



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
Tuscia

Dipartimento di Produzione Vegetale

DOTTORATO DI RICERCA IN ORTOFLOROFRUTTICOLTURA
XXII CICLO

**ASPETTI AGRONOMICI DELLA PRODUZIONE DI
GRANELLA DI LUPINO AZZURRO E CECE**

Settore scientifico-disciplinare: AGR-02

COORDINATORE

Prof. Alberto Graifenberg

TUTOR

Prof. Francesco Rossini

DOTTORANDO

Dott. Daniele Olimpieri

INDICE

1	<u>LE LEGUMINOSE DA GRANELLA</u>	4
1.1	<u>Generalità</u>	4
1.2	<u>Tecniche agronomiche</u>	7
1.3	<u>Il cece</u>	10
1.3.1	<u>Origine e caratteri tassonomici</u>	10
1.3.2	<u>Dati produttivi</u>	11
1.3.3	<u>Caratteri botanici</u>	14
1.3.4	<u>Biologia</u>	15
1.3.5	<u>Esigenze</u>	16
1.3.6	<u>Avversità</u>	19
1.3.7	<u>Miglioramento genetico e scelta varietale</u>	20
1.3.8	<u>Raccolta</u>	22
1.3.9	<u>Note nutrizionali ed utilizzo della granella</u>	22
1.4	<u>Il lupino azzurro</u>	24
1.4.1	<u>Origine e Caratteri tassonomici</u>	24
1.4.2	<u>Dati produttivi</u>	25
1.4.3	<u>Caratteri botanici</u>	25
1.4.4	<u>Biologia</u>	26
1.4.5	<u>Esigenze</u>	26
1.4.6	<u>Avversità</u>	27
1.4.7	<u>Miglioramento genetico e scelta varietale</u>	27
1.4.8	<u>Raccolta</u>	27
1.4.9	<u>Note nutrizionali ed utilizzo della granella</u>	27
2	<u>OBIETTIVI</u>	29
3	<u>MATERIALI E METODI</u>	31
3.1	<u>Lupino – Confronto Varietale I</u>	32
3.2	<u>Lupino – Confronto Varietale II</u>	33
3.3	<u>Lupino – Prova di Densità I</u>	34
3.4	<u>Lupino – Prova di Densità II</u>	35
3.5	<u>Cece – Confronto Varietale</u>	35
3.6	<u>Cece – Prova di Densità I</u>	36
3.7	<u>Cece – Prova di Densità II</u>	37
3.8	<u>Valutazione della resistenza ad Ascochyta rabiei</u>	38

3.9	<u>Analisi della granella</u>	38
3.10	<u>Analisi statistica</u>	39
4	<u>RISULTATI</u>	40
4.1	<u>1° Anno</u>	40
4.1.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	40
4.1.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	48
4.2	<u>2° Anno</u>	53
4.2.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	53
4.2.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	62
4.3	<u>3° Anno</u>	69
4.3.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	69
4.3.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	75
4.4	<u>Confronti tra i 3 anni di prova</u>	76
4.4.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	76
4.4.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	83
4.5	<u>Valutazione della resistenza ad <i>Ascochyta rabiei</i></u>	87
4.6	<u>Analisi della granella</u>	88
4.6.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	88
4.6.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	89
5	<u>CONCLUSIONI</u>	90
5.1.1	<u><i>Lupinus angustifolius</i> L.</u>	90
5.1.2	<u><i>Cicer arietinum</i> L.</u>	91
	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	93
	<u>SITOGRAFIA</u>	96

1 LE LEGUMINOSE DA GRANELLA

1.1 Generalità

Il gruppo di piante noto con il nome di “leguminose da granella” comprende un gran numero di generi e specie che rappresentano la più cospicua fonte di proteine vegetali disponibili, ed occupano quindi un posto di grande rilievo nell'alimentazione umana ed in quella degli animali da allevamento.

Salvo il fagiolo e l'arachide, provenienti dall'America, e la soia, originaria dell'estremo Oriente, sono tutte originarie del bacino del Mediterraneo e del vicino Oriente e in questi territori sono coltivate da migliaia di anni. L'elevato valore energetico e la capacità di resistere, una volta essiccati, a lunghi periodi di conservazione, diedero ai legumi fin dall'antichità un ruolo di assoluta centralità nell'alimentazione umana.

La loro importanza alimentare deriva dall'elevato contenuto proteico della granella (dal 20 al 40%), superiore a qualsiasi altro prodotto vegetale e prossimo a quello della carne; ciò ne ha determinato la denominazione di piante proteaginose.

Il valore biologico di tali proteine è inferiore rispetto a quello delle proteine animali a causa della ridotta presenza di aminoacidi solforati (cistina e metionina), ma l'elevato contenuto di lisina le rende però complementari ai cereali dal punto di vista nutrizionale.

Le proteine non sono le uniche sostanze apportate dalle leguminose. Tra i glucidi l'amido è presente in quantità maggiori, mentre per quanto riguarda i sali minerali, i legumi sono molto ricchi di calcio, ferro e magnesio. La tiamina è la vitamina maggiormente contenuta, seguono nell'ordine rispetto ai bisogni dell'uomo, la riboflavina, la niacina, la vitamina C e la folacina. I semi di certe leguminose (soia ed arachide) inoltre, sono ricchi anche di grassi, per cui costituiscono la materia prima per l'industria degli oli e dei panelli o farine.

Il frutto è il legume o baccello, di forma e dimensione variabile a seconda delle varie specie, che si apre in due valve lungo due linee di sutura e contiene semi commestibili. All'interno del seme non è presente l'albumina, ma l'intero spazio interno ai tegumenti è occupato dall'embrione, i cui cotiledoni fortemente ingrossati sono il sito di accumulo delle sostanze di riserva (zuccheri, amido, grassi e proteine). Elemento caratteristico del seme di leguminose è l'ilo, cioè l'area dove era inserito il funicolo che attaccava il seme al baccello e lo alimentava.

Proprietà importante delle leguminose è quella di instaurare un rapporto di simbiosi con un batterio del genere *Rhizobium*, responsabile del processo di azotofissazione. Se esistono le condizioni per l'avvio di un'efficiente simbiosi, le leguminose risultano autosufficienti per quanto riguarda le esigenze di N; in condizioni ottimali le quantità di azoto fissato nel terreno variano da 50 a 200 Kg ha⁻¹ per anno nei climi temperati, con una media di 80-100 Kg ha⁻¹. I

fabbisogni vengono coperti per l'intero ciclo di coltivazione e rimangono quantità di azoto disponibili per le colture successive.

Sebbene i rizobi fissino l'azoto anche nel terreno, esaltano questa attività in simbiosi con le leguminose. Catturano l'azoto presente in atmosfera, fissandolo per azione dell'enzima *nitrogenasi*, e lo esportano ai circuiti metabolici della pianta, che fornisce la grande quantità di energia necessaria per questo processo dalla demolizione di quote notevoli dei carboidrati fotosintetizzati. Questo spiega il fatto che la biomassa prodotta dalle leguminose, ricca di sostanze azotate, è in quantità molto inferiore rispetto a quella che potrebbero produrre altre piante non leguminose come le graminacee.

Poiché il rapporto di simbiosi è specifico, in caso di nuova introduzione di una nuova specie di leguminose su un terreno o di una reintroduzione dopo un intervallo di tempo prolungato, bisogna provvedere all'inoculazione artificiale della semente con il *Rhizobium*. L'avvenuta simbiosi e l'efficienza del suo funzionamento sono facilmente valutabili osservando la presenza sulle radici delle leguminose dei tubercoli o noduli.

Tra le colture annuali non foraggere, le leguminose da granella sono quelle che vantano il maggior valore preparatorio del terreno. Questa prerogativa è dovuta ad alcune peculiarità di queste piante, ovvero:

- *alla simbiosi*, che esse realizzano con i batteri azotofissatori sull'apparato radicale e che apporta nel terreno notevoli quantità di azoto atmosferico;
- *alla coltivazione*, che richiede delle operazioni colturali attente, il cui beneficio va pure a vantaggio delle colture che seguono (lavorazioni principali, sarchiature, ecc.);
- *alla qualità dei residui colturali*, che presentano un contributo in termini di entità (radici e stoppie) simile a quello dei cereali autunno-vernini, ma si differenziano per il minor rapporto C/N ed il maggior coefficiente isoumico, che influenzano positivamente la resa della coltura successiva.

Nonostante l'elevato potenziale nutrizionale dei semi dei legumi, il loro impiego nella nutrizione umana e animale è spesso limitato dalla presenza di un gruppo eterogeneo di composti, di natura proteica e non proteica, noti nel loro complesso come "fattori antinutrizionali" o "antinutrienti" a causa dei loro effetti potenzialmente tossici o dannosi.

Questa denominazione, viene impiegata per la definizione di quei componenti endogeni che possono interferire con la digeribilità di proteine, l'assorbimento di minerali e vitamine e le funzioni dell'epitelio intestinale, provocando così carenze nutrizionali, oppure essere responsabili di reazioni allergiche in soggetti suscettibili.

- o inibitori enzimatici → riduzione della digeribilità di proteine ed amido con conseguente ritardo nella crescita (molti in fagioli e soia, pochi in piselli e fave);

- o lectine (emoagglutinine): si legano alle glicoproteine → possono interferire con l'assorbimento di diversi nutrienti o causare iperplasia delle cellule intestinali (molti in soia, fagioli ed arachide);
- o fitati e tannini: si legano rispettivamente a metalli e proteine → riduzione della digeribilità;
- o α -Galattosidi (raffinose, stachiose, verbascose) → fermentazioni intestinali e flatulenza (sono presenti in tutti i semi e resistono alla cottura);
- o altre sostanze tossiche:
 - alcaloidi (luparina, lupirina, sparteina) nei lupini;
 - vicina e convicina (presenti nei cotiledoni della fava) → favismo in soggetti allergici;
 - latirogeni in cicerchia → deformazione scheletrica o alterazioni del sistema nervoso che causano rigidità e paralisi muscolare;
 - saponine → formano schiume stabili in soluzioni acquose.

Gli effetti negativi di alcuni fattori antinutrizionali possono essere osservati solo in caso vengano assunti in grande quantità; al contrario invece, in quantità inferiori al livello di tossicità alcuni di questi fattori presentano effetti benefici (ad es. inibitori delle proteasi, lectine, tannini, acido fitico e saponine sono stati indicati come agenti protettivi nei confronti del cancro o delle malattie cardiovascolari; le saponine, legandosi al colesterolo, ne abbassano il livello nel sangue dell'uomo).

L'utilizzo di legumi per l'alimentazione umana quindi, richiede una serie di interventi che hanno lo scopo di eliminare o ridurre a livelli non dannosi queste sostanze.

I fattori antinutrizionali di natura proteica, inibitori enzimatici e lectine, vengono inattivati con il trattamento termico precedente il consumo dei legumi, mentre quelli di natura non proteica (in parte termostabili) possono essere ridotti mediante altri trattamenti, usati anche in abbinamento:

- tecniche di incrocio con lo scopo di selezionare caratteri associati all'assenza del componente indesiderato;
- rimozione di questi fattori attraverso tecniche di biologia molecolare;
- trattamenti post-raccolta quali: la decorticazione, l'ammollo precedente la cottura, la germinazione e la fermentazione, il trattamento alcalino.

1.2 Tecniche agronomiche

Avvicendamenti e rotazioni

Nell'avvicendamento occupano il posto delle colture da rinnovo o miglioratrici, favorendo le in particolar modo la coltivazione dei cereali autunno-vernini, classiche colture che le seguono e che meglio di qualsiasi altra specie sfruttano la fertilità residua dei terreni.

In passato l'avvicendamento di colture miglioratrici e/o da rinnovo con colture depauperanti o sfruttanti era pratica comune; ad esse spettava il compito di assicurare il mantenimento dell'humus e la fissazione di grandi quantità di azoto nel terreno.

Possono adattarsi a condizioni di aridità anche spinte, ponendosi spesso come uniche colture alternative alla coltivazione, appunto, dei cereali autunno-vernini.

Un'utilizzazione "particolare" è quella del recupero di aree inquinate, impiegando cioè le leguminose per la decontaminazione del suolo da specifici composti tossici. Infatti le piante possono facilitare la detossificazione di numerosi composti stimolando indirettamente il metabolismo dei microrganismi della rizosfera oppure direttamente rilasciando enzimi nella rizosfera stessa; è inoltre possibile, solo per alcune specie, accumulare il contaminante e trattenerlo o degradarlo all'interno di specifici organi o comparti cellulari.

Lavorazioni

La preparazione del terreno deve essere accurata per aumentare la capacità di immagazzinamento idrico, importante per colture in asciutto, ed evitare ristagni idrici, particolarmente dannosi per queste specie.

A fine estate-inizio autunno si lavora il terreno con arature superficiali (25-30 cm), con le operazioni successive che prevedono l'affinamento con erpici e l'eventuale esecuzione della falsa semina per il controllo della flora infestante. È da evitare l'impiego di macchinari e attrezzi che provochino un eccessivo interrimento dello strato attivo (per le lavorazioni a profondità maggiori di 25-30 cm dovrebbero essere utilizzati strumenti discissori) e che danneggino la struttura del terreno (costipamento, polverizzazione ecc.). Per garantire il massimo rispetto della fertilità chimico fisica del terreno si può ricorrere alle tecniche di minima lavorazione (minimum tillage) o di non lavorazione (zero tillage).

Integrazione della fertilità

Poiché le leguminose da granella, in caso di successo della simbiosi con i rizobi, risultano essere autosufficienti per quanto riguarda le richieste di azoto, bisogna favorire tale rapporto e fare anche in modo che inizi prima possibile.

Questo permette di evitare la concimazione azotata, ad eccezione di un'eventuale limitata somministrazione alla semina, con un consistente risparmio economico ed una riduzione dell'inquinamento della falda dovuto alla riduzione delle perdite per lisciviazione. L'apporto deve essere tale da soddisfare unicamente le esigenze nutrizionali delle leguminose fino all'avvio della simbiosi, infatti l'eccessivo contenuto nel terreno di azoto minerale inibisce l'attività di fissazione dell'azoto atmosferico dei rizobi che, come le piante, utilizzerebbero quello già presente nel terreno, di più facile assunzione, senza avviare per tempo il rapporto di simbiosi.

Le leguminose da granella sono generalmente avide di fosforo e potassio, elementi che, quindi, devono essere adeguatamente rappresentati.

A questo proposito va rammentata l'abilità a migliorare l'assorbimento di elementi nutritivi per mezzo delle associazioni micorriziche tra le radici e le ife dei funghi, il cui risultato più importante è l'incremento dell'assorbimento del fosforo. Rispetto alle specie graminacee, le leguminose presentano un apparato radicale più ridotto; sono quindi relativamente poco adatte per la ricerca e l'assunzione di fosforo e rispondono molto bene all'infezione micorrizica, che è spesso inversamente correlata alla lunghezza dei peli radicali, ma dipende anche dalle esigenze assolute in fosforo e dal tipo di accrescimento.

La quantità di fosforo disponibile nel terreno rappresenta il limite più importante per la risposta delle piante all'infezione micorrizica. Poiché i semi di alcune leguminose sono ritenuti sensibili all'azione dei concimi minerali e ne possono rimanere danneggiati, è preferibile incorporarli al terreno con le lavorazioni principali; eventuali somministrazioni alla semina devono essere ridotte al minimo.

Controllo delle infestanti

Le infestanti costituiscono un importante fattore limitante, sotto il profilo sia quantitativo che qualitativo, della produzione areica delle leguminose da granella, le quali hanno una fase iniziale di crescita molto lenta e quindi poco competitiva; ostacolano inoltre le operazioni di raccolta, trebbiatura e pulitura del seme. L'entità della riduzione delle rese causata dalle infestanti dipende da diversi fattori, quali il rapporto tra la densità della coltura e quella delle malerbe, la natura delle specie infestanti e la loro epoca di emergenza, il contenuto di umidità e di elementi nutritivi del terreno.

Occorre prevenire lo sviluppo delle infestanti con tutti i mezzi a disposizione poiché, una volta insediate, la lotta, qualunque sia la natura dei mezzi impiegati produce sempre effetti collaterali più o meno gravi sulle colture.

L'effetto più importante dell'azione delle infestanti è la riduzione della produzione unitaria indotta dalla competizione. Questa si esplica nei confronti degli elementi minerali, dell'acqua e della luce. Nella competizione per la luce, la coltura può esercitare un'azione soffocante sulle erbe infestanti nel caso in cui sia favorito un suo veloce insediamento ed uno sviluppo vigoroso, per cui prenda rapidamente il sopravvento. Sarà motivo di successo, pertanto, il controllo delle infestanti prima della semina e immediatamente dopo, mediante trattamenti pre-emergenza o post-emergenza che abbiano il massimo effetto sulle infestanti ed il minimo impatto sulla coltura.

Per il controllo delle erbe infestanti, oltre alla rotazione, è possibile limitare ulteriormente l'utilizzo di erbicidi ricorrendo a false semine, impiego di sementi ad elevata purezza, impiego di specie e varietà maggiormente resistenti, adeguata regimazione delle acque meteoriche ecc.

Bisogna infine ricordare che il trattamento dei semi con fungicidi è incompatibile con l'inoculazione di *Rhizobium*, per cui se questa è necessaria per introdurre un ceppo in una nuova area di coltivazione è bene fare ricorso a seme sano, di alta qualità.

Utilizzo della granella

Le leguminose da granella rappresentano attualmente il 3% delle materie prime utilizzate dall'industria mangimistica europea (www.grainlegumes.com) e sono in grado di complementare ogni altro componente della dieta animale in quanto posseggono composizioni nutrizionali variabili con la specie e la varietà e rispondono alle richieste nutrizionali differenziate degli animali (Tab. 1).

Tab. 1 – Adattabilità nutrizionale di ogni specie (www.grainlegumes.com).

	Suini	Polli	Ruminanti
Pisello	+++	+++	++
Fava	+++	+++	++
Veccia	-	-	++
Cece	++	++	++
Lupino bianco	++	+++	+++
Lupino azzurro	++	++	+++
Lupino giallo	++	++	+++
Soia	+++	+++	+++
+++ molto adatta; ++ adatta; + moderatamente adatta; - poco adatta			

1.3 Il cece

1.3.1 Origine e caratteri tassonomici

Tassonomicamente il cece è così classificato:

Regno	<i>Plantae</i>
Sottoregno	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisione	<i>Spermatophyta</i>
Divisione	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sottoclasse	<i>Rosidae</i>
Ordine	<i>Fabales</i>
Famiglia	<i>Fabaceae</i>
Sottofamiglia	<i>Faboideae</i>
Tribù	<i>Cicereae</i>
Genere	<i>Cicer</i>
Specie	<i>Cicer arietinum</i> L.

Il genere *Cicer* comprende infatti 9 specie annuali (*C. arietinum*, *C. reticulatum*, *C. echinospermum*, *C. pinnatifidum*, *C. judaicum*, *C. bijugum*, *C. cuneatum*, *C. yamashitae*, *C. chorassanicum*, 33 specie perenni ed 1 non specifica (Van der Maesen, 1987), tutte distribuite fra la Turchia a l'Asia centrale ma anche in aree circoscritte dell' Etiopia, Sudan ed Egitto (Singh e Saxena, 1997). Fra queste, in base ad analisi cariotipiche (Ocampo *et al.*, 1992), profili proteici (Ladizinsky e Adler, 1975) e combinazioni di incrocio (Singh e Ocampo, 1993), *C. reticulatum* potrebbe essere considerato il più diretto progenitore della specie coltivata *C. arietinum* (Ladizinsky ed Adler, 1976; Ohri e Pal, 1991). L'analisi citologica effettuata su diverse specie del genere *Cicer*, evidenzia che il numero cromosomico è sempre $2n=16$; studi cariotipici (Ocampo *et al.*, 1992) e di polimorfismo isoenzimatico (Ahmad *et al.*, 1992) hanno reso possibile la suddivisione della specie in due gruppi non incrociabili tra loro: uno comprendente *C. arietinum*, *C. reticulatum*, *C. echinospermum* e l'altro, più distante, contenente *C. pinnatifidum*, *C. judaicum*, *C. bijugum*, *C. yamashitae*, *C. cuneatum*.

Le cultivar di cece sono riunite in due gruppi: ***kabuli*** e ***desi***.

Il primo, originario del bacino del Mediterraneo dove è ampiamente coltivato, è caratterizzato da semi a forma di testa di ariete (da cui molto probabilmente deriva la denominazione *arietinum*) di colore chiaro e generalmente con peso medio elevato; le piante sono di taglia medio-alta, il fiore è bianco. Il secondo, coltivato soprattutto nel continente indiano, presenta semi più piccoli, scuri ed angolosi; la pianta è di taglia più bassa e presenta un portamento semi-prostrato. Il fiore è pigmentato.

Le cultivar tipo *desi* rappresentano circa l'85% della produzione mondiale annua e sono coltivati nel sub continente indiano mentre i tipi *kabuli* costituiscono interamente le colture dell'Asia occidentale, del nord Africa e dell'Europa occidentale.

1.3.2 Dati produttivi

1.3.2.1 Dati produttivi mondiali

Tab. 2 - Superficie mondiale coltivata (ha) nel periodo 2001-2008 (<http://faostat.fao.org>).

Paese produttore	Anni							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Australia	195.000	201.161	200.815	110.173	105.300	244.000	306.000	298.000
Canada	467.400	141.600	62.700	38.500	72.800	127.500	174.000	42.400
Etiopia	211.910	194.981	154.281	181.079	211.490	201.009	200.066	226.785
India	5.185.300	6.416.200	5.906.400	7.048.100	6.714.600	6.896.200	7.493.900	7.543.700
Iran	751.706	712.098	641.385	572.939	537.523	755.000	755.000	790.000
Malawi	89.000	89.500	89.500	89.500	89.500	88.000	98.000	98.000
Marocco	58.000	71.600	70.900	72.000	76.300	74.900	78.500	64.900
Messico	194.464	147.337	114.401	73.929	97.751	113.262	89.665	90.970
Myanmar	164.378	194.600	191.800	202.000	204.000	223.800	225.000	225.000
Pakistan	905.000	933.900	963.000	982.300	1.093.800	1.028.900	1.052.000	1.106.800
Siria	87.134	102.161	99.537	75.820	86.300	62.530	85.590	85.590
Spagna	82.479	89.309	81.528	80.944	61.015	25.205	31.600	31.600
Tanzania	64.000	70.000	70.000	70.000	70.000	69.000	70.000	70.000
Tunisia	11.950	7.595	10.260	9.860	9.400	9.100	12.600	11.200
Turchia	645.000	660.000	630.000	606.000	557.800	521.893	500.283	486.199
U.S.A.	15.500	16.000	16.754	17.564	34.924	53.783	55.000	57.000
Mondo	9.458.170	10.388.907	9.641.600	10.563.898	10.354.956	10.834.632	11.552.185	11.556.744

Dai dati riportati in Tabella 2 si nota come l'India sia nettamente il paese produttore più importante: con 7.543.700 ha nel 2008 occupava da sola il 65% della superficie mondiale coltivata a cece seguita da: Pakistan (9,6%), Iran (6,8 %) e Turchia (4,2 %).

Tra i produttori si notano variazioni anche importanti nel corso di questi ultimi anni: la più evidente è certamente quella dell'India che dal 2001 al 2008 ha incrementato la superficie coltivata di oltre 2 milioni di ha, mentre il Pakistan di circa 100.000 ha. Da segnalare il costante incremento degli Stati Uniti che hanno più che triplicato la superficie nell'arco di sette anni, mentre in Australia, a seguito di un violento attacco di *Ascochyta rabiei* che fra il 1998 e il 1999 ha distrutto oltre il 50% delle produzioni, si è avuto un dimezzamento delle coltivazioni che sono tornate a crescere a partire dal 2006. La Turchia e la Spagna (maggior produttore in Europa) hanno ridotto costantemente le superfici, mentre Canada e Messico si sono rivelati estremamente incostanti.

Tab. 3 - Produzione mondiale (t) nel periodo 2001-2008 (<http://faostat.fao.org>).

Paese produttore	Anni							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Australia	258.000	128.738	198.854	135.215	122.800	232.000	313.000	378.000
Canada	455.000	157.000	67.600	51.200	103.900	163.200	224.800	67.000
Etiopia	175.734	186.801	135.930	162.858	216.937	210.585	253.871	286.820
India	3.855.400	5.473.000	4.236.800	5.717.500	5.469.400	5.575.400	6.333.700	5.748.600
Iran	268.774	301.876	290.136	286.920	265.229	324.786	310.000	320.000
Malawi	36.000	37.000	37.000	37.000	34.072	35.000	40.000	40.000
Marocco	31.790	51.340	43.020	41.940	32.270	66.320	33.380	38.100
Messico	326.119	235.053	142.800	104.527	133.976	163.348	148.495	164.605
Myanmar	119.269	190.600	208.500	224.300	235.200	260.300	260.000	260.000
Pakistan	397.400	362.100	675.200	611.100	868.200	479.500	838.000	474.600
Siria	60.052	88.781	86.956	45.300	65.200	51.880	50.044	50.044
Spagna	56.949	70.467	51.132	59.390	18.783	19.764	30.100	30.100
Tanzania	27.000	30.000	29.885	32.000	32.000	30.500	31.000	31.000
Tunisia	7.145	5.930	8.030	7.730	7.100	9.100	12.600	10.880
Turchia	535.000	650.000	600.000	620.000	600.000	551.746	505.366	518.026
U.S.A.	18.000	18.500	18.915	26.898	48.126	69.808	72.000	74.600
Mondo	6.911.965	8.271.078	7.105.080	8.437.942	8.526.871	8.530.506	9.730.076	8.779.543

L'India da sola nel 2008 ha prodotto circa il 65% della produzione mondiale (Tab. 3) pur avendo rese unitarie relativamente poco elevate ($0,76 \text{ t ha}^{-1}$); la Turchia nello stesso anno ha prodotto il 5,9 % della produzione mondiale ed è, fra i grandissimi produttori (in termini di superfici coltivate), quella con rese unitarie più alte ($1,07 \text{ t ha}^{-1}$). L'Australia, dopo il crollo

delle produzioni, ha costantemente aumentato ha coltivati e rese unitarie fino alle 1,27 0,70 t ha⁻¹ del 2008, mentre la Spagna, pur investendo grandi superfici, ha difficilmente medie superiori alle 0,95 t ha⁻¹.

1.3.2.2 Dati produttivi in Italia

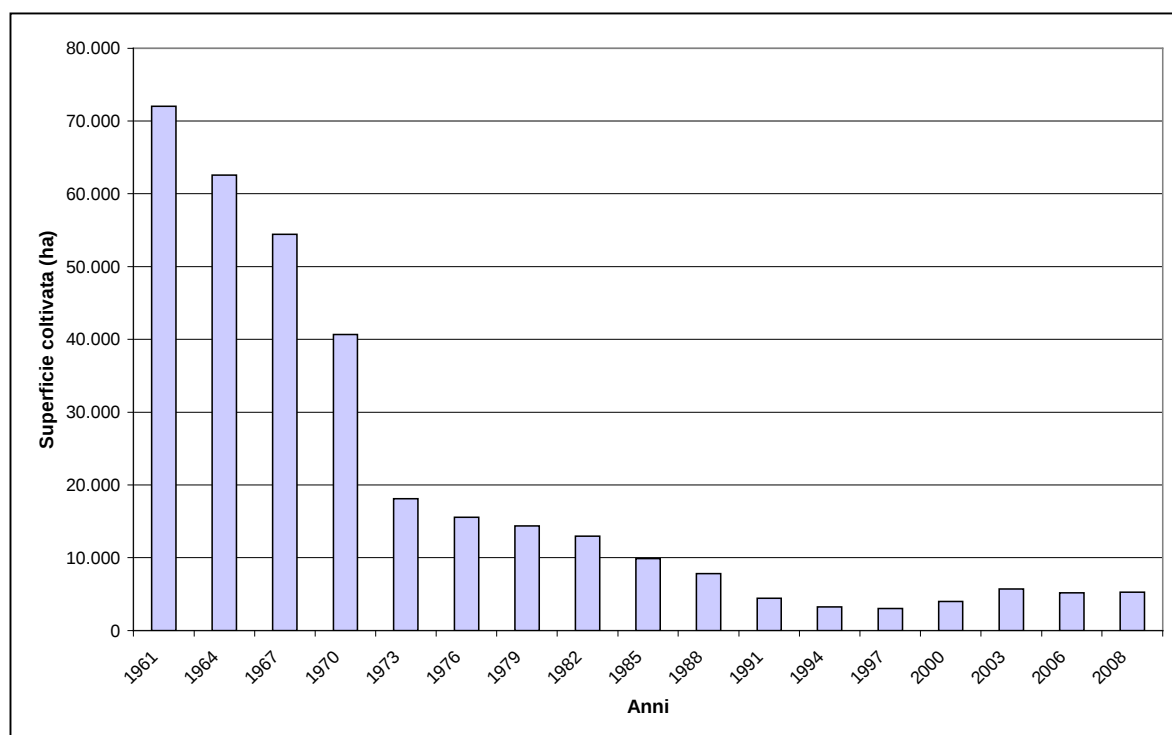


Fig. 1 – Andamento della superficie coltivata a cece in Italia.

In Italia nel 1950 venivano coltivate a cece oltre 111.000 ha (Baldoni e Giardini, 2000). La produzione è andata a calare vertiginosamente negli anni fino ad arrivare a poco più di 3.000 ha tra il 1994 ed il 1997 (Fig. 1), per poi crescere lievemente e stabilizzarsi sui 5.000 ha negli ultimi anni. Le cause di questa contrazione sono molteplici: basse rese produttive, coltivazione dei cereali praticamente in monosuccessione a causa delle politiche agrarie comunitarie che hanno favorito la coltivazione soprattutto di grano duro negli areali dove prima veniva coltivato anche il cece.

Tuttavia, a fronte di un drastico declino della produzione di cece, corrisponde un deciso aumento delle importazioni; coincidente con la produzione fino al 1985, il consumo del cece ha seguito poi un andamento parallelo a quello dell'importazione da cui dipende pesantemente (<http://faostat.fao.org>).

Dai dati della Tabella 4 si nota che la produzione Italiana è rimasta costante negli ultimi anni e che la coltivazione è prevalentemente effettuata al Sud, mentre in tutto il Nord è stato coltivato un solo ettaro nel 2006 e 36 nel 2008. Le regioni più importanti sono: la Sicilia con il 31% della superficie Italiana a cece, la Puglia con il 28% e la Basilicata con il 18%; Al Centro la coltivazione è limitata a pochi ha per regione, ad eccezione Toscana che dal 2006 al 2008 ha quadruplicato le superfici.

Tab. 4 – Superfici coltivate (ha) e produzioni (t) in Italia negli anni 2004, 2006 e 2008 (www.istat.it).

Regioni	2004		2006		2008	
	Superficie (ha)	Produzione (t)	Superficie (ha)	Produzione (t)	Superficie (ha)	Produzione (t)
Sicilia	1.557	1.852,8	1.666	2.164,3	1.643	2.067,4
Puglia	1.618	1.618,3	1.495	1.495,5	1.460	1.436
Basilicata	1.067	1.480	910	1.133,1	944	1.183,6
Calabria	69	51,4	401	487,4	322	341,5
Campania	274	415,2	242	478,2	265	481,9
Abruzzo	20	16	218	360	235	413
Toscana	26	45,5	30	50,6	124	260,6
Sardegna	119	85,9	118	84,5	119	85,6
Umbria	25	44,9	43	60,5	55	93
Lazio	39	44	37	39	33	31,7
Lombardia	0	0	0	0	31	52,7
Molise	22	33,4	22	33	22	33
Marche	6	23,3	5	20,6	7	22,5
Piemonte	0	0	1	1,8	5	10
Italia	5.433	6.447	5.188	6.173	5.265	6.250

La media produttiva nazionale si aggira sui 1,19 t ha⁻¹ e precisamente 1,48 t ha⁻¹ al Centro e 1,22 t ha⁻¹ al Sud; la regione Marche ha resa la unitaria più elevata con 3,21 t ha⁻¹, ma calcolata su solo 7 ha coltivati. La produzione è risultata fortemente influenzata dall'andamento climatico stagionale.

1.3.3 Caratteri botanici

Il cece è una pianta annuale con apparato radicale caratterizzato da una radice principale (fittone) che può raggiungere profondità fino ad 1,20 m e produce radici laterali più piccole.

Le piante hanno un'altezza che va da 20 cm fino 100 cm circa, presentano steli angolosi, dritti o flessuosi, lunghi da 20 a 25 cm. Il portamento è di tipo semi-eretto, ma può essere anche eretto o prostrato. I rami che si originano dai nodi più bassi della pianta vengono chiamati branche basali, mentre quelle che si originano dai nodi subito al di sotto a quelli riproduttivi vengono chiamati branche superiori.

Dopo la germinazione (ipogea) dal seme si origina un piccolo germoglio con una prima foglia costituita da 2-3 paia di foglioline laterali ed una terminale. Le foglie che si formano successivamente sono composte, imparipennate e costituite da 6-7 paia di foglioline ellittiche denticolate sui bordi.

Il fiore, tipicamente papilionaceo, è generalmente di colore bianco, una lunghezza che va dai 3 ai 40 mm ed è portato da racemi ascellari formati in genere da 1-5 fiori. In *Cicer arietinum* sono frequenti racemi con un fiore e solo raramente sono presenti forme con due fiori.

Dopo la fecondazione del fiore, che è autogama, si forma un legume ovato oblungo, contenente 1 o talvolta 2 semi.

Tutta la pianta è verde grigiastro e pubescente per la presenza su tutti gli organi di fitti peli ghiandolari che secernono una soluzione acida per presenza di acido malico e ossalico.

1.3.4 Biologia

Il ciclo biologico può durare da quattro a sei mesi a seconda dell'epoca di semina, viene coltivato fino a 2.400 m di altitudine; cresce nel periodo invernale nel subcontinente indiano, Egitto, Messico, dove fiorisce da gennaio a marzo. Nelle zone mediterranee fiorisce in primavera.

La piantina di cece si sviluppa, dopo la germinazione del seme, sotto forma di un piccolo germoglio con una prima foglia a sua volta costituita da 2-3 paia di foglioline laterali e di una terminale. Le successive foglie, imparipennate, si posizionano secondo una fillotassi alterna e sono costituite da 11-18 foglioline, ognuna delle quali inserita al rachide mediante un piccolo picciolo (Ranalli, 2001).

La fioritura comincia 1-2 mesi dopo l'emergenza: i baccelli si gonfiano rapidamente (spesso entro tre giorni nel cece coltivato, entro 1 settimana in altre specie) ed impiegano da 2 a 4 settimane per il completo riempimento e poco più per la completa maturazione. I primi fiori possono in genere disseccare ed abortire prima dell'apertura; questi sono chiamati pseudofiori e il loro numero varia a seconda del genotipo e delle condizioni ambientali. Il significato agronomico non è chiaro, ma sembra che in condizioni di sviluppo vegetativo prolungato, potrebbero svolgere un ruolo adattativo in quanto ritardano il ciclo riproduttivo (Ranalli,

2001). La fase di fioritura si estende generalmente fino ad un mese; gli ultimi fiori possono andare soggetti a colatura. Sono state descritte diverse e rare anomalie degli organi riproduttivi, tra cui la maschio-sterilità la cui espressione del carattere è risultata piuttosto instabile. È una specie fortemente autogama con gradi di eterogamia inferiori al 2% (Singh e Ibrahim, 1990). In genere, le branche primarie contribuiscono per il 54% alla resa in granella finale (Singh, 1997).

Il cece è in linea generale una pianta di tipo longidiurno qualitativo, nel senso che un fotoperiodo breve non impedisce la fioritura, ma un fotoperiodo lungo favorisce l'anticipo della fioritura e la produzione di materia secca. Le varietà di origine russa sarebbero relativamente insensibili al fotoperiodo, le varietà di origine etiopica sarebbero invece più sensibili. La pianta quindi fruttifica sia se seminata in autunno che in primavera, ma con la semina primaverile, assume una conformazione più compatta e cespugliosa, in conseguenza dell'accorciamento degli steli e della riduzione degli internodi.

1.3.5 Esigenze

È coltivato in diversi paesi dove sussistono notevoli differenze riguardo: temperature, fotoperiodo, precipitazioni atmosferiche e tutta una serie di fattori che condizionano notevolmente lo sviluppo della pianta, il suo aspetto fenologico e la riproduzione.

La germinazione può verificarsi sotto un'ampia gamma di temperature, ma quelle che assicurano risultati soddisfacenti sono comprese tra i 15 ed i 30 °C. La temperatura ottimale è di 20 °C ed al di sotto dei 15 °C si possono creare emergenze con ritardi e problemi vari: tale condizione può verificarsi a seconda dell'epoca di semina in ambiente mediterraneo.

Nel corso del suo ciclo il cece richiede solo temperature moderatamente elevate, una temperatura fluttuante è preferita purché le escursioni non siano troppo elevate (Baldoni e Giardini, 2000). Durante la formazione e la differenziazione dei boccioli fiorali, servono almeno 25 °C, al di sopra dei quali si sviluppa bene il tubetto pollinico, mentre basse temperature causano il disseccamento irreversibile delle antere. Pur essendo una coltura invernale che può resistere con alcuni genotipi anche a temperature di diversi gradi sotto lo zero (-7, -8 °C), l'accrescimento vegetativo si rallenta notevolmente durante i periodi molto freddi e questo fa sì che la pianta in tali condizioni non sia più competitiva nei confronti delle infestanti che possono prendere il sopravvento. Temperature troppo elevate, superiori ai 30 °C possono risultare dannose nella fase riproduttiva ed al momento della formazione e del riempimento del seme.

Il cece è una pianta arido-resistente, come evidenziano chiaramente le foglie piccole e densamente pubescenti, l'aspetto della chioma e l'apparato radicale fittonante e molto profondo che la rende in grado di estrarre acqua anche a notevoli profondità. Negli ambienti aridi o semiaridi è nota la maggiore potenzialità produttiva del cece in semina autunnale (Mbarek *et al.*, 2003; Saxena, 1980; Singh e Hawtin, 1979) dovuta al maggior sviluppo vegetativo delle piante e al conseguente incremento della biomassa totale e del seme prodotto: la pianta raggiunge una taglia più elevata, con fusti più robusti e con un maggior numero di baccelli, quindi aumento della produzione di seme e più facile raccolta meccanica dovuta alla maggiore altezza di inserzione del primo legume.

Per poter ottenere rese prossime al massimo potenziale è stato stimato un consumo idrico per l'intero ciclo di circa 450 mm di acqua. L'aumento della piovosità durante il ciclo culturale da 0 a 400 mm può portare alla triplicazione della resa unitaria, ciò fa capire l'importanza che può avere l'irrigazione di soccorso ed il rischio di semine troppo posticipate specie nel sud Italia (Cardarelli, 2007).

Infatti una coltura seminata a fine inverno comporta un aleatorio livello di resa, dovuto in gran parte alla elevata variabilità dell'andamento termopluviometrico nel periodo primaverile. Limitate precipitazioni unite a repentini innalzamenti termici nella tarda primavera, anche se di breve durata, determinano un drastico accorciamento del ciclo culturale con forti limitazione della produzione di seme (Rossini, 2008).

In prove condotte alla fine degli anni ottanta in undici località dell'Italia meridionale è stato dimostrato che il cece riduce la lunghezza del ciclo culturale da 216 a 114 giorni passando dalla semina autunnale a quella primaverile, con una diminuzione media di circa 0,8 giorni per ogni giorno di ritardo a partire dalla metà di novembre (Abbate, 1994).

L'anticipo dell'epoca di semina presuppone però l'ottimale controllo della flora infestante e l'impiego di cultivar tolleranti il freddo e resistenti alla rabbia (*Ascochyta rabiei*).

Nei confronti del terreno, il cece non presenta particolari esigenze, fatta eccezione per la salinità, verso la quale questa specie, come tutte le leguminose è particolarmente sensibile. Vanno evitati i terreni troppo fertili, in quanto possono determinare un eccessivo rigoglio vegetativo a scapito della fruttificazione, così come è bene non coltivare il cece in terreni con problemi di ristagni idrici in quanto la coltura è particolarmente sensibile all'asfissia radicale ed in terreni troppo ricchi di calcare, che esercita un'azione negativa sulla qualità della granella in quanto i semi prodotti presentano un tegumento più spesso ed impermeabile.

Il controllo delle infestanti è assolutamente necessario per assicurare buone rese produttive, la qualità della granella e facilitare la raccolta con le mietitrebbiatrici. La presenza di infestanti può determinare un decremento della resa notevolmente elevato (Paolini *et al.*, 2006;

ICARDA FSP, 1986). Tale riduzione è sicuramente più marcata per la coltura in semina autunnale (Solh e Pala, 1990).

L'azione negativa delle infestanti nel cece non si limita al solo effetto competitivo, ma anche ad un aumento delle difficoltà e delle perdite di raccolta se questa viene effettuata in due tempi (sfalcio-andanatura e successiva trebbiatura) o ad un forte degrado della qualità della granella quando viene raccolta con l'impiego della mietitrebbia. L'aumento della quantità di biomassa da lavorare determina una necessaria modificazione di alcuni parametri di regolazione della mietitrebbia tra cui l'aumento delle velocità di rotazione del battitore con conseguente incremento della percentuale di grani rotti e macchiati dai succhi cellulari rilasciati dalle infestanti ancora verdi (Rossini, 2008). In tali condizioni la granella raccolta contiene elevati quantitativi di frammenti di infestanti che essendo umidi risultano pesanti e difficilmente separabili. Ciò porta ad un inumidimento ed una colorazione dei grani che anche se velocemente separati dalle altre impurità sono destinabili esclusivamente all'alimentazione zootecnica.

Ricerche in Iran hanno dimostrato che il periodo di maggior sensibilità del cece nei confronti delle infestanti va dal diciassettesimo fino al sessantesimo giorno dopo l'emergenza (Mohammadi *et al.*, 2005). Quindi data la quasi impossibilità di ottenere in post-emergenza un controllo efficace delle infestanti dicotiledoni senza arrecare stress fitotossici alla coltura con conseguenti limitazioni della resa, il controllo chimico delle infestanti del cece deve basarsi principalmente sull'utilizzazione di erbicidi di pre-emergenza con persistenza dell'efficacia di un paio di mesi. Molti principi attivi possono essere impiegati in pre-emergenza per il controllo delle infestanti nel cece (D'Alessandro *et al.*, 1990) anche se di fatto, sia per la limitata disponibilità di prodotti commerciali registrati per tale coltura sia per lo spettro d'azione non per tutti sufficientemente ampio, le possibilità di scelta sono piuttosto limitate.

A ciò si aggiunge l'aleatorietà dell'efficacia di questi erbicidi fortemente influenzata dall'umidità del terreno e dall'entità delle precipitazioni subito dopo la loro distribuzione.

Molte infestanti sono ancora poco controllabili con l'utilizzazione degli erbicidi sia perché non risultano sensibili ai principi attivi utilizzabili, come *Helianthus annuus*, *Xanthium italicum*, *Cirsium arvense* e *Convolvulus arvensis*, sia perché emergono tardivamente quando l'efficacia dei prodotti residuali distribuiti in pre-emergenza è ormai significativamente attenuata, come *Ammi majus* e *Fallopia convolvulus* (Rossini, 2008).

Per il controllo efficace delle malerbe nel cece occorre adottare una strategia di lotta integrata, che unisca gli effetti benefici dell'avvicendamento a quelli degli interventi chimici e meccanici. La sarchiatura, infatti, permette un buon controllo della flora avventizia,

eventualmente sfuggita all'azione degli erbicidi di pre-emergenza, anche se necessita che la coltura sia seminata a file sufficientemente spaziate (> 45 cm). La maggior distanza tra le file non influenza l'abilità competitiva del cece nei confronti delle infestanti (Whish *et al.*, 2002) e l'eventuale diminuzione di produttività rispetto ad una coltura seminata a file strette è legata quasi esclusivamente alla minore densità colturale che si ottiene con tale modalità di semina. Ciò riveste importanza rilevante esclusivamente negli ambienti più favorevoli; in tali ambienti infatti, la resa in granella nel cece non è significativamente ridotta dalla competizione intra-specifica (Jettner *et al.*, 1999), per cui utilizzando varietà a portamento eretto si possono convenientemente adottare densità colturali elevate.

1.3.6 Avversità

Il cece è soggetto all'attacco di moltissimi patogeni di cui solo alcuni realmente importanti. Vi sono limitate risorse bibliografiche riguardo alla situazione del cece in Italia, tuttavia esiste la possibilità di attacco da parte di 52 patogeni (Infantino *et al.*, 1991). La malattia più dannosa è in assoluto la rabbia o antracnosi, causata da *A. rabiei*. Altri patogeni causano attacchi occasionali o limitati a zone particolari: *Fusarium spp*, *Verticillium spp.*, *Botrytis cinerea*, *Uromyces ciceris-arietini*, *Sclerotinia spp.* e *Rhizoctonia* che attaccano colletto e radice; il Virus del Mosaico dell'Erba medica (AMV), il Virus del Mosaico del Cetriolo (CMV).

Ascochyta rabiei (Pass.) Labrousse

Presente in forma endemica in diverse parti del mondo causa gravi epidemie ad andamento estremamente rapido. In Italia è molto diffusa e crea problemi soprattutto sulle semine autunno-vernine, oggi tra l'altro utilizzate per aumentare le rese (Saccardo *et al.*, 1987; Porta-Puglia e Crinò, 1993). Temperature moderate intorno ai 20°C (Trapero-Casas and Kaiser 1992), associate alla pioggia che favorisce la dispersione delle spore, determinano una rapida diffusione del patogeno; tenendo presente che la resistenza alla rabbia diminuisce rapidamente a partire dall'inizio della fioritura (Chongo and Gossen, 2001), con la semina autunnale l'epoca di maggior rischio termopluviometrico coincide con la maggiore suscettibilità della coltura verso il patogeno.

Il sintomo più grave e tipico è rappresentato da lesioni più o meno allungate sulle branche con frequente rottura e ripiegamento dell'organo colpito e successivo disseccamento delle parti sovrastanti. In condizioni favorevoli (T° 9-24 °C; U.R.> 60%), sulle lesioni si evidenziano delle formazioni conidiche da cui fuoriescono abbondanti picnidi. Possono essere fonte di

infezione il seme infetto, i residui colturali nel terreno della coltura precedente o le ascospore della forma perfetta, che in condizioni di elevata umidità e bassa temperatura, possono svilupparsi nei residui colturali lasciati nel terreno (Cardarelli, 2007). I conidi sono generalmente dispersi nell'ambiente dalla pioggia e dal vento.

Dopo il cedimento della resistenza di alcune varietà di cece quali F8, C12-34, C235 si ipotizzò per la prima volta la specializzazione fisiologica del fungo. Dopo studi effettuati in vari Paesi tra cui Italia, India, Iran, Pakistan e Siria sono state identificate 12 razze fisiologiche. La situazione italiana è caratterizzata dalla presenza di tre razze fisiologiche con grado di virulenza che aumenta progressivamente passando dalla razza I alla razza III (Porta-Puglia *et al.*, 1996).

Gli isolati del III gruppo patogenico sono in grado di causare danni anche sui genotipi di cece finora ritenuti resistenti. A seguito di alcune prove di inoculo effettuate fra il 2005 ed il 2006 presso le serre dell'Azienda Agraria Didattico Sperimentale dell'Università degli Studi della Tuscia a Viterbo e nel 2007 presso il Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA, è emerso che: non esiste alcuna resistenza verso la razza III del fungo. La maggior parte delle linee in esame, mediamente resistenti ad un isolato locale di *A. rabiei*, hanno una dimensione medio-piccola della granella, a dimostrazione della difficoltà di ottenere materiale genetico caratterizzato da granella grande, resistente al fungo e con rese elevate (Crinò e Saccardo, 2008).

Come rimedio si possono effettuare interventi in post-emergenza con fungicidi (efficaci ma difficilmente sopportabili da un punto di vista sia economico che di sostenibilità), attuare la concia della semente (Tiabedanzolo si è rivelato abbastanza efficace), evitare rotazioni dove il cece si ripeta di frequente sullo stesso appezzamento; la soluzione migliore è però quella di utilizzare cultivar resistenti (Porta-Puglia e Crinò, 1993).

1.3.7 Miglioramento genetico e scelta varietale

Il miglioramento genetico tiene conto di molti obiettivi: aumento e stabilizzazione delle rese, buona qualità della granella, facilità di meccanizzazione (soprattutto della raccolta). Riguardo al primo punto gli sforzi si sono concentrati sul trovare genotipi produttivi, tenendo conto anche dei vari stress biotici ed abiotici che destabilizzano le rese produttive; fra gli stress biotici *A. rabiei* è quella che causa maggiori problemi. Fra gli stress abiotici più importanti abbiamo il freddo e la siccità: La resistenza al freddo è ricercata soprattutto quando si tende a fare semine autunno-vernine per incrementare le rese, mentre la resistenza alla siccità è ricercata per ottenere buone rese anche con semine molto posticipate.

Riguardo invece la qualità della granella si cerca di migliorare il contenuto proteico, la composizione amminoacidica (notoriamente povera di metionina e triptofano), le proprietà organolettiche, si cerca di aumentare il calibro del seme e di diminuirne i tempi di cottura. La facilità di meccanizzazione è determinata soprattutto dalla fruttificazione della pianta nella parte alta, che ne agevola la raccolta meccanica.

Sono stati individuati due ideotipi per la coltivazione in Italia (Saccardo e Calcagno, 1990):

- a. l'ideotipo a semina invernale, caratterizzato da un ciclo biologico lungo (150-180 giorni), portamento eretto, fruttificazione apicale, resistenza al freddo;
- b. l'ideotipo a semina primaverile, con ciclo biologico breve, portamento semi-prostrato, resistenza ad *A. rabiei* e *F. oxysporum* f. sp. *Ciceris*.

È attualmente necessario sviluppare nuovo materiale genetico con resa in granella stabile e resistenza durevole ad *A. rabiei* o multipla sia all'antracnosi che alla fusariosi. Sono stati individuati livelli di resistenza validi verso il III ceppo di *A. rabiei* e di *F. oxysporum* soltanto nel germoplasma selvatico di *Cicer*: *C. judaicum*, *C. pinnatifidum*, *C. bijungum*.

Il successo del miglioramento genetico di qualsiasi specie dipende dalla disponibilità di un'ampia diversità genetica della specie. Allo scopo esistono importanti banche del germoplasma:

- ICRISAT (International Center for Agricultural Research in the Semi-Arid Tropics), localizzato in India e specializzato per il *desi*;
- ICARDA (International Center for Agricultural Research in the Dry Areas), sito in Siria e specializzato per il *kabuli*;
- l'ex Istituto russo Vavilov;
- il NIAB in Pakistan;
- l'Istituto del Germoplasma del CNR di Bari.

L'attività di miglioramento genetico in Italia è cominciata nel 1982 sulla base del lavoro realizzato dall'ICARDA.

In passato nel nostro Paese erano coltivate solo popolazioni locali, primaverili ed eterogenee: Borgelloni di Avezzano, Cottoio di Siracusa, Ciffariello, Riccio di Cosenza, etc. Soltanto nel 1986 è stato istituito il Registro Nazionale Delle Varietà da parte del Ministero delle Politiche Agrarie e Forestali e nel 1990 sono state iscritte in tale registro le prime varietà, derivate da selezione-pianta dalle accessioni ILC 3279 e ILC 72: Sultano e Califfo come varietà produttive, a seme piccolo, adatte a semina invernale e raccolta meccanica (Calcagno *et al.*, 1988); Principe e Calia selezionate dagli omonimi ecotipi siciliani, adatte alla semina primaverile ma suscettibili ad *A. rabiei*, granella piccola e liscia in Calia e rugosa e grande in Principe. Nel 1996 sono state iscritte Visir ed Alì ed in seguito sono state ottenute dall'ENEA

le varietà: Pascià, Otello ed Emiro tutte con rese superiori a 3 tonnellate ad ettaro (Saccardo *et al.*, 1996; Saccardo e Crinò, 1998); in particolare Pascià e Visir hanno seme grande (peso dei 100 semi di oltre 50 g) ed apprezzato dai consumatori.

1.3.8 Raccolta

In passato in Italia ed ancora oggi in molti Paesi del mondo il cece veniva raccolto a mano, tagliando raso suolo le piante più o meno ingiallite che venivano poi trasportate nell'aia e poste ad essiccare all'aria in attesa della trebbiatura (Baldoni e Giardini, 2000). Con la raccolta meccanica bisogna aspettare che tutte le piante siano completamente gialle e la granella abbia un tasso di umidità non superiore al 13% (Ranalli, 2001).

Esistono macchine appositamente concepite ma normalmente si usano le normali mietitrebbiatrici opportunamente regolate. Se la maturazione non è omogenea o vi sono infestanti ancora verdi al momento della raccolta, si può falciare ed andanare la coltura per poi trebbiare successivamente con mietitrebbiatrici munite di pick-up. Il campo per agevolare la mietitrebbiatura deve essere ben livellato, scarsamente pietroso e privo di erbe infestanti che intasano la raccogliatrice e peggiorano la qualità della granella. Si devono usare anche cultivar adatte ed in particolare che presentino la fruttificazione nella parte alta della pianta per evitare eccessive perdite di prodotto.

La produzione media in Italia è di circa 1,2 t ha⁻¹ mentre nel mondo è inferiore a 0,8, tuttavia la potenzialità produttiva secondo molti autori va da 1,5 a 5,0 tonnellate ad ettaro. La produzione in paglia è superiore o uguale a quella in semi (Baldoni e Giardini, 2000).

1.3.9 Note nutrizionali ed utilizzo della granella

I pregi nutrizionali sono dovuti principalmente al discreto contenuto in proteina grezza associato a un elevato contenuto di amido, che ne fanno un alimento bilanciato nell'apporto proteico ed energetico. Interessante è il contenuto di lipidi grezzi che sono responsabili del caratteristico sapore del cece e di alcune sue caratteristiche tecnologiche (Carnovale *et al.*, 1987).

Sebbene il cece venga utilizzato soprattutto per l'alimentazione umana, il 20% circa della produzione subisce danni durante la fase di raccolta e trasformazione e viene quindi destinato a prezzi bassi all'alimentazione zootecnica (Salgado *et al.*, 2001).

Il cece è stato sperimentato con successo come mangime in sostituzione di mais, soia e orzo nelle diete di ovini (Priolo *et al.*, 2001; Lanza *et al.*, 2003; Hadjipanayiotou, 2002) e suini (Salgado *et al.*, 2001); la granella di cece può dare risultati positivi e il suo impiego, grazie al contenuto in grassi relativamente elevato rispetto a pisello e soia, sembra possa essere associato a un buon valore energetico (Schneider e La Campagne, 1999).

1.4 Il lupino azzurro

1.4.1 Origine e Caratteri tassonomici

Tassonomicamente il cece è così classificato:

Regno	<i>Plantae</i>
Sottoregno	<i>Tracheobionta</i>
Superdivisione	<i>Spermatophyta</i>
Divisione	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sottoclasse	<i>Rosidae</i>
Ordine	<i>Fabales</i>
Famiglia	<i>Fabaceae</i>
Sottofamiglia	<i>Faboideae</i>
Tribù	<i>Genisteae</i>
Subtribù	<i>Lupininae</i>
Genere	<i>Lupinus</i>
Specie	<i>Lupinus angustifolius</i> L.

Secondo Gladstones, il lupino come pianta coltivata è sia antica che moderna. Le due specie *L. albus* e *L. mutabilis* sono state coltivate come piante da granella da 3000 anni e oltre nel bacino del Mediterraneo e negli altipiani del Sud America; molte altre specie invece sono entrate in coltivazione solo recentemente e sono ancora in corso di domesticazione.

Il lupino è una leguminosa da granella nota e diffusa fin dalla più remota antichità nel Bacino del Mediterraneo e nel Medio Oriente per la sua notevole adattabilità agli ambienti più ingrati, acidi e magri dove ogni altra leguminosa fallisce, per il suo potere di migliorare la fertilità del terreno e per la sua capacità di produrre una granella ricchissima di proteine (fin oltre il 35%) anche se non priva di vari inconvenienti. Infatti i semi di lupino contengono alcaloidi amari e/o velenosi che devono essere eliminati mediante prolungato lavaggio perché i semi possano essere utilizzati per l'alimentazione umana o animale (Bonciarelli, 1987)

Nella Regione Mediterranea, alcune delle specie più usate a scopo agricolo sono: *Lupinus albus* L., *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., e *Lupinus consentini* Guss (Gladstones, 1974).

1.4.2 Dati produttivi

Nel Mondo il lupino risulta coltivato prevalentemente in Unione Sovietica, quindi in Europa, in Oceania ed in Africa. Nel bacino del Mediterraneo è coltivato un po' dappertutto.

Nel 1975 la superficie mondiale coltivata a lupino si aggirava intorno ad 850.000 ha; posteriormente negli annuari FAO non figurano più i rilevamenti riguardanti questa coltura.

Una drastica riduzione si è avuta in Italia, dove la coltura è crollata a seguito dello spopolamento delle aree svantaggiate nelle quali il lupino aveva trovato inserimento in ordinamenti colturali poveri. Si è passati infatti dai 38.436 ha coltivati nel 1961 (con produzione di 33.290 t di granella), agli appena 2.800 ha del 2008 (<http://faostat.fao.org>), dislocati in Calabria, Campania, Puglia e Lazio. A fronte di questo calo di produzione non sono però registrate importazioni di lupino.

Il declino del lupino in Centro Europa, come ad esempio in Germania, ebbe inizio quando si diffuse la lupinosi, malattia che attaccava in modo pesante gli ovini (Gladstones, 1970).

Nuove prospettive di espansione potrebbero aprirsi per il lupino con la selezione di varietà a bassissimo contenuto di alcaloidi (varietà "dolci").

1.4.3 Caratteri botanici

Pianta annuale, ramificata, pubescente, con radice fittonante, robusta, provvista di noduli globulosi. Steli eretti, che divengono leggermente legnosi con l'età, molto ramificati, verde chiaro, talvolta porpora. Foglie alterne, con lungo picciuolo, digitate, con 5-7 foglioline, obovate, intere, lisce e glabre superiormente, qualche volta vellutate, pubescenti nella pagina inferiore.

Infiorescenze a grappolo, con numerosi fiori bianchi o lievemente azzurrognoli, disposte sulla parte terminale del fusto e delle ramificazioni. Baccelli oblunghi, lateralmente compressi, convessi sopra i semi, rostrati, con 3-6 semi.

I semi sono di forma rettangolare-quadrata con angoli arrotondati compressi lateralmente, talvolta grinzosi, cremei, ilo ad un angolo, piccolo, ellittico, infossato; cotiledoni gallo chiaro.

In particolare il lupino azzurro (*L. angustifolius*) si distingue dai precedenti per le foglie lineari e strette, per i fiori azzurri, rosa o bianchi, per i semi globosi, grigi, con macchie nere triangolari sopra l'ilo, nelle forme a fiori azzurri e rosa; biancastri con macchie brune triangolari sopra l'ilo nelle forme a fiori bianchi. Il corredo cromosomico è di $2n = 40$ ed è considerato completamente autogamo.

1.4.4 Biologia

La durata del ciclo biologico varia da 5 a 8 mesi a seconda delle varietà e dell'epoca di semina, e risulta influenzata dalla temperatura e dal fotoperiodo. La temperatura condiziona la durata della fioritura, che dipende essenzialmente dalle disponibilità idriche. Una maggiore durata della fase di fioritura determina generalmente un aumento di produzione in conseguenza del maggior numero di baccelli allegati. L'accrescimento della pianta continua anche durante la fioritura, la quale, come la successiva maturazione, procede dal basso verso l'alto.

In *L. albus* e *L. luteus* si manifesta la dominanza dell'asse principale sulle ramificazioni, risultando concentrata la produzione sul primo. Diversamente si verifica in *L. angustifolius* in cui la maggior parte della produzione si trova sulle ramificazioni di 1° e 2° ordine (Baldoni e Giardini, 2000).

1.4.5 Esigenze

La peculiarità del lupino è quella di prosperare sui terreni acidi. È solo in questi che esso merita considerazione, infatti nei terreni calcarei il lupino non cresce e, d'altra parte, altre leguminose da granella di miglior qualità vi si possono coltivare.

L'esigenza di acidità o la tolleranza al calcare varia con la specie: il *L. albus* è il più tollerante (pH 7,2), il *L. luteus* è il meno tollerante (pH ottimale tra 4,8 e 6).

Tutti i lupini temono grandemente i ristagni e l'asfissia radicale, per cui solo i terreni sciolti e ben drenati si confanno loro; i terreni subacidi di origine vulcanica presenti dal Lazio alla Campania sono i più vocati per il lupino.

Per la preparazione del terreno valgono le stesse indicazioni già riportate per il cece, con un'aratura per l'interramento delle stoppie, anticipata il più possibile rispetto alla semina, ed erpicature per preparare il letto di semina. La concimazione ordinariamente adottata è solo quella fosfatica.

La semina viene fatta a righe distanti da 40 a 60 cm per le colture da seme, assicurando una densità colturale di 60-80 piante m⁻².

Il controllo delle malerbe può essere realizzato con trattamenti in pre-emergenza ed eventuali interventi in post-emergenza per il controllo delle graminacee.

Tra le cure colturali viene segnalata anche l'irrigazione con risultati favorevoli sulla produzione in semi.

1.4.6 Avversità

Avversità crittogamiche che possono recare serio pregiudizio al lupino sono i marciumi radicali (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium debaryanum*), favoriti dal terreno asfittico. Anche diversi virus possono attaccare questa specie.

Tra gli insetti si ricordano *Hylemia* sp.pl., *Heliotis* sp.pl. ed afidi diversi, questi ultimi temuti soprattutto come vettori di virus nelle piante delle varietà dolci.

1.4.7 Miglioramento genetico e scelta varietale

La mutagenesi sembra uno dei metodi di miglioramento genetico da perseguire, considerato il successo ottenuto da Von Sengbusch, che riuscì a selezionare mutanti dolci in cui il contenuto degli alcaloidi è stato ridotto allo 0,01-0,05% in confronto al 1-2% dei semi amari.

Nuovi obiettivi che il miglioramento genetico ha iniziato a perseguire sono la resistenza alle crittogame, la indeiscenza dei baccelli, la tolleranza al calcare, la resistenza al freddo.

1.4.8 Raccolta

La raccolta pone qualche problema considerata la scalarità di maturazione, dalla deiscenza dei baccelli e dalla suscettibilità alla rottura dei semi al passaggio negli organi lavoranti delle mietitrebbiatrici. Sono segnalate rese in seme da 0,7 a 3,0 t ha⁻¹.

1.4.9 Note nutrizionali ed utilizzo della granella

Il lupino azzurro presenta un contenuto proteico elevato, inferiore solo alla soia e, di poco, al lupino bianco. Assieme a quest'ultimo è ritenuto idoneo, soprattutto se di tipo dolce, per l'alimentazione animale e per la produzione di concentrati proteici da impiegare sia in zootecnia sia per il consumo umano (Sujak *et al.*, 2006). Presenta un valore nutrizionale accettabile assieme ad un'elevata digeribilità delle proteine (Lqary *et al.*, 2002), fattori che rendono la granella utilizzabile con successo nell'alimentazione di giovani suini (Gdala *et al.*, 1996; King *et al.*, 2000) e pollame (Horsted *et al.*, 2006), con valore nutritivo equivalente a quello della soia. Le nuove varietà straniere ad habitus determinato costituiscono inoltre una fonte considerevole di proteine anche per i ruminanti, senza alcun effetto negativo sulla performance degli animali (Moss *et al.*, 2001).

La composizione aminoacidica non risulta ottimamente equilibrata per l'uso zootecnico, presentando carenze di metionina e lisina e un eccesso di arginina (Van Barneveld, 1999). La complementazione con alcuni cereali permette tuttavia di ottenere una proteina alimentare valida sia per la dieta dei monogastrici (Gatel, 1994) che nel razionamento dei ruminanti.

Come già ricordato i semi trovano un limite al loro impiego nell'elevato contenuto in alcaloidi, che però sono solubili in acqua e possono essere eliminati mediante immersione in acqua o bollitura seguita da lisciviazione.

Negli animali non sono stati rilevati effetti tossici di alcun genere a causa dell'alimentazione con semi di lupino dolci; quelli amari invece, a causa degli alcaloidi presenti, causano intossicazioni acute, in alcuni casi anche mortali, soprattutto se gli animali sono affamati, poiché in caso contrario i principi amari ne limiterebbero molto il consumo (Baldoni e Giardini, 2000).

2 OBIETTIVI

Dagli anni 50 alla fine degli anni 90, in Italia si è assistito ad un forte ridimensionamento delle superfici destinate alle leguminose da granella, dovuto a molteplici fattori:

- i progressi della meccanizzazione delle colture;
- la riduzione dei consumi per l'alimentazione umana;
- la disponibilità e convenienza dei fertilizzanti azotati;
- la semplificazione e l'intensificazione degli ordinamenti colturali verso la monosuccessione cerealicola, favorita anche dalle Politiche Agricole Comunitarie.

Come conseguenza di ciò si è avuta una scarsità di varietà disponibili ed una riduzione delle rese unitarie per la mancanza di varietà migliorate e per la diffusione di parassiti.

La contemporanea specializzazione degli allevamenti con la semplificazione dei modelli alimentari, ha comportato un incremento dell'integrazione proteica nelle diete, che è stata facilmente ed economicamente soddisfatta dalle proteine di soia.

Si è giunti così ad una situazione in cui la domanda di proteine da parte dell'industria mangimistica ha superato nettamente il livello di produzione interna, rendendo l'UE largamente dipendente dalle importazioni, con 2/3 del deficit coperto da semi e pannelli di soia. Gli attuali scenari restrittivi delle Politiche Comunitarie nei confronti degli OGM, pongono la necessità di valutare soluzioni alternative agli attuali sistemi di alimentazione animale per quel che riguarda le fonti proteiche. Esiste quindi un'esigenza di miglioramento della sostenibilità agronomica ed ambientale degli ordinamenti colturali con la rivalutazione delle colture proteiche.

Il crescente fabbisogno di proteine di origine vegetale per l'alimentazione zootecnica ha determinato la riscoperta di alcune leguminose da granella come cece e lupino azzurro, che negli ambienti dell'Italia Centro-meridionale possono essere inserite facilmente nei sistemi colturali e garantire performance soddisfacenti. Serve però un lavoro di selezione, miglioramento genetico e di introduzione di genotipi presenti in altri Paesi a clima Mediterraneo, che permetta di raggiungere un livello di produttività e stabilità di produzione che ne garantisca la reintroduzione in coltura su scala apprezzabile.

Tali obiettivi sono stati posti alla base del progetto di ricerca Pral (cod. 2003/25) «Sviluppo di leguminose da granella per alimentazione zootecnica da inserire in avvicendamenti colturali ecosostenibili nell'Italia Centrale», finanziato dalla Regione Lazio nel 2007, proposto da diversi enti di ricerca (Enea, Università degli Studi della Tuscia ed Arsial) per approfondire le conoscenze su alcune varietà di cece e linee genetiche di lupino azzurro, con particolare riferimento a quelle più proficuamente utilizzabili in ambito zootecnico.

E questi sono stati gli obiettivi anche del presente Dottorato di Ricerca, durante il quale le varie linee di cece e lupino a disposizione sono state sottoposte a confronti varietali e prove di densità con lo scopo di testarne le capacità produttive e determinare la densità colturale più vantaggiosa. Inoltre le semine sono state effettuate in momenti diversi della stagione e ripetute negli anni in modo da avere informazioni sulla migliore epoca di semina e sulla stabilità di produzione delle diverse linee.

Nel corso dei tre anni si è cercato di mantenere le linee in purezza selezionando la granella destinata alla semina ed eliminando dalle parcelle le piante “fuori tipo”; inoltre sono stati rilevati i dati biometrici delle piante per verificarne la compatibilità alla raccolta meccanizzata. Campioni di granella prodotta, sia di cece che di lupino, sono stati inviati al laboratorio del Dipartimento di Produzione Animale per analisi dal punto di vista nutritivo e sperimentazioni sull'utilizzo nell'alimentazione animale.

Le linee di cece impiegate nelle prove sono state sottoposte ad una prova di inoculo con *Ascochyta rabiei* per valutarne la suscettibilità; sono stati realizzati inoltre degli incroci di cece tra linee a seme grande e quelle a seme piccolo ma resistenti alla rabbia.

3 MATERIALI E METODI

Le prove sul lupino sono state condotte principalmente presso l'Azienda Didattico Sperimentale "N. Lupori" dell'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo, mentre quelle sul cece nell'Azienda Arsial in loc. Portaccia a Tarquinia.

I terreni interessati dalla sperimentazione, precedentemente coltivati con frumento, sono stati preparati con un'aratura superficiale in fine estate a cui hanno fatto seguito tre erpicature per ridurre la zollosità del terreno, uniformare la superficie ed eliminare le infestanti (falsa semina).

Tab. 5 – Risultati analisi dei terreni utilizzati per le prove.

	Argilla	Limo	Sabbia	Azoto totale	Sostanza Organica	PH
Viterbo	25,4 %	24,9 %	49,7 %	0,090 %	1,63 %	6,96
Tarquinia (Fonte: Arsial)	33 %	19 %	48 %	0,054 %	0,96 %	6,8

Dall'analisi dei terreni utilizzati per le prove (Tab. 5) risulta che entrambi, secondo la classificazione USDA, presentano una tessitura franco-sabbioso-argillosa. Ambedue infatti sono caratterizzati da una significativa presenza di argilla che gli conferisce una permeabilità moderata ed una buona capacità di ritenzione idrica.

Molto bassa risulta la frazione di sostanza organica ed il contenuto di azoto a Tarquinia, mentre il valore del pH nei due casi è prossimo alla neutralità.

Prima dell'ultima lavorazione sui campi è stato distribuito:

- Perfosfato Triplo (48% P_2O_5) in ragione di 250 Kg ha⁻¹ a Viterbo;
- Fosfato Biammonico (NP 18.46) in ragione di 200 Kg ha⁻¹ a Tarquinia.

Per il controllo delle infestanti è stato effettuato un trattamento in pre-emergenza con Pendimetalin, in quantità pari a 2 l ha⁻¹ di prodotto commerciale; durante le successive fasi di crescita delle piante, quando necessario, si è intervenuti manualmente all'interno delle parcelle, mentre i bordi dei campi ed i corridoi di divisione delle prove sono stati tenuti puliti tramite l'ausilio di mezzi meccanici.

La semina di tutte le prove è stata realizzata con una seminatrice di precisione regolata ad un'interfila di 30 cm, mentre per la raccolta si è fatto ricorso ad una mietitrebbia parcellare.

A seguito dei controlli che si sono succeduti durante il ciclo colturale, sono state individuate ed eliminate tutte le piante che presentavano suscettibilità a malattie od un tipo di accrescimento diverso da quello delle linee di appartenenza, in modo da non moltiplicare eventuali alterazioni negative alle loro caratteristiche.

3.1 Lupino – Confronto Varietale I

Il progetto ha previsto l'esecuzione e la ripetizione per i tre anni di un Confronto Varietale che ha riguardato la valutazione di 17 linee di lupino, tutte a sviluppo determinato tranne una, in avanzato stato di selezione (Tab. 6).

Tab. 6 – Elenco delle linee di lupino azzurro impiegate, con il relativo tipo di sviluppo.

LINEA	SVILUPPO	LINEA	SVILUPPO
4A	Determinato	43A	Indeterminato
12A	Indeterminato	48A	Indeterminato
17	Indeterminato	50A	Indeterminato
18	Indeterminato	51B	Indeterminato
20A	Indeterminato	65-1	Indeterminato
26A	Indeterminato	65-2	Indeterminato
30A	Indeterminato	65-3	Indeterminato
32A	Indeterminato	65-4	Indeterminato
42A	Indeterminato		

La prova è stata seminata secondo uno schema sperimentale a blocco randomizzato, in parcelle con dimensioni di 6×1,5 m con tre ripetizioni ciascuna, distribuendo 100 semi m⁻².

Considerando che si trattava di linee a seme dolce, al termine della semina e per le prime fasi di sviluppo delle piante, il campo di prova è stato recintato e coperto con delle reti con lo scopo di escluderne l'accesso agli animali presenti in zona ed evitare possibili danneggiamenti.

In seguito all'emergenza del lupino, si è provveduto a verificare l'effettiva densità di piante nelle singole parcelle. Durante l'accrescimento ed al termine dello sviluppo delle piante, si sono svolti i rilievi (su 5 piante per ognuna delle 3 repliche), che hanno permesso di caratterizzare le linee da un punto di vista morfologico completo (piante verdi in campo e piante secche in laboratorio) e molecolare con marcatori AFLP.

Tab. 7 – Date di semina e raccolta del Confronto Varietale I.

	1° Anno	2° Anno	3° Anno
Data semina	12/03/07	23/11/07 (autunnale) 21/02/08 (invernale)	19/02/09
Data raccolta	9-10/07/07	17-18/07/08 (aut.) 21-25/07/08 (inv.)	16-20/07/09

Nel 2008 la prova è stata realizzata in due epoche di semina: autunnale ed invernale (Tab. 7, Foto 1).



Foto 1 – Epoche di semina del lupino azzurro nel Confronto Varietale del 2008.

3.2 Lupino – Confronto Varietale II

In contemporanea e con le stesse modalità del precedente (ma solo per i primi 2 anni), è stato realizzato un secondo confronto varietale, ha interessato altre 10 linee di lupino, con lo scopo di effettuarne una prima valutazione in previsione di una futura selezione; ad essi sono state aggiunte 2 varietà europee (Arabella e Boruta) come controllo (Tab. 8).

Tab. 8 – Elenco delle linee di lupino azzurro impiegate, con il relativo tipo di sviluppo.

LINEA	SVILUPPO	LINEA	SVILUPPO
11a	Indeterminato	65-5	Indeterminato
28a	Indeterminato	66-3	Determinato
37a	Indeterminato	66-5	Determinato
49b	Indeterminato	66-6	Determinato
50a	Indeterminato	Arabella	Indeterminato
55-1	Determinato	Boruta	Determinato

In questo caso però, a fronte di una densità di semina sempre di 100 semi m⁻², la prova si è svolta con schema a blocco randomizzato, in parcelle con dimensioni di 3×1,5 m in tre ripetizioni ciascuna; le dimensioni ridotte sono dovute alla limitata disponibilità di seme, dovuta al fatto che si tratta di linee ancora nelle prime fasi del processo di selezione.

Sulle 10 linee (con l'esclusione delle varietà Arabella e Boruta che sono state considerate assieme alle linee del Confronto Varietale I) è stata effettuata la caratterizzazione morfologica su 5 piante per ogni ripetizione.

La prova si è svolta per i primi due anni (Tab. 9).

Tab. 9 – Date di semina e raccolta del Confronto Varietale II.

	1° Anno	2° Anno
Data semina	12/03/07	22/02/08
Data raccolta	11/07/07	11/08/08

3.3 Lupino – Prova di Densità I

Per la prova di densità invece sono state utilizzate 3 delle linee presenti nel Confronto Varietale I (tutte a sviluppo indeterminato) che sono state coltivate secondo uno schema a split-plot, in parcelle con dimensioni di 1,5 × 3 m (il 1° anno) a 3 diverse densità di semina e replicate per 3 volte (Tab. 10); le dimensioni delle parcelle si sono raddoppiate per successivi 2 anni arrivando a 1,5 × 6 m.

Tab. 10 – Elenco delle linee di lupino azzurro impiegate, con le relative densità di semina.

LINEA	SVILUPPO	Densità 1 (semi m⁻²)	Densità 2 (semi m⁻²)	Densità 3 (semi m⁻²)
26A	Indeterminato	75	100	125
42A	Indeterminato			
48A	Indeterminato			

Tab. 11 – Date di semina e raccolta della Prova di Densità I.

	1° Anno	2° Anno	3° Anno
Data semina	14/03/07	26/11/07 (autunnale) 21/02/08 (invernale)	20/02/09
Data raccolta	12/07/07	28-29/07/08 (aut.) 08/08/08 (inv.)	21/07/09

Anche questa prova durante il 2° anno è stata organizzata in due diverse epoche di semina (Tab. 11).

Al termine della maturazione, da ciascuna parcella sono state prelevate 5 piante per il rilievo delle componenti della produzione.

3.4 Lupino – Prova di Densità II

Una ulteriore prova si è svolta a Tarquinia durante il 2° e 3° anno; ha riguardato il confronto tra altre due linee di lupino del CV1 seminate a split-plot in quattro densità (Tab. 12), con parcelle elementari da $1,5 \times 5$ m e 3 ripetizioni; nel 2008 la prova è stata realizzata in 3 epoche di semina, mentre l'anno successivo è stato possibile seminare solo la 3° (Tab. 13).

Tab. 12 – Elenco delle linee di lupino azzurro impiegate, con le relative densità di semina.

LINEA	SVILUPPO	Densità 1 (semi m ⁻²)	Densità 2 (semi m ⁻²)	Densità 3 (semi m ⁻²)	Densità 4 (semi m ⁻²)
12A	Indeterminato	80	100	120	140
51B	Indeterminato				

Tab. 13 – Date di semina e raccolta della Prova di Densità II.

	2° Anno	3° Anno
Data semina	18/12/07 (1° epoca) 29/01/08 (2° epoca) 14/03/08 (3° epoca)	11/03/09 (3° epoca)
Data raccolta	07/07/08	09/07/09

3.5 Cece – Confronto Varietale

Per il confronto varietale sono state testate 12 linee di cece (provenienza ICARDA e selezioni Tuscia) con l'aggiunta di 2 varietà di controllo (Sultano e Pascià), coltivate in parcelle 8×3 m, in tre ripetizioni ciascuna (Tab. 14).

La semina è stata effettuata distribuendo 70 semi m⁻².

La prova è stata condotta secondo uno schema a blocco randomizzato presso l'Azienda Arsial a Tarquinia e, solo per il primo anno, è stata ripetuta per intero al Centro Appenninico del Terminillo "Carlo Jucci" a Rieti (Tab. 15).

Tab. 14 – Elenco delle linee di cece impiegate, con le relative superfici dei semi.

LINEA	Superficie seme	LINEA	Superficie seme
9205 (ICARDA)	Rugosa	9128 (ICARDA)	Rugosa
PASCIÀ	Rugosa	9109 (ICARDA)	Rugosa
11132 (ICARDA)	Rugosa	9106 (ICARDA)	Rugosa
9135 (ICARDA)	Rugosa	RS1 (selez. Tuscia)	Liscia
SULTANO	Liscia	RM1 (selez. Tuscia)	Rugosa
19128 (ICARDA)	Liscia	RC1 (selez. Tuscia)	Rugosa
9212 (ICARDA)	Rugosa	RB1 (selez. Tuscia)	Rugosa

Tab. 15 – Date di semina e raccolta del Confronto Varietale I.

	1° Anno	2° Anno
Data semina	22/01/07 (Tarquinia) 05/02/07 (Rieti)	18/12/07 (Tarquinia)
Data raccolta	23/07/07 (Tarquinia) 27/07/07 (Rieti)	30/07/08 (Tarquinia)

La prova è stata ripetuta per solo due anni, in quanto nel 2008 le continue piogge ne hanno impedito l'esecuzione nei tempi previsti.

3.6 Cece – Prova di Densità I

La prova di densità ed epoche di semina ha riguardato solamente le 2 varietà commerciali del precedente confronto (Tab. 16); queste sono state coltivate con uno schema a split-plot in parcelle con dimensioni di 8×3 m a 4 diverse densità e replicate per 3 volte; il tutto è stato ripetuto in tre diversi periodi (Foto 2), con intervalli di semina di circa 1 mese (Tab. 17).

Tab. 16 – Elenco delle varietà di cece impiegate, con le relative densità di semina.

VARIETÀ	Superficie seme	Densità 1 (semi m ⁻²)	Densità 2 (semi m ⁻²)	Densità 3 (semi m ⁻²)	Densità 4 (semi m ⁻²)
SULTANO	Liscia	60	80	100	120
PASCIÀ	Rugosa				

Anche in questo caso, la prova del primo anno è stata realizzata nelle due località sopra indicate.

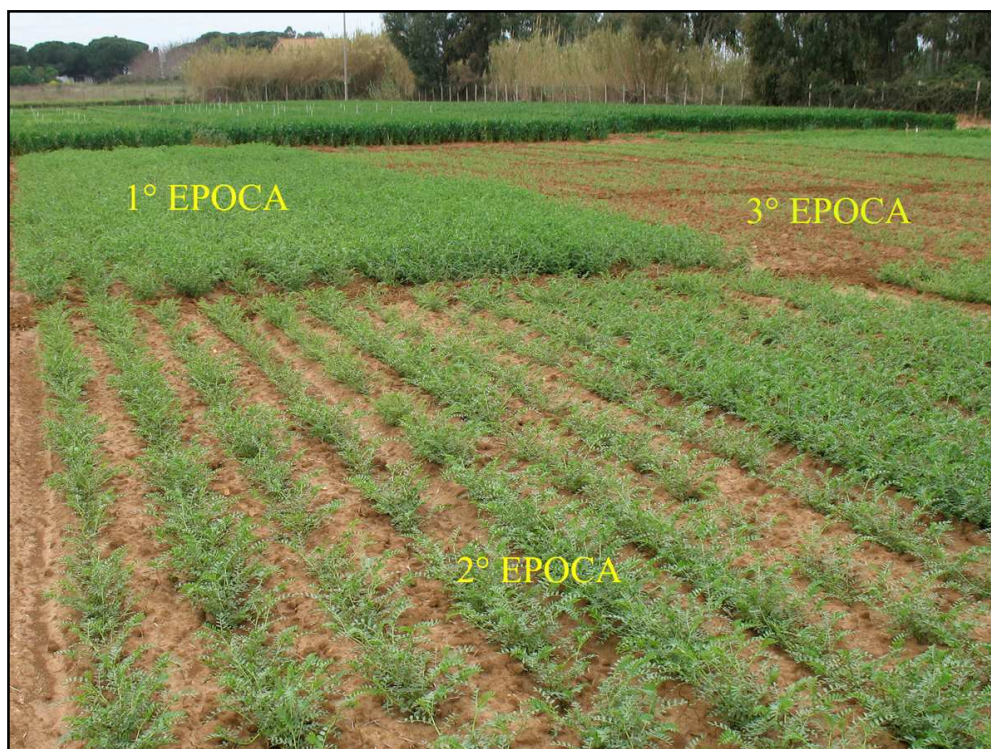


Foto 2 – Epoche di semina del cece azzurro nella Prova di Densità del 2007.

Tab. 17 – Date di semina della Prova di Densità I

	1° Anno	2° Anno	3° Anno
Data semina Tarquinia	28/12/06 (1° epoca) 22/01/07 (2° epoca) 02/03/07 (3° epoca)	18/12/07 (1° epoca) 29/01/08 (2° epoca) 14/03/08 (3° epoca)	11/03/09 (3° epoca)
Data semina Rieti	14/12/06 (1° epoca) 23/01/07 (2° epoca) 01/03/07 (3° epoca)	-	-

3.7 Cece – Prova di Densità II

Solo nel 2008 è stata realizzata una ulteriore prova di densità in tre epoche di semina che ha interessato le linee 9205 e 9135, seminate con schema a split-plot in parcelle $1,5 \times 8$ m in 4 densità diverse (Fig. 18 e 19).

Tab. 18 – Elenco delle varietà di cece impiegate, con le relative densità di semina.

LINEA	Densità 1 (semi m ⁻²)	Densità 2 (semi m ⁻²)	Densità 3 (semi m ⁻²)	Densità 4 (semi m ⁻²)
9135	60	80	100	120
9205				

Tab. 19 – Date di semina e raccolta della Prova di Densità II.

	1° Epoca	2° Epoca	3° Epoca
Data semina	18/12/07	29/01/08	14/03/08
Data raccolta	01/08/08		

3.8 Valutazione della resistenza ad *Ascochyta rabiei*

Nel corso del 2° anno di sperimentazione, le prove di cece hanno subito un violento attacco di *Ascochyta rabiei*. Le varie parcelle sono state sottoposte a tre rilievi, utilizzando la scala 1-9 dell'ICARDA per le valutazioni in campo, per monitorare l'evoluzione dell'attacco in condizioni naturali del fungo, e verificare quindi il grado di resistenza delle varie linee.

Gli stessi genotipi sono stati inoltre sottoposti ad inoculazione artificiale in ambiente controllato, presso il Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA, per valutare le risposte ad un isolato specifico e molto diffuso di *A. rabiei*: la razza 2. L'inoculazione è stata effettuata su piantine di 15-20 giorni e dopo altri 15 gg. È stata valutata l'incidenza dei sintomi secondo la scala 0-5 sviluppata da Porta-Puglia *et al.* (1996).

3.9 Analisi della granella

Tramite il Dipartimento di Produzioni Animali si sono indagati i principali parametri nutrizionali di granelle di cece e lupino azzurro coltivate nell'annata agraria 2007-2008 al fine di definire l'idoneità all'impiego per l'alimentazione di animali in produzione zootecnica.

Il programma sperimentale ha previsto:

1. la determinazione della composizione chimica centesimale: (Sostanza Secca, Fibra Grezza, Lipidi Grezzi, Proteina Grezza, Ceneri);
2. la valutazione della composizione aminoacidica delle proteine;
3. la determinazione del contenuto in tannini;
4. la valutazione della degradabilità, della digeribilità e della fermentescibilità tramite prove in vitro delle granelle.

3.10 Analisi statistica

Tutti i caratteri rilevati sono stati sottoposti ad analisi della varianza, in modo da stimare quanta parte della variabilità osservata è dovuta ai trattamenti sperimentali e quanta all'errore. Prima di sottoporli ad analisi della varianza, tutti i dati raccolti durante la sperimentazione sono stati verificati far parte di una distribuzione normale (o di Gauss).

Per poter affermare che gli effetti dei trattamenti sono statisticamente diversi, e non devono la loro diversità a un fatto puramente casuale, è necessario che la varianza dell'errore non sia troppo grande in rapporto alla varianza dei trattamenti stessi, ossia che il rapporto varianza trattamenti / varianza errore (indice "F") sia superiore ad una certa soglia. Il calcolo di questo rapporto fondamentale prende il nome di "test F".

Una volta verificata la significatività del test "F", si è determinato il divario minimo necessario per poter affermare che due trattamenti sono diversi (D.M.S. = differenze minime significative).

In tutte le analisi statistiche si è fatto riferimento al livello di probabilità del 95%, indicato anche come probabilità di errore (P) col termine complementare a 100: $P = 0.05$.

4 RISULTATI

Di seguito vengono riportati i risultati organizzati per stagione di prova, seguiti da confronti tra i 3 anni.

4.1 1° Anno

4.1.1 *Lupinus angustifolius* L.

Confronto Varietale I

A seguito dell'emergenza delle plantule è stata constatata una scarsa germinabilità dei semi che ha raggiunto al massimo il 45%, ma con la maggior parte delle linee che hanno presentato ~ 30 piante m⁻² e la 65-2 che non arriva nemmeno a 20 piante m⁻² (Fig. 2).

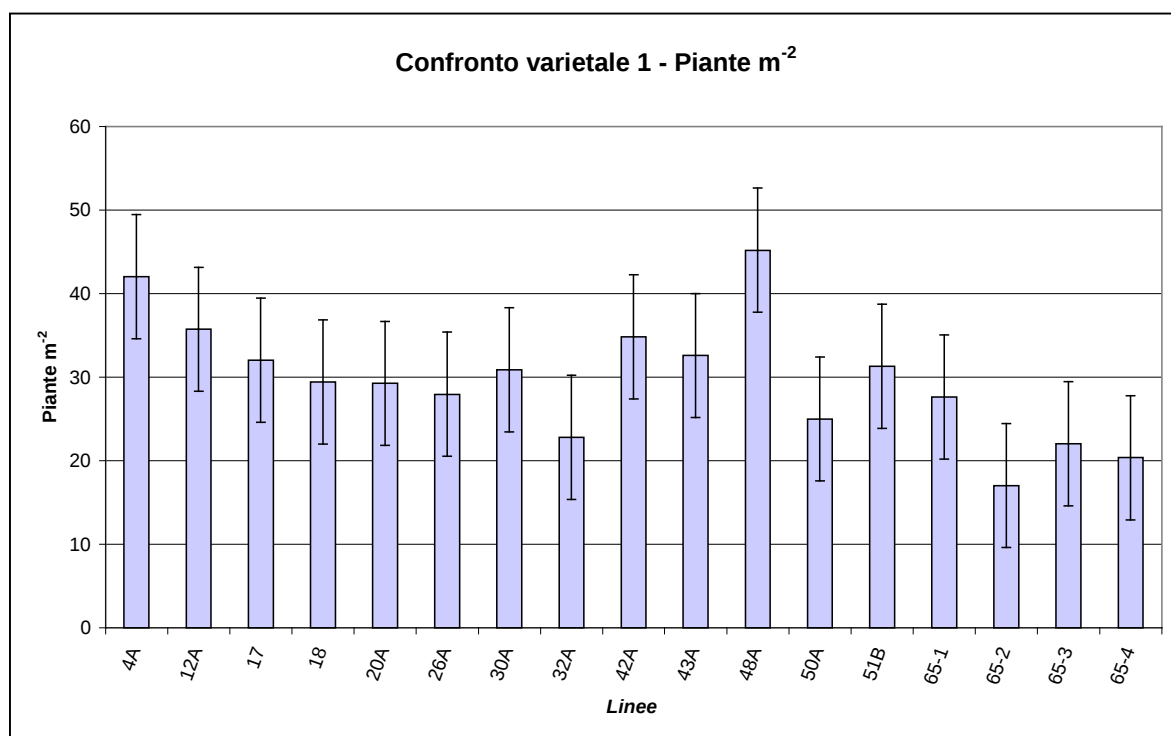


Fig. 2 – Densità culturale nel Confronto Varietale 1; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Ciò può in parte essere spiegato con i limitati e discontinui apporti idrici naturali che hanno seguito la semina.

Nella Tabella 20 sono riportati i caratteri bioagronomici che sono stati rilevati dalle piante prelevate all'interno delle parcelle del Confronto Varietale 1, a cui sono stati aggiunti anche quelli delle varietà Boruta ed Arabella che appartengono al 2° confronto.

Risulta evidente la limitata altezza media dalle piante, che nel migliore dei casi ha raggiunto i 51 cm; ovviamente questo ha influenzato negativamente anche l'altezza del 1° baccello che nella maggior parte dei casi risulta di circa 30 cm, ma con il peggior risultato riportato dalla

linea 4A con 22,63 cm. Altro risultato degno di nota è rappresentato dal numero medio di ramificazioni presenti che risulta sempre superiore a 4, probabilmente a compensare il limitato numero di piante presenti.

Tab. 20 - Tabella dei caratteri bioagronomici rilevati sulle linee del CV I.

Linea	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificaz. (n° p.⁻¹)	Fiori (n° p.⁻¹)	Bacelli (n° p.⁻¹)	Lungh. bacelli (cm)	Largh. bacelli (cm)
4A	42,13	22,63	5,53	0,27	27,53	4,63	1,17
12A	47,93	29,47	4,73	2,47	24,07	5,15	1,25
17	51,40	34,13	4,47	2,40	21,2	5,27	1,30
18	48,40	29,47	4,47	1,20	24,73	5,31	1,29
20A	44,60	29,53	5,27	2,40	27,33	5,20	1,34
26A	45,21	28,14	5,57	2,43	25,14	5,30	1,34
30A	48,21	29,07	4,93	2,21	20,29	5,21	1,22
32A	49,23	27,17	5,00	2,07	31,87	5,20	1,31
42A	47,87	29,33	4,53	3,53	20,33	5,34	1,36
43A	47,27	28,47	4,73	2,60	29,93	5,31	1,41
48A	48,33	34,93	5,00	1,79	23,71	5,21	1,29
50A	47,13	27,67	4,67	1,87	26,27	5,09	1,24
51B	50,07	28,93	4,53	4,33	23,07	4,63	1,23
65-1	45,50	25,00	4,43	7,29	19,29	47,71	1,33
65-2	43,36	20,64	5,00	7,21	27,07	47,86	1,26
65-3	45,43	26,29	5,07	8,21	23,07	49,21	1,31
65-4	42,11	25,50	4,00	3,57	15,57	44,86	1,14
Arabella	46,50	5,47	0,40	18,93	5,19	1,29	33,43
Boruta	43,46	5,71	3,79	29,79	4,68	1,19	29,36

In Fig. 3 sono riportati i dendrogrammi di similarità ottenuti con i dati morfologici completi, da cui si evince la bassa variabilità genetica presente tra le 17 linee di lupino azzurro del Confronto Varietale I.

La prova ha evidenziato risultati non del tutto soddisfacenti (Fig. 4), con solo 4 linee che hanno superato le 1,2 t ha⁻¹, mentre la maggior parte delle altre risultano comprese tra 1,0 e 1,1 t ha⁻¹.

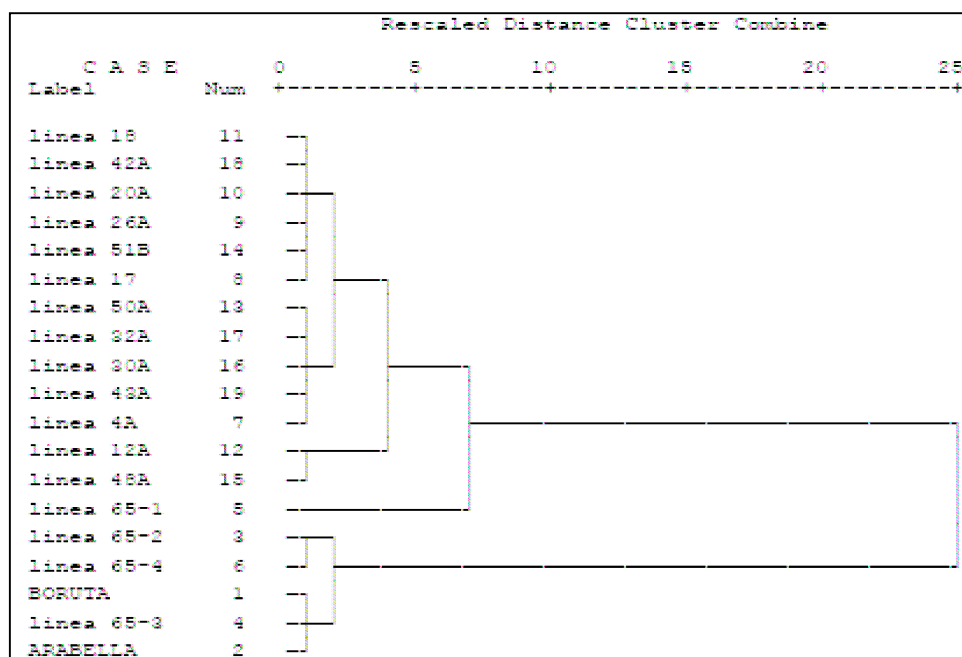


Fig. 3 – Dendrogramma ottenuto mediante analisi cluster (Average Linkage method – between groups) sulla base dei dati morfologici completi

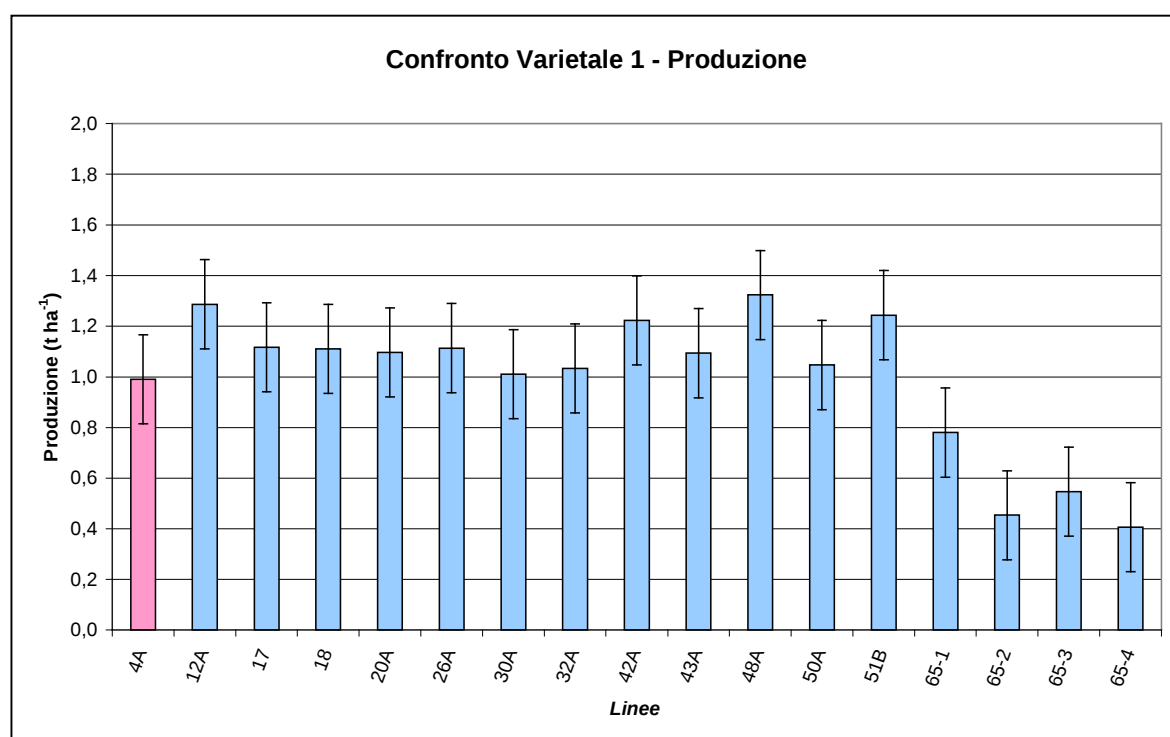


Fig. 4 – Produzione del Confronto Varietale 1; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Decisamente più limitata è stata la produzione degli ultimi 3 genotipi, che solo in parte può essere spiegata con la bassa densità colturale.

Infatti, analizzando anche il grafico del peso medio dei semi (Fig. 5) si può notare che le altre linee, anche se presentano valori in un range ristretto (tra 140 e 150 mg), hanno in parte compensato il minor numero di piante emerse con un maggior peso dei propri semi, livellando la produzione attorno ai valori sopra citati. Unica eccezione è stata la linea 4A, l'unica a

sviluppo determinato (evidenziata con un diverso colore), che a fronte di oltre 40 piante m⁻², paga però l'inferiore dimensione dei suoi semi.

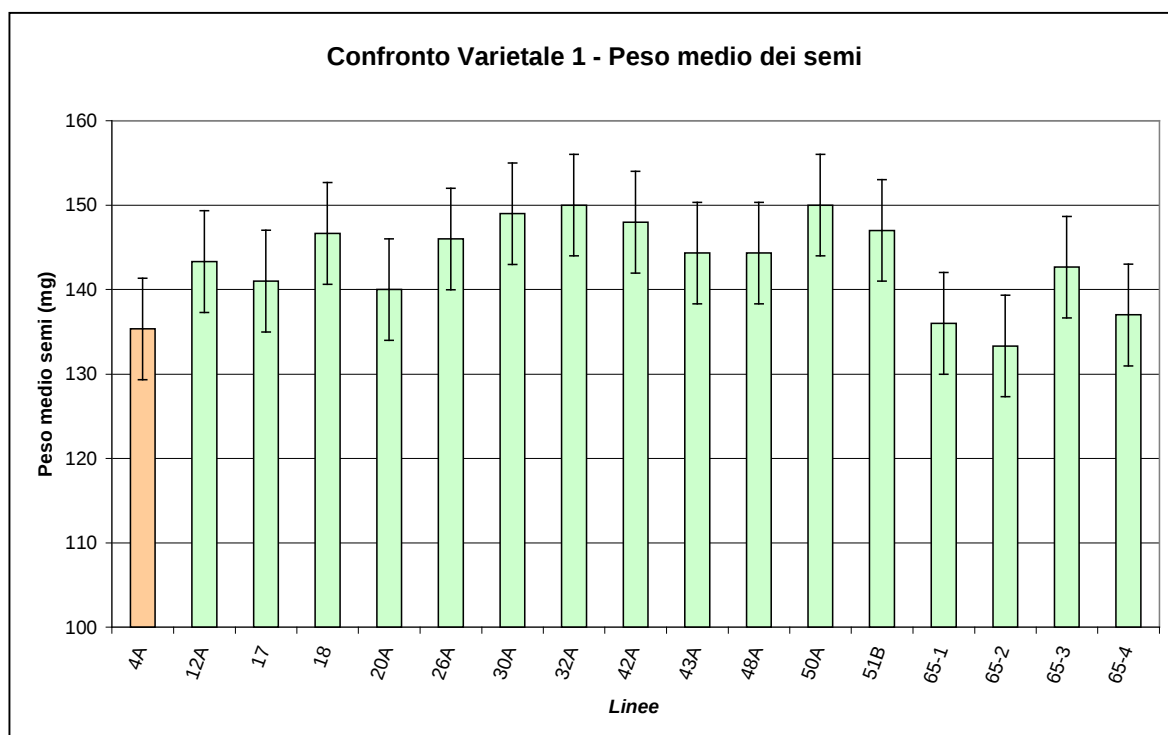


Fig. 5 – Peso medio dei semi; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Confronto Varietale II

Tab. 21 - Tabella dei caratteri bioagronomici rilevati sul 2° gruppo di genotipi di lupino azzurro

Linea	Altezza pianta (cm)	Ramificaz. (n° p. ⁻¹)	Fiori (n° p. ⁻¹)	Baccelli (n° p. ⁻¹)	Lungh. baccelli (cm)	Largh. baccelli (cm)	Altezza 1° baccello (cm)
11a	74,2	2,9	2,7	6,9	4,1	1,4	49,5
28a	78,2	3,5	2,0	10,4	4,4	1,4	53,4
37a	81,3	3,0	2,1	7,4	4,3	1,3	54,9
49b	43,5	2,8	2,5	11,5	4,7	1,4	55,2
50a	82,2	3,4	1,9	11,8	4,5	1,3	53,4
55-1	47,5	2,1	0,0	10,5	4,1	1,2	24,7
65-5	67,0	2,9	1,5	8,4	4,1	1,4	48,4
66-3	49,1	2,9	0,0	13,3	4,3	1,3	24,0
66-5	64,8	2,0	1,3	11,6	4,1	1,2	36,8
66-6	53,4	2,3	0,0	11,4	4,0	1,3	28,2

La caratterizzazione morfologica ha evidenziato una certa variabilità per ognuno dei caratteri considerati (Tab. 21).

Sulla base dei caratteri morfologici rilevati e computati con il software *SPSS vers. 15*, è stato ottenuto un dendrogramma di dissimilarità mediante analisi cluster con metodo *Average Linkage* da cui si evince che le linee di lupino, anche in questo caso, hanno confermato una bassa variabilità tra loro distinguendosi soltanto in due sub-clusters (Fig. 6). I valori di dissimilarità, calcolati come *distanze quadratiche Euclidee*, oscillavano da 0 a 0,25 evidenziando una variabilità relativamente bassa tra le linee caratterizzate.

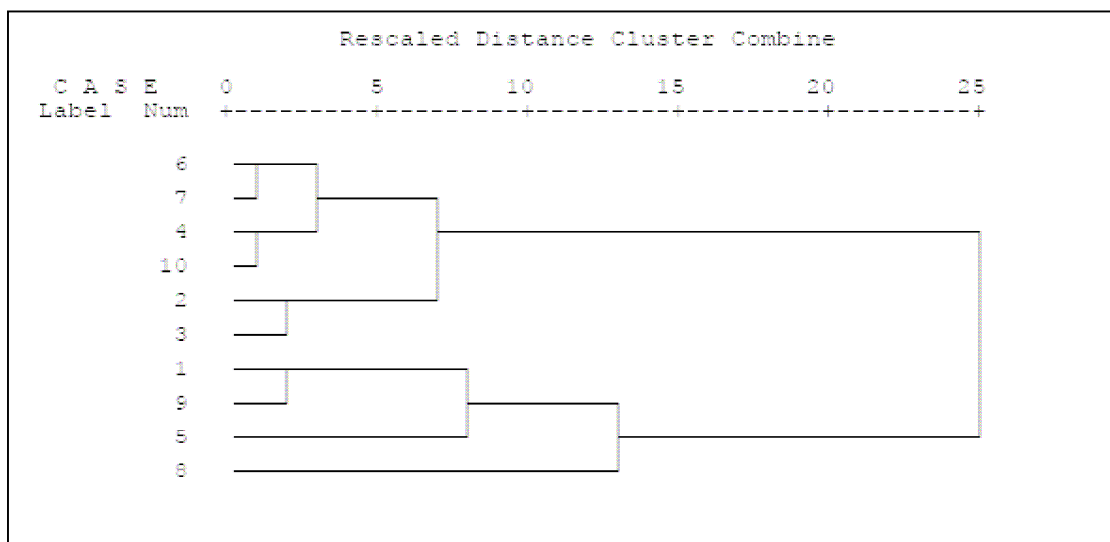


Fig. 6 – Dendrogramma ottenuto mediante analisi cluster (Average Linkage method – between groups) sulla base dei dati morfologici rilevati sul 2° gruppo di linee di lupino azzurro

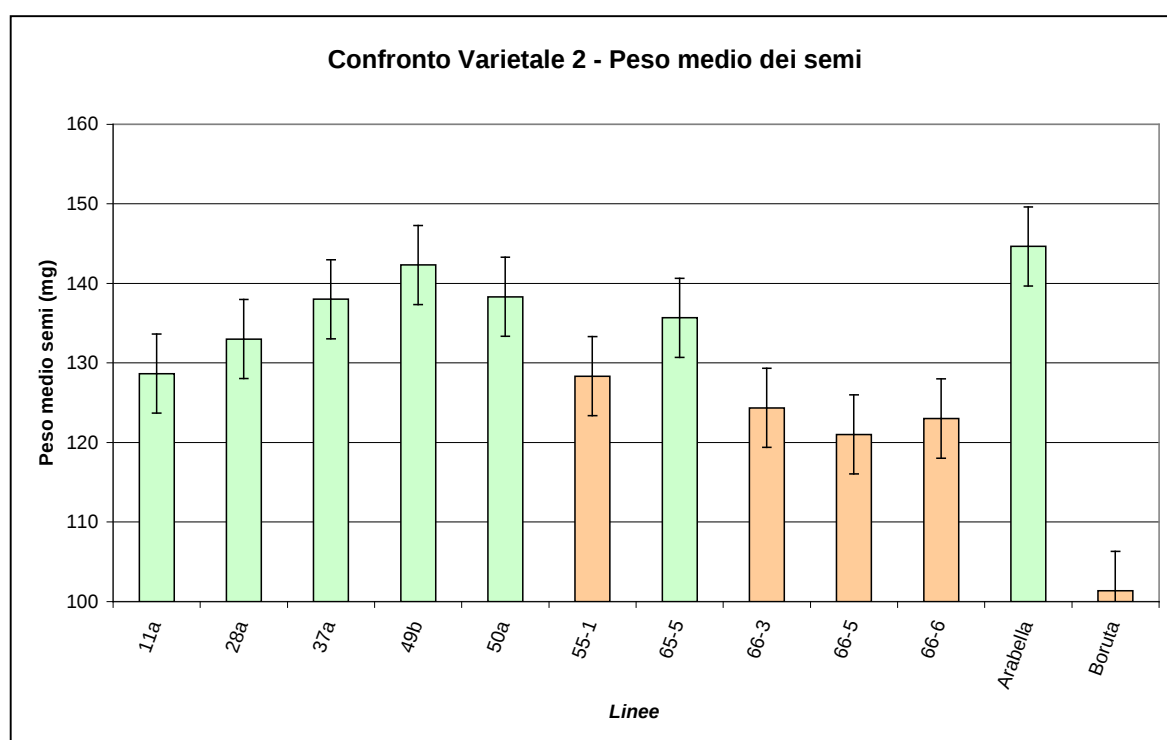


Fig. 7 – Peso medio dei semi; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Il grafico del peso medio dei semi presenta una estrema variabilità (Fig. 7) con i semi delle piante a sviluppo determinato che hanno una granella mediamente più piccola, ma anche gli altri hanno valori inferiori a quelli della prova precedente.

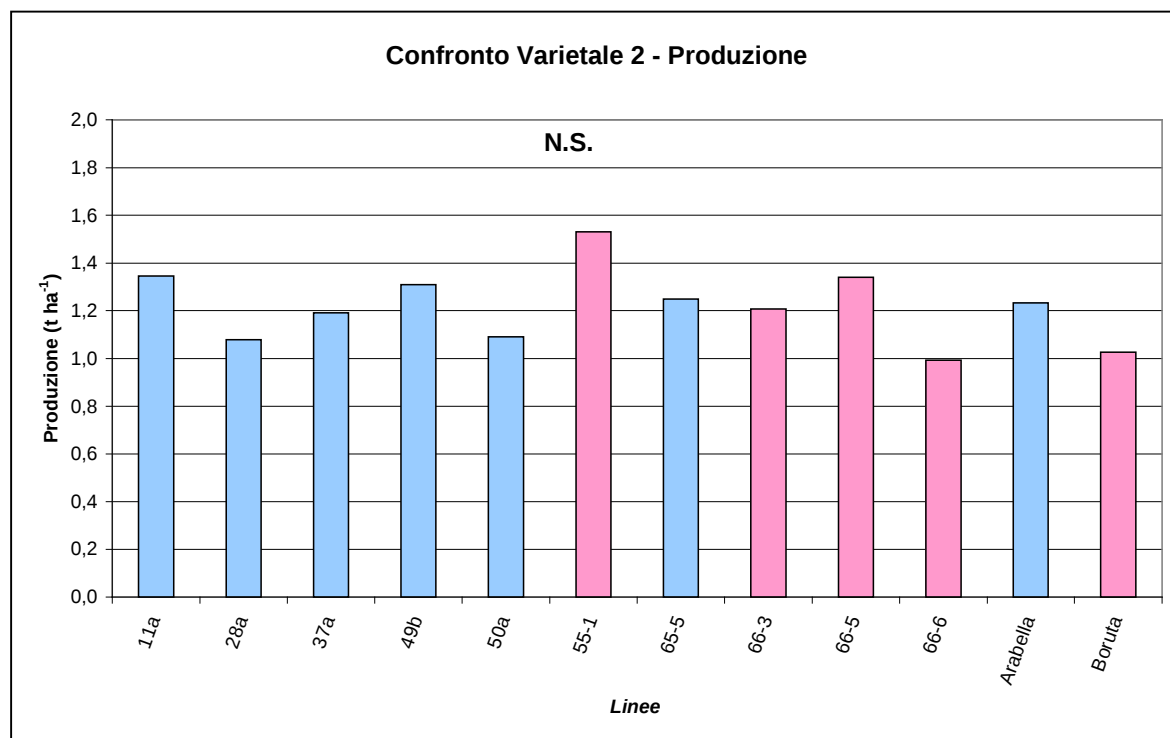


Fig. 8 – Produzione del Confronto Varietale 2; medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Le produzioni, anche se non risultano significativamente differenti tra loro (Fig. 8), sono però superiori a quelle del Confronto Varietale 1, con valori che vanno da 1,0 a 1,4 t ha⁻¹ e con la linea 55-1 che ha superato tale limite. Da evidenziare la varietà Boruta che nonostante una dimensione del seme nettamente inferiore, ha comunque raggiunto un livello produttivo in linea con le altre.

Prova di Densità I

Come era prevedibile si è ottenuto un aumento delle piante rilevate all'aumentare della densità di semina (Fig. 9), ma solo la linea 42A presenta incrementi significativi, mentre le altre sono cresciute in maniera più limitata; il livello raggiunto però anche in questo caso è rimasto molto basso rispetto a quanto seminato.

Si sono ottenute differenze di piante presenti anche tra le tre linee in prova (Fig. 10), che hanno riportato un andamento analogo a quello già visto nel Confronto Varietale 1.

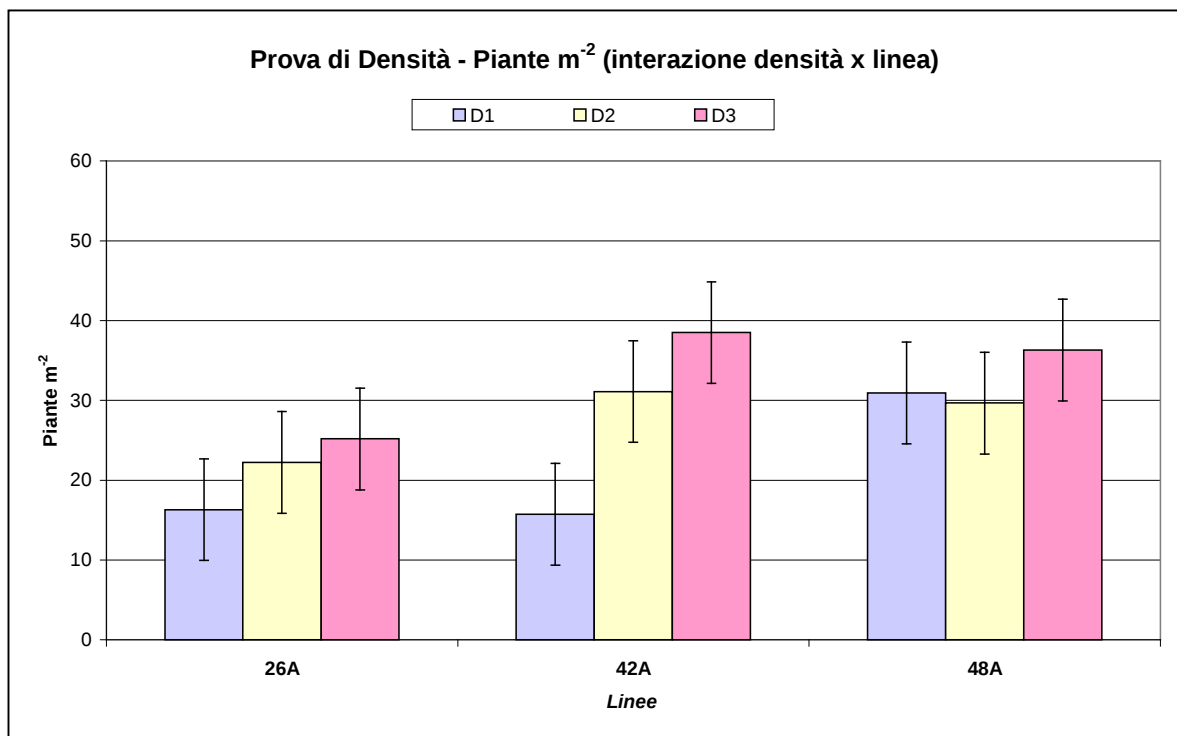


Fig. 9 – Densità culturale nella Prova di Densità, interazione linea × densità di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

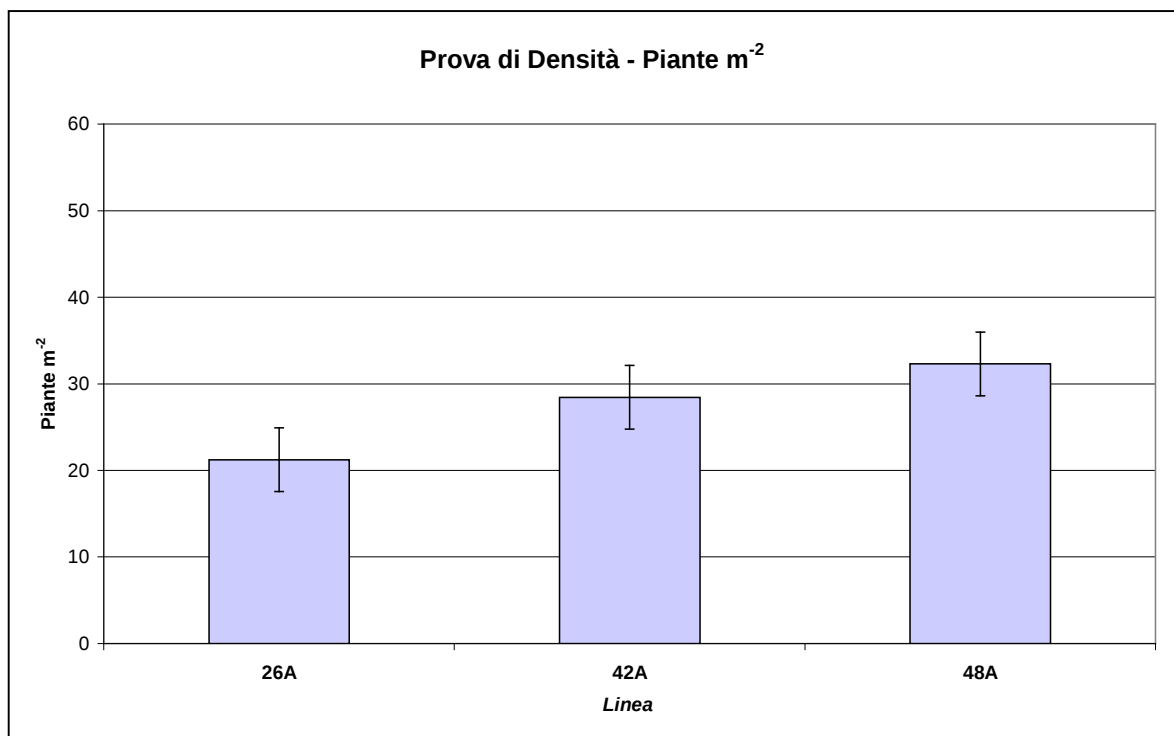


Fig. 10 – Densità culturale nella Prova di Densità; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

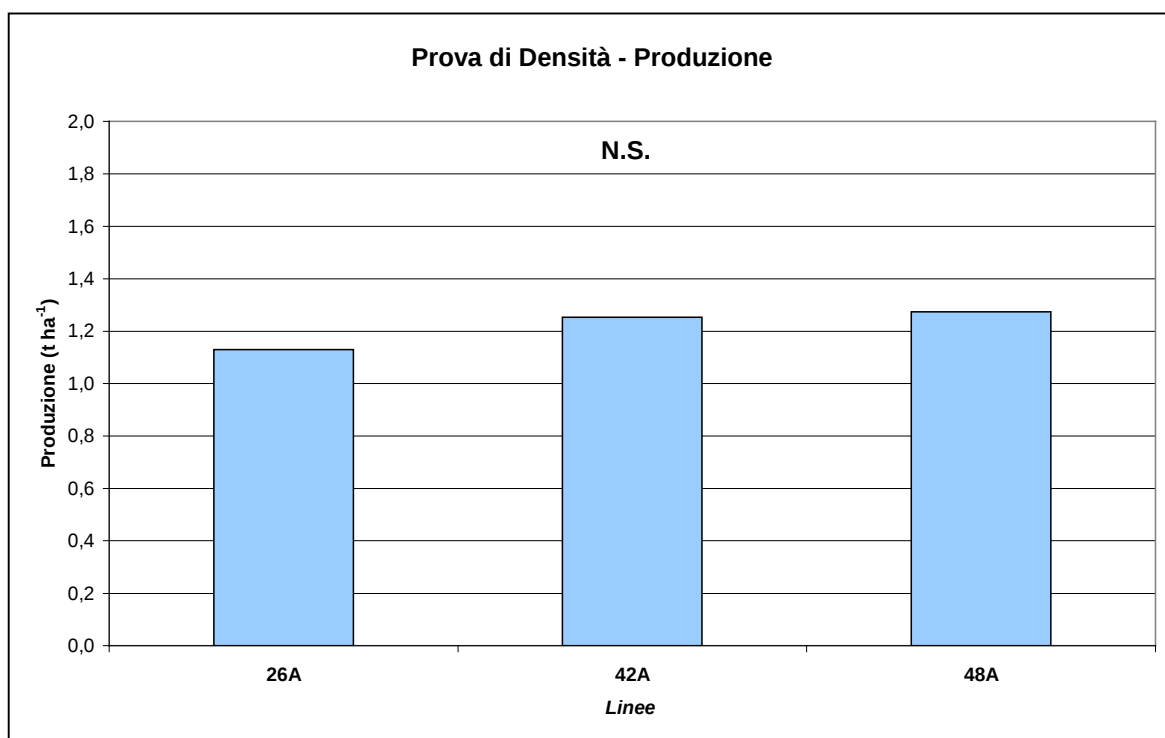


Fig. 11 – Produzione della Prova di Densità; medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Le produzioni non sono risultate significativamente differenti tra le tre linee (Fig. 8), e non lo è nemmeno l'interazione linea $\times$ densità (Fig. 9), anche se si nota l'andamento crescente dei valori all'aumentare della densità di semina.

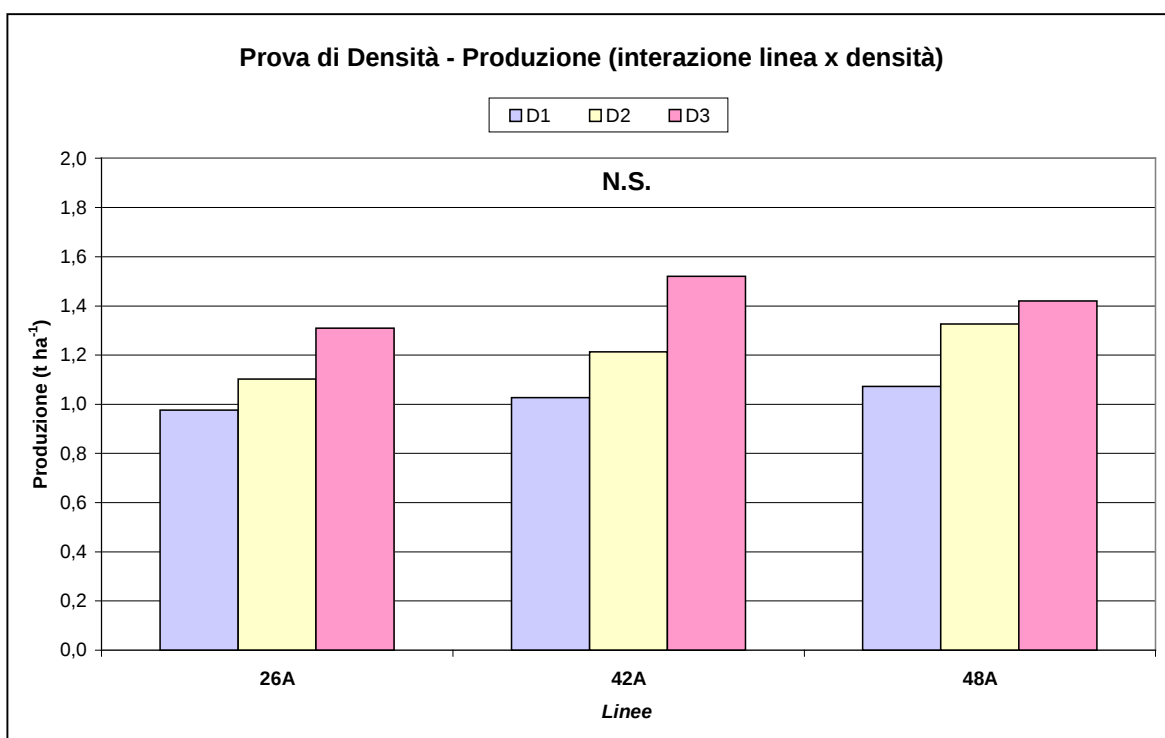


Fig. 12 – Produzione della Prova di Densità, interazione linea $\times$ densità di semina; medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Si può inoltre notare che la produzione raggiunta dalle 3 linee alla densità D2, è la medesima che si è ottenuta nel Confronto Varietale 1, per il quale erano stati distribuiti gli stessi 100 semi m⁻².

4.1.2 *Cicer arietinum* L.

Confronto Varietale

A causa di un rilevante attacco di cuscuto, le produzioni delle prove di Rieti sono state gravemente danneggiate, rendendo di fatto i dati inutilizzabili; si è preferito quindi non considerare questi valori alterati ed i risultati esposti in seguito fanno quindi riferimento alla sola località di Tarquinia.

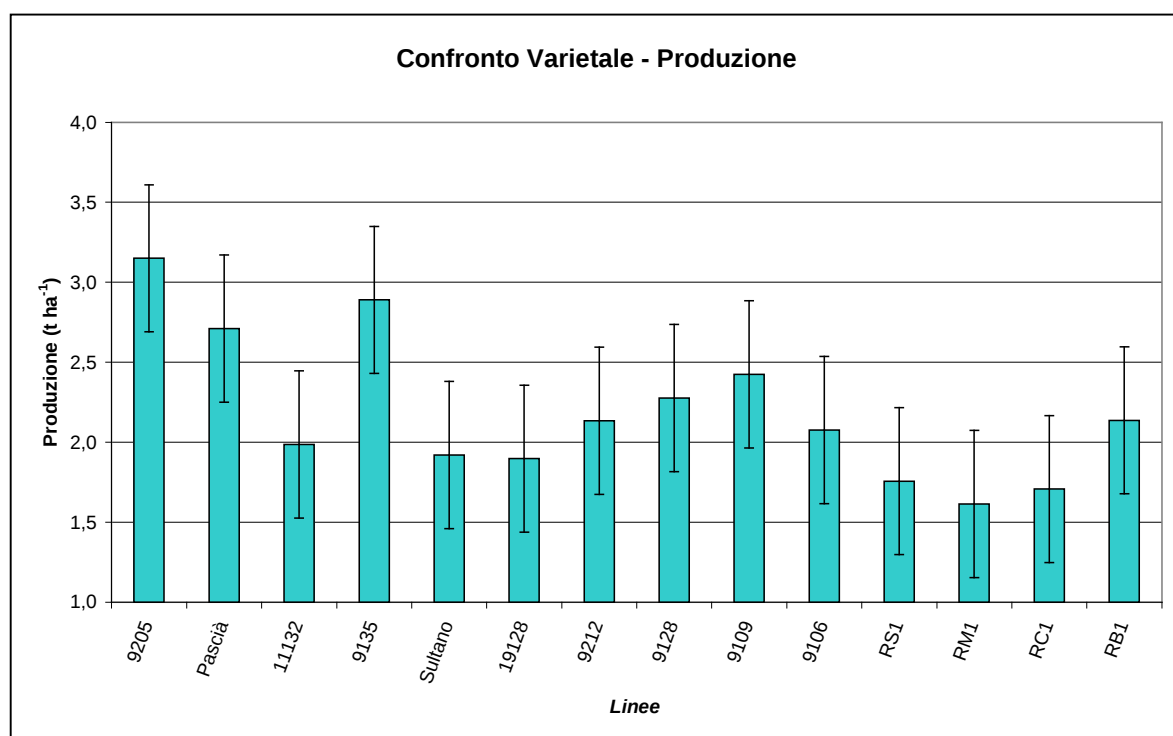


Fig. 13 – Produzione del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Le produzioni sono risultate mediamente basse a causa dell'andamento anomalo delle condizioni climatiche; in particolare l'eccessiva intensità di pioggia del mese di maggio ha determinato un sensibile allettamento della coltura con evidenti ripercussioni negative sulla granella prodotta (Fig. 13). Infatti gli unici risultati degni di nota sono stati quelli della linea 9205, la più produttiva del confronto con 3,15 t ha⁻¹, seguita dalla 9135 e dalla varietà Pascià che hanno ampiamente superato le 2,5 t ha⁻¹. Tutti gli altri genotipi hanno forse risentito

maggiormente dell'allettamento ed hanno ottenuto produzioni al di sotto delle aspettative, compresa la cultivar commerciale Sultano che non ha raggiunto le 2 t ha⁻¹.

Differenze statisticamente significative ed interessanti sono state osservate relativamente al peso medio dei semi (Fig. 14), dove le cultivar a seme rugoso sono risultate con un peso medio superiore di quelle a seme liscio. In particolare, la cultivar Pascià (0,55 g) si è caratterizzata per il valore più elevato, seguita a pari merito dalle linee ICARDA 9106 (0,48 g), 11132 (0,45 g), 9128 (0,43 g) e dalle selezioni Tuscia RC1 (0,47 g), RM1 (0,45 g) e RB1 (0,44 g).

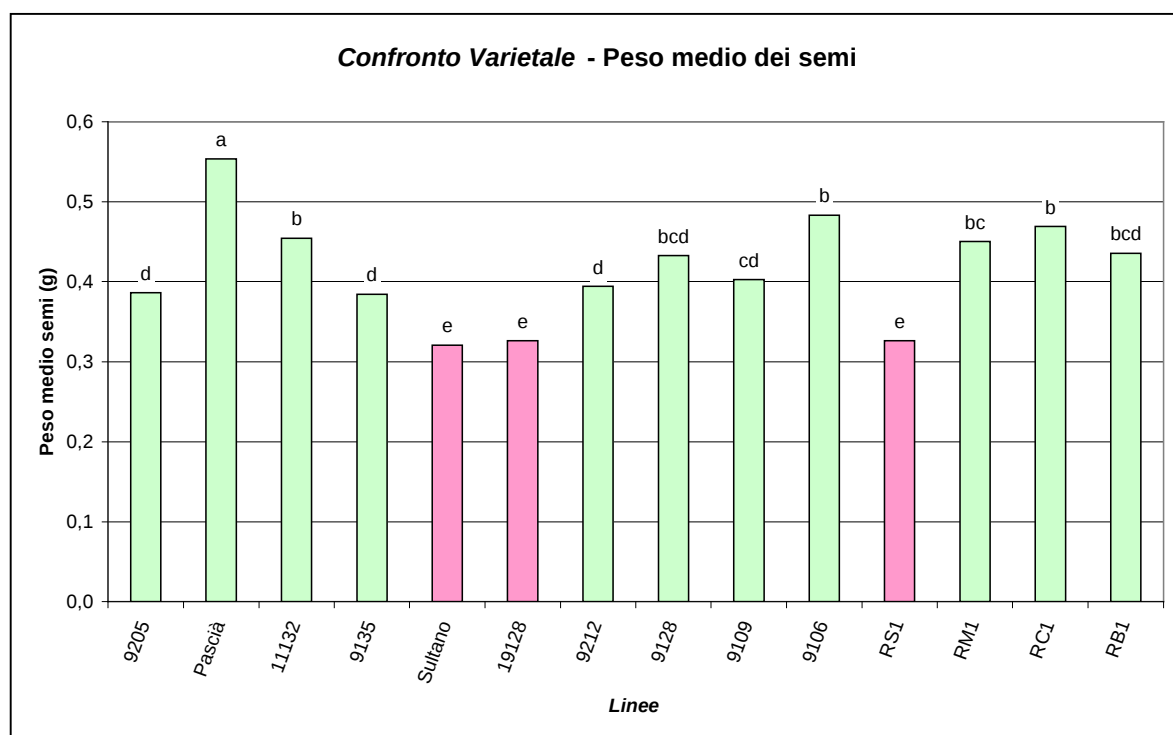


Fig. 14 – Peso medio dei semi del Confronto Varietale; a lettere diverse corrispondono pesi significativamente diverse per $P = 0,05$.

In tabella 22, sono riportate le caratteristiche morfologiche delle linee di cece utilizzate nel Confronto (Cardarelli, 2007).

L'altezza delle piante è risultata massima nel genotipi 19128 (82,00 cm), con la maggior parte delle linee che risultano prossime o superiori ai 70 cm; con 59,44 cm, la linea ICARDA 9212 è risultata quella meno alta.

Il punto di inserzione del primo baccello, di particolare interesse tenuto conto della necessità di meccanizzare la raccolta, è risultato sufficientemente alto per tutti i genotipi in prova, con valori quasi sempre superiori ai 40 cm, con 4 linee al di sopra dei 50 cm e con la punta massima raggiunta dalla cultivar Sultano (57,00 cm).

Tab. 22 – Caratteristiche biometriche dei genotipi esaminati.

Linea	Altezza pianta (cm)		Altezza 1° baccello (cm)		Baccelli totali (n° p. ⁻¹)	
9106	74,44	ac	40,78	e	7,33	ae
9109	72,78	ad	49,89	ac	6,00	df
9128	69,89	be	42,56	ce	7,92	ad
9135	63,00	df	41,22	de	8,67	ac
9205	71,00	be	35,78	e	5,35	ef
9212	59,44	f	38,11	e	7,75	ad
11132	74,00	ac	52,89	ab	5,87	df
19128	82,00	a	54,78	ab	6,07	df
Pascià	73,56	ac	48,67	bd	9,16	a
RB1	68,67	cf	38,22	e	6,78	bf
RC1	61,44	ef	41,00	de	5,65	df
RM1	62,00	ef	36,67	e	6,61	cf
RS1	79,56	ab	50,11	ac	4,59	f
Sultano	78,00	ac	57,00	a	8,90	ab

La maggior parte delle linee portavano un numero di baccelli per pianta compreso tra 11 e 16, con la varietà Sultano che si è distinta nettamente dalle altre con 22,33 baccelli, mentre la RS1 è quella che ne presentava di meno.

Tab. 23 – Caratteristiche produttive dei genotipi esaminati.

Linea	Baccelli pieni (n° p. ⁻¹)		Semi (n° p. ⁻¹)		Umidità dei semi (%)	
9106	11,44	ce	12,11	df	12,50	n.s.
9109	12,00	ce	13,47	ce	12,05	n.s.
9128	13,67	bc	15,29	bd	12,32	n.s.
9135	15,56	b	18,17	ab	10,64	n.s.
9205	10,11	de	11,09	ef	9,80	n.s.
9212	15,44	b	16,54	bc	11,67	n.s.
11132	9,89	de	10,88	ef	11,85	n.s.
19128	13,33 [~]	bd	14,87	be	12,61	n.s.
Pascià	11,78	ce	12,87	cf	10,46	n.s.
RB1	11,00	ce	11,65	df	11,89	n.s.
RC1	8,67	e	9,01	f	12,02	n.s.
RM1	9,89	de	10,71	ef	11,38	n.s.
RS1	11,22 [~]	ce	11,46	df	10,75	n.s.
Sultano	18,78	a	20,76	a	11,67	n.s.

La quantità di baccelli vuoti è risultata mediamente pari a 1, ed in virtù del maggior numero di baccelli pieni per pianta la cultivar Sultano è risultata anche quella più produttiva (Tab. 23) in termini di numero di semi prodotti per pianta (20,76), avvicinata soltanto dalla linea ICARDA 9135 con 18,17.

Al momento della raccolta tutte le linee presentavano un valore di umidità inferiore al 13%, con differenze non significative ed un contenuto medio di acqua di circa l'11,5%.

Prova di Densità

Come per la precedente prova, anche in questo caso tutti i dati si riferiscono alla sola località di Tarquinia.

Il periodo di semina non è risultato significativo (per $P = 0,05$), nonostante la 2° epoca, con $\sim 2,7 \text{ t ha}^{-1}$ di produzione media, sia risultata quella più favorevole, distaccando la semina più anticipata di quasi $0,5 \text{ t ha}^{-1}$; la 3° epoca, con $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, sia stata la meno produttiva.

Non differenti sono state anche le densità di semina, dove ha prevalso la D2 ma con differenze ridotte rispetto alle altre.

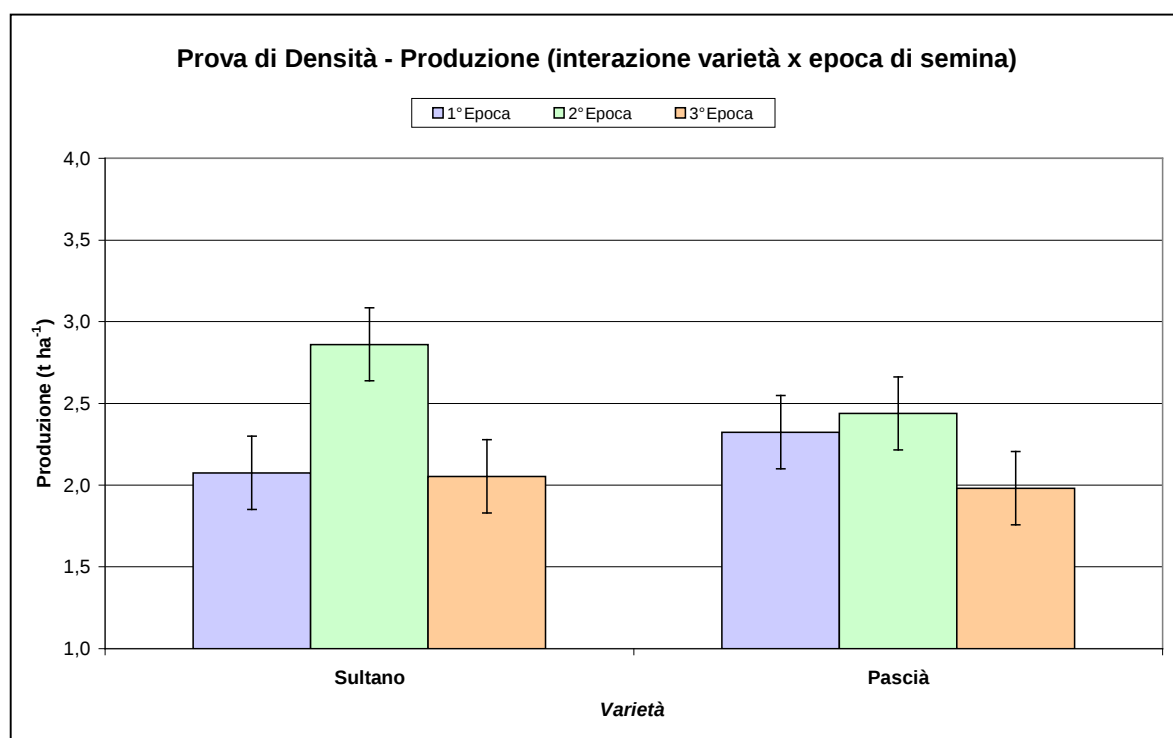


Fig. 15 – Produzione della Prova di Densità, interazione varietà $\times$ epoca di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

È stata invece significativa l'interazione varietà $\times$ semina (Fig. 15), dove spicca nettamente il maggior livello produttivo raggiunto dalla 2° Epoca di Sultano; al contrario nella cultivar

Pascià le differenze sono state più limitate e si può solo affermare che la 3° epoca è stata quella più sfavorevole.

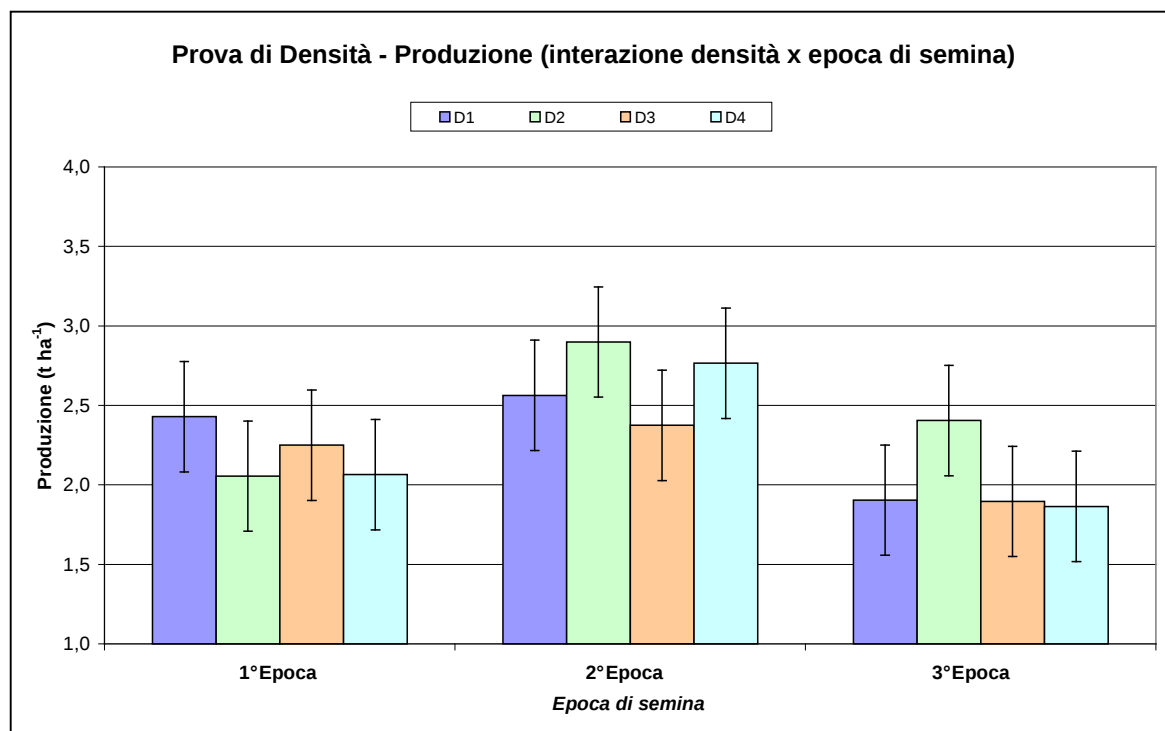


Fig. 16 – Produzione della Prova di Densità, interazione densità × epoca di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

In Figura 16 si può notare come la densità D2 sia risultata nettamente la migliore nella 3° epoca, ma è superiore anche nella 2° (in cui si sono raggiunte le rese più elevate), dove però non può definirsi significativamente migliore della D4; nella semina più anticipata ha invece prevalso la densità 1.

Un ultimo commento va fatto sulla cultivar Sultano, la cui produzione media tra le densità D1 e D2 nella 2° epoca di semina (le stesse condizioni del Confronto Varietale), ha prodotto circa $2,8 \text{ t ha}^{-1}$, quindi molto di più della precedente prova.

4.2 2°Anno

Obiettivo del II anno del presente Dottorato è stata la ripetizione delle prove del precedente anno, con l'introduzione delle epoche di semina anche per il lupino e la disponibilità dei soli campi di Tarquinia per le prove sul cece. Lo scopo è stato quello di ottenere nuovi dati da confrontare con quelli ottenuti durante il I anno e riuscire quindi a valutare le linee in grado di raggiungere livelli di produzione soddisfacenti e costanti.

4.2.1 *Lupinus angustifolius* L.

Confronto Varietale I

Analizzando i risultati sul conteggio delle piante effettivamente presenti all'interno delle singole parcelle (Fig. 17), si può notare la significativa differenza di risultato tra le due epoche, a vantaggio della semina invernale che ha raggiunto un buon risultato medio. Questa presenta valori sempre superiori a quella autunnale, che solo con le linee 20A, 50A e 65-4 è riuscita a contenere il divario.

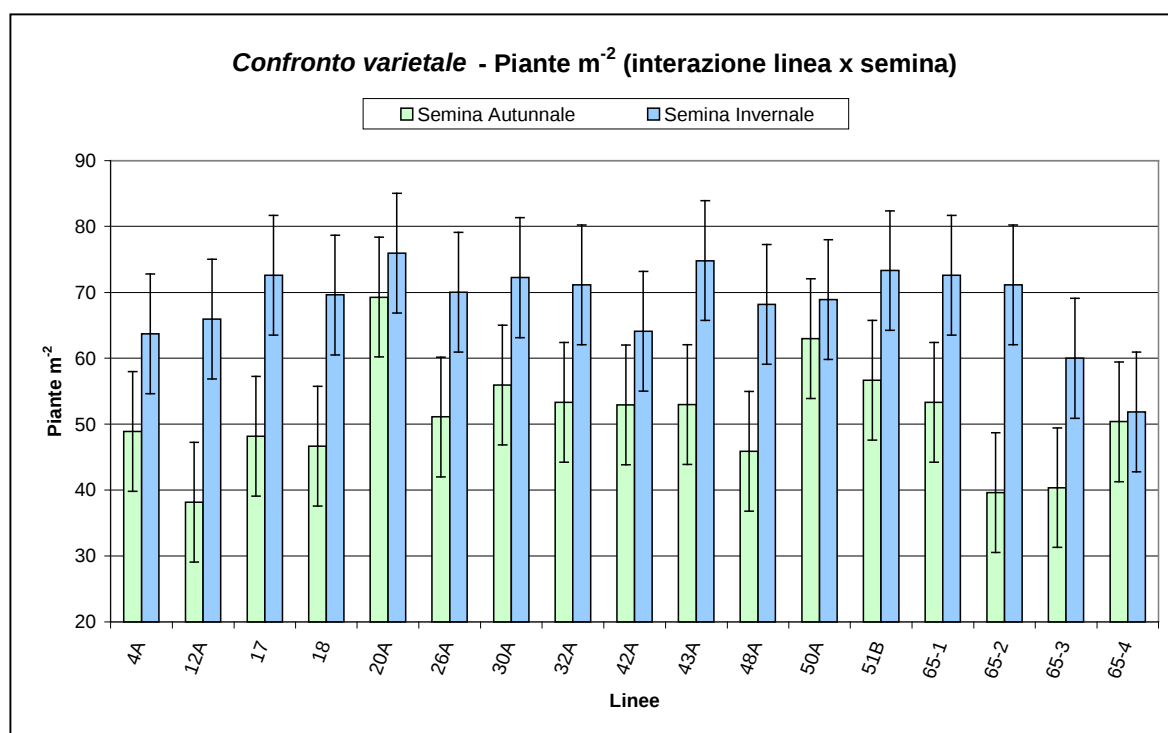


Fig. 17 – Densità colturale nelle due epoche di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. dell'interazione linea x semina per $P = 0,05$.

Dall'analisi dei risultati ottenuti è possibile notare la variabilità di produzione delle differenti linee testate (Fig. 18), con risultati che oscillano tra 1,2 ed 1,9 t ha⁻¹, con l'eccezione della linea 4A (l'unica a sviluppo determinato), che ha riportato un risultato nettamente inferiore.

In generale, le produzioni ottenute risultano però inferiori alle aspettative; ciò è giustificabile con le frequenti piogge di maggio-giugno e con il conseguente proliferare di piante infestanti che hanno vanificato l'efficacia della scerbatura manuale e condizionato soprattutto il risultato della semina invernale (ed in particolare della sopracitata linea 4A che, caratterizzata da uno sviluppo vegetativo ridotto dovuto allo sviluppo determinato, presenta una capacità di competizione inferiore alle altre).

Per questa ragione quasi tutti i genotipi hanno riportato una produzione maggiore nella 1° epoca di semina (fino a $0,7 \text{ t ha}^{-1}$ in più rispetto alla 2°), ma non in maniera significativa per $P = 0,05$.

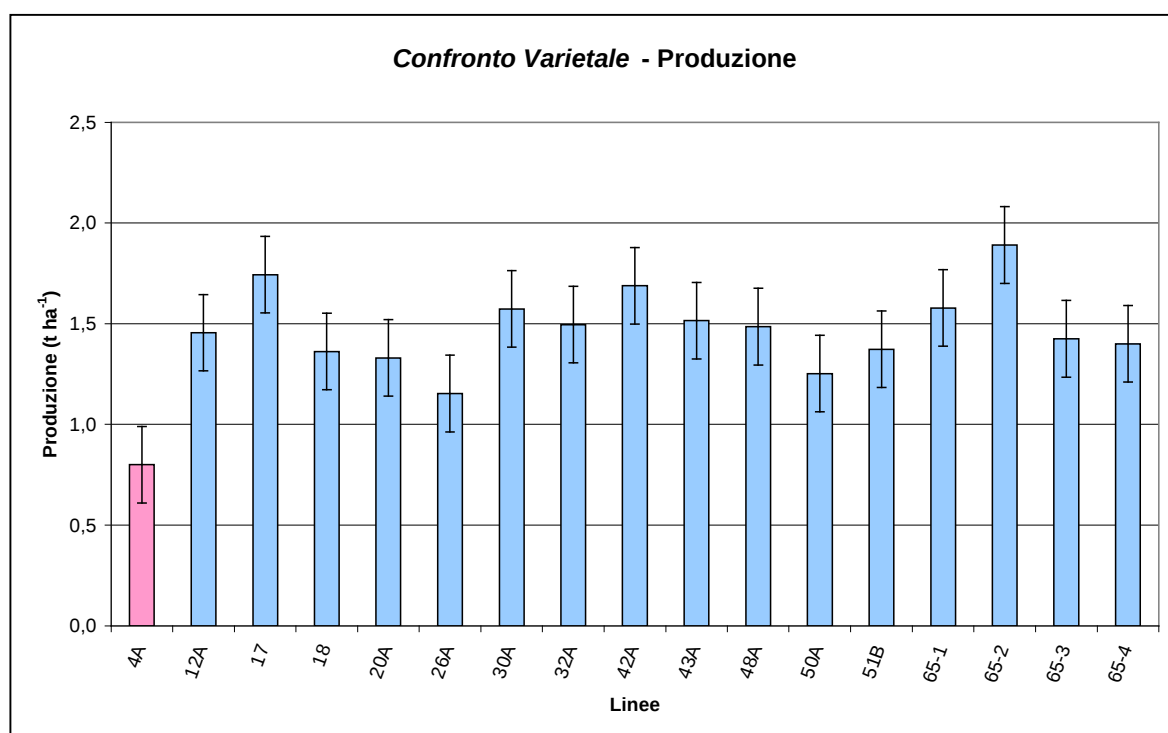


Fig. 18 – Produzioni medie delle differenti linee di lupino; le barre verticali rappresentano la D.M.S. per $P = 0,05$.

La diversa epoca di semina è risultata invece significativa nel peso medio dei semi ottenuto dalle differenti linee (Fig. 19). Risulta infatti evidente il maggior risultato ottenuto dalla semina autunnale rispetto a quella invernale, a compensazione del minor numero di piante rilevato all'interno delle parcelle e permettendo un parziale recupero sul livello produttivo ottenuto.

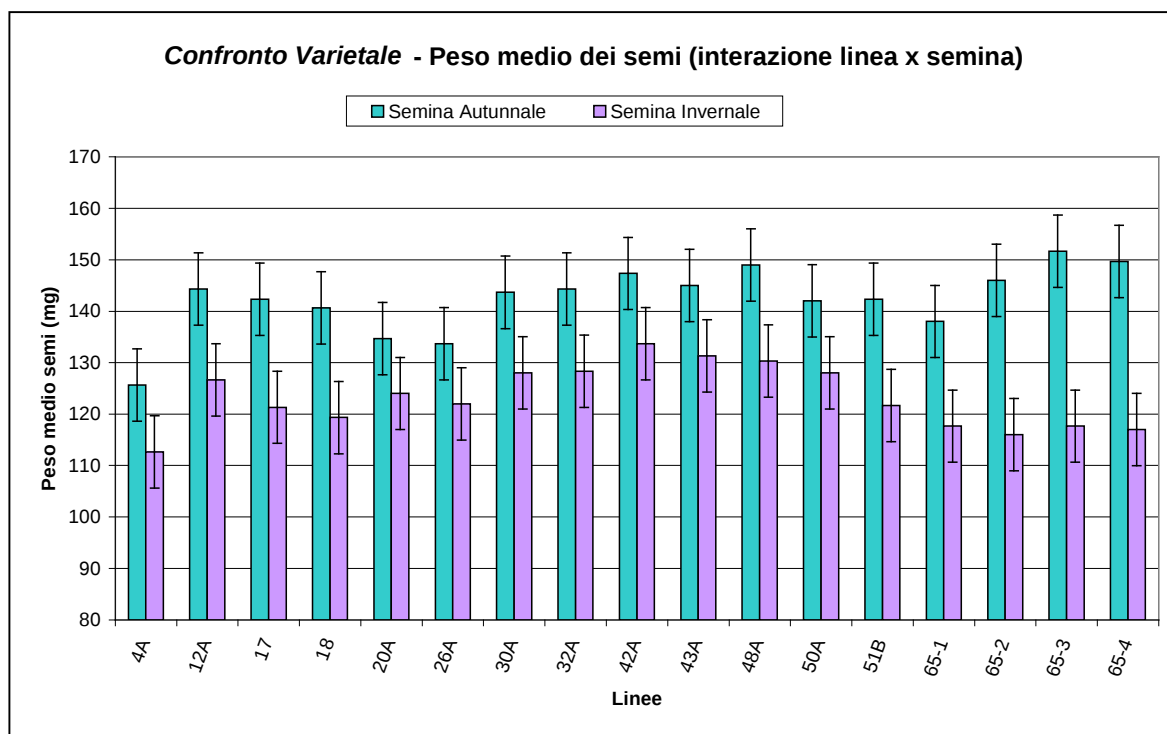


Fig. 19 – Differenza di peso medio dei semi tra le due epoche di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. dell'interazione linea x semina per $P = 0,05$.

Tab. 24 – Caratteristiche biometriche delle piante della semina autunnale

LINEE	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificazioni totali (n°)	Ramificazioni vuote (n°)	Bacelli totali (n°)	Bacelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
4A	53,2	26,0	1,1	0,0	19,6	3,5	60,2
12A	75,3	36,6	0,4	0,2	23,5	5,0	74,3
17	77,6	37,3	0,6	0,2	14,9	1,1	52,4
18	75,8	35,0	0,6	0,0	17,5	0,9	54,5
20A	80,8	39,0	0,4	0,1	24,7	3,0	70,7
26A	80,8	52,0	0,2	0,2	11,6	1,6	41,6
30A	74,2	38,8	0,7	0,2	30,4	3,2	82,1
32A	75,5	42,7	0,4	0,1	19,2	2,8	57,1
42A	78,7	41,1	0,8	0,2	18,0	2,2	59,6
43A	75,6	37,2	0,7	0,2	18,7	2,1	55,6
48A	77,6	40,0	0,3	0,1	18,3	2,1	62,1
50A	75,7	35,5	0,3	0,1	16,5	1,6	49,4
51B	84,1	46,0	0,0	0,0	16,6	4,2	33,9
65-1	80,3	36,1	0,4	0,2	23,6	3,0	83,2
65-2	75,5	37,1	0,9	0,4	27,7	2,4	84,7
65-3	73,9	32,8	0,7	0,2	22,7	2,5	72,6
65-4	77,6	35,1	0,7	0,2	24,1	2,5	70,6
D.M.S. per $P = 0,05$	5,2	5,5	0,4	N.S.	6,6	1,7	17,1

Dall'analisi dei dati morfologici ottenuti dalla 1° Epoca di semina (Tab. 24) risulta un'altezza delle piante abbastanza costante e mediamente compresa tra 75 ed 80 cm; solo linea 4A, l'unica a sviluppo determinato, presenta una taglia nettamente inferiore alle altre (53,17 cm).

Maggiore variabilità è invece presente nell'altezza del 1° baccello, con valori adatti alla raccolta meccanizzata e con le sole linee 4A e 65-3 al di sotto dei 35 cm.

Le ramificazioni risultano essere spesso assenti, con i baccelli che si trovano quindi sul fusto centrale; questi sono presenti in numero significativamente variabile tra le varie linee, con una quantità di baccelli vuoti che nella maggior parte dei casi è di circa il 10% e con gli altri che contengono mediamente 3,5 semi.

Tab. 25 – Caratteristiche biometriche delle piante della semina invernale

LINEE	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificazioni totali (n°)	Ramificazioni vuote (n°)	Baccelli totali (n°)	Baccelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
4A	73,6	39,8	0,6	0,2	24,1	4,3	70,6
12A	82,0	45,6	0,3	0,1	20,4	3,4	58,2
17	81,1	41,1	0,2	0,1	17,8	4,1	47,1
18	82,6	48,0	0,2	0,0	19,7	5,2	54,1
20A	74,0	39,3	0,5	0,1	23,5	2,8	69,3
26A	83,4	46,9	0,0	0,0	18,8	5,5	42,9
30A	78,9	40,0	0,2	0,0	22,3	3,8	61,9
32A	79,0	39,9	0,6	0,1	20,7	3,9	63,4
42A	84,5	45,5	0,2	0,2	17,2	8,3	32,4
43A	87,6	47,3	0,4	0,1	21,7	6,4	51,2
48A	92,3	50,0	0,3	0,0	19,9	5,2	51,7
50A	84,1	41,4	0,1	0,0	21,1	7,1	41,4
51B	89,6	54,0	0,0	0,0	18,4	4,0	51,1
65-1	74,0	42,7	0,3	0,1	18,6	5,1	52,0
65-2	73,3	40,7	0,5	0,1	24,7	2,6	81,9
65-3	72,1	42,9	0,0	0,0	17,5	1,1	63,2
65-4	80,1	41,8	0,3	0,1	21,4	3,5	62,6
D.M.S. per P = 0,05	5,6	5,1	N.S.	N.S.	6,3	2,5	17,9

Con la semina invernale le piante, favorite dalle piogge di fine maggio-inizio giugno, sono cresciute di più che nella 1° epoca, superando anche i 90 cm con la linea 48A e con la 4A che ha recuperato lo svantaggio dovuto al suo tipo di accrescimento; ne ha giovato ovviamente l'altezza del 1° baccello che in tutte le linee è superiore ai 39 cm.

Anche nella 2° epoca le ramificazioni laterali sono praticamente assenti, ma diversamente alla semina autunnale le differenze nel numero di baccelli per pianta sono meno marcate tra le linee, con un aumento dei baccelli vuoti che ha quasi raggiunto il 50% nella 42A. Anche in questo caso nei baccelli pieni la media dei semi si aggira intorno ai 3,5.

Confronto Varietale II

È stato ripetuto anche il 2° confronto, ottenendo rese decisamente scarse (Fig. 20), con la sola varietà di controllo Arabella che si è mantenuta sui suoi livelli. Tutte le altre, nonostante la scerbatura manuale, sembrano aver sofferto eccessivamente della competizione con le infestanti, vanificando così i buoni risultati ottenuti nel precedente anno di prova.

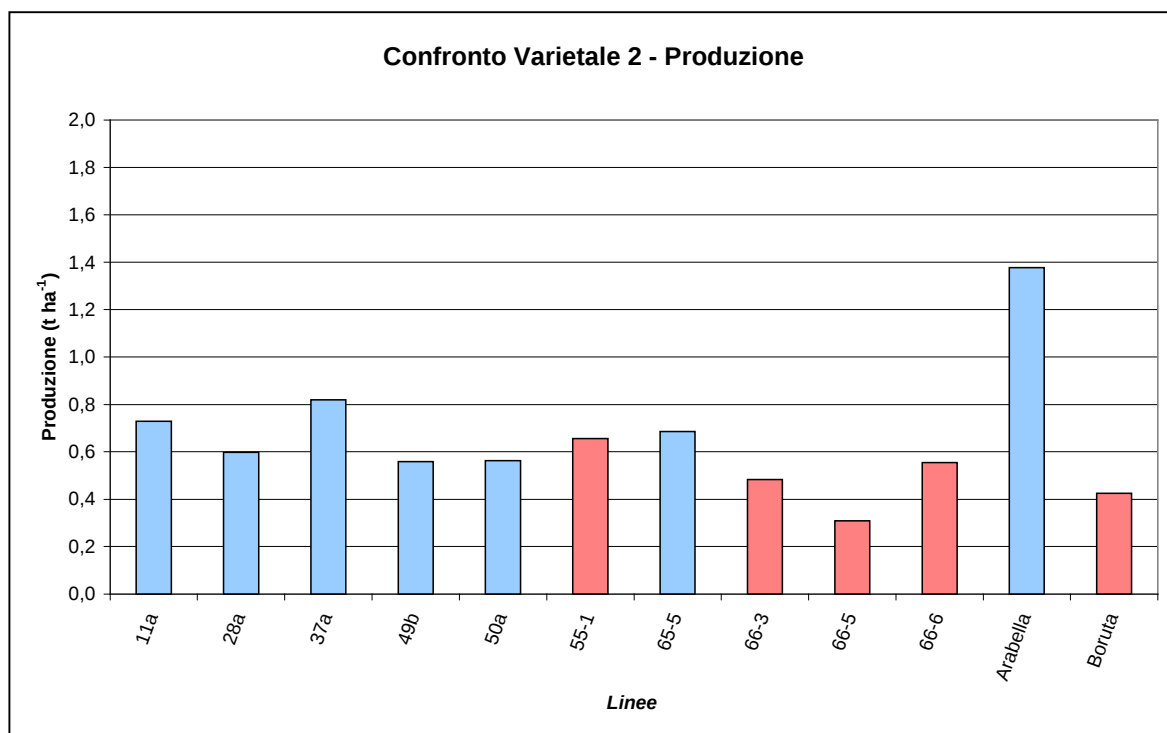


Fig. 20 – Produzione delle differenti linee di lupino del Confronto Varietale 2.

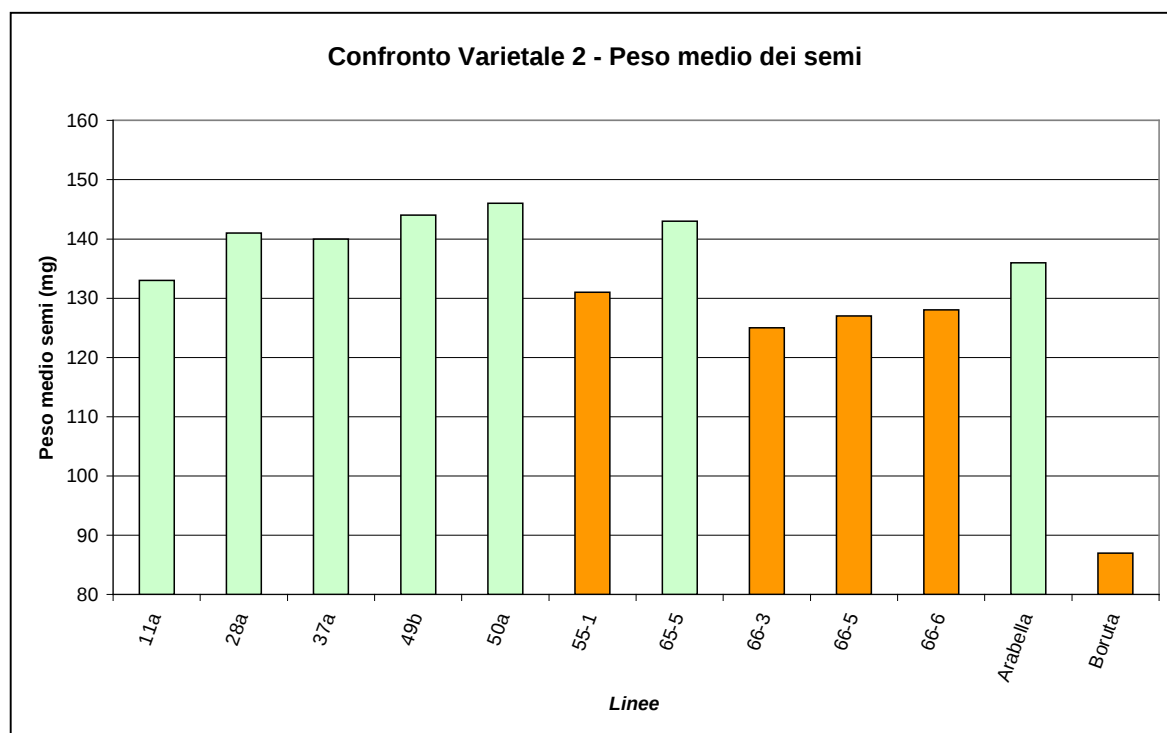


Fig. 21 – Peso medio dei semi delle differenti linee di lupino del Confronto Varietale 2.

Come già successo nel 1° confronto con la 4A, sono state le linee a sviluppo determinato a risultare le peggiori, con la sola 55-1 (la migliore in assoluto del 2007) ad ottenere una produzione paragonabile alle linee a sviluppo indeterminato.

Nonostante le produzioni ridotte, il peso medio dei semi (Fig. 21) ha riportato piccole variazioni rispetto al 2007, con la variazione maggiore riportata dalla varietà Boruta che è scesa nettamente sotto i 100 mg.

Prova di Densità I

Analizzando i dati ottenuti si può vedere che anche in questa prova, a parità di densità di semina, risulta un aumento significativo di piante rilevate passando dalla semina autunnale a quella invernale (Fig. 22), con aumenti medi di circa 20 piante m^{-2} per D2 e D3. L'andamento inverso si è avuto invece per le dimensioni medie del seme (Fig. 23), dove ha prevalso la prima epoca di semina.

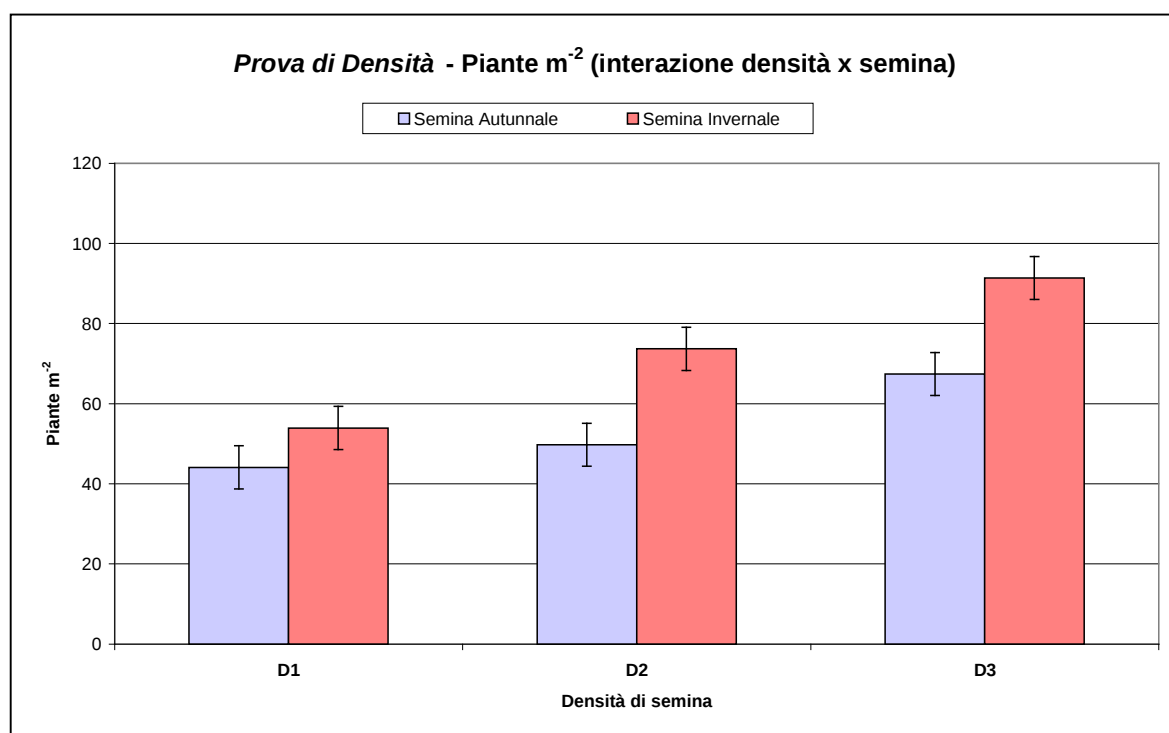


Fig. 22 – Densità di piante rilevate tra le differenti densità di semina e nelle due epoche; le barre verticali indicano la D.M.S. dell'interazione densità x epoca di semina per $P = 0,05$.

Per quanto riguarda le produzioni ottenute si può notare come la semina autunnale risulti superiore in tutte le combinazioni linea x densità, ad eccezione della 26A D3 che non presenta una differenza significativa rispetto alla sua corrispettiva della 2° epoca (Fig. 24).

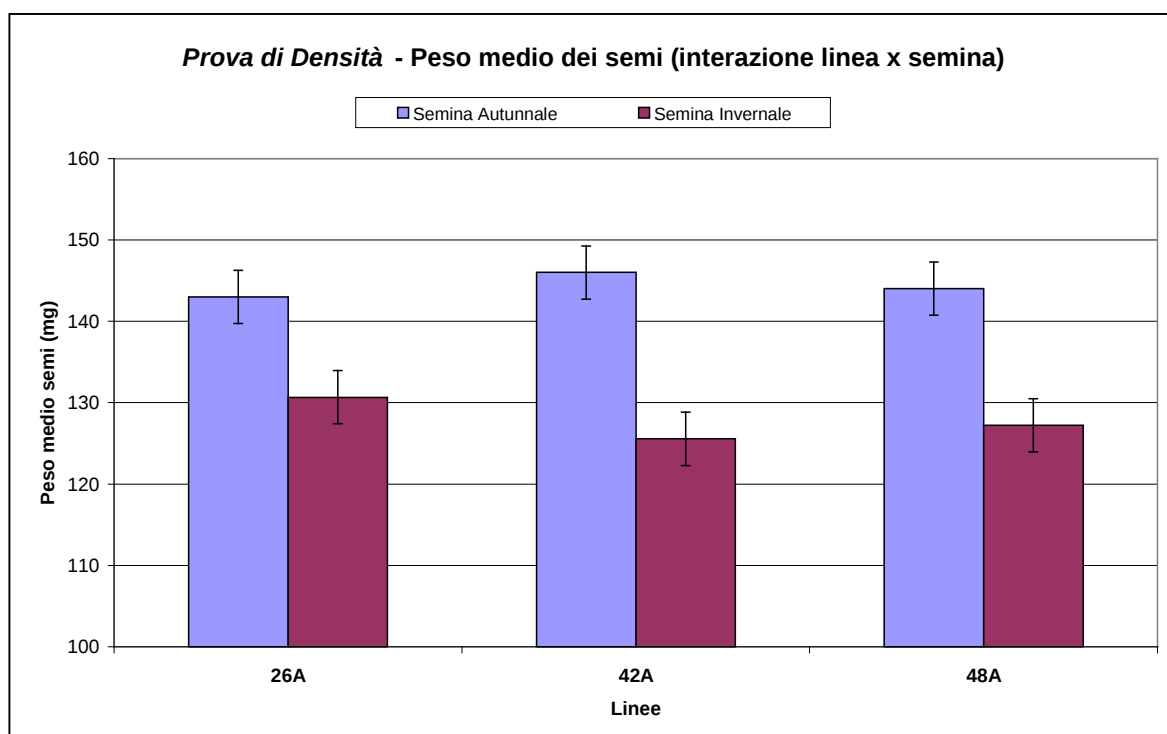


Fig. 23 – Peso medio dei semi in relazione alle epoche di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. dell'interazione linea x epoca di semina per $P = 0,05$.

In semina invernale non si sono rilevate differenze significative di produzione al variare della densità, con la D3 che è risultata la migliore, riportando produzioni stabili tra le 3 linee.

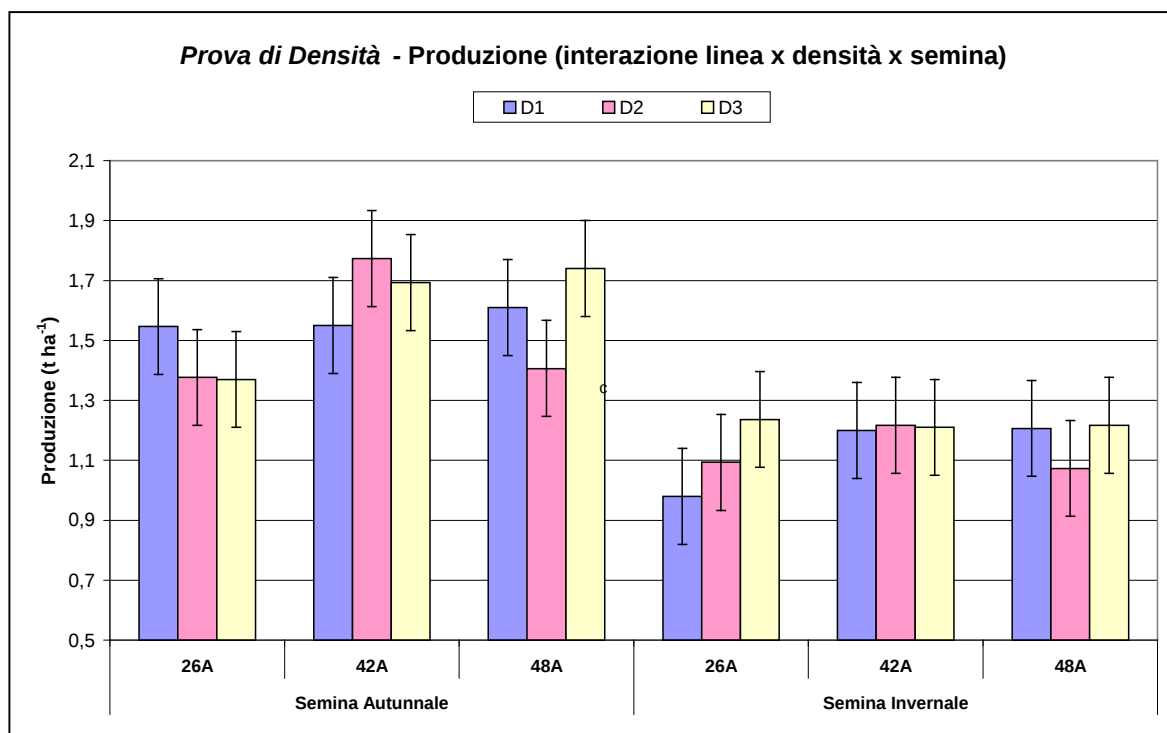


Fig. 24 – Produzione in relazione all'epoca ed alle densità di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. dell'interazione linea × densità × epoca di semina per $P = 0,05$.

Confrontando i dati delle produzioni con quelli delle piante m^{-2} (medie delle 3 ripetizioni), si nota che all'aumentare delle piante rilevate si ha un andamento crescente della produzione della semina autunnale fino a circa 53 piante m^{-2} (Fig. 25), al contrario invece della semina invernale che non sembra aver risentito delle diverse densità di semina, rimanendo stabile sui valori di 1,1 - 1,2 $t\ ha^{-1}$.

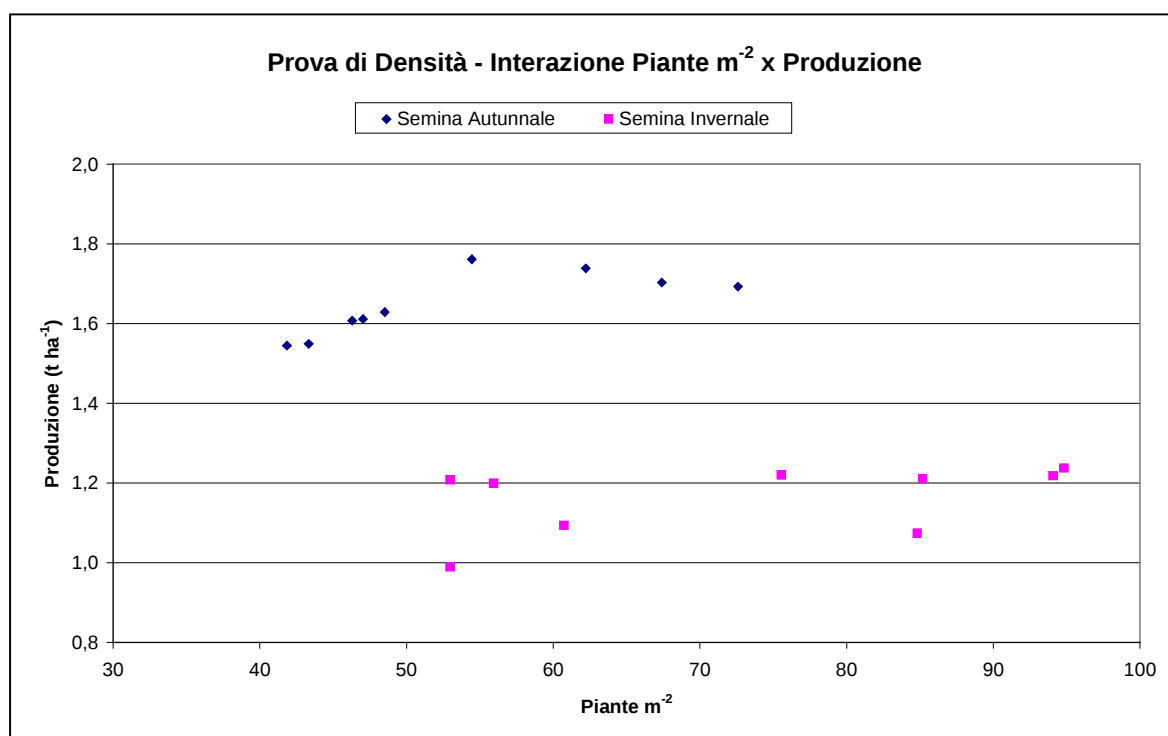


Fig. 25 – Prova di densità: interazione Pianta $m^{-2} \times$ Produzione

Dall'analisi morfologica delle piante prelevate (Tab. 25-26) si può notare che in entrambe le epoche di semina le tre densità non hanno contribuito a differenziare in maniera significativa i vari caratteri analizzati.

Tab. 25 – Caratteristiche biometriche delle piante della semina autunnale

Linee	Densità	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificaz. totali (n°)	Ramificaz. vuote (n°)	Baccelli totali (n°)	Baccelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
26A	D1	82,4	42,6	0,2	0,2	15,9	3,1	52,9
	D2	82,7	45,0	1,1	0,2	14,3	2,7	45,8
	D3	82,0	42,2	0,6	0,2	16,1	3,0	51,5
42A	D1	78,3	41,5	0,1	0,0	13,6	1,8	45,8
	D2	81,0	44,8	0,3	0,1	13,7	1,7	47,5
	D3	77,3	45,5	0,3	0,1	11,5	0,9	41,3
48A	D1	83,1	43,2	0,6	0,1	18,1	3,2	59,6
	D2	82,6	37,5	0,2	0,0	23,5	3,5	80,5
	D3	84,8	47,1	0,1	0,0	15,1	2,2	52,0
D.M.S. P=0,05	linea densità	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	2,9 N.S.	0,7 N.S.	10,6 N.S.

Si osserva che passando dalla semina autunnale a quella invernale si ha una lieve riduzione della taglia media delle piante con un aumento dell'altezza del 1° baccello e del numero di baccelli per pianta.

Tab. 26 – Caratteristiche biometriche delle piante della semina invernale

Linee	Densità	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificaz. totali (n°)	Ramificaz. vuote (n°)	Baccelli totali (n°)	Baccelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
26A	D1	77,1	46,6	0,5	0,4	24,5	4,1	76,9
	D2	74,1	44,8	0,1	0,0	20,2	4,0	60,1
	D3	72,9	48,3	0,0	0,0	16,6	2,7	51,4
42A	D1	79,5	47,5	0,1	0,1	17,7	2,9	56,8
	D2	76,5	46,4	0,1	0,1	19,2	2,3	65,4
	D3	80,2	49,0	0,1	0,0	17,5	1,6	62,6
48A	D1	77,5	50,1	0,1	0,1	18,1	2,2	61,0
	D2	74,5	46,0	0,0	0,0	18,1	1,7	59,1
	D3	76,5	50,7	0,0	0,0	15,4	2,2	49,1
D.M.S. P=0,05	linea densità	N.S.	1,5 0,4	N.S.	N.S.	N.S.	0,7 N.S.	N.S.

Prova di Densità II

Dal confronto è emerso che la densità di semina non ha influito in maniera significativa sulla produzione (Fig. 26). Infatti si è ottenuto un incremento di granella ma solo il passaggio da 80 a 100 semi germinabili ha riportato un aumento evidente, mentre oltre tale limite le differenze sono state molto limitate.

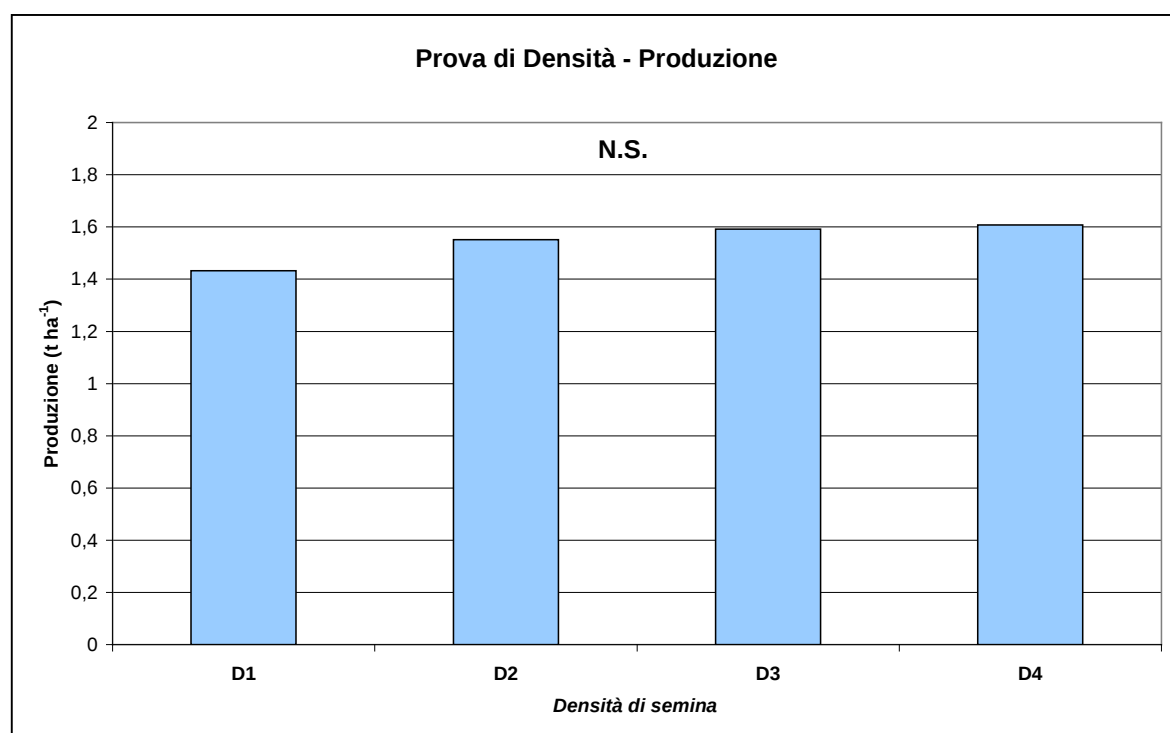


Fig. 26 – Produzione della Prova di Densità 2 del lupino. Medie non statisticamente differenti per P = 0,05.

Si è ottenuta invece una forte interazione tra linea ed epoca di semina (Fig. 27), con la 2° epoca che in entrambi i casi è stata nettamente la più favorevole; inoltre si può notare che la linea 12A è risultata più adatta della 51B alla semina ritardata.

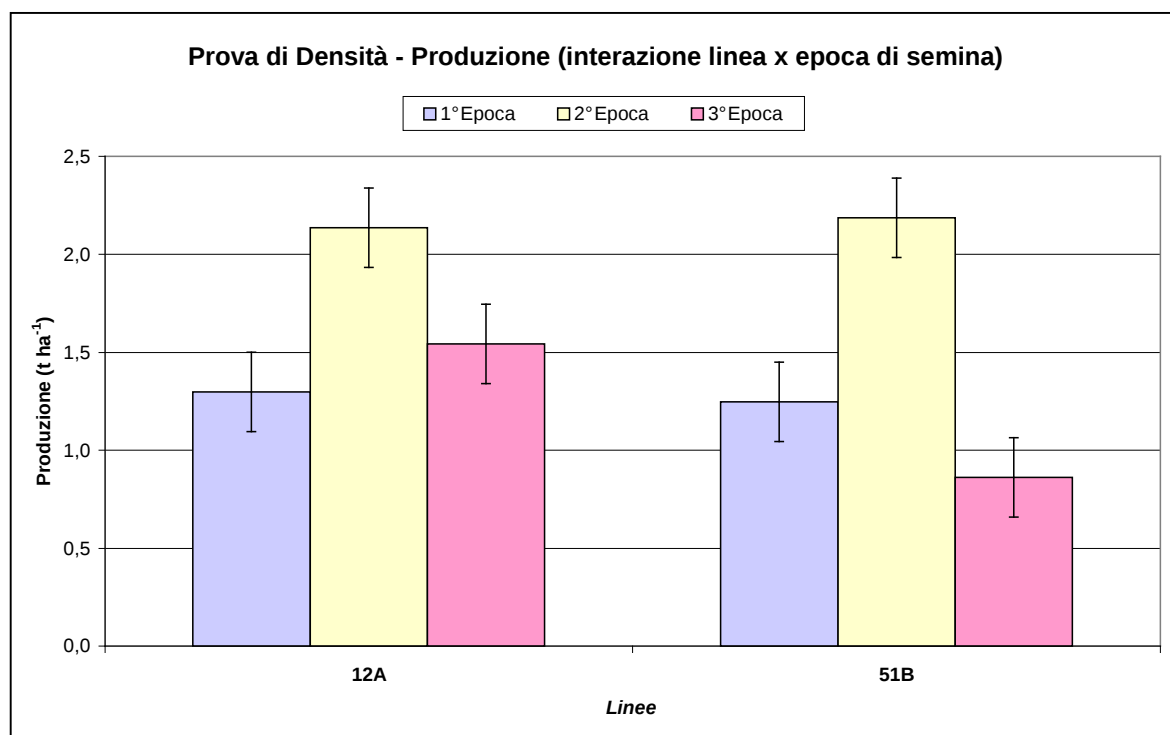


Fig. 27 – Produzione della Prova di Densità del lupino: interazione linea × epoca di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

4.2.2 *Cicer arietinum* L.

Confronto Varietale



La prova è stata condizionata da un violento attacco di *Ascochyta rabiei*, che ha portato alla completa distruzione delle piante della linea RM1 (Foto 3 e Fig. 28), e di conseguenza all'azzeramento della sua produzione. Anche gli altri genotipi ne hanno risentito, ma principalmente nella produzione, con cali più evidenti per quelli che sono più suscettibili a questo fungo, come la varietà Pascià (Fig. 29).

Foto 3 – Effetto di *Ascochyta rabiei* sulla linea RM1 durante il Confronto Varietale del 2008.

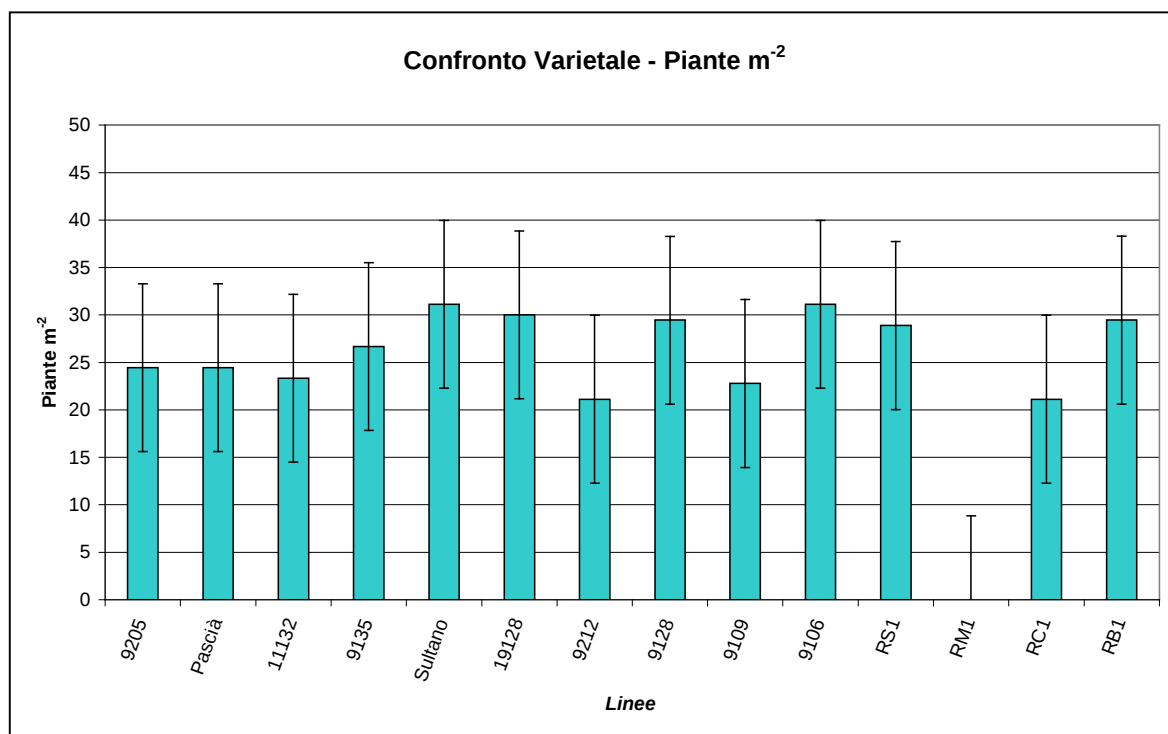


Fig. 28 – Densità culturale nel Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

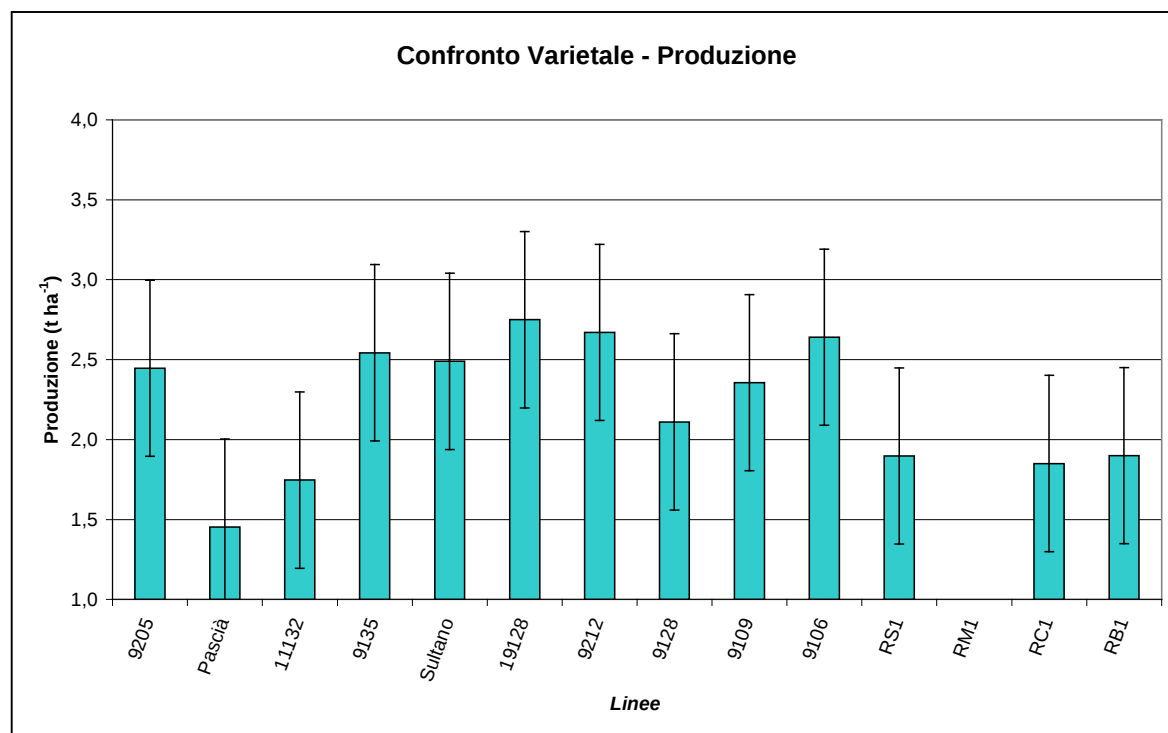


Fig. 29 – Produzione del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Si può notare l'andamento crescente del danno con il passare del tempo (Fig. 25), con la maggior parte dei genotipi che, anche al 3° rilievo effettuato alla metà di giugno quando ormai la pianta aveva raggiunto lo stadio di maturità e di viraggio del colore, hanno riportato un'incidenza dei sintomi ≤ 5 (moderatamente resistente); ciò che risalta in negativo è invece la linea RM1, che non solo ha raggiunto il massimo grado della scala (9 = morte totale delle piante), ma lo ha fatto anche in tempi molto brevi.

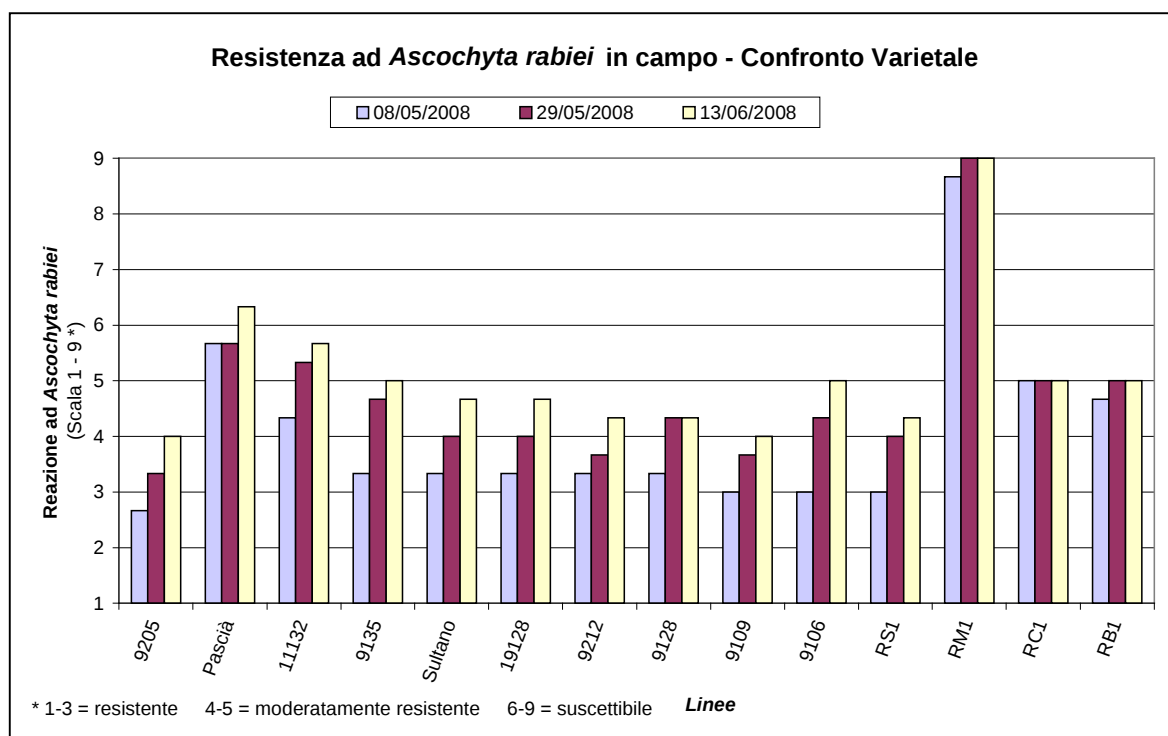


Fig. 30 – Valutazione in campo della reazione ad *Ascochyta rabiei* delle linee di cece del Confronto Varietale.

Prova di Densità I

Come si può vedere dai grafici successivi, non sono presenti i risultati della 2° Epoca di semina; questo a causa del danno arrecato dai piccioni giunti sul campo sperimentale in corrispondenza della fase di emergenza di tale prova. Per ovviare al problema, durante i primi stadi di crescita della 3° Epoca si è fatto uso di un cannoncino antistorno.

A seguito dei rilievi sulle parcelle, è stato riscontrato un numero medio di piante di Sultano significativamente superiore rispetto al Pascià di circa 10 unità. Tale differenza risulta evidente dal grafico di Figura 31 dove si vede che la discriminante è stata principalmente la 1° epoca, e che si è avuta una netta riduzione di piante emerse di Sultano al ritardare della semina, mentre il Pascià ne è rimasto indifferente.

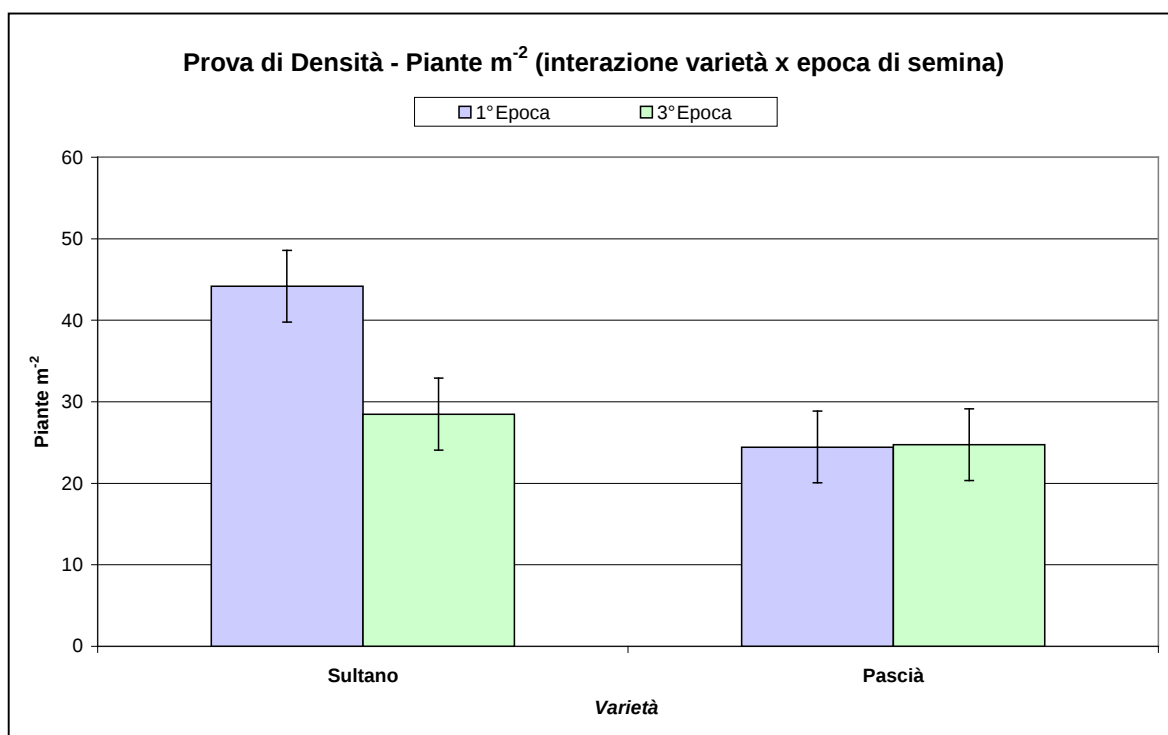


Fig. 31 – Densità di piante rilevate nella Prova di Densità, interazione varietà × epoca di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Dall'interazione densità × epoca (Fig. 32) si vede che la semina anticipata ha favorito l'emergenza delle piante e solo nella D4 i valori coincidono; all'interno delle varietà però le variazioni risultano limitate, quindi non differenti (per $P = 0,05$); non significativa è stata anche l'epoca, nonostante le circa 8 piante m⁻² in più a favore della 1° semina.

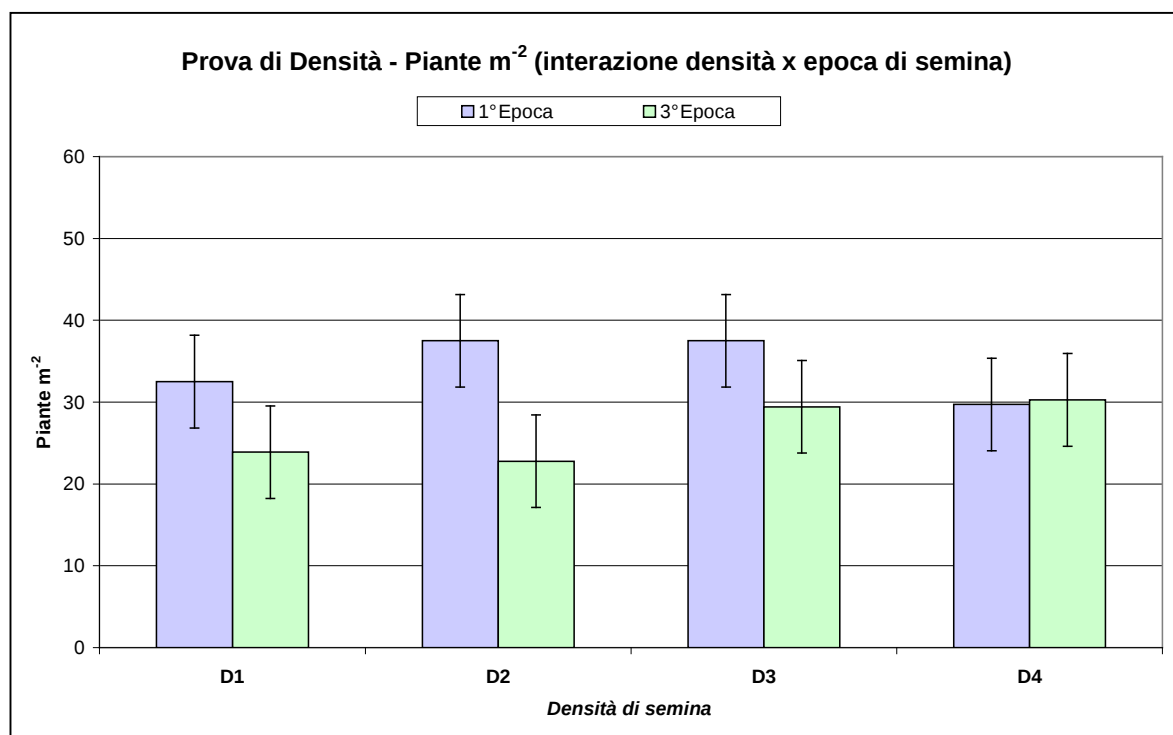


Fig. 32 – Densità culturale della Prova di densità: interazione densità × epoca di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

La produzione della varietà Sultano è risultata significativamente maggiore rispetto al Pascià (Fig. 33), ma senza raggiungere buoni livelli, perché anche le produzioni di questa prova sono state influenzate dall'*Ascochyta rabiei*, che ha portato ad un appiattimento dei risultati e ad una conseguente non significatività di epoca e densità di semina, che hanno presentato scarti di produzione molto limitati.

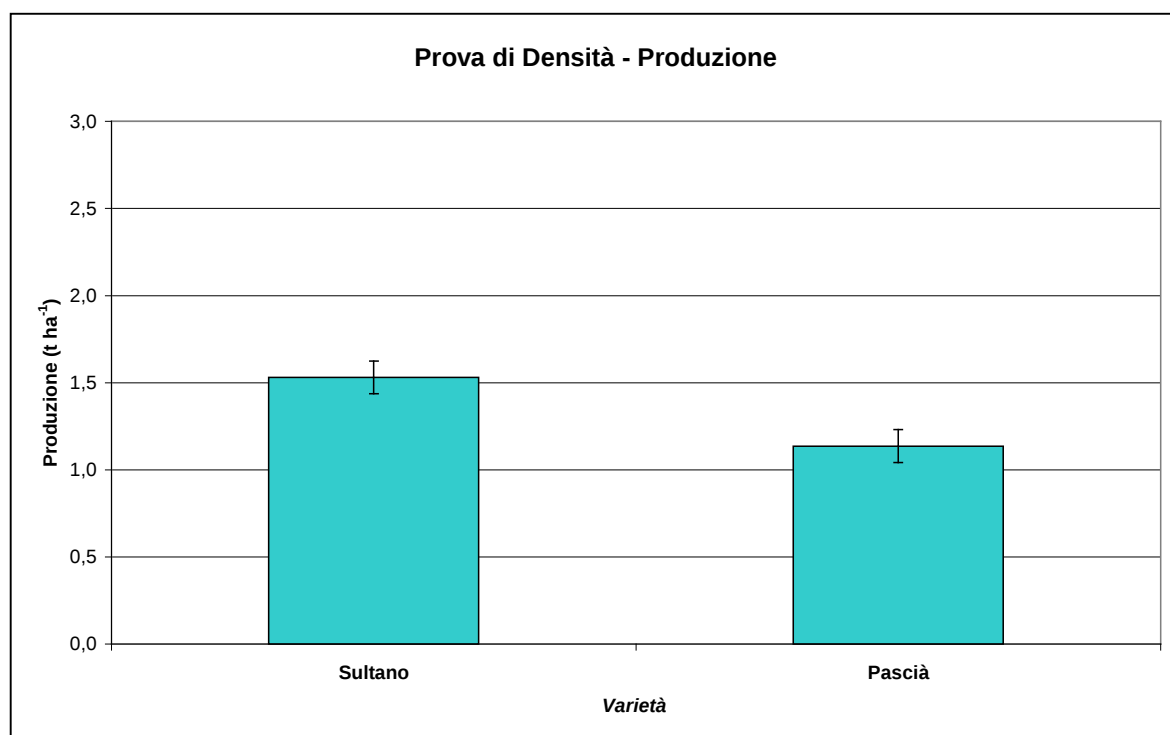


Fig. 33 – Produzione della Prova di Densità; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Per questo motivo non si è riusciti ad ottenere risultati indicativi sulla condizione di fattori in grado di dare i risultati migliori. Oltre al danneggiamento della coltura dovuto al fungo patogeno, i risultati poco rappresentativi sono dovuti anche all'assenza dei valori della 2° epoca di semina, che in previsione sarebbe dovuta essere la migliore.

Anche in questo caso è stato verificato il grado di danno provocato dalla rabbia (Fig. 34). Si può notare che nella 1° epoca, la densità di semina non ha avuto effetto sulla gravità dell'attacco, con differenze limitate anche tra le due varietà. Anche la semina ritardata sembra non essere influenzata dalla densità delle piante, ma l'incidenza dell'attacco è stata inferiore ed è emersa la maggior resistenza del Sultano rispetto al Pascià.

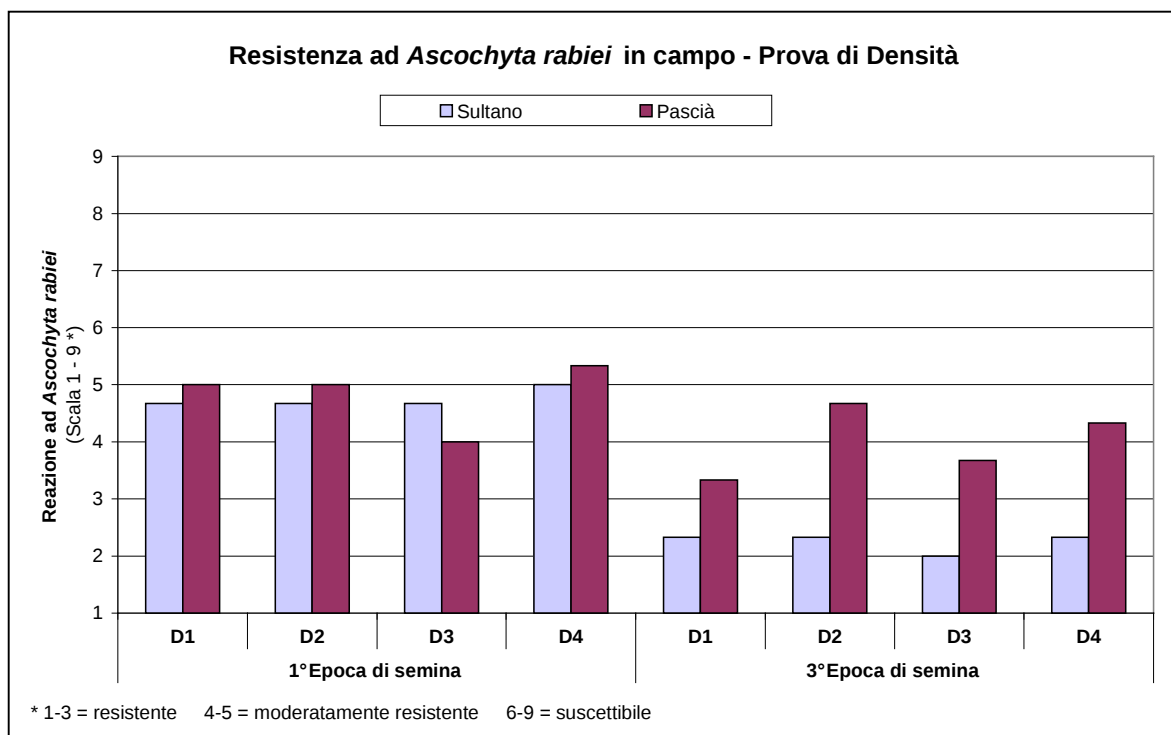


Fig. 34 – Reazione ad *Ascochyta rabiei* delle varietà Sultano e Pascià nella Prova di Densità.

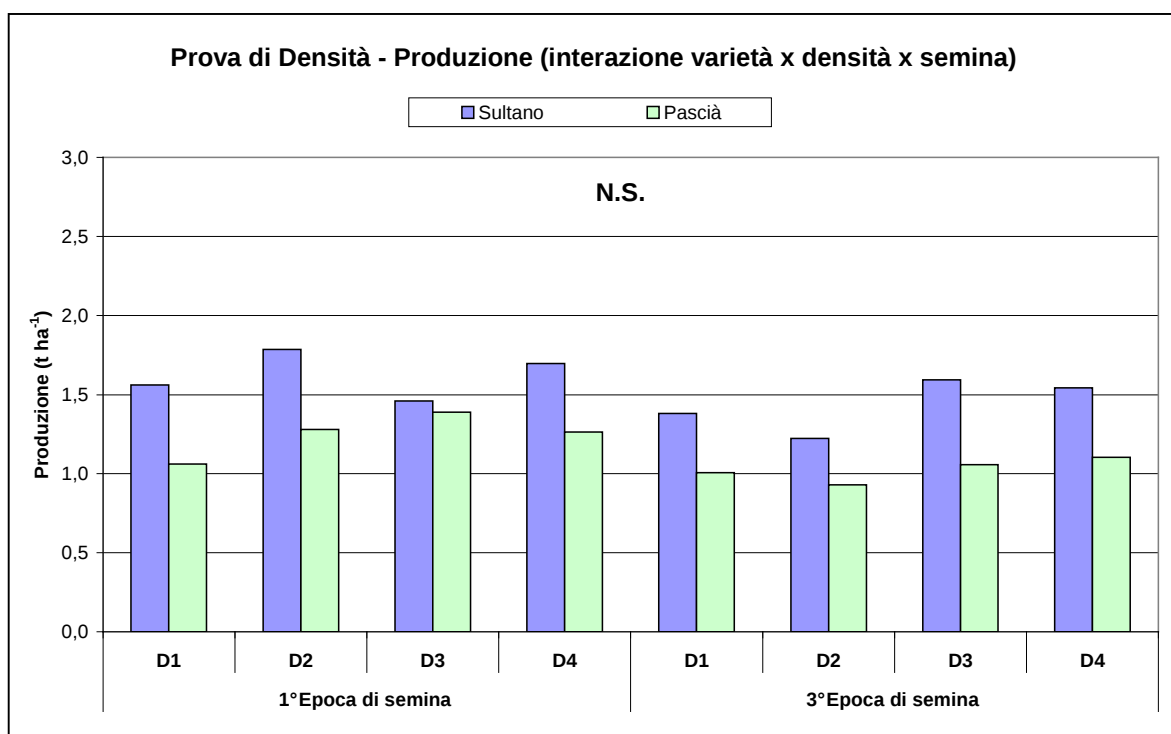


Fig. 35 – Produzione della Prova di Densità: interazione varietà × densità × semina. Medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Confrontando il grafico di Figura 35 con quello precedente, si può vedere come nella 1° epoca, a parità di danno ricevuto, si sia ottenuta una produzione di Sultano superiore di circa 0,5 t ha⁻¹ e solo nella densità D3 il Pascià, con un anomalo risultato di resistenza, sia riuscito a contenere il divario. Da notare che la differenza di produzione si mantiene simile nella 3° epoca, dove però la varietà Pascià ha mostrato la sua maggior suscettibilità al fungo.

Prova di Densità II

Utilizzando le due linee che meglio si erano comportate nel Confronto Varietale dell'anno precedente, è stata realizzata una seconda prova di densità in 3 epoche di semina, ma anche in questo caso, come per la Prova di densità appena descritta, i volatili hanno danneggiato la 2° semina anche di questa prova, per cui si è deciso di escludere i relativi valori dal confronto.

La prova non ha riportato risultati significativi per $P = 0,05$, con potenzialità produttiva delle due linee simile e con piccoli incrementi di produzione all'aumentare della densità di semina.

La differenza più visibile è stata la superiorità produttiva della 1° semina che ha riportato una resa media di circa 2,4 t ha⁻¹ contro le 1,8 t ha⁻¹ della 3°; anche l'epoca però non è risultata significativa.

4.3 3° Anno

Obiettivo dell'ultimo anno era inizialmente la ripetizione delle Prove di Densità e di Confronto Varietale in diverse epoche di semina a cui erano state sottoposte le linee di *Cicer arietinum* L. e di *Lupinus angustifolius* L. durante il 2° anno di sperimentazione. Si volevano infatti confermare le potenzialità produttive ottenute dalle singole linee ed ottenere maggiori certezze sulla scelta del miglior periodo di semina.

L'andamento pluviometrico dell'intervallo di tempo destinato alla semina delle prime due epoche di cece (metà dicembre e metà gennaio) e di quella autunnale di lupino (fine novembre), caratterizzato da frequenti piogge, ha però impedito l'esecuzione delle operazioni nei tempi previsti, ed ha comportato l'impossibilità di effettuare semine in periodi diversi. Infatti l'accesso ai campi sperimentali è stato possibile solo a partire dalla metà di febbraio 2009, consentendo solo l'esecuzione della semina invernale del lupino e della 3° epoca di cece, che in base ai dati già disponibili, risultavano essere però le meno vantaggiose.

I risultati, a causa della semina tardiva, risultano appiattiti nei loro valori medi, mentre analizzando meglio nel particolare si notano spesso andamenti altalenanti dovuti alla elevata variabilità ottenuta dalle varie ripetizioni.

4.3.1 *Lupinus angustifolius* L.

Confronto Varietale

Il rilievo sul numero effettivo di piante presenti nelle parcelle ha messo in evidenza una significativa variabilità tra le varie linee (Fig. 36), ma con valori che complessivamente sono inferiori alla stessa epoca dell'anno precedente e solo 2 linee che hanno superato le 60 piante m⁻².

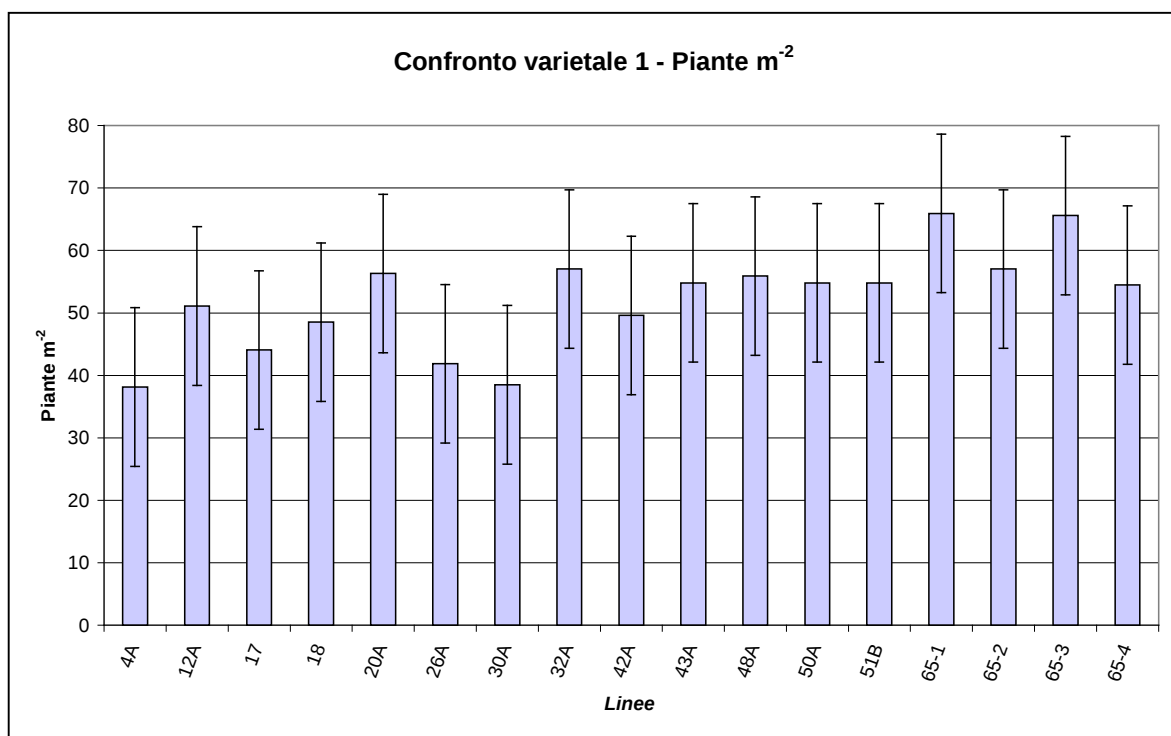


Fig. 36 – Densità culturale del confronto varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

La raccolta ha confermato che il basso numero di piante emerse ha inciso negativamente sul livello produttivo raggiunto, con quasi tutte le linee comprese tra 1,0 e 1,4 t ha⁻¹ (Fig. 37).

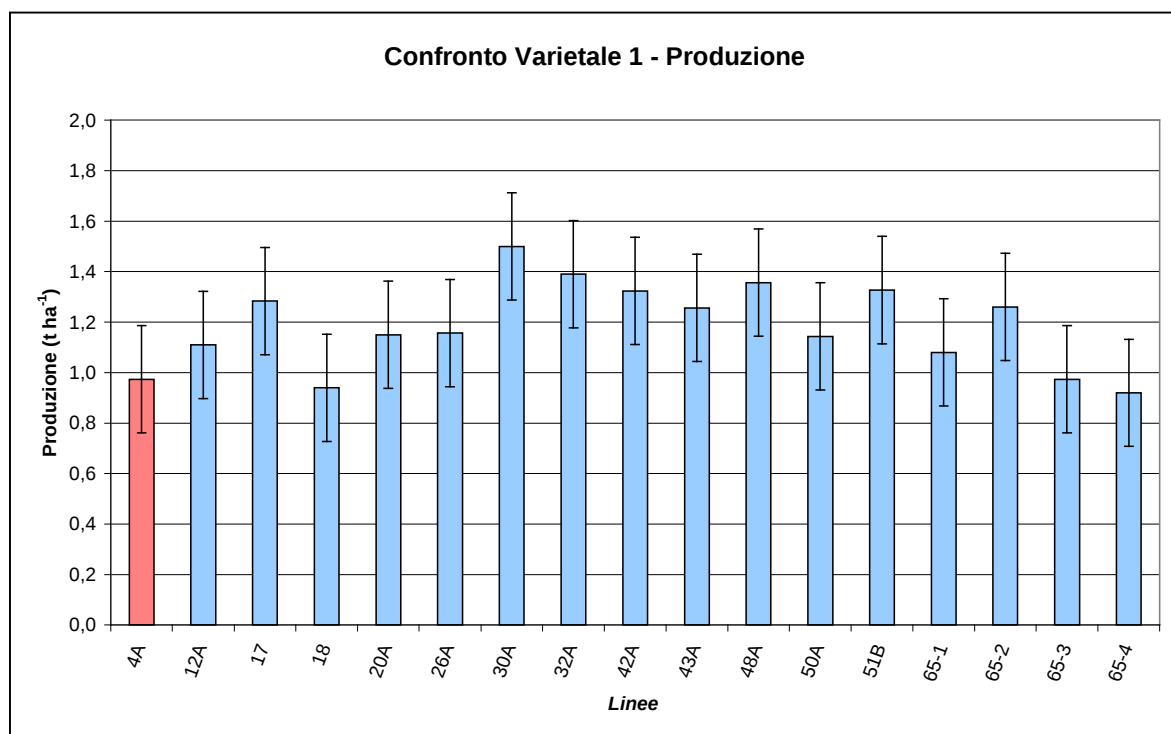


Fig. 37 – Produzione del Confronto varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Non si nota però una corrispondenza diretta tra i due valori: un caso particolare è infatti rappresentato dalla linea 30A, con il minor numero di piante, che è risultata poi la più produttiva raggiungendo le $1,5 \text{ t ha}^{-1}$; discorso inverso può essere fatto per la linea 65-3.

Per cercare di dare una spiegazione a questi risultati possiamo prendere in considerazione anche il peso medio dei semi (Fig. 38). A parte i pochi valori compresi tra 155 e 165 mg, la maggior parte delle linee presenta semi con un peso medio di circa 150 mg. In considerazione di ciò i risultati delle linee 30A e 65-3 possono essere giustificati solamente con un maggior numero di baccelli e quindi di semi per pianta.

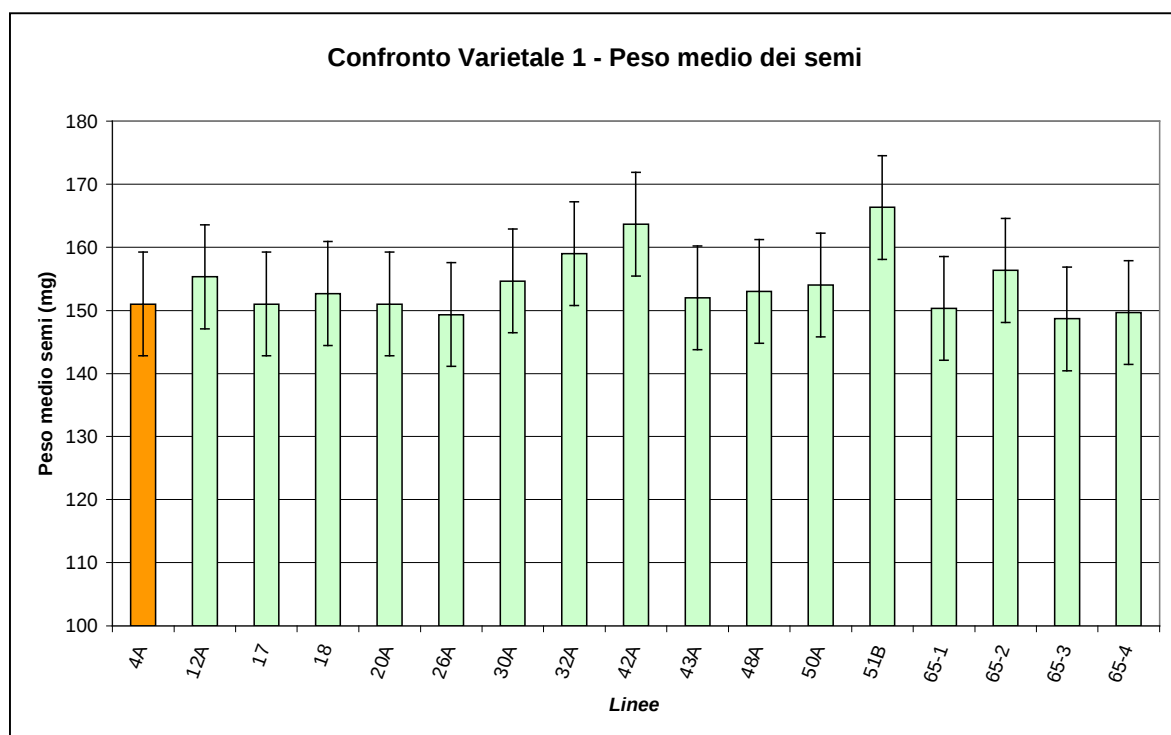


Fig. 38 – Peso medio dei semi; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Dall'analisi dei dati biometrici risultano differenze limitate per tutti i caratteri analizzati (Tab. 27), ma è comunque possibile notare la limitata taglia delle piante che non supera i 60 cm. L'altezza del 1° baccello non ne ha risentito eccessivamente rimanendo al di sopra dei 35 cm, ma questo ha comportato un esiguo spazio per l'inserzione dei baccelli che infatti sono molto limitati (da 11 a 16).

Rispetto all'anno precedente si nota un lieve aumento delle ramificazioni che però sono risultate quasi tutte prive di baccelli.

Tab. 27 – Caratteristiche biometriche delle piante del Confronto Varietale.

LINEE	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificazioni totali (n°)	Ramificazioni vuote (n°)	Baccelli totali (n°)	Baccelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
4A	49,2	35,5	0,8	0,6	12,7	0,1	53,5
12A	51,8	37,8	1,5	1,1	13,4	0,5	55,2
17	53,3	41,2	1,6	1,4	12,9	0,2	51,8
18	54,5	41,0	1,3	0,9	13,5	0,2	57,1
20A	51,7	37,9	1,0	0,5	16,1	0,4	67,9
26A	52,9	40,2	0,8	0,7	12,1	0,0	51,7
30A	54,4	39,4	1,0	0,7	15,0	0,3	62,3
32A	51,1	38,1	1,3	0,4	11,9	0,0	50,5
42A	50,5	39,3	0,9	0,5	11,0	0,3	46,0
43A	52,3	40,4	1,5	1,1	13,4	0,3	52,8
48A	55,0	39,6	1,8	1,5	13,4	0,1	53,6
50A	54,1	40,0	0,8	0,8	12,6	0,3	51,1
51B	57,2	42,3	1,0	1,0	11,9	0,2	47,1
65-1	54,3	41,0	0,6	0,6	11,5	0,2	44,3
65-2	50,9	38,0	1,2	0,8	11,0	0,9	40,7
65-3	52,8	39,4	1,2	1,1	11,0	0,3	46,3
65-4	56,9	41,4	1,1	0,9	14,4	0,5	53,1
D.M.S. per P = 0,05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Prova di Densità I

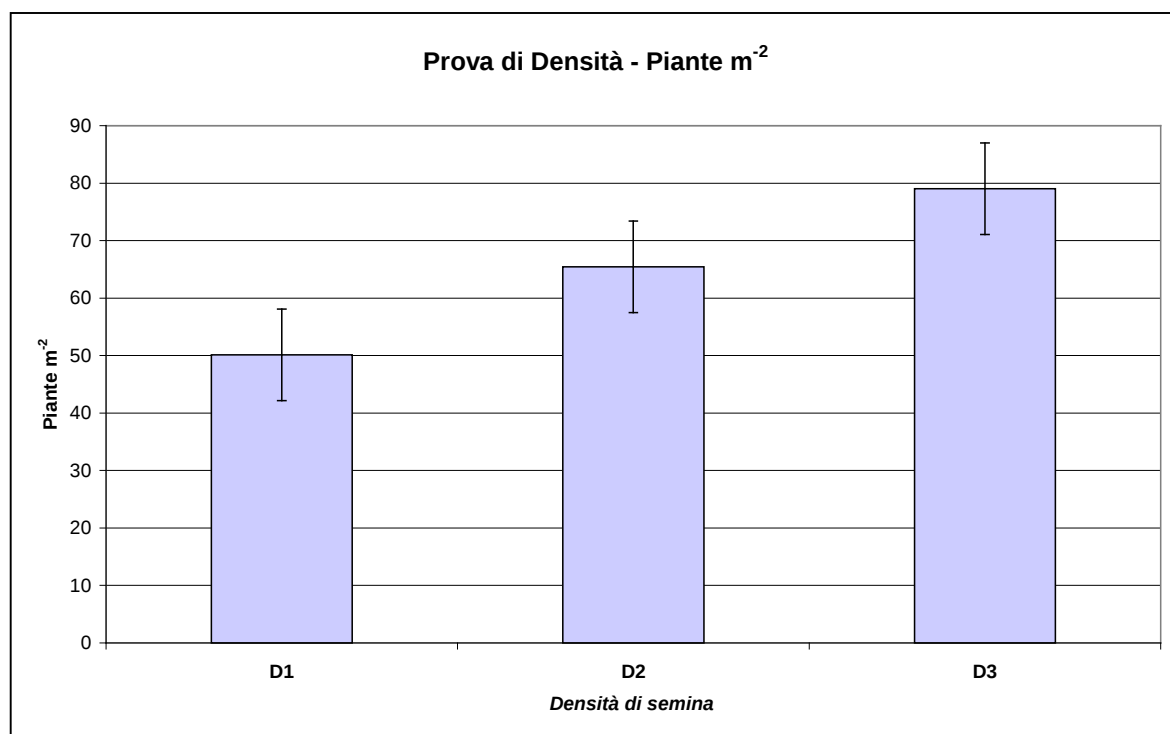


Fig. 39 – Densità culturale della Prova di Densità; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

Dalla verifica delle piante effettivamente emerse (Fig. 39) si è evidenziato l'ovvio incremento di piante all'aumentare della densità di semina, con la tendenza confermata anche all'interno delle singole linee anche se l'interazione densità $\times$ linea non è risultata significativa.

I dati ottenuti a seguito della raccolta permettono di vedere che le 3 linee hanno ottenuto livelli produttivi simili (Fig. 40) ed allineati sulle 1,3 t ha⁻¹; inoltre la variazione di piante rilevate non ha comportato significativi incrementi alla produzione, che aumenta passando da D1 a D3, ma in maniera limitata.

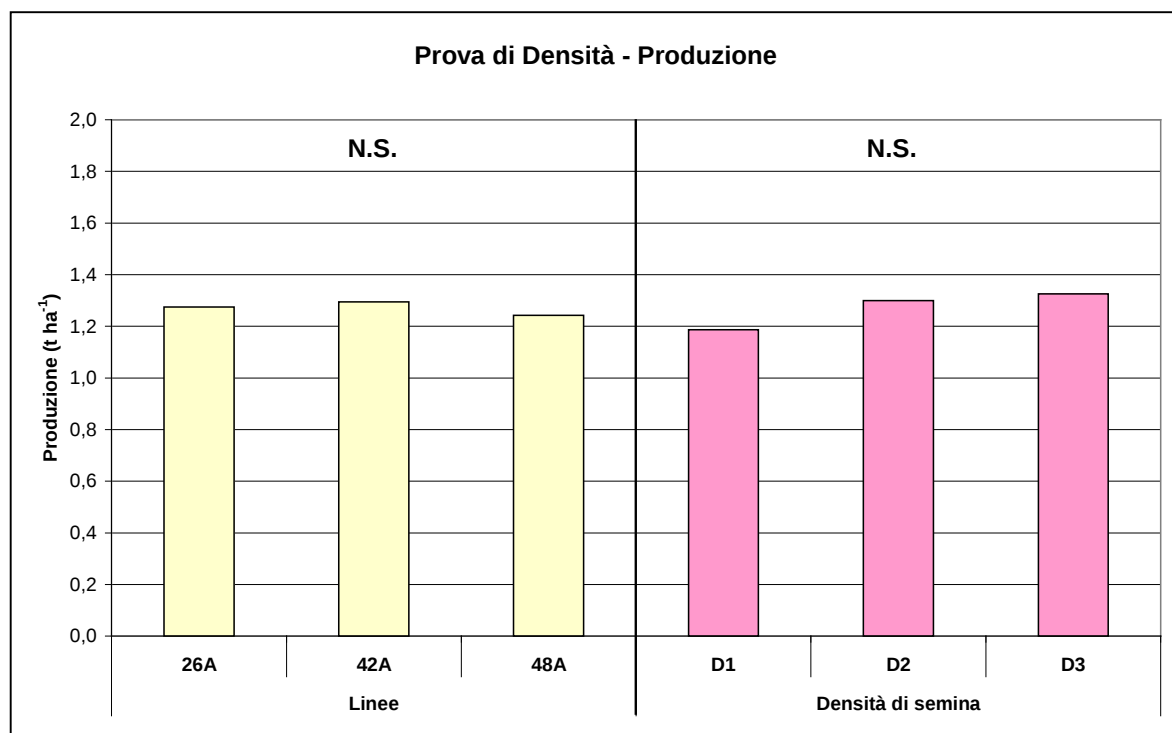


Figura 40. – Produzione della Prova di Densità, con riferimento alle linee ed alla densità di semina. Medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Anche il peso medio dei semi non ha riportato risultati degni di nota, con valori praticamente identici (~ 150 mg) per le linee e le varie densità di semina.

Tab. 28 – Caratteristiche biometriche delle piante della Prova di Densità.

Linee	Densità	Altezza pianta (cm)	Altezza 1° baccello (cm)	Ramificaz. totali (n°)	Ramificaz. vuote (n°)	Baccelli totali (n°)	Baccelli vuoti (n°)	Semi totali (n°)
26A	D1	59,5	44,3	2,3	2,1	12,3	0,1	53,6
	D2	57,4	46,4	1,5	1,5	10,5	0,4	41,1
	D3	56,7	47,1	1,5	1,5	7,7	0,2	31,9
42A	D1	58,2	47,8	1,7	1,6	7,6	0,3	28,0
	D2	58,6	51,7	1,0	1,0	7,9	0,4	28,5
	D3	59,5	50,5	1,3	1,3	7,6	0,3	24,6
48A	D1	60,7	48,8	1,3	1,3	10,3	0,3	36,5
	D2	61,1	48,8	1,9	1,9	11,1	0,3	42,7
	D3	60,9	50,7	1,3	1,3	7,5	0,4	26,7
D.M.S. P=0,05	linea densità	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	1,5 N.S.	N.S.	6,0 6,9

La densità non ha avuto alcun effetto sulla limitata taglia delle piante (Tab. 28), che rispetto al Confronto Varietale presentano il primo baccello posto ancora più in alto, riducendo ancora di più il numero di baccelli presenti. Le poche ramificazioni presenti sono risultate tutte improduttive.

Prova di Densità 2

Come per l'anno precedente, a Tarquinia è stato realizzato una seconda prova di densità che ha riguardato le stesse 2 linee di lupino, seminate nella sola 3° epoca.

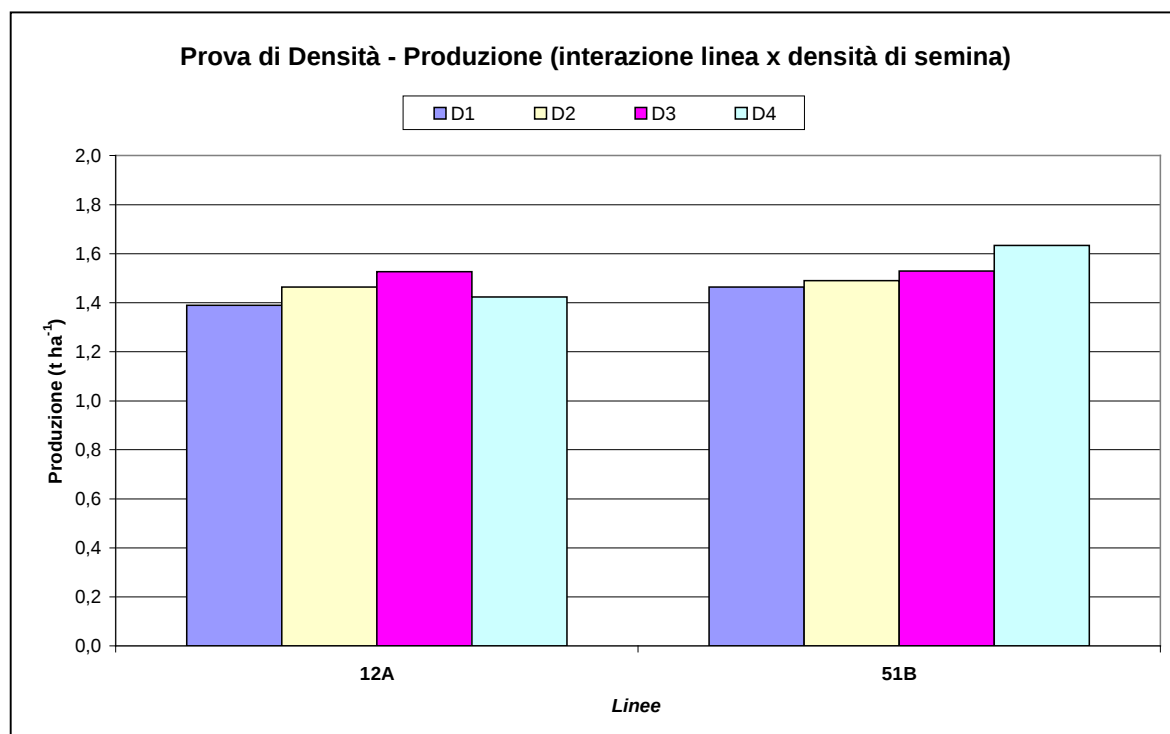


Fig. 41 – Produzione dell'interazione linea x densità di semina. Medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

A seguito della raccolta, si notano differenze limitate tra le due linee in prova (Fig. 41), con le produzioni ottenute che indicano le densità D3 e D4 (rispettivamente per la linea 12A e 51B) come le migliori, ma le differenze sono contenute e non risultano significative; non si hanno quindi indicazioni precise sulla migliore densità di semina.

4.3.2 *Cicer arietinum* L.

Prova di Densità I

Non avendo motivazioni per realizzare il confronto varietale in un momento così avanzato della stagione, è stata organizzata la sola 3° epoca della Prova di Densità, ampliata con l'aggiunta della linea 9205.

Dall'analisi dei risultati ottenuti (Fig. 42), si nota l'andamento della produzione che raggiunge il massimo con la densità di semina D2 e scende poi fino a D4, le differenze però sono contenute e non risultano significative.

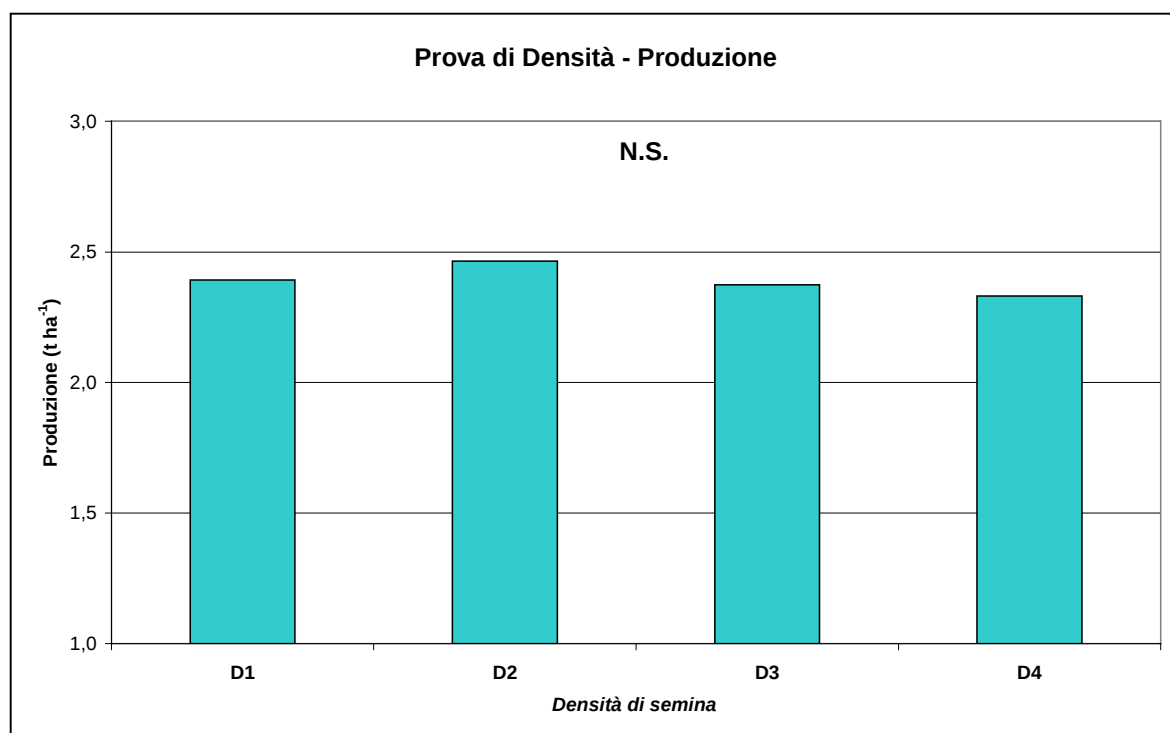


Figura 42. - Produzione della Prova di Densità. Medie non statisticamente differenti per $P = 0,05$.

Infatti è presente una scarsa variabilità tra le densità delle varie linee con il Sultano che è rimasto stabile sulle 2,3 t ha⁻¹ mentre il Pascià è salito a 2,4 t ha⁻¹ con la D2 per poi scendere lievemente; l'unico risultato evidente è il superiore livello di produzione raggiunto dalla linea 9205 che è rimasta costante a 2,5 t ha⁻¹ fino a D3, con il particolare della densità D4 che ha riportato lo stesso livello produttivo nei tre casi.

4.4 Confronti tra i 3 anni di prova

Passiamo ora ad analizzare il comportamento delle linee in prova nei vari anni di semina, prendendo quindi in considerazione le sole prove i cui risultati sono disponibili, a parità di periodo di semina, per almeno 2 anni.

4.4.1 *Lupinus angustifolius* L.

Confronto Varietale I

Un primo confronto va fatto sul numero di piante emerse, che evidenzia lo scarso risultato ottenuto nel 2007 (media di circa 30 piante m^{-2}), a fronte di una germinabilità del 2009 di oltre 50 piante m^{-2} , ma soprattutto di quella del 2008 dove si sono raggiunti finalmente valori accettabili (media di quasi 70 piante m^{-2}).

Lo stesso andamento si è avuto all'interno delle singole linee, con rare variazioni e con differenze quasi sempre significative tra i 3 anni (Fig. 43).

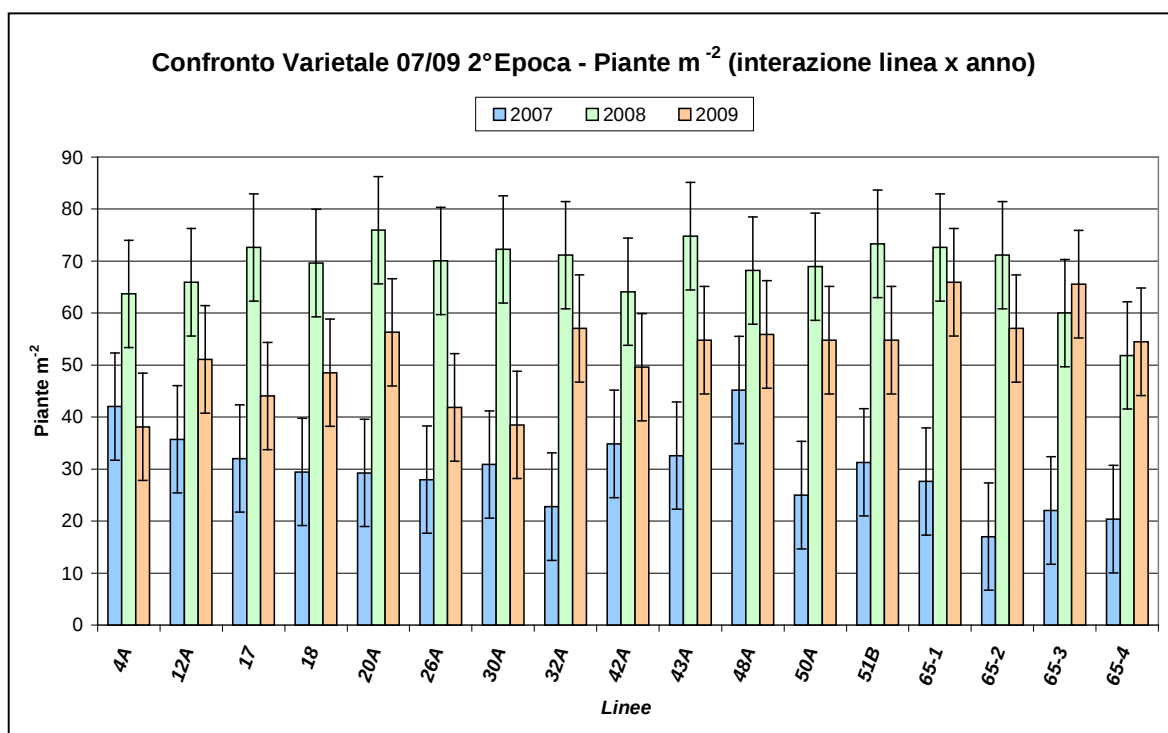


Figura 43. – Densità culturale del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Nonostante questa alternanza di valori però, la percentuale media di germinabilità è risultata abbastanza costante, livellata attorno alle 50 piante m^{-2} che corrisponde alla metà di quanto seminato. Il risultato non può di certo essere soddisfacente, ma parziale giustificazione ci sono

le scarse precipitazioni che hanno seguito la semina del 2007 e 2009, e che nel solo 2° anno hanno consentito una adeguata emergenza delle piante.

Anche la produzione media dei 3 anni ha seguito l'andamento del numero di piante emerse, con differenze però più limitate, anche se significative, che valori medi che variano da 1 t ha⁻¹ del 2007 alle 1,3 t ha⁻¹ del 2008.

La maggior parte delle linee ha ottenuto una produzione media dei 3 anni (Fig. 44) compresa tra 1,1 e 1,4 t ha⁻¹, quindi valori abbastanza simili che però sono determinati da comportamenti diversi alle condizioni degli anni di prova ed in parte limitati dagli scarsi risultati del 2007

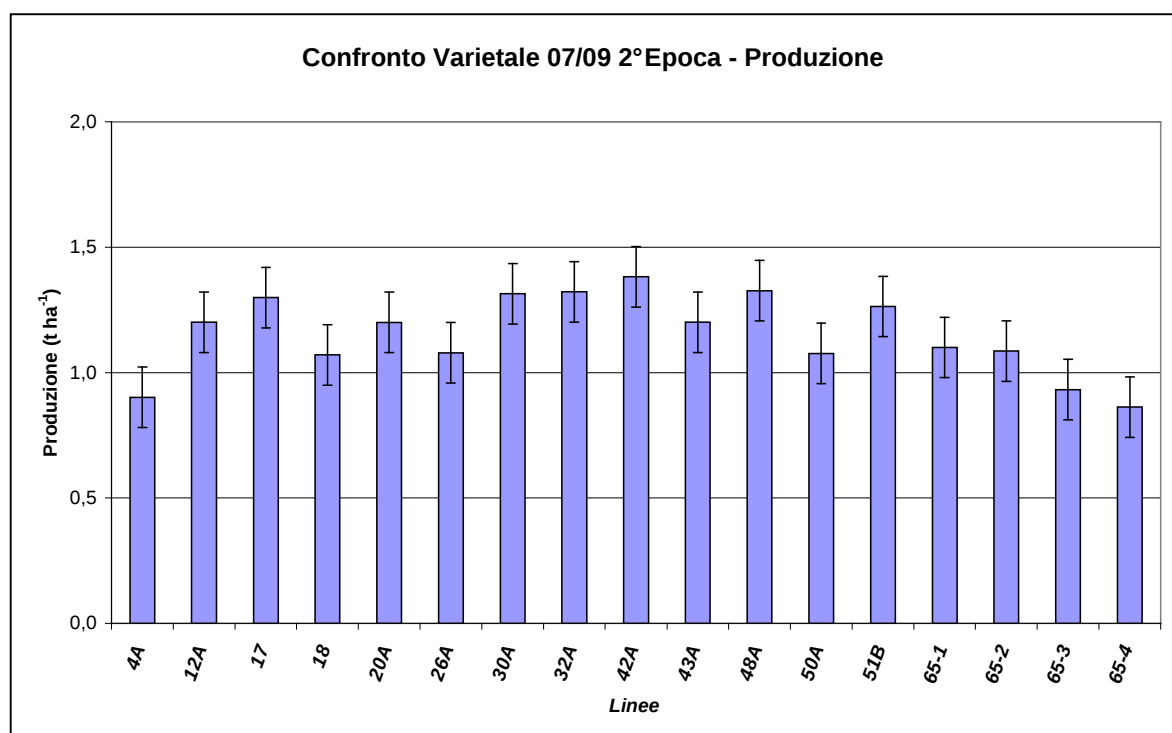


Figura 44. – Produzione del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

È presente una certa variabilità tra i valori all'interno delle linee (Fig. 45), in cui il 2008 non è sempre stato l'anno migliore, e dove si possono distinguere principalmente 3 situazioni diverse:

- rese non elevate ma stabili nei tre anni (43A, 48A, 50A, 51B);
- buoni livelli raggiunti in due anni, ma vanificati da un terzo anno sfavorevole, come nel caso delle linee 30A e 32A;
- produzioni completamente diverse, come successo per i genotipi 65-1, 65-2, 65-3, 65-4.

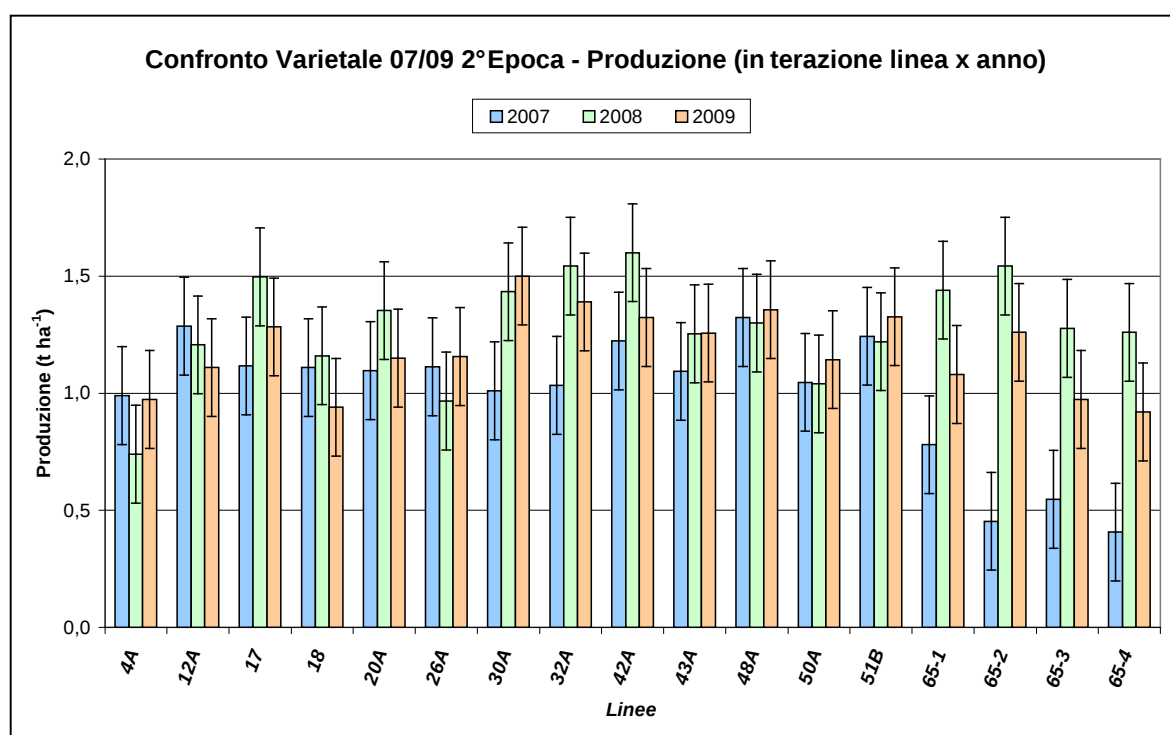


Figura 45. – Produzione del Confronto Varietale: interazione linea × anno di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

A compensare la differenza di piante presenti e ridurre il gap della produzione, è il peso medio dei semi (Fig. 46), che per il 2008 è risultato decisamente basso (inferiore a 125 mg) in confronto ai quasi 155 mg del 2009; come già detto però, questo è stato in parte condizionato dal maggior grado di infestazione.

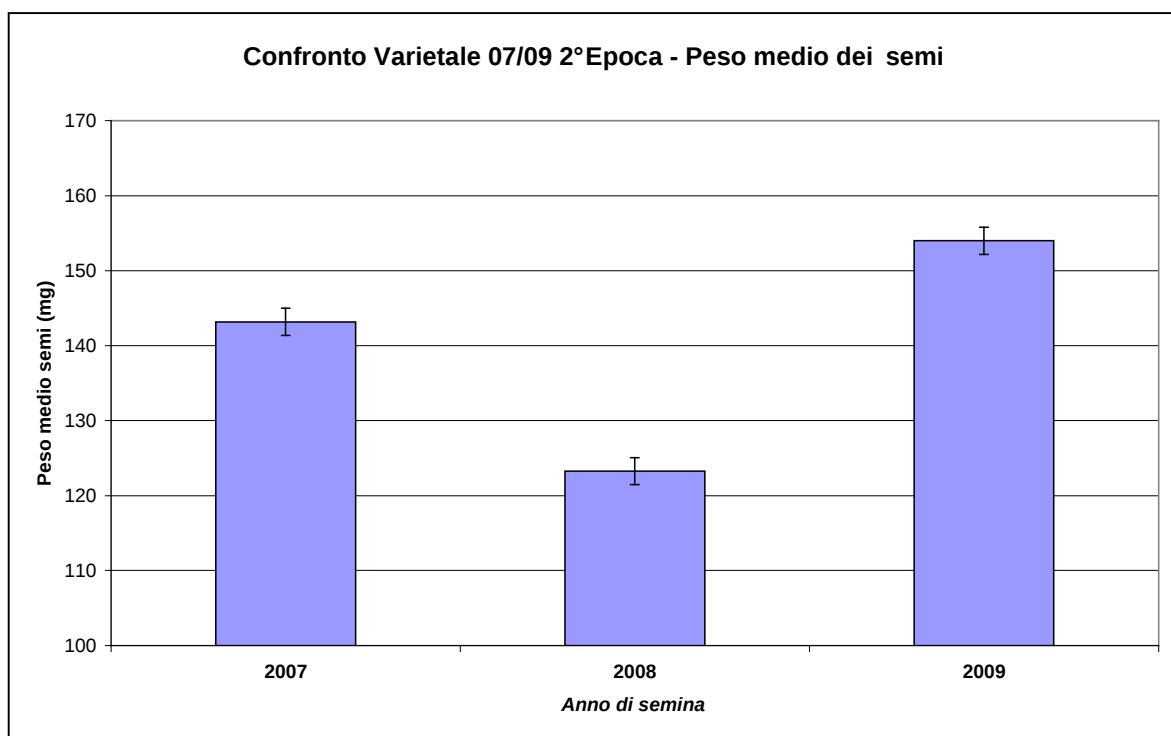


Figura 46. – Peso medio dei semi del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Si è ottenuta una certa variabilità tra le medie dei semi delle differenti linee (Fig. 47), con la maggior parte dei valori compreso tra 138 e 148 mg ed i pesi maggiori che coincidono con quei genotipi che sono stati i migliori nel 2008. Il risultato più basso è stato della linea 4A, l'unica a sviluppo determinato, con dimensione molto simile alle ultime 4 del grafico.

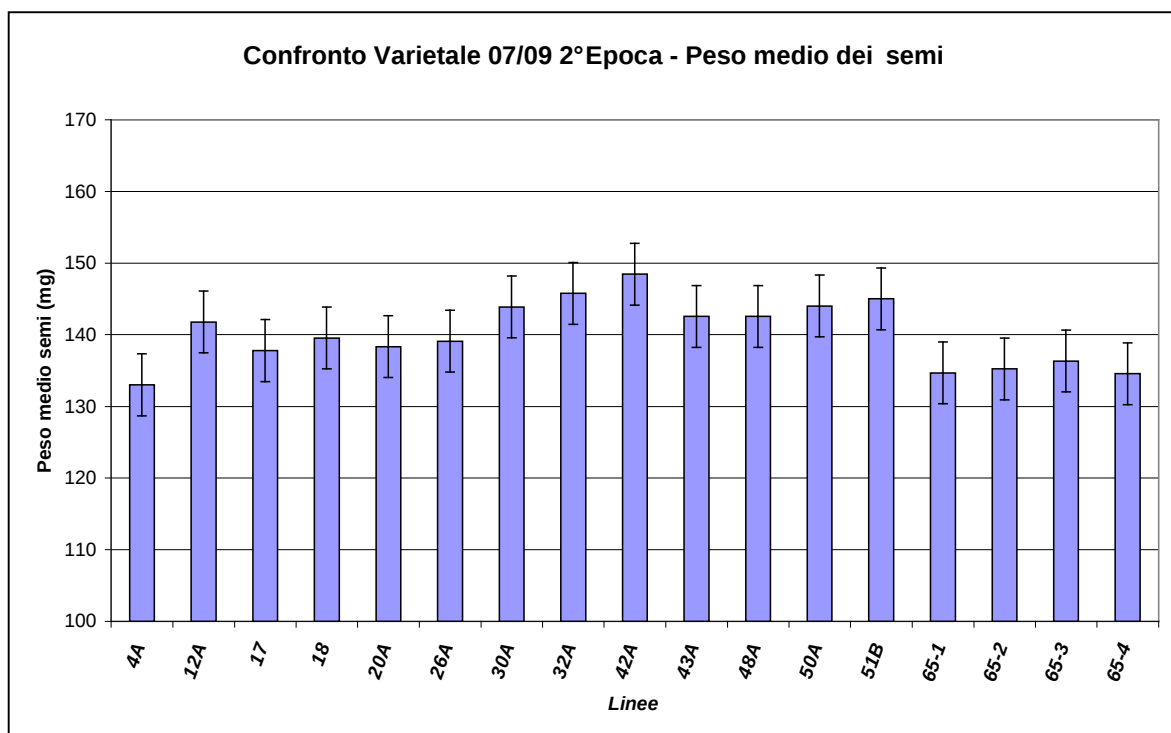


Figura 47. – Peso medio dei semi del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Prova di Densità I

Nella prova di densità non si sono invece riscontrate differenze di produzione tra le linee in prova, che hanno raggiunto gli stessi livelli medi (tra 1,2 e 1,3 t ha⁻¹).

Differenze significative si sono invece riscontrate tra le densità di semina, con la sola certezza però di poter escludere la D1 che si è dimostrata inferiore alle altre due (Fig. 48).

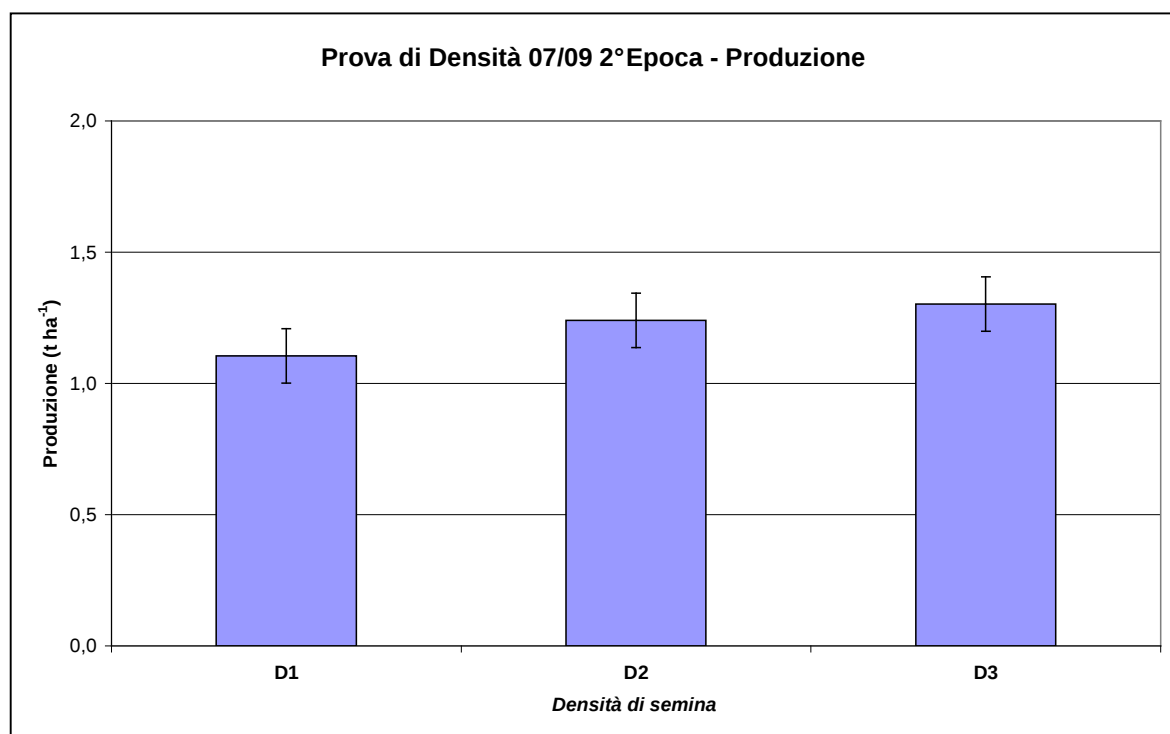


Figura 48. – Produzione della Prova di Densità, 2° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Solamente nel 2007 si è avuto un incremento apprezzabile di produzione all'aumentare della densità di semina, mentre negli anni successivi non ha influito sul risultato finale.

Come già successo per il confronto varietale, anche per la prova di densità risulta evidente il maggior numero di piante del 2008, che si è dimostrato l'anno termo-pluviometrico più adatto alla specie; discreto il risultato del 3° anno con circa 10 piante m⁻² in meno, mentre nel 2007 che non si sono raggiunte nemmeno le 30 piante m⁻². Dal grafico dell'interazione linea × anno (Fig. 49) risulta evidente che ci sono state differenze di emergenza tra le linee in prova, ma solo nel 2008 sono significative, ed in ogni caso, come appena visto, il livello produttivo raggiunto è stato il medesimo.

Il numero di piante emerse è ovviamente aumentato con l'incremento della densità di semina (Fig. 50), con incrementi significativi solo nel 2009.

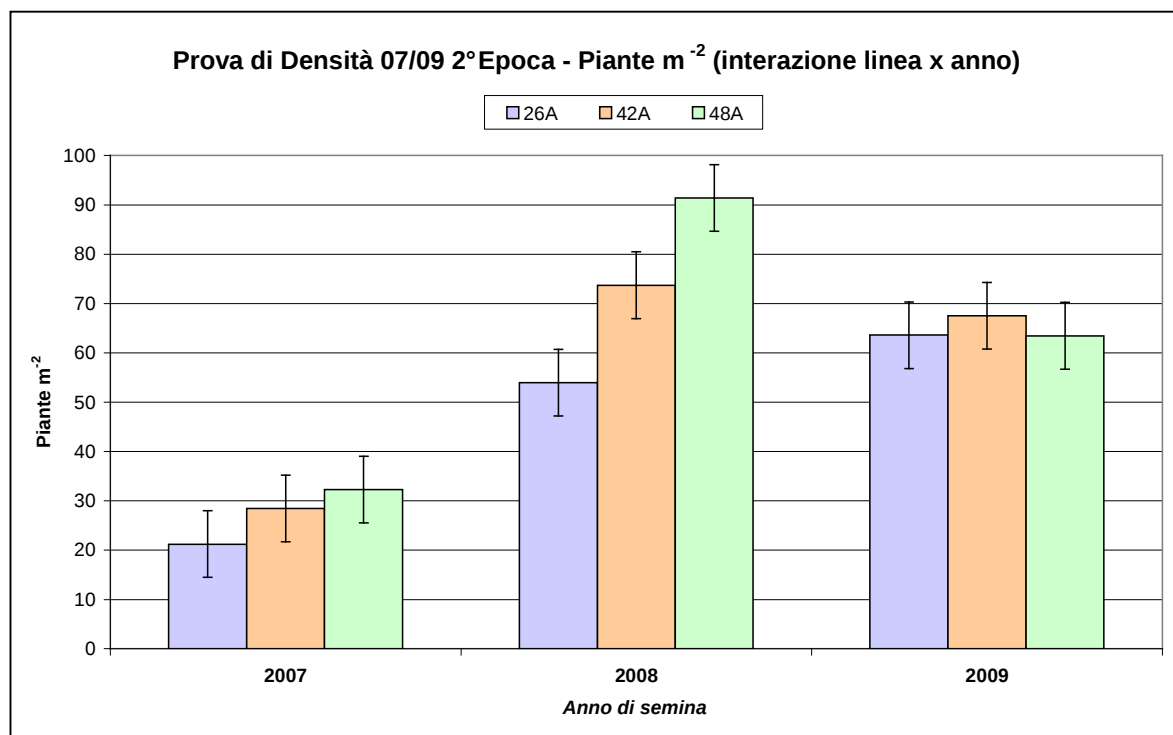


Figura 49. – Densità colturale della Prova di Densità, 2° Epoca: interazione linea × anno di semina; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

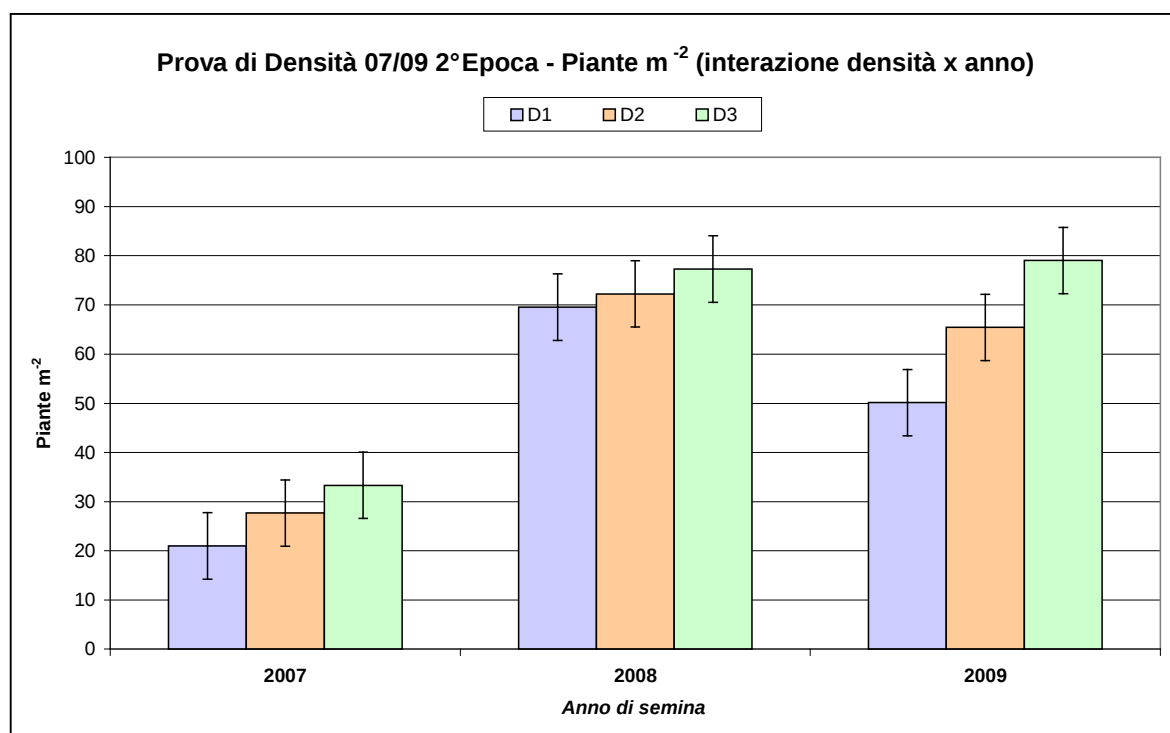


Figura 50. – Densità colturale della Prova di Densità, 2° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Nella scelta della migliore densità colturale di semina bisogna analizzare il comportamento nei tre anni di prova: si vede che nel 2008 risulta quasi annullato l'effetto della densità e con una buona quantità di piante già dalla D1 (circa 70 piante m⁻² a fronte di 75 semi m⁻² seminati). Non potendo però prendere indicazioni definitive dalla situazione migliore e

nemmeno da quella decisamente scarsa del 2007, risulta più corretto osservare quanto successo nel 2009 dove il numero di piante presenti in campo è aumentato significativamente ad ogni innalzamento di densità. Scartando la D1 che non permette una adeguata ricopertura del campo (maggior rischio di infestazione), tra le rimanenti risulta preferibile la densità 2 che permette di ottenere la stessa produzione con una dose di semina inferiore.

Significativo è risultato il peso medio dei semi con oltre 20 mg in più a favore del 2009 in cui però era presente un numero di piante m^{-2} inferiore.

Molto variabile anche se significativo è l'andamento dell'interazione linea $\times$ densità, con il peso dei semi che non è legato a nessuno dei due fattori, ma solamente all'anno di semina (Fig. 51).

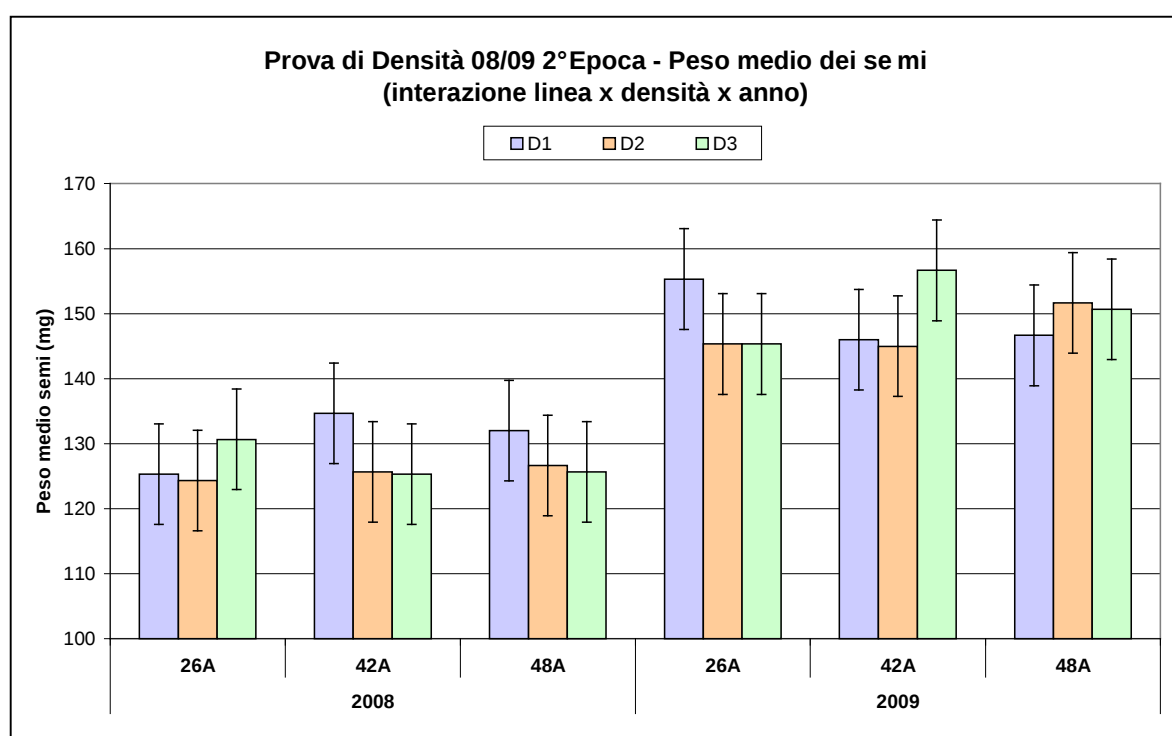


Figura 51. – Peso medio dei semi della Prova di Densità: interazione linea $\times$ densità $\times$ anno, 2° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

4.4.2 *Cicer arietinum* L.

Confronto Varietale

Si nota una certa variabilità tra la produzione media raggiunte dalle varie linee nei due anni di prova, con quasi tutti i genotipi che si trovano al di sopra di $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, di cui solo 9205 e 9135 hanno superato le $2,5 \text{ t ha}^{-1}$. Scarse le produzioni della linea ICARDA 11132 e delle selezioni Tuscia, con la sola RB1 che ha superato a malapena le $2,0 \text{ t ha}^{-1}$, ma con la RM1 che si è dimostrata estremamente suscettibile ad *A. rabiei* e quindi inadatta ad essere coltivata su larga scala.

Nella maggior parte dei casi questi valori medi sono stati ottenuti a partire da due risultati abbastanza diversi (Fig. 52), dovuti ad un maggiore danneggiamento provocato solamente da uno dei fattori che hanno condizionato le rese dei 2 anni: l'allettamento nel 2007 e l'attacco di *Ascochyta rabiei* nel 2008. La variabilità più elevata è ovviamente quella della linea RM1 che nel 2008 ha riportato la completa distruzione delle piante, ma anche la cultivar Pascià ha subito un decremento di oltre $1,2 \text{ t ha}^{-1}$ rispetto al 2007; anche il Sultano è stato condizionato da una stagione difficile (la prima), ma come già detto in precedenza, nella prova di densità dello stesso anno ed a parità di densità culturale, si era comportato decisamente meglio.

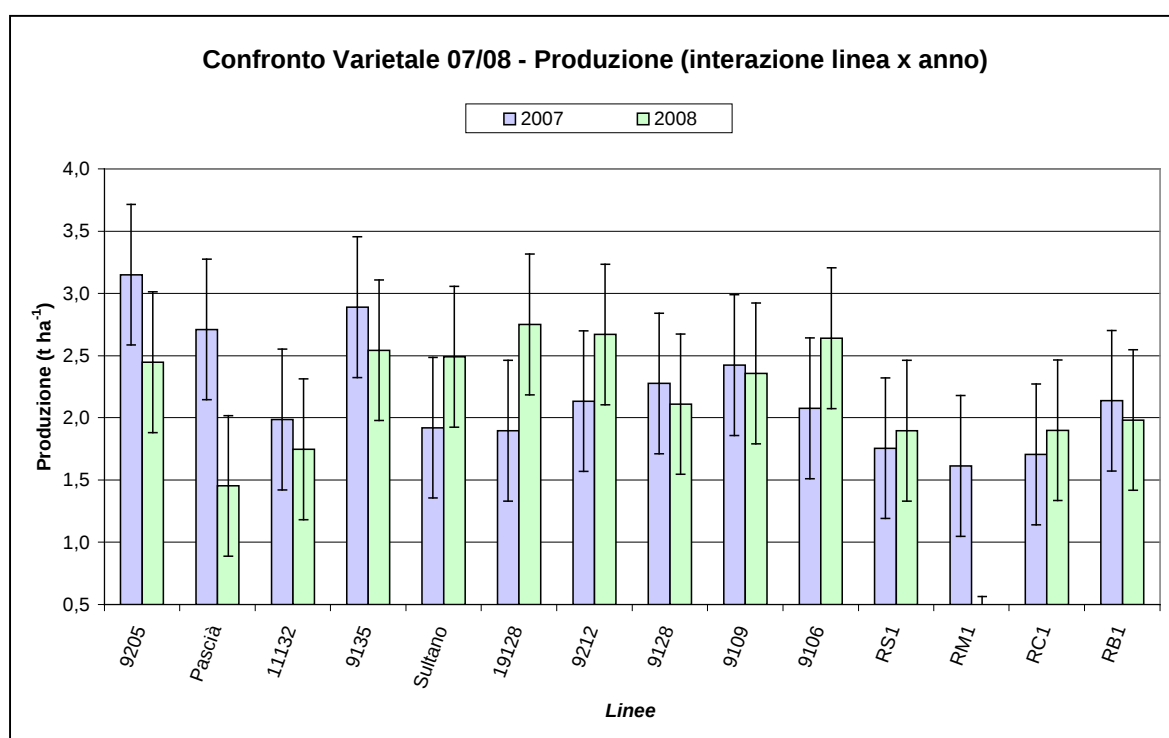


Figura 52. – Produzione del Confronto Varietale; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Prova di Densità I

Complessivamente, la produzione media della prova di densità del 2007 (circa 2,2 t ha⁻¹) è stata molto superiore a quella del 2008 dove non si sono raggiunte le 1,5 t ha⁻¹.

Ad aver contribuito maggiormente a questa riduzione è stata la cultivar Pascià, con un decremento superiore ad 1 t ha⁻¹ nel 2008 (Fig. 53), a dimostrazione di una maggior suscettibilità ad *A. rabiei* rispetto al Sultano.

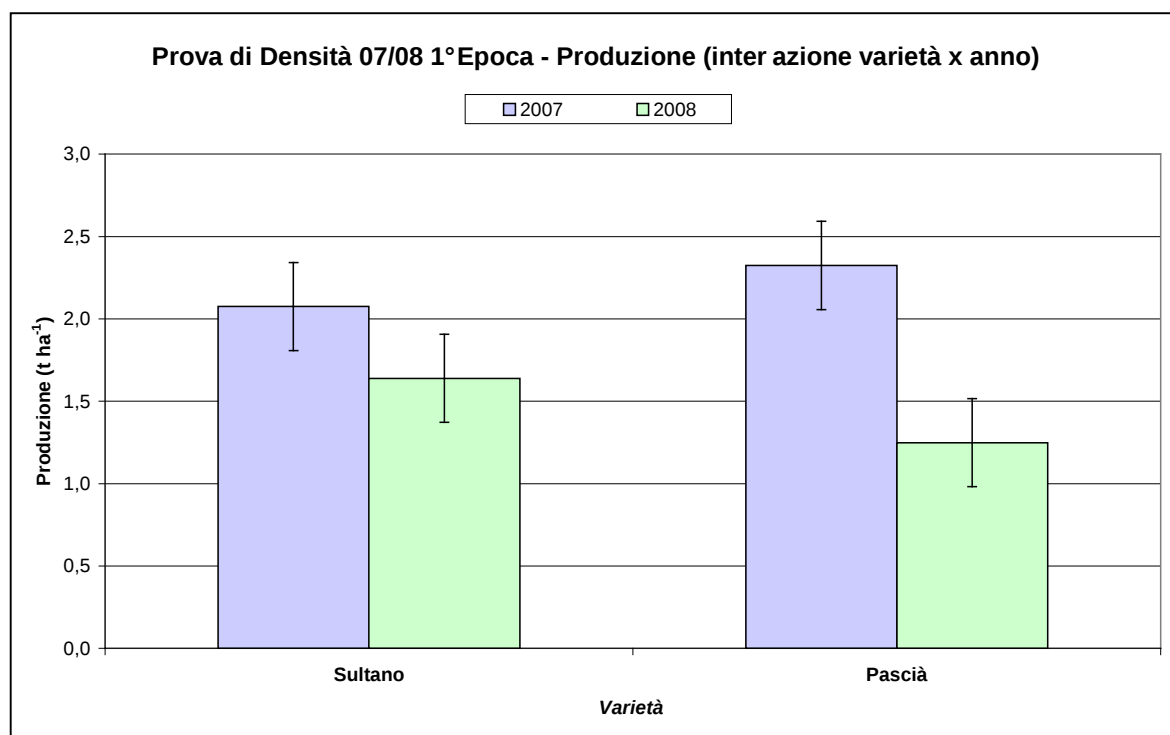


Figura 53. – Produzione della Prova di Densità, 1° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

La densità di semina non ha portato a differenze di produzione significativamente differenti, con la varietà Sultano che ha mantenuto praticamente costanti le varie rese a circa 1,8 t ha⁻¹; il Pascià presenta invece una maggiore variabilità ma con un andamento discontinuo che non permette una scelta precisa.

Nella 3° epoca di semina il Sultano si è rivelato significativamente più produttivo del Pascià e quindi più adatto ad una semina ritardata. Il 2009 si è rivelata la stagione più favorevole (Fig. 54), mentre nel 2008, a causa del danneggiamento dovuto ad *A. rabiei*, si sono ottenute le rese più basse.

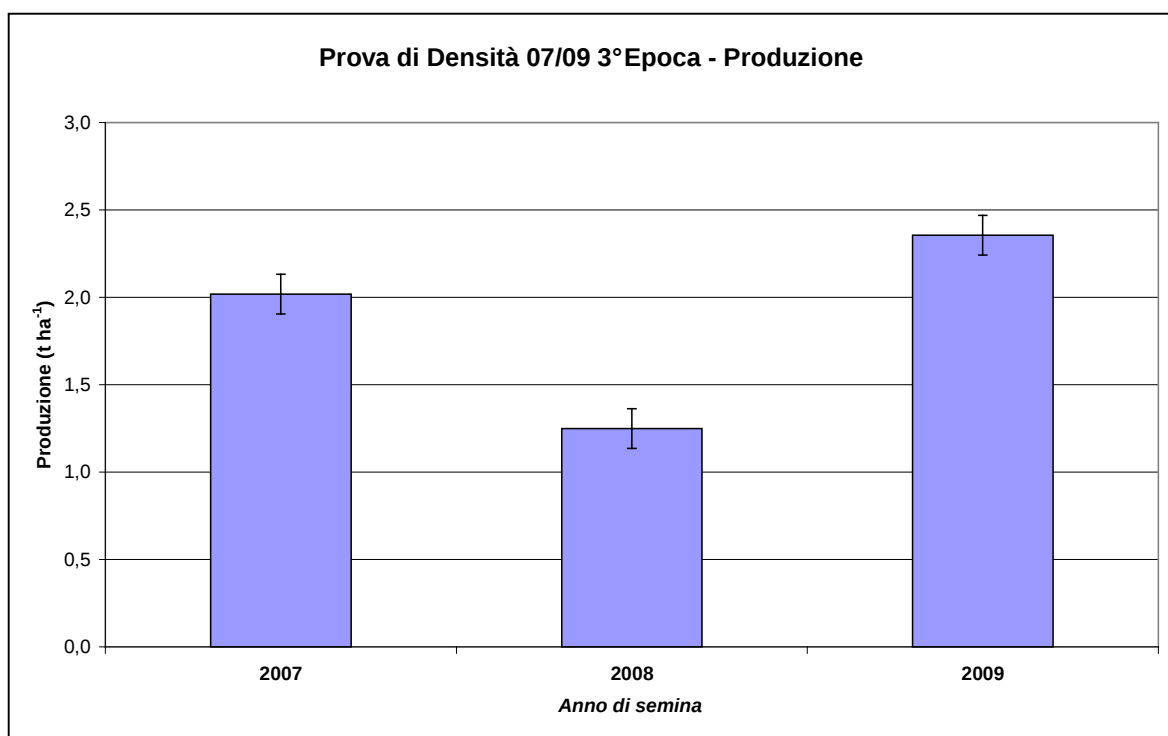


Figura 54. – Produzione della Prova di Densità, 3° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Guardando il grafico di Figura 55 appare evidente che le due varietà in esame abbiano avuto lo stesso comportamento nel 2007 e 2009, e che solo una differente suscettibilità alla rabbia durante il secondo anno di prova abbia contribuito a differenziarle.

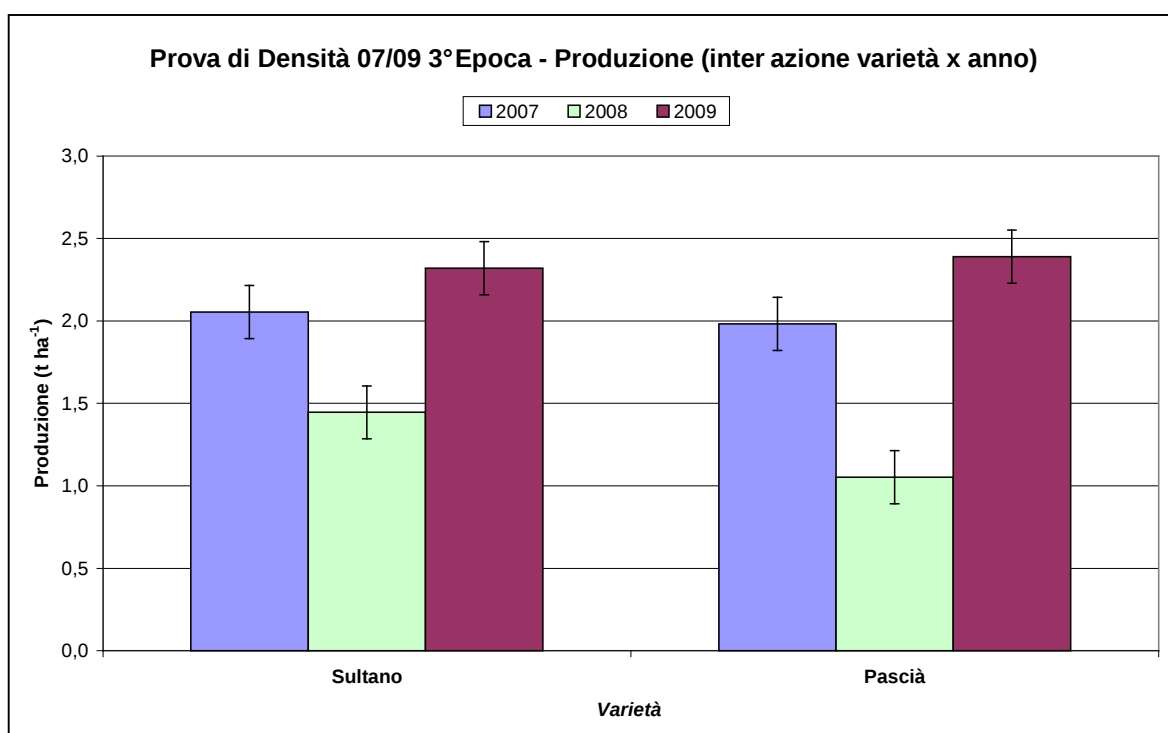


Figura 55. – Produzione della Prova di Densità: interazione varietà $\times$ anno, 3° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per $P = 0,05$.

Come accaduto nella 1° epoca, si è ottenuto un andamento delle rese altalenante all'aumentare della densità di semina (Fig. 56) e con la sola D2 nel 2007 che risalta nettamente sulle altre. In considerazione di ciò si può solamente ipotizzare che la densità 2 sia la più idonea, avendo riportato la produzione maggiore in 2 anni su 3.

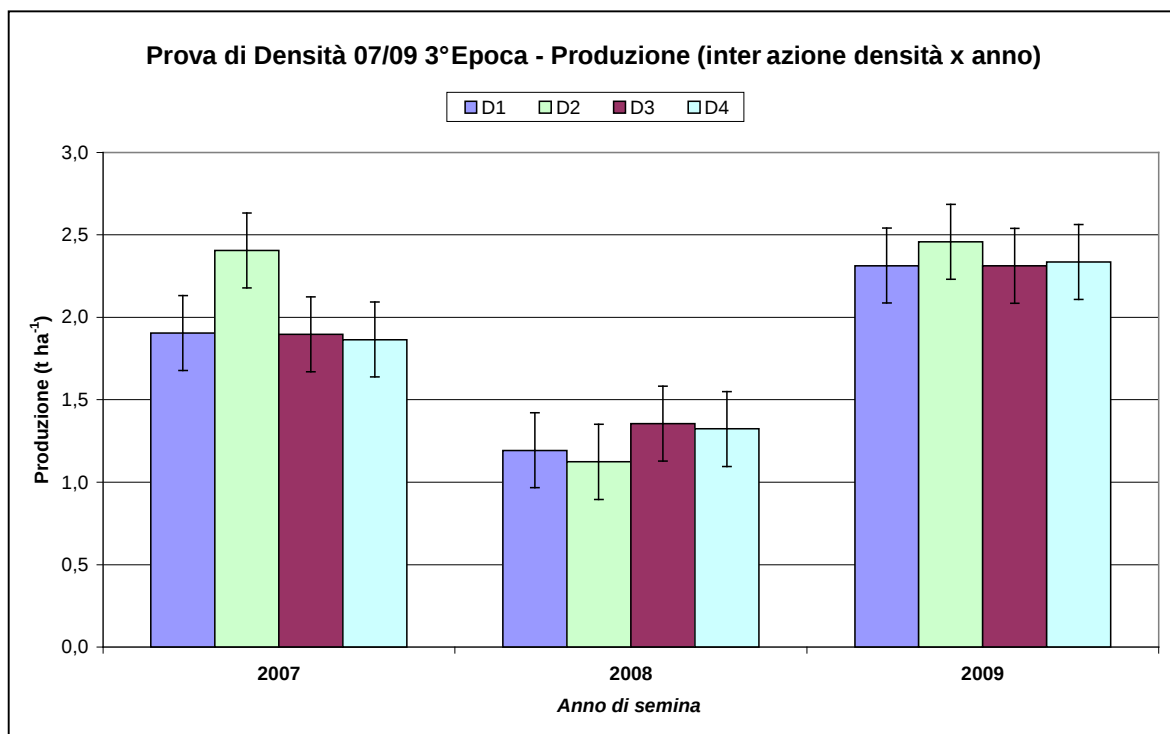


Figura 56. – Produzione della Prova di Densità: interazione densità × anno, 3° Epoca; le barre verticali indicano la D.M.S. per P = 0,05.

4.5 Valutazione della resistenza ad *Ascochyta rabiei*

I 14 genotipi impiegati per il Confronto Varietale sono stati sottoposti ad inoculazione artificiale in ambiente controllato per valutarne le risposte alla razza 2 del fungo.

L'isolato fungino è stato in grado di differenziare significativamente le risposte delle linee (Fig. 57); la maggior parte di esse è risultata resistente nei confronti della razza 2 (Crinò *et al.*, 2008), con incidenza di malattia inferiore o uguale a 2,5 che rappresenta il limite della moderata resistenza secondo la scala 0-5 utilizzata in ambiente controllato.

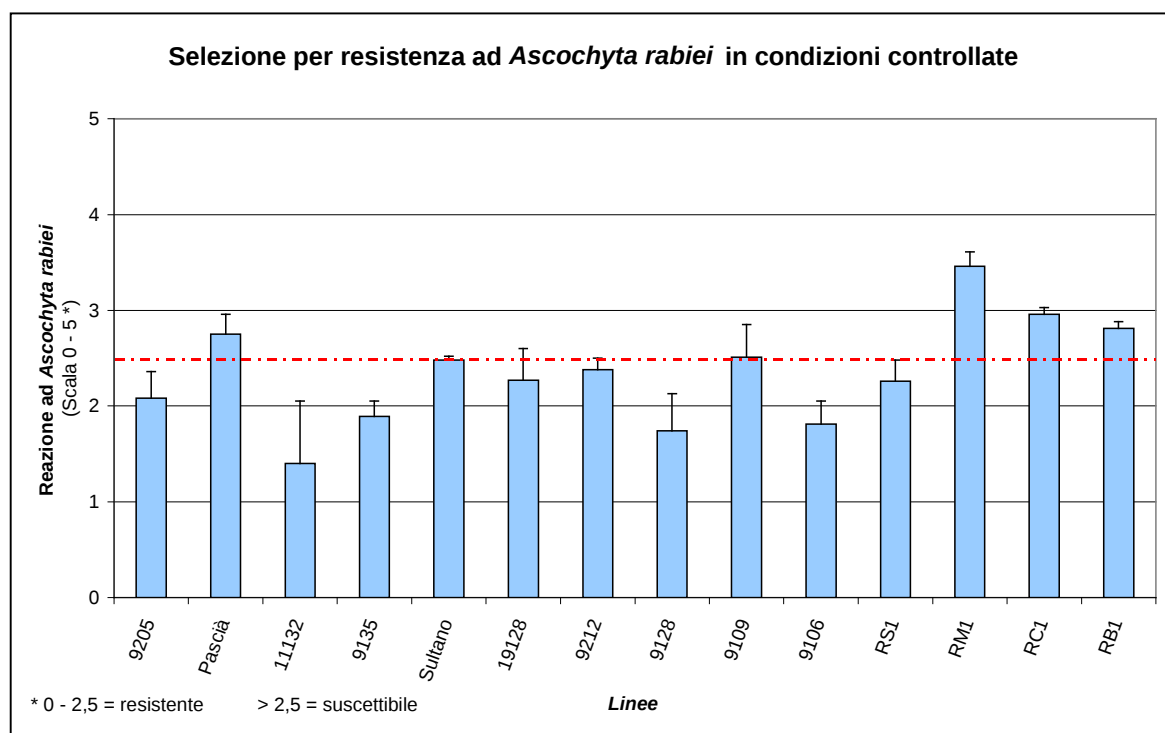


Figura 57. – Risposta dei differenti genotipi di cece all'inoculazione artificiale con *A. rabiei*.

A risultare suscettibili sono state la varietà Pascià e le selezioni Tuscia RC1 ed RB1 e con la reazione maggiore della linea RM1 che nella prova del 2008 è stata completamente distrutta dal fungo.

4.6 Analisi della granella

A seguito delle analisi sui principali parametri nutrizionali di granelle delle differenti linee di cece e lupino azzurro impiegati nelle varie prove, è risultato che entrambe le leguminose sono potenzialmente idonee all'alimentazione zootecnica.

In Tabella 29 sono riportati i valori nutrizionali medi riferiti a tutte le linee di cece e lupino impiegate nelle sperimentazione (Primi *et al.*, 2008).

Tab. 29 – Composizione chimica e valori nutrizionali di cece lupino azzurro e soia

	Cece	Lupino azzurro	Soia f.e. 44%
S.S.	91	92	90
Prot. grezza (%/s.s.)	24,82	28,87	48,20
Lipidi grezzi (%/s.s.)	5,17	4,37	1,20
Fibra grezza (%/s.s.)	1,2	18,93	7,70
Ceneri (%/s.s.)	2,75	3,53	6,70
Amido (%/s.s.)	44,72	0,38	3,87
NDF (%/s.s.)	24,14	31,97	15,80
ADF (%/s.s.)	5,82	22,59	10,50
ADL (%/s.s.)	0,99	4,36	0,80
Ca (g/Kg s.s.)	1,14	2,10	3,0
P (g/Kg s.s.)	4,99	3,30	6,7
UFL (%/s.s.)	127,34	86,72	115,00
UFC (%/s.s.)	129,31	78,27	112,00
PDIN (g/Kg s.s.)	131,99	166,67	343,39
PDIE (g/Kg s.s.)	90,96	-	241,53
Energia lorda (kcal/Kg s.s.)	1917	-	1949
Energia diger. suini (kcal/Kg s.s.)	1257	1380	1007

4.6.1 *Lupinus angustifolius L.*

Le analisi hanno evidenziato un elevato contenuto in proteina grezza (28-29% sulla s.s.), enfatizzato dalla presenza di carboidrati non amidacei come fonte energetica, anche se la maggior parte di essi vengono considerati antinutrizionali.

Interessante è il contenuto di lipidi grezzi (oltre il 4% sulla s.s.), mentre il contenuto in fibra grezza risulta mediamente pari al 19 % sulla s.s.

Il profilo aminoacidico non è ben bilanciato, ma l'alto contenuto in lisina ed il basso contenuto in amminoacidi solforati rende il lupino adatto alla complementazione con i cereali. Le prove di fermentescibilità hanno comportato una quantità di gas complessivamente prodotta leggermente inferiore rispetto alla equivalente produzione ottenuta con il cece, in accordo con le differenze di composizione chimica esistenti tra queste due granelle e che vedono il cece più ricco in carboidrati fermentescibili e il lupino più ricco invece in lipidi che

non vengono fermentati dalla microflora ruminale ma possono comunque fornire energia all'animale.

4.6.2 *Cicer arietinum* L.

Il cece ha evidenziato un discreto valore di proteina grezza (~ 25% sulla s.s.), che associato ad un contenuto di amido superiore al 44% ne fanno un alimento bilanciato nell'apporto proteico ed energetico

Le prove di fermentescibilità in vitro hanno evidenziato una elevata velocità di fermentazione che ha portato a concentrare oltre il 50% della produzione complessiva di gas, indice del grado di digestione ruminale, nelle sole prime 8 h di incubazione.

5 CONCLUSIONI

In base a quanto appena esposto si può concludere che il cece ed il lupino azzurro hanno tutte le caratteristiche nutritive per fare fronte alla crescente richiesta di proteine vegetali da utilizzare nell'alimentazione animale, e rappresentare una valida alternativa alla soia.

Sono risultate adeguate all'ambiente di prova anche se il limite maggiore è sicuramente rappresentato dalla mancanza di materiale genetico innovativo che è dovuta al progressivo abbandono di queste colture negli ultimi decenni.

5.1.1 *Lupinus angustifolius L.*

Il primo problema che il lupino ha dimostrato di avere durante questi 3 anni di prove è sicuramente quello di una scarsa germinazione dei semi/emergenza plantule, che è risultata fortemente condizionata dalle precipitazioni del periodo immediatamente successivo alla semina. Una scarsa copertura del campo comporta poi un maggior rischio di infestazione soprattutto nel periodo maggio-giugno, quando il trattamento in pre emergenza ha perso la sua efficacia e dove eventuali e frequenti piogge possono rendere inefficace persino la scerbatura manuale, che non sarebbe comunque applicabile in pieno campo.

Questo problema risulta maggiore in caso di semine invernali e l'ovvia soluzione potrebbe essere quella di anticipare le operazioni in autunno, con l'accortezza però di utilizzare genotipi resistenti al freddo. Dalle prove effettuate nel 2008 la semina autunnale ha prodotto effettivamente di più rispetto all'altra, ma non in maniera significativa ed in ogni caso, non avendo potuto ripetere la prova l'anno successivo, tale risultato dovrà essere verificato con ulteriori prove.

Per quanto riguarda la densità di semina più adeguata si sono ottenuti risultati variabili nel corso degli anni, con differenze di produzione spesso limitate. Considerando comunque i valori medi dei tre anni di prova, la Densità 1 (75 semi germinabili m⁻²) è quella che ha comportato le rese significativamente più basse ed una scarsa presenza di piante. Le altre due densità presentano scarti di produzione molto limitati e si preferisce quindi consigliare la D2 (100 semi m⁻², la stessa utilizzata per i Confronti Varietali) a causa di un miglior rapporto produzione/densità colturale.

I diversi genotipi in prova nel Confronto Varietale I, hanno portato a produzioni a volte molto diverse, anche se non si sono mai raggiunti livelli elevati, ma alcuni di essi rappresentano di certo un buon punto di partenza per future selezioni/miglioramenti, mostrando in alcuni casi anche una certa stabilità di produzione al variare delle condizioni che si sono verificate nei 3

anni di prova. Altre invece, assieme a tutte le linee del Confronto Varietale II, hanno riportato risultati troppo scostanti per poter essere ritenute valide.

Le caratteristiche morfologiche delle piante sono risultate adatte alla raccolta meccanizzata.

5.1.2 *Cicer arietinum* L.

Il problema principale per il cece è invece rappresentato dalla corretta scelta dell'epoca di semina. Se seminato a fine inverno infatti si ha un drastico accorciamento del ciclo colturale, con forti limitazioni nella produzione in granella. In semina autunnale invece i rischi sono rappresentati dal freddo, dall'*Ascochyta rabiei* e dalle infestanti.

A seguito della prova di densità in differenti epoche di semina del 2007, la semina di fine gennaio (2° epoca) è risultata la più produttiva con quasi 0,5 t ha⁻¹ di produzione media in più rispetto alla semina del mese precedente, anche se la differenza non è risultata significativa. La densità di semina più adeguata è risultata invece quella con 80 semi germinabili m⁻² (D2), che ha ottenuto la produzione maggiore sia nella 2° epoca di semina che nella media complessiva tra le quattro densità utilizzate; anche in questo caso però il risultato non è stato significativo, con differenze limitate.

Purtroppo non si è potuto confermare o smentire quanto successo nel 2007 perché l'anno successivo la 2° epoca è stata danneggiata dai volatili giunti al momento della germinazione delle plantule, mentre nel 2009 la semina delle prime due epoche è stata resa impossibile dalle frequenti piogge.

Negli altri due anni, non avendo a disposizione i dati di quello che anche in fase di impostazione delle prove era ritenuto come il miglior momento di semina, si sono ottenuti risultati appiattiti nei loro valori medi, con differenze limitate tra le densità ed una resa superiore da parte della 1° epoca. Anche in questo caso sono quindi necessari ulteriori confronti.

Il Confronto Varietale ha invece permesso di valutare le varie linee a disposizione, che nella maggior parte dei casi hanno riportato rese medie superiori alle 2,0 t ha⁻¹. Tale risultato è ottenuto a partire da due produzioni abbastanza diverse, che sono dovute ad una diversa reazione dei genotipi alle avversità che hanno condizionato le due stagioni di prova: l'allettamento nel 2007, ma soprattutto l'attacco di *Ascochyta rabiei* nel 2008. Il caso più evidente è quello della linea RM1, che dopo aver ottenuto la resa più bassa durante il primo anno, ha visto le sue piante completamente distrutte dalla rabbia nel secondo; anche la cultivar

Pascià si è dimostrata suscettibile ed ha risentito in maniera evidente dell'attacco del fungo, con un calo di produzione di oltre 1,2 t ha⁻¹ rispetto all'anno precedente.

Tra le linee che possono considerarsi valide ci sono certamente le uniche due che hanno superato la produzione media di 2,5 t ha⁻¹: la 9205 e la 9135. Queste si sono ben comportate durante il 2007 (produzioni rispettivamente di 3,15 e 2,9 t ha⁻¹) ed hanno contenuto i danni nel 2008, con rese per entrambe di ~ 2,5 t ha⁻¹: il genotipo 9205 è stato poi inserito nella prova di densità del 2009 ed anche in semina ritardata ha confermato le sue potenzialità (produzione costante di 2,5 t ha⁻¹ con una lieve flessione solo alla densità di semina più elevata).

La resistenza ad *Ascochyta rabiei* rappresenta la vera discriminante tra le linee che possono essere ancora testate e quelle che vanno invece eliminate. Troppo grande è infatti il rischio di vedere le colture seriamente compromesse per aver utilizzato materiale suscettibile, anche se molto produttivo; i rilievi di evoluzione del danno in campo e le inoculazioni artificiali hanno permesso di individuare tutti i genotipi non resistenti. Sono inoltre stati realizzati degli incroci di cece tra linee a seme grande e quelle a seme piccolo ma resistenti ad *Ascochyta rabiei*, la granella ottenuta dovrà essere moltiplicata e successivamente valutata.

BIBLIOGRAFIA

Abbate V. (1994) - Aspetti della tecnica colturale del cece. *Agricoltura Ricerca*, 155: 105-120.

Ahmad F., Gaur P.M., Slinkard A.E. (1992) - Isozyme polymorphism and phylogenetic interpretations in the genus *Cicer* L. *Theor. Appl. Genet.* 83: 620-627.

Baldoni R., Giardini L., (2000) - Coltivazioni erbacee: Cereali e proteaginose. Pàtron Editore.

Bonciarelli F. (1987) - Coltivazioni erbacee da pieno campo. Edagricole.

Calcagno F., Crinò P., Saccardo F. (1988) - Ritorna il cece con nuove varietà produttive e resistenti alla rabbia. *Il Giornale di Agricoltura*, 30: 35-38.

Carnovale E., Marletta L., Cappelloni M. (1987) - Caratteristiche nutrizionali e tecnologiche del cece. *Terra e sole*, 534: 149-151.

Cardarelli L. (2007) - Effetto del genotipo, dell'epoca di semina e della densità colturale sulla produttività del cece. Tesi di Laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi della Tuscia.

Chogo G., Gossen B.D. (2001) - Effect of plant age on resistance to *Ascochyta rabiei* in chickpea. *Can. J. Plant Pathol.* 23: 358-363.

Crinò P., Lucretti S., Fiocchetti F., Roselli M., Ciccotti G., Albertini E., Raggi, L. (2009) - Caratterizzazione Bio-agronomica e molecolare di linee di cece e lupino azzurro. Relazione finale.

D'Alessandro F., Poma I., Zoras D. (1990) - Controllo della flora infestante in cece (*Cicer arietinum* L.) effetti del diserbo chimico e della sarchiatura. *Informatore Fitopatologico*, 5: 35-38.

Gatel F. (1994) - Protein quality of legumes seeds for non-ruminant animals: a literature review. *Animal feed science and technology*, 45: 317-348.

Gdala J., Jansman A.J.M., van Leeuwen P., Huisman J., Verstegen M.W.A. (1996) - Lupins (*L. luteus*, *L. albus*, *L. angustifolius*) as a protein source for young pigs. *Anim. feed sci. technol.*, 62: 239-249.

Gladstones J.S. (1970) - Lupins as crop plant. Review article *Field Crop Abstracts*, vol. 23, 2.

Gladstones J.S. (1974) - Lupins of the Mediterranean Region and Africa. Technical Bulletin No. 4330. Dept. of Agr. Western Australia, South Perth. 324 pp.

Hadjipanayiotou M. (2002) - Replacement of soybean meal and barley grain by chickpeas in lamb and kid fattening diets. *Animal feed science and technology*, 96 (1-2): 103-109.

Horsted K., Hammershøj M., Hermansen J. (2006) - Short-term effects on productivity and egg quality in nutrient-restricted versus non-restricted organic layers with access to different forage crops. *Acta agriculturae scandinavica A: animal sciences*, 56 (1): 42-54.

Icarda Fsp (1986) - Annual report. Aleppo, Siria.

Infantino A., Di Giambattista G., De Sanctis F., Scortichini M., Porta-Puglia A. (1991) - Malattie del cece in Italia: situazioni e prospettive. *Agricoltura e Ricerca*, 126: 27-42.

Jettner R.J., Siddique K.H.M., Loss S.P., French R.J. (1999) - Optimum plant density of desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) increased with increasing yield potential in south-western Australia. *Aust J. Agric. Res.*, 50: 1017-1024.

King R.H., Dunshea F.R., Morrish L., Eason P.J., van Barneveld R.J., Mullan B.P., Campbell R.G. (2000) - The energy value of *Lupinus angustifolius* and *Lupinus albus* for growing pigs. *Animal feed science and technology*, 83: 17-30.

Ladizinsky G., Adler A. (1975) - The origin of chickpea as indicated by seed protein electrophoresis. *Israel J. Bot.* 24: 183-189.

Ladizinsky G., Adler A. (1976) - The origin of chickpea (*Cicer arietinum* L.) *Euphytica* 25: 211-217.

Lanza M., Bella M., Barbagallo D., Fasone V., Finocchiaro L., Priolo A. (2003) - Effect of partially or totally replacing soybean meal and maize by chickpeas (*Cicer arietinum* L.) in lamb diets: growth performances, carcass and meat quality. *Animal research*, 52 (3): 263-270.

Lqari H., Vioque J., Pedroche J., Millàn F. (2002) - *Lupinus angustifolius* protein isolates: chemical composition, functional properties and protein characterization. *Food chemistry*, 76: 349-356.

Mbarek K.B., Bouslama M., Mathlouthi M. (2003) - Extent of chickpea (*Cicer arietinum* L.) growing area to the Tunisian semi-arid zones, *Rev. Rég. Arides.*, 14: 98-114.

Mohammadi G., Javanshir A., Khoorie F.R., Mohammadi S.A., Zehtab Salmasi S. (2005) - Critical period of weed interference in chickpea, *Weed Research*, 45: 57-63.

Moss A.R., Deaville E.R., Givens D.I. (2001) - The nutritive value for ruminants of lupin seeds from determinate and dwarf determinate plants. *Animal feed science and technology*, 94: 187-198.

Ocampo B. , Venora G, Errico A., Singh K.B., Saccardo F. (1992) - Karyotype analysis in the genus *Cicer*. *J. Genet and Breed.* 46: 229-240.

Ohri D. e Pal M. (1991) - The origin of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Karyotype and nuclear DNA amount. *Heredity* 66: 367-372.

Paolini R., Faustini F., Saccardo F., Crinò P. (2006) - Competitive interactions between chick-pea genotypes and weeds. *Weed Research*, 46: 335-344.

Porta-Puglia A. e Crinò P., 1993. - *Ascochita rabiei* - Cece. In: Miglioramento genetico delle piante per resistenza a patogeni e parassiti. Edizioni Agricole, Bologna: 350-370.

- Porta-Puglia A., Crinò P., Mosconi C. (1996)** - Variability in virulence of an Italian population of *Ascochyta rabiei* to chickpea. *Plant disease*, 80: 39-41.
- Primi R., Danieli P.P., Ronchi B. (2008)** - Cece e lupino, fonti proteiche alternative alla soia? *L'Informatore Agrario*, 40: 101-104.
- Priolo A., Micol D., Agabriel J. (2001)** - Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal research*, 50 (3): 185-200.
- Ranalli P. (2001)** - Leguminose e agricoltura sostenibile. Ed. agricole.
- Rossini F. (2008)** - Soluzioni ai problemi della coltura del cece. *L'Informatore Agrario*, 17: 45-47.
- Saccardo F., Crinò P., Mosconi C., Coduti C., Porta-Puglia A. (1987)** - Miglioramento genetico del cece in Italia: obiettivi perseguiti e primi risultati. *Terra e Sole*, 534: 82-87.
- Saccardo F., Calcagno F. (1990)** - Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. *Options Méditerranéennes, Séries Séminaires*, 9: 34-41.
- Saccardo F., Crinò P., P. Brunori A., Vitale P., Campiglia E. (1996)** - Nuove varietà italiane di cece a semina invernale. Atti III Giornate Scientifiche SOI, Erice 10-14 marzo 1996, Centro di Coltura Scientifica "Ettore Majorana", pp.627-628.
- Saccardo F., Crinò P. (1998)** - Chickpea. In: Italian Contribution to PLANT Genetics and Breeding, G.T. Scarascia Mugnozza M.A. Pagnotta eds. University of Tuscia, XV EUCARPIA Congress, Viterbo (Italy) 21-25 September: 415-424.
- Salgado P., Lalles J.P., Toullec R., Mourato M., Cabral F., Freire J.P.B. (2001)** - Nutrient digestibility of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds and effects on the small intestine of weaned piglets. *Animal food science and technology*, 91: 197-212.
- Saxena M.C. (1980)** - Recent advances in chickpea agronomy. Procc. of international workshop on chickpea improvement: 28 febbraio-2 marzo, Hyderabad, Icrisat, India.
- Schneider A., La Campagne J.P. (1999)** - The European market of feedstuffs. *Grain legumes*, 26: 14.
- Singh K.B., Hawtin G.C. (1979)** - Winter planting. *International chickpea newsletter*, Icarda, Aleppo, Siria, 1: 4.
- Singh K.B., Ibrahim H. (1990)** - Hybridization techniques in chickpea. ICARDA, Aleppo, Siria.
- Singh K.B. e Ocampo B. (1993)** - Interspecific hybridization in annual *Cicer* species. *J. Genetics & Breeding*, 47:199-204.
- Singh K.B. (1997)** - Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 53: 161-170.
- Singh e Saxena M.C. (1997)** - ICARDA-Italy cooperation in the development of chickpea cultivars. In: *New Prospectives for an Ancient Species: <<the Chickpea in the Economy and*

Diet of Mediterranean Peoples>>, Proceed. of the Chickpea conference, University "La Sapienza", 5 December 1995, Rome, Italy. INTAGRES and ICARDA, Aleppo, Siria: 19-27.

Solh M.B., Pala M. (1990) - Weed control in chickpea. Option méditerranéennes - Séries séminaires, 98: 93-99.

Sujak A., Kotlarz A., Strobel W. (2006) - Compositional and nutritional evaluation of several lupin seeds. Food chemistry, 98: 711-719.

Trapero-Casas A., Kaiser W.J. (1992) - Influence of temperature, wetness period, plant age, and inoculum concentration on infection and development of *Ascochyta blight* of chickpea. Phytopatology, 82: 589-596.

Van Barneveld R. J. (1999) - Understanding the nutritional chemistry of lupin (*Lupinus* spp.) seed to improve livestock production efficiency. Nutrition research reviews, 12: 203-230.

Van Der Maesen L. J. G. (1987) - Origin, history and taxonomy of chickpea. The chickpea, edited by M. C. Saxena and K. B. Singh. 11-34.

Whish J.P.M., Sindel B.M., Jessop R.S., Feeton W.L. (2002) - The effect of row spacing and weed density on yield loss of chickpea. Aus. j. agric. res., 53: 1335-1340.

SITOGRAFIA

<http://faostat.fao.org>

www.grainlegumes.com

www.istat.it