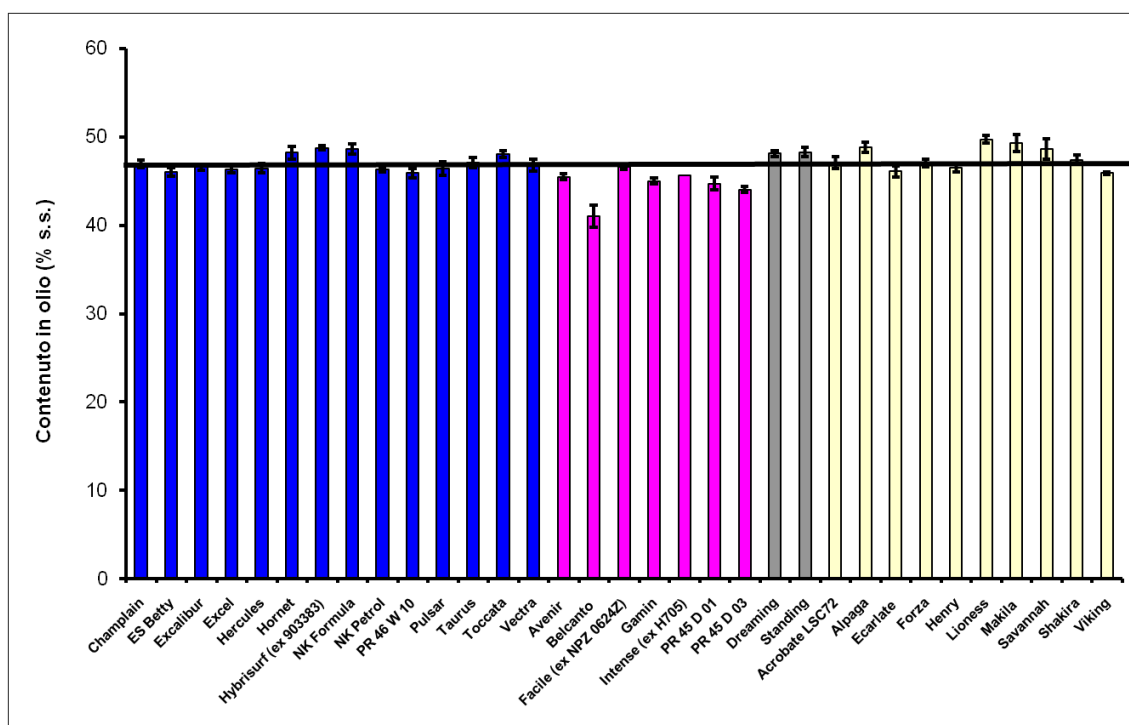


(Fig. 33) Resa in seme dell'annata 2008/09. La linea nera orizzontale rappresenta la resa in seme media di tutte le cultivar.

4.2.2. CONTENUTO IN OLIO

Il contenuto in olio di questo secondo anno (Fig. 34), è risultato nuovamente un parametro con poca variabilità; tuttavia la percentuale media di olio contenuta nel seme risulta pari a 46,77%, maggiore della media dell'anno 2007/08 di 2,2 punti percentuali. Gli ibridi CHH a taglia normale hanno dimostrato, anche per questo parametro, dei valori omogenei tra loro, rimanendo vicini al valore medio. Si notano invece Hornet, Hybrisurf e NK Formula che hanno raggiunto valori leggermente superiori. Le varietà a libera impollinazione hanno un contenuto in olio medio molto simile a quello degli ibridi a taglia normale, superiore di solo 0,62 punti percentuali. Tra queste linee, Lioness ha raggiunto il contenuto in olio più elevato della prova, con un valore di 49,7%. Anche le

associazioni varietali CHL hanno fatto registrare risultati elevati, mantenendosi in entrambi i casi sopra la media generale. Gli ibridi CHH semi-dwarf invece, presentavano tutti valori di contenuto in olio inferiori alla media.



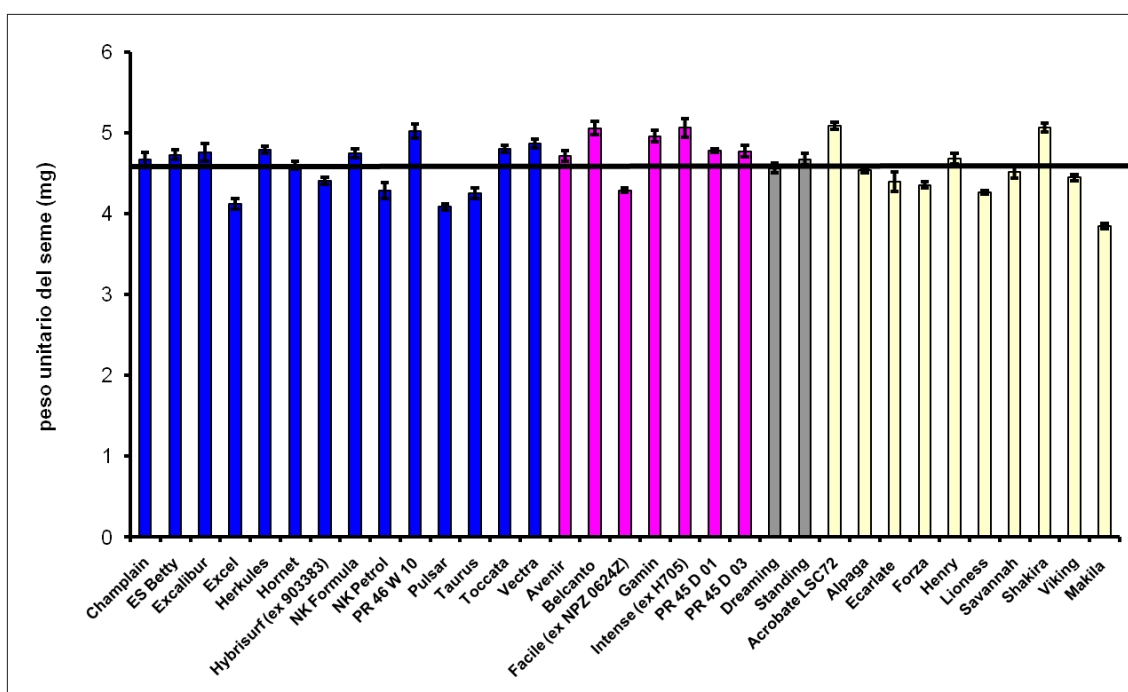
(Fig. 34) Tenore in olio rilevato nella prova 2008/09. La linea nera orizzontale indica la resa media tra tutte le cultivar (% s.s.).

4.2.3. PESO UNITARIO

Il peso unitario del seme (Fig. 35), anche in questa prova è stato caratterizzato da una notevole variabilità, fissando un valore medio di 4,61 mg per seme, superiore di 0,82 mg rispetto al risultato medio dell'anno precedente.

In questa prova, gli ibridi semi-dwarf hanno registrato un peso unitario maggiore rispetto agli altri gruppi genetici, in particolare Intense e Belcanto

con pesi superiori a 5 mg per seme. Tra gli ibridi CHH a taglia normale, solo PR 46 W 10 ha un peso unitario superiore ai 5 mg, mentre tutti gli altri hanno valori abbastanza prossimi alla media generale. Tra le varietà a libera impollinazione, si distinguono Acrobat LSC72 e Shakira, anch'essi con pesi unitari maggiori i 5 mg, mentre le restanti linee hanno valori prossimi o inferiori la media. Le varietà associate CHL assumono anch'esse valori molto vicini alla media.



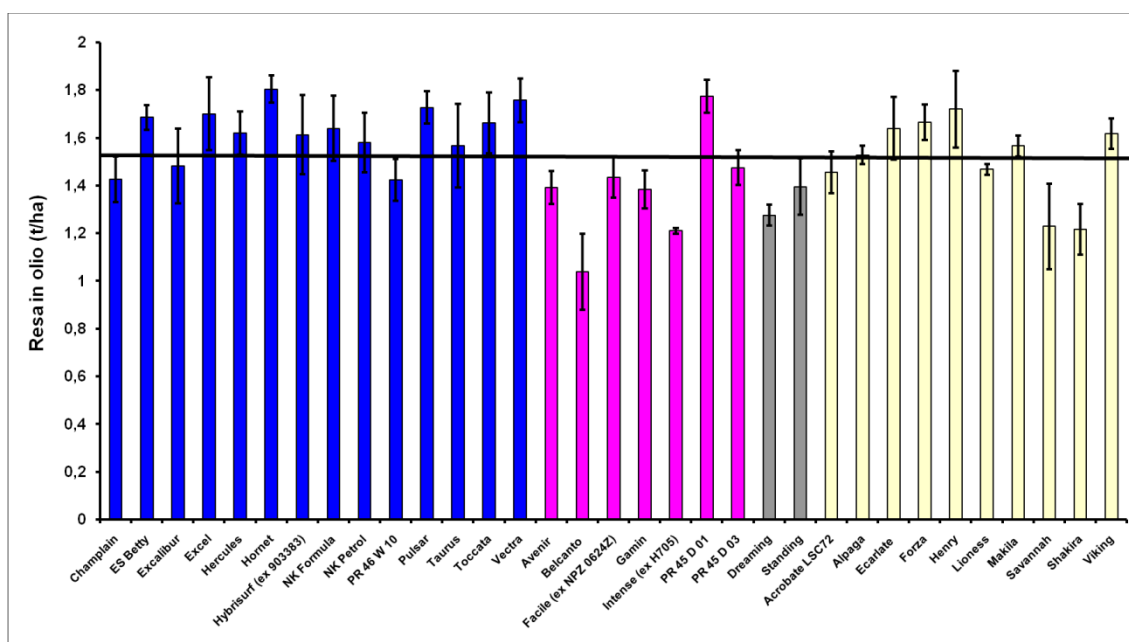
(Fig. 35) Peso unitario del seme raggiunto nel 2008/09. La linea nera orizzontale indica il peso unitario medio generale.

4.2.4. RESA IN OLIO

La resa media in olio di quest'annata (Fig. 36), risulta decisamente superiore rispetto alla prova 2007/08; con un valore di 1,52 t/ha, può essere considerata un buon traguardo produttivo. In questa prova gli ibridi CHH a taglia normale risultano essere i più produttivi, con Hornet, Pulsar e Vectra

che raggiungono valori particolarmente elevati, superando le 1,7 t/ha di olio.

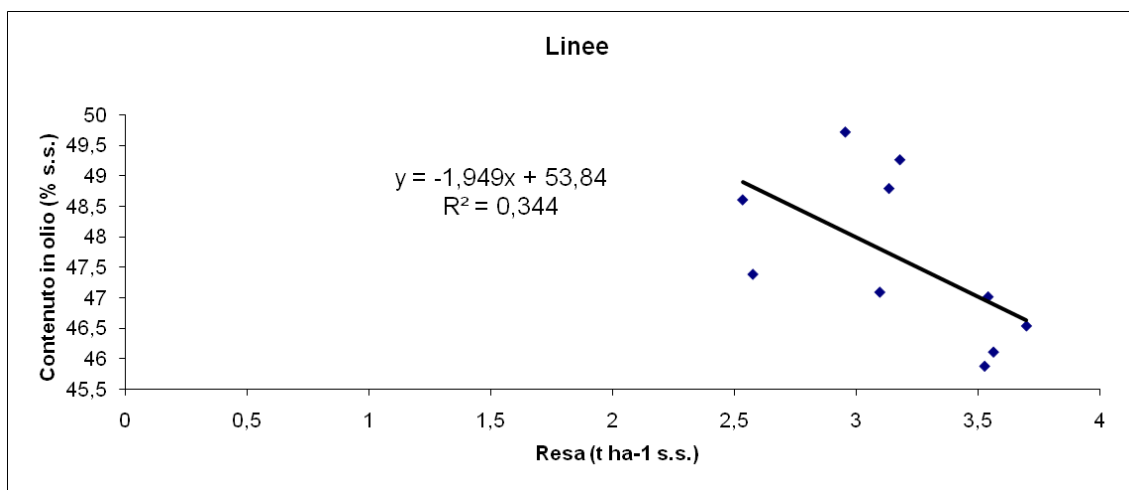
Anche le varietà a libera impollinazione raggiungono una buona media produttiva, inferiore tuttavia a quella degli ibridi a taglia normale. Gli ibridi semi-dwarf invece, risultano mediamente meno produttivi, non arrivando nella maggior parte dei casi alla media generale; tuttavia l'ibrido PR 45 D 01 si differenzia dal gruppo per la sua resa in olio, superando 1,7 t/ha. Le varietà associate CHL anche in questa stagione si sono dimostrate poco produttive in termini di olio, rimanendo di fatto sotto la media generale.



(Fig. 36) Resa in olio ottenuta nel 2008/09. La linea nera rappresenta la resa media generale espressa come t/ha di olio.

4.2.5. CORRELAZIONI 2008/09

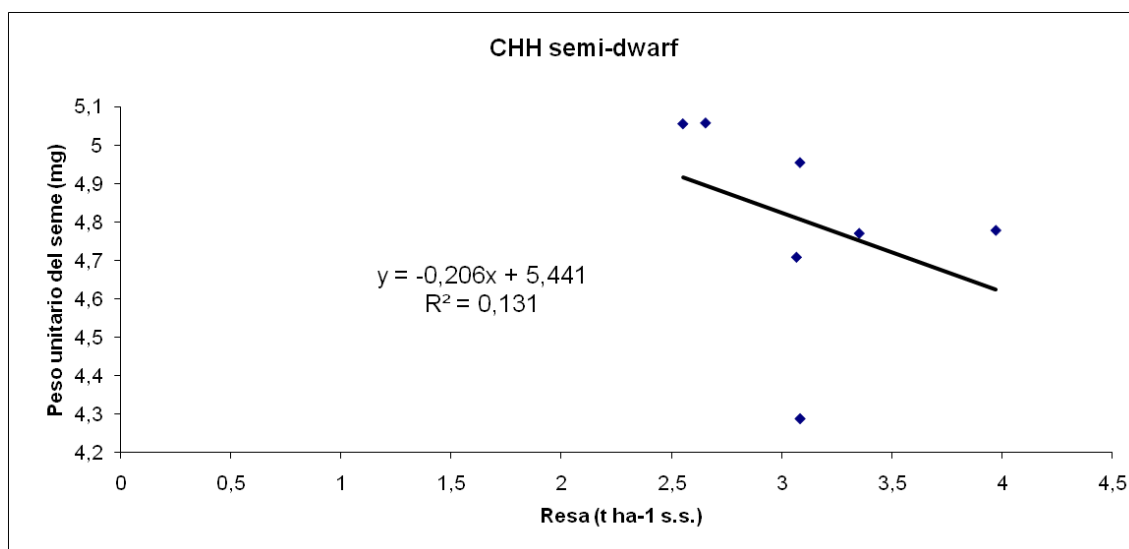
Anche per i dati dell'annata 2008/09 sono state eseguite delle regressioni lineari tra gli stessi parametri presi in considerazione nel periodo precedente, con l'intenzione di individuare, anche in questo caso, eventuali relazioni esistenti. È stata fatta una regressione lineare per tutti i genotipi assieme, tra i parametri tenore in olio e resa in seme. Da tale regressione, come nella prova precedente, non sono apparse relazioni significative tra i due parametri; il coefficiente di determinazione risultava infatti, prossimo allo zero. Il rapporto è stato successivamente calcolato per ogni singolo gruppo genetico, ed è risultato che per gli ibridi a taglia normale e per i semi-dwarf, nemmeno in questo caso, ci sono state correlazioni significative, mentre come per la prova 2007/08, le varietà a libera impollinazione, hanno confermato una relazione inversamente proporzionale tra tenore in olio e resa in seme (s.s.) (Fig. 37).



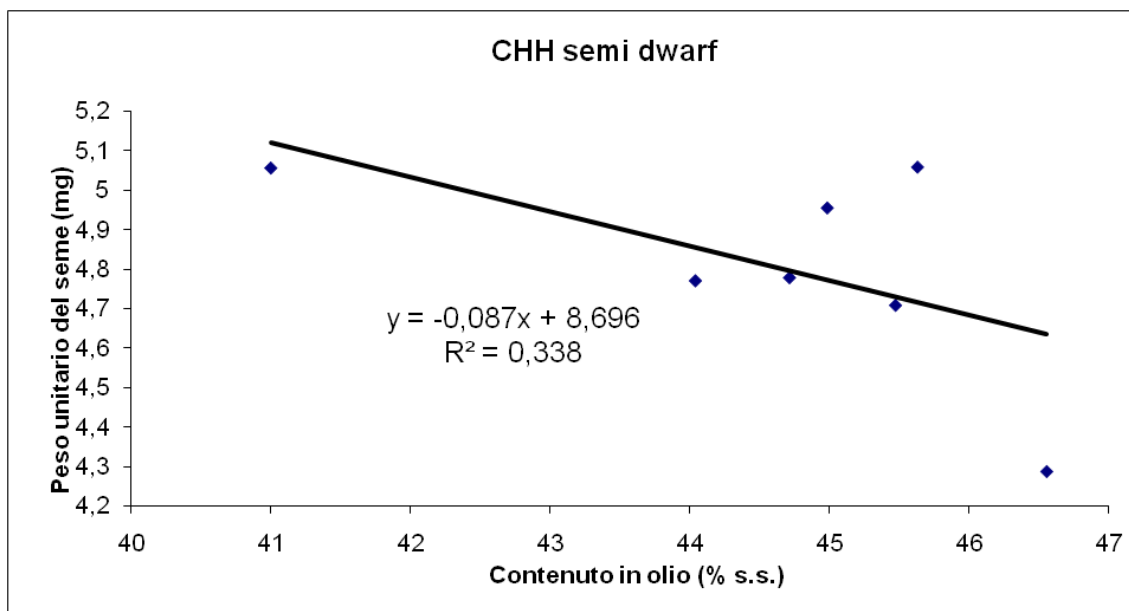
(Fig. 37) *Regressione lineare inversamente proporzionale tra la resa in seme e il contenuto in olio.*

Successivamente sono stati messi in relazione i parametri di peso unitario del seme, tenore in olio, resa in seme (s.s.) e resa in olio, per tutti i genotipi

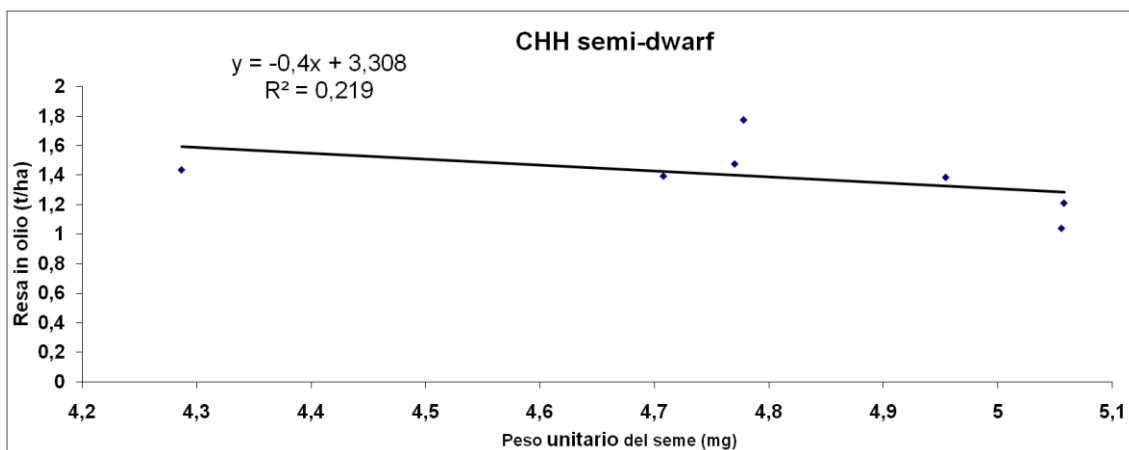
assieme. In questo caso si sono riscontrate delle correlazioni significative per il rapporto tra peso unitario del seme e resa olio, e tra peso unitario del seme e la resa in seme (s.s.). Si è ripetuto quindi il calcolo mantenendo distinti i diversi gruppi genetici; ne è risultato che per tutte le correlazioni, i genotipi CHH semi-dwarf hanno dato risultati opposti a quelli dell'anno precedente, presentano in tutti i casi, una regressione lineare negativa (Fig. 38-39-40); questo significa che con pesi unitari del seme elevati, la resa in seme, il tenore in olio e la resa in olio risultano minori. Tale risultato si è ottenuto in parte anche per le linee a libera impollinazione che sono risultate correlate negativamente per il confronto tra peso unitario del seme con resa in seme e peso unitario del seme con resa in olio (Fig. 41-42). Per gli ibridi a taglia normale CHH invece, non sono risultate correlazioni significative.



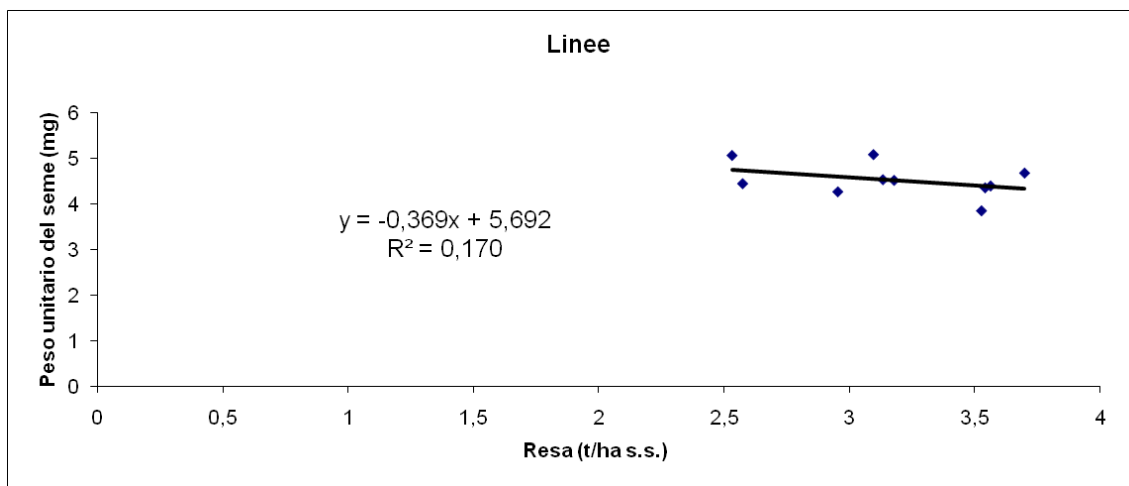
(Fig. 38) *Regressione lineare negativa tra peso unitario del seme e resa in seme (s.s.).*



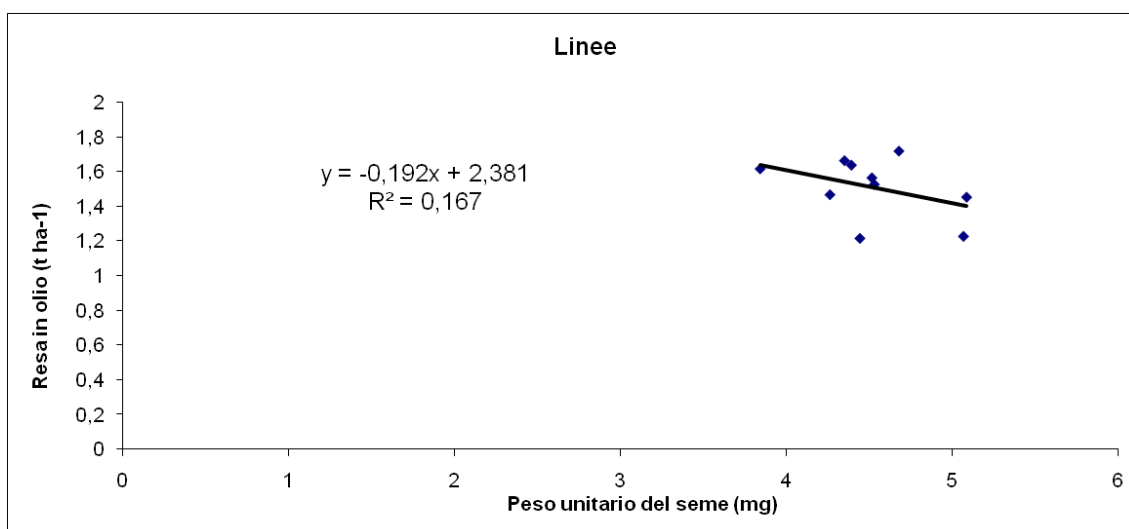
(Fig. 39) *Regressione lineare negativa tra peso unitario del seme e contenuto in olio.*



(Fig. 40) *Regressione lineare negativa tra peso unitario del seme e resa in olio.*



(Fig. 41) regressione lineare negativa tra resa in seme e peso unitario del seme

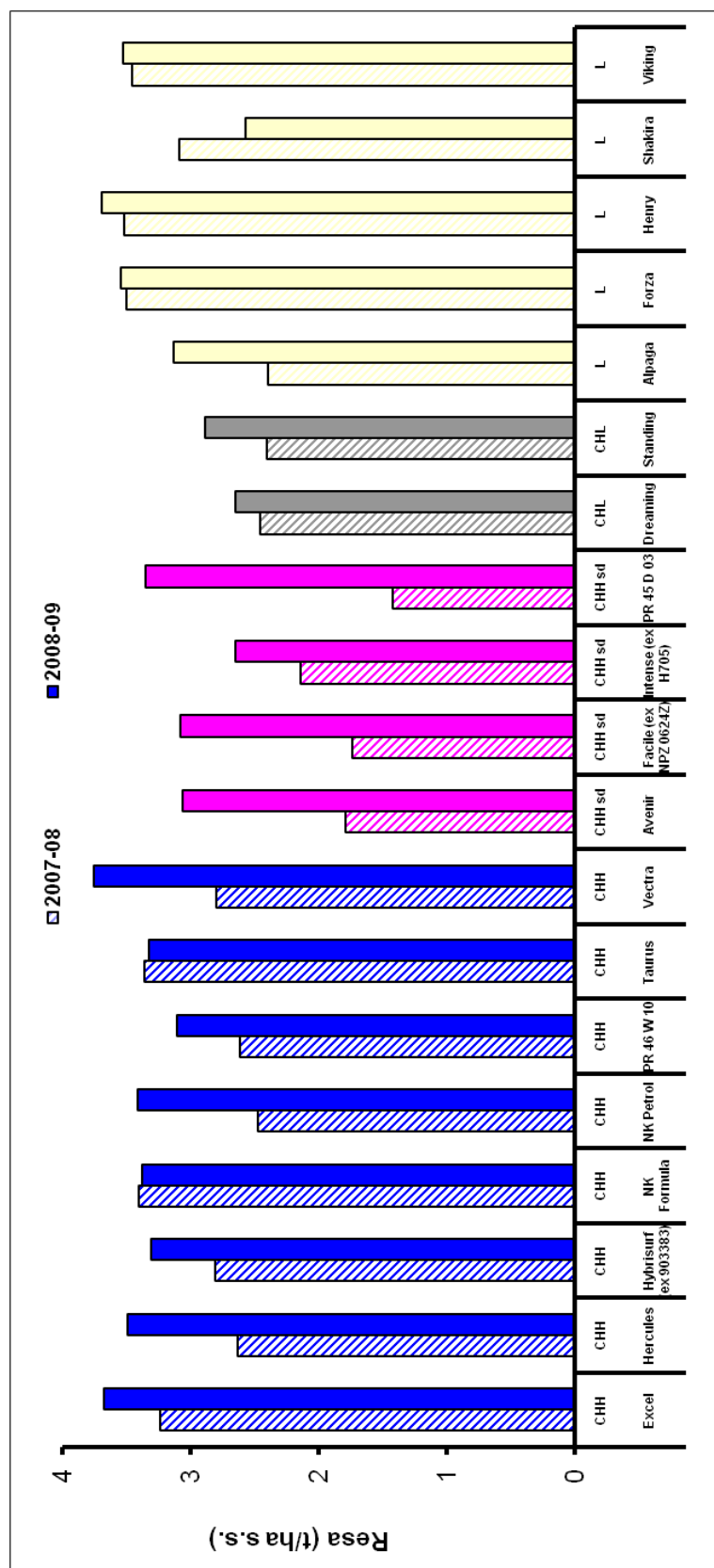


(Fig. 42) regressione lineare negativa tra peso unitario del seme e resa in olio.

4.3. CONFRONTO TRA 2007/08 E 2008/09

4.3.1. RESA IN SEME

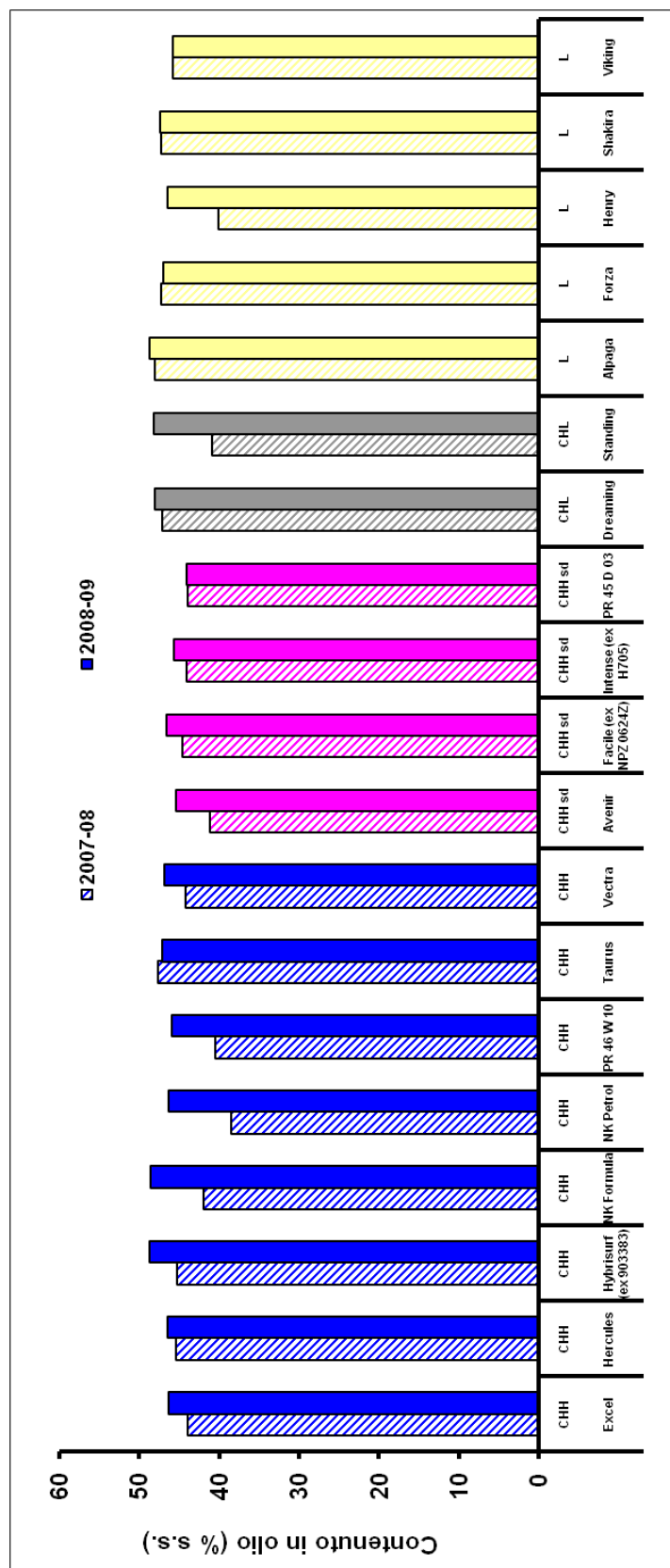
Dal confronto dei dati ottenuti nelle due diverse annate di prova (Fig. 43), emerge nettamente come la produzione di seme sia decisamente superiore nella stagione 2008/09, mediamente di 0,54 t/ha. Tale differenza produttiva è particolarmente marcata tra gli ibridi semi-dwarf, la cui resa in seme, si è praticamente raddoppiata. Tale dato conferma che le condizioni in cui si sono trovati i genotipi semi-dwarf nel periodo 2007/08 hanno influito negativamente sulla resa in seme di questo gruppo. Tra gli ibridi CHH a taglia normale, la maggior parte delle cultivar ha registrato un netto incremento della resa in seme, ad eccezione degli ibridi NK Formula e Taurus che hanno mantenuto valori di resa in seme medi molto simili nei due anni di prova, dimostrando di essere più stabili per questo parametro, rispetto agli altri ibridi. Le varietà a libera impollinazione mediamente hanno dimostrato nei due periodi di prova, una resa in seme più stabile, con una differenza media tra le due prove meno marcata rispetto agli ibridi a taglia normale. Le associazioni varietali CHL, nonostante abbiano anch'esse prodotto una resa in seme maggiore nel secondo anno di prova, non hanno raggiunto un soddisfacente livello produttivo.



(Fig. 43) resa in seme confrontando l' annata 2007/08 con il 2008/09.

4.3.2. CONTENUTO IN OLIO

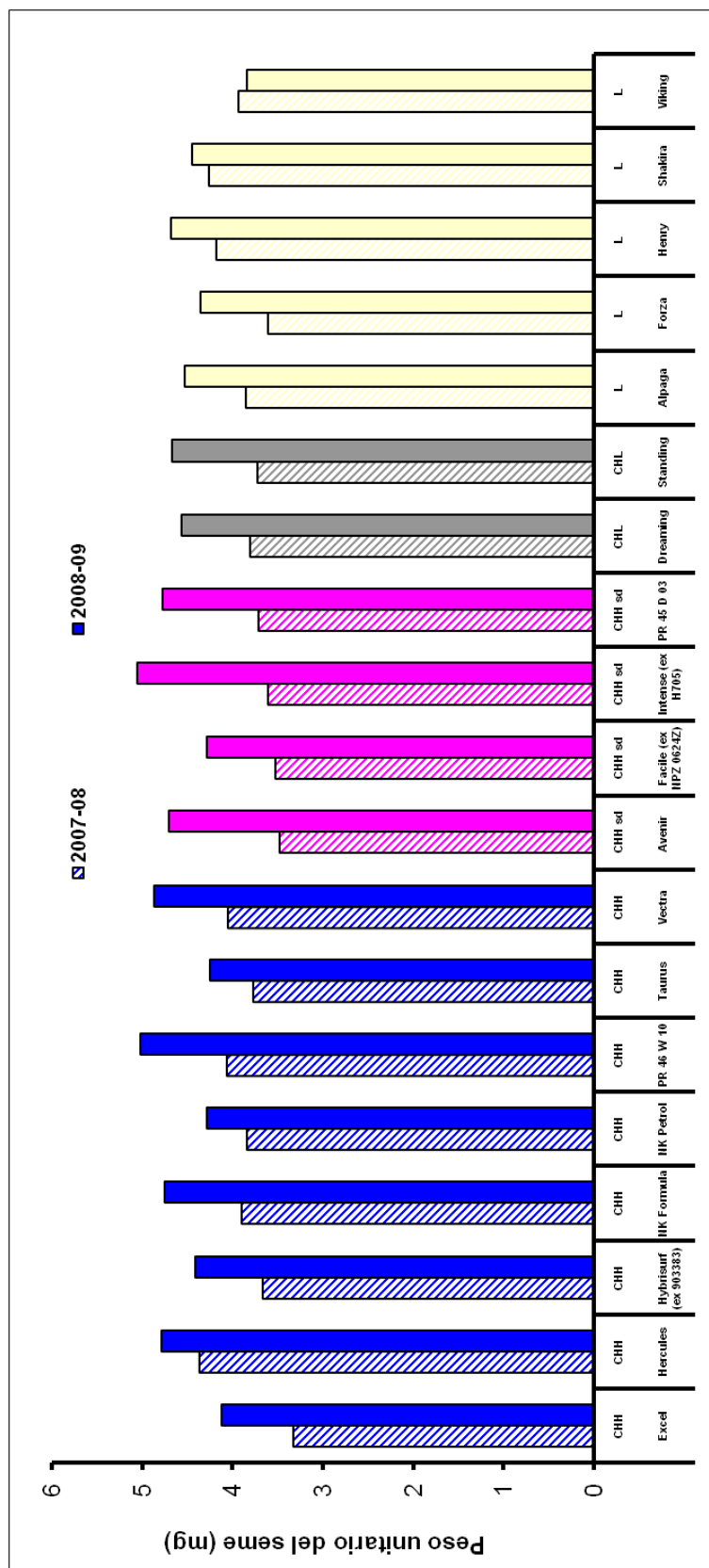
Confrontando i tenori in olio delle cultivar comuni tra le due annate (Fig.44), emerge come nella prova 2008/09 vi sia stato un incremento del contenuto in olio pari a 2,7% (s.s.). Le varietà a libera impollinazione, sono risultate per questo parametro le più produttive, con un tenore in olio medio nei due anni di 46,4% (s.s.); inoltre sono risultate anche le più stabili, in quanto non presentano differenze significative nel biennio 2007/09. Gli ibridi CHH a taglia normale, rispetto alle varietà a libera impollinazione, hanno mantenuto un tenore in olio inferiore, pari a 45,2% (s.s.) e hanno dimostrato mediamente anche una minore stabilità, essendoci notevoli differenze tra i valori dei due anni di prova. Va riconosciuto tuttavia che l'ibrido Taurus si distingue ancora una volta per essere più stabile rispetto agli ibridi del medesimo gruppo. Gli ibridi semi-dwarf hanno dimostrato un sensibile aumento del tenore in olio a favore della prova 2008/09, tuttavia risultano essere i genotipi che mediamente raggiungono un tenore in olio inferiore, rispetto agli altri gruppi genetici. Le associazioni varietali CHL si sono dimostrate per questo parametro poco stabili, ma hanno mantenuto un tenore in olio simile a quello delle varietà a libera impollinazione.



(Fig.44) confronto del tenore in olio delle cultivar comuni nel biennio 2007/09

4.3.3. PESO UNITARIO

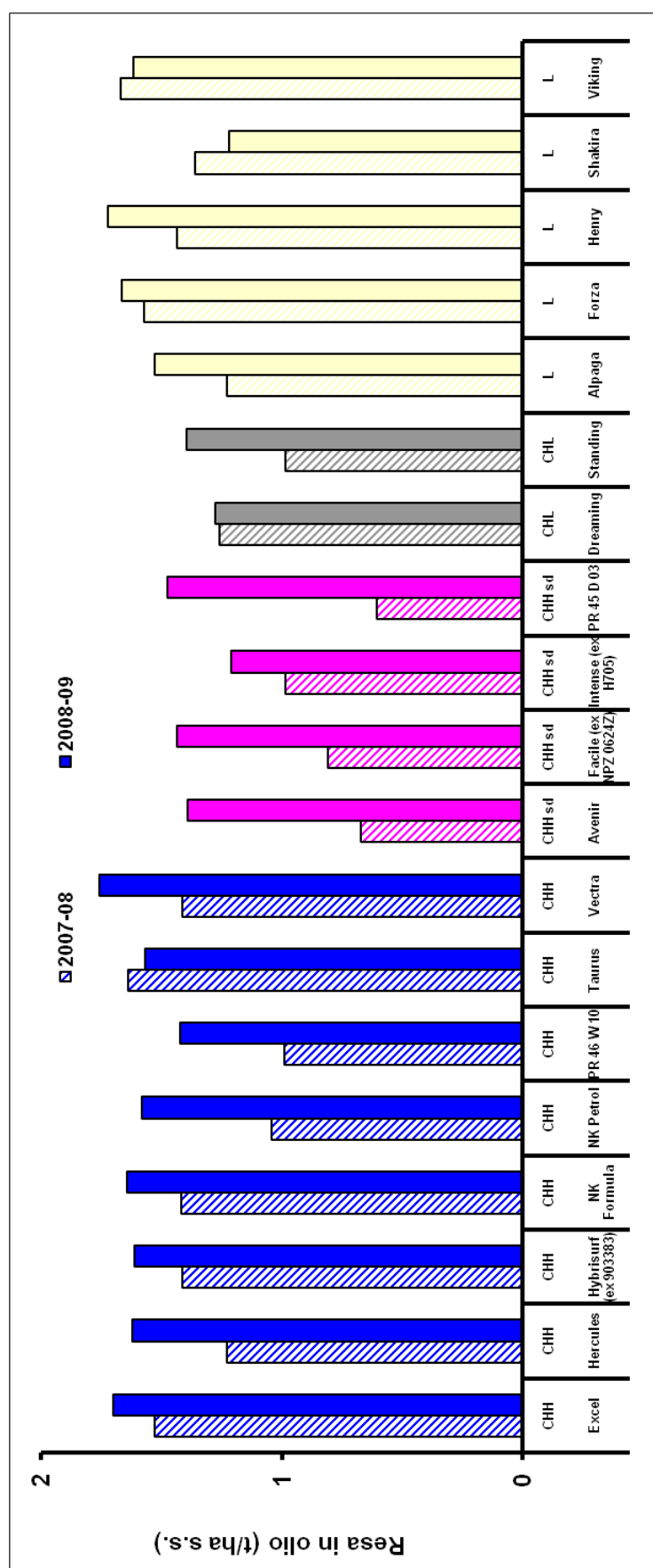
Per quanto riguarda il peso unitario medio del seme nelle due annate di prova, tale parametro risulta notevolmente variabile in tutti i gruppi genetici (Fig. 45), con un aumento medio, nel periodo 2008/09, di 0,72 mg. Gli ibridi CHH a taglia normale risultano i più pesanti, con un peso medio di 4,21 mg. Gli ibridi CHH semi-dwarf, al contrario, sono il gruppo genetico con un peso medio del seme inferiore, pari a 4,14 mg. Le varietà a libera impollinazione hanno un peso unitario intermedio ai valori degli ibridi; La linea, Viking si è dimostrata, non solo tra le linee, ma tra tutte le cultivar, il più stabile, registrando in tutte le prove, valori di peso unitario, molto simili tra loro. Le varietà associate CHL hanno prodotto semi con peso unitario con valore intermedio tra ibridi semi-dwarf e linee.



(Fig. 45) Confronto del peso unitario del seme nelle annate 2007/08 e 2008/09

4.3.4. RESA IN OLIO

Il confronto delle rese di olio nel biennio 2007/09 (Fig. 46), ha dimostrato una notevole variabilità produttiva nella maggior parte delle cultivar; in particolare nell'anno 2008/09 la resa in olio è risultata mediamente superiore di 0,29 t/ha; ciò conferma che in tale prova le condizioni generali sono state migliori rispetto a quelle precedenti. Le varietà a libera impollinazione sono risultate, rispetto agli altri gruppi genetici, decisamente migliori sia in termini di resa di olio (dato medio 1,5 t/ha), sia come stabilità nel tempo, registrando tra le due prove valori medi vicini. Questo si traduce in una migliore tollerabilità di questi genotipi alle variabili ambientali e pedologiche. Gli ibridi CHH a taglia normale hanno raggiunto anch'essi rese soddisfacenti, mediamente inferiori alle linee, con un valore medio di 1,47 t/ha. Le notevoli differenze di resa tra i dati dei due anni, fa risultare questo gruppo meno stabile nel tempo rispetto alle varietà a libera impollinazione. Gli ibridi necessitano quindi di condizioni ottimali per esprimere al meglio il loro potenziale. Gli ibridi CHH semi-dwarf hanno prodotto nei due anni di prova rese molto diverse, che comunque non superano mai la soglia di convenienza economica di 1,5 t/ha di olio. Anche questo gruppo genetico necessita quindi di ottimali condizioni agronomiche per esprimere il miglior potenziale, per cui il suo utilizzo può risultare conveniente in areali dove il problema dell'allettamento è maggiormente risentito. Le associazioni varietali CHL hanno prodotto rese di olio modeste, superiori comunque agli ibridi semi-dwarf. Il genotipo Dreaming si è distinto in questo gruppo per aver mantenuto rese stabili in entrambe le prove.



(Fig. 46) confronto della resa in olio nel biennio 2007/2009

5. CONCLUSIONI

Dai dati ottenuti dalle sperimentazioni compiute presso l'Azienda agraria sperimentale "L. Toniolo" dell'Università di Padova nelle annate 2007/08 e 2008/09, sono state ricavate delle importanti informazioni relative alle molteplici cultivar di colza invernale da olio, presenti attualmente sul mercato sementiero Italiano.

Va premesso tuttavia, che trattandosi di una sperimentazione di soli due anni, i risultati ottenuti devono essere interpretati come un'indicazione generale poiché per avere un dato più preciso, sono necessarie ulteriori prove per un periodo maggiore.

Entrando nel dettaglio, si può affermare che le varietà a libera impollinazione sono il gruppo genetico che ha raggiunto rese in seme e in olio in quantità maggiori in entrambe le annate, superando quasi sempre 1,5 t/ha di olio, dimostrando una notevole stabilità in entrambe le prove e quindi al variare delle condizioni climatiche stagionali. In particolare la linea Viking, distribuita da Moretti Cereali, in entrambe le annate ha prodotto rese in olio superiori le 1,6 t/ha. Per tali ragioni si può concludere che questi genotipi possono essere utilizzati senza problemi anche in quegli areali che si presentano poco adatti al colza, o in condizioni di bassi input.

Gli ibridi a taglia normale CHH, hanno dimostrato anch'essi elevate capacità produttive in termini di resa in seme e in olio, non raggiungendo però i livelli delle linee a libera impollinazione. Si sono dimostrati infatti, meno stabili alle diverse condizioni climatiche, risultando più idonei a condizioni ottimali di coltivazione. In questo gruppo genetico sono risultati particolarmente produttivi l'ibrido Excel e l'ibrido Taurus, distribuiti rispettivamente da Dekalb e da Moretti Cereali, che hanno fornito rese di

olio superiori 1,5 t/ha in entrambe le prove. Questi ibridi necessitano di essere coltivati in areali vocati per questo tipo di coltura, con terreni fertili e ricche concimazioni.

Gli ibridi CHH semi-dwarf, penalizzati in particolar modo nella prova 2007/08, non hanno fornito rese in seme e in olio soddisfacenti, non arrivando alla soglia di convenienza economica di 1,5 t/ha, e non dimostrando particolari doti di stabilità produttive nel tempo. Tali genotipi tuttavia, possono risultare utili in quegli areali particolarmente ventosi e fertili, dimostrandosi più resistenti all'allettamento, fenomeno diffuso nel colza che provoca considerevoli perdite di seme alla raccolta.

Le associazioni varietali (CHL) infine, hanno dimostrato di possedere caratteristiche produttive intermedie tra ibridi semi-dwarf e ibridi a taglia normale, ma per il limitato numero di prove per questo gruppo genetico, si preferisce non trarre conclusioni affrettate.

I risultati di questa sperimentazione dovrebbero dunque, aiutare l'attento agricoltore nella scelta del tipo di semente tra quelle a disposizione nel mercato, che più si adatta alle proprie esigenze e che gli permetterà di ottenere i migliori risultati, sia produttivi che economici.

6. **BIBLIOGRAFIA**

- Ballarin A., Tempesta T., 2007. Biocarburanti: una soluzione alternativa e sostenibile ai carburanti di origine fossile: Opinioni a confronto. Biocombustibili e carburanti, soluzioni, tecnologie, agevolazioni. (ed. Bordin A). IPSOA, 3-39.
- Benvenuti A., Vannozzi G.P., 2001. Piante oleifere. Coltivazioni erbacee, (ed. Baldoni R., Giardini L), Patron Editore, Bologna: 21-29
- Bordin A., Guercini S, 2007. Biodiesel. Biocombustibili e carburanti, soluzioni, tecnologie, agevolazioni. (ed. Bordin A). IPSOA, 95-108.
- Conte L., 2004. Lipidi. Chimica degli alimenti. (Ed. Cabras P., Martelli A.) Piccin :41-66
- De Mastro G., Bona S. 1998. Colza. Oleaginose non alimentari, (Ed. G. Mosca), Edagricole, Bologna: 29-35
- Ferrari M., Marcon E., Menta A. 2006. Nematodi, 163; Sclerotinia, 350; *Plasmodiophora brassicae*, 423. Fitopatologia, entomologia agraria e biologia applicata. (ed. Ferrari M). Edagricole , 2006.
- Mosca G., Zanetti F., 2007. Ottime rese dal colza con le giuste scelte agronomiche. Informatore agrario. 33: 38-40.
- Natale G. Frega, Deborah Pacetti, Emanuele boselli, 2004. Olio di semi, grassi idrogenati e margarina. Chimica degli alimenti. (Ed. Cabras P., Martelli A.) Piccin :229-241
- Onofri A., Laureti D., Peccetti G., Zanetti F., 2005. Panorama varietale del colza. Agroindustria. 4: 81-90.
- Palmieri S. 1998. Aspetti qualitativi e tecnologici degli oli industriali di origine vegetale. Oleaginose non alimentari, (Ed. G. Mosca), Edagricole, Bologna: 17-26

- Toniolo L., Mosca G., 2001. Colza (*Brassica napus L. var. oleifera D.C.*). Coltivazioni erbacee, (ed. Baldoni R., Giardini L), Patron Editore, Bologna: 31-47
- Vitagliano M., 2002. Oleificazione dei semi e frutti oleaginosi; retificazione degli oli. In Tecnologie e trasformazioni dei prodotti agrari. (ed. Vitagliano M.). Calderini Edagricole. 398-412

Siti internet consultati:

- <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>
- www.claas.com
- <http://www.cetiom.fr/index.php?id=2168>

RINGRAZIAMENTI

In primo luogo, devo ringraziare i miei genitori, che con la loro disponibilità e il loro affetto, mi hanno dato la possibilità di raggiungere questo importante traguardo della mia vita; al resto della mia numerosa famiglia, Elena, Alessia, Fabio, Andrea, Enrico, Greta e Luca, rivolgo un caloroso abbraccio, per avermi sempre aiutato nel bisogno, e per avermi anche un pò coccolato.

Ringrazio la mia ragazza Anna, che con grande amore e infinita pazienza mi sostiene in ogni momento, mi vuole bene e mi fa sentire felice.

Ringrazio tutti gli zii, i cugini, e i nonni, che con la loro saggezza mi hanno sempre dato preziosi consigli di vita.

Ringrazio tutti i miei amici d'infanzia, con i quali sono cresciuto, e ai quali sono ancora particolarmente legato, i nuovi amici conosciuti all'università, con i quali ho trascorso piacevolmente questi anni di studio, e i miei compagni di stanza, con i quali ho condiviso momenti indimenticabili.

Un sentito ringraziamento va al Prof. Mosca, alla Dott. ssa Federica Zanetti e a tutto il loro gruppo di lavoro, per la serietà e la professionalità con cui mi hanno aiutato nella stesura di questa tesi.

Infine, un grazie a tutte quelle persone che, anche se non ho nominato, hanno partecipato o partecipano quotidianamente nella mia vita, e che mi fanno apprezzare ogni singolo momento. Grazie a tutti!