

Gruppo di lavoro
MARINA BUFACCHI - 3A PTA
ADELMO LUCACCIONI - ARUSIA
ALFONSO MOTTA - CIA
MARCELLO MARCELLI - COLDIRETTI
CRISTIANO CASAGRANDE - CONFAGRICOLTURA

Autore dei capitoli relativi alla tecnica agronomica:

Prof. MARCELLO GUIDUCCI -Dipartimento di Scienze
Agroambientali e della Produzione Vegetale della Facoltà di Agraria.
Università degli Studi di Perugia.

Autore delle schede di difesa fitosanitaria:

Dr. GIOVANNI NATALINI - ARUSIA

Autore delle schede di difesa biologica:

Dr. ROBERTO BRUNI - B.T. s.r.l.

Hanno inoltre collaborato

MARCELLO SERAFINI, SALVATORE SPERANZA, IVANA STELLA, CLAUDIA SANTINELLI, ALFREDO MONACELLI, GIUSEPPE NATALE
EMILIANO LASAGNA, GIAMPAOLO TODINI, RENZO APPOLLONI, PIERANGELO CRIPPA, STEFANO TORRICELLI,
GIUSEPPE GORETTI, SAURO ROSSI, GIULIO CIUCCI.

INDICE

1. GENERALITA' (Prof. M. Guiducci).....	Pag. 1
2. CARATTERISTICHE BOTANICHE (Prof. M. Guiducci)	
2.1. Morfologia	Pag. 2
2.2. Tipi di produzione e requisiti qualitativi	Pag. 4
2.3. Ciclo biologico.....	Pag. 5
3. ESIGENZE AMBIENTALI (Prof. M. Guiducci)	
3.1 Clima	Pag. 6
3.2. Acqua	Pag. 6
3.3. Terreno	Pag. 6
4. AVVERSITÀ (Prof. M. Guiducci)	
4.1. Avversità climatiche	Pag. 7
5. TECNICA COLTURALE (Prof. M. Guiducci)	
5.1. Avvicendamento	Pag. 7
5.2. Preparazione del terreno	Pag. 8
5.3. Semina	Pag. 9
5.3.1. Epoca di semina	Pag. 9
5.3.2. Modalità di semina	Pag. 9
5.3.3. Quantità di seme	Pag. 9
5.3.4. Distanza tra le file	Pag. 10
5.3.5. Esecuzione della semina	Pag. 10
5.4. Scelta varietale	Pag. 10
5.5. Concimazione	Pag. 11
5.5.1. Azoto	Pag. 11
5.5.2. Fosforo	Pag. 12
5.5.3. Potassio	Pag. 13
5.6. Cure colturali	Pag. 14
5.7. Irrigazione	Pag. 14
6. RACCOLTA E PRODUZIONE (Prof. M. Guiducci)	Pag. 15
7. SCHEDE DI TECNICA COLTURALE (Prof. M. Guiducci)	Pag. 16
8. DIFESA FITOSANITARIA	
8.1. Premessa (ARUSIA).....	Pag. 17
8.2. Schede di difesa (ARUSIA).....	Pag. 18
8.3. Schede di diserbo (ARUSIA).....	Pag. 19
8.4. Difesa biologica (B.T. s.r.l.).....	Pag. 20
8.4.1. Schede di difesa biologica (B.T. s.r.l.)	Pag. 23

FAGIOLO

(Inglese: *bean*; Francese: *haricot*; Spagnolo: *judia*; Tedesco: *bohne*)

1. GENERALITA'

I fagioli costituiscono un importante gruppo di leguminose da granella, appartenenti ai generi *Phaseolus* e *Vigna*, i cui prodotti sono consumati direttamente dall'uomo come semi secchi, semi a maturazione cerosa (fagioli da sgranare), legumi interi con semi assenti o appena formati (fagiolini) e legumi interi con semi formati (fagioli mangiatutto).

In passato, la produzione di pieno campo riguardava esclusivamente la produzione di fagioli secchi, mentre i prodotti freschi riguardavano la produzione orticola familiare. Negli ultimi anni, tuttavia, con il progresso della meccanizzazione e con lo sviluppo delle industrie conserviere, la produzione dei fagioli freschi si sta estendendo anche al pieno campo.

Per il 1999, le stime FAO attestano una produzione mondiale di circa 19 milioni di t (Mt) di fagioli secchi, provenienti dalla coltivazione di circa 27 milioni di ha (Mha). Quasi il 50% della produzione mondiale proviene dal continente asiatico; circa il 35% dalle Americhe e il 10% dall'Africa.

Nei 15 paesi dell'Unione Europea, le superfici investite a fagiolo nel 1999 sono stimate in poco più di 80.000 ha, con una produzione di 117.000 t e una resa media di 1,44 t ha⁻¹.

In Italia, le stime FAO per il 1999 parlano di appena 11.400 ha, con una resa media di 1,94 t ha⁻¹, per una produzione complessiva di poco superiore alle 22.000 t.

Su scala mondiale, la coltivazione del fagiolo da granella secca ha mostrato un forte aumento, di circa il 19% nelle superfici e di ben il 78% nelle produzioni rispetto agli anni '60 nei quali la superficie coltivata era inferiore ai 23 Mha, con una produzione di 11 Mt.

Per contro, nei 15 paesi dell'UE e in Italia, durante lo stesso periodo, si è assistito ad un crollo delle superfici investite con questa leguminosa: dal 1961 ad oggi la superficie coltivata a fagiolo è diminuita di ben 15 volte nei paesi UE e di 30 volte in Italia. In termini di produzione, la flessione è risultata inferiore grazie al sensibile aumento delle rese unitarie: le rese medie nel quinquennio 1961-1965 erano state di 0,45 t ha⁻¹ nei 15 paesi UE e di 0,57 t ha⁻¹ in Italia, nel quinquennio 1995-1999 le corrispondenti rese sono state di 1,31 e 1,75 t ha⁻¹, rispettivamente.

Il drastico ridimensionamento della coltura è stato originato da 3 motivi principali: 1) la scarsa redditività della coltura; 2) le modificate abitudini alimentari degli Italiani che hanno progressivamente privilegiato il consumo delle proteine nobili di origine animale a scapito di quelle 'povere' dei legumi; 3) l'abbandono dell'autoconsumo cui era destinata una quota importante della produzione della granella di leguminose.

Oggi, in Italia, la coltivazione del fagiolo è limitata a poche aree tipiche, dove la coltura sopravvive grazie a particolari condizioni pedoclimatiche e alla presenza di ecotipi locali che presentano caratteristiche di pregio, tali da consentire una buona remunerazione.

Nel nostro paese, troviamo due tipi molto differenziati di coltivazione del fagiolo: il primo, intensivo, è diffuso in prevalenza nelle aree di pianura del Centro-Nord d'Italia e si avvale della meccanizzazione, del diserbo chimico e della difesa fitosanitaria; il secondo, tipico della produzione orticola tradizionale delle aziende familiari diretto-coltivatrici, è diffuso in zone montane o di collina, in piccoli appezzamenti dispersi in prossimità dei corsi d'acqua e dove si ha sufficiente disponibilità di manodopera per condurre manualmente la coltivazione e la raccolta.

Le prospettive future lasciano prevedere un recupero della coltivazione del fagiolo legato ai seguenti motivi: 1) la coltura non è eccedentaria a livello comunitario; 2) il miglioramento genetico (soprattutto nei confronti delle avversità parassitarie) lascia intravedere un possibile aumento della produttività della coltura; 3) i consumatori occidentali stanno riscoprendo il ruolo

delle leguminose da granella come fonte di proteine vegetali da introdurre nella dieta per ridurre il consumo di prodotti animali; 4) la specie è tipicamente a basso impatto ambientale e si presta bene ad essere inserita negli ordinamenti colturali dei sistemi agricoli a basso impatto chimico (sistemi *low input*, agricoltura organica o biologica).

2. CARATTERISTICHE BOTANICHE

Con il termine di ‘fagiolo’ si fa riferimento alle specie leguminose appartenenti ai generi *Phaseolus* e *Vigna* elencate nella tabella 1.

Tabella 1. Principali specie di fagiolo e corrispondente nome volgare.

genere	specie	nome volgare
<i>Phaseolus</i>	<i>vulgaris</i> <i>multiflorus</i> o <i>coccineus</i> <i>lunatus</i> o <i>macrocarpus</i> <i>mungo</i>	<i>Fagiolo comune</i> <i>F. bianco di Spagna</i> <i>F. di Lima</i> <i>F. mungo</i>
<i>Vigna</i>	<i>unguiculata</i> <i>sesquipedalis</i>	<i>F. dall'occhio</i> <i>F. mangiatutto</i>

Si tratta di una pianta erbacea annuale di altezza e portamento estremamente variabili, con tipi nani (*dwarf*), tipi rampicanti, tipi semirampicanti (*short vined*) e tipi prostrati.

I tipi nani possono essere sia a sviluppo determinato, nei quali lo stelo principale termina con

un’infiorescenza, sia a sviluppo indeterminato, nei quali gli apici degli steli restano sempre allo stato vegetativo ed i fiori si sviluppano dalle gemme ascellari. I tipi rampicanti, semirampicanti e prostrati sono presenti esclusivamente nelle piante a sviluppo indeterminato (figura 1).

La tipologia di pianta condiziona il tipo di prodotto: le varietà coltivate per la granella secca e per la trasformazione industriale (surgelazione, appertizzazione), in Italia, sono del tipo nano; le varietà rampicanti sono invece utilizzate nell’orticoltura tradizionale, in prevalenza per la produzione di fagioli da sgranare per il consumo fresco.

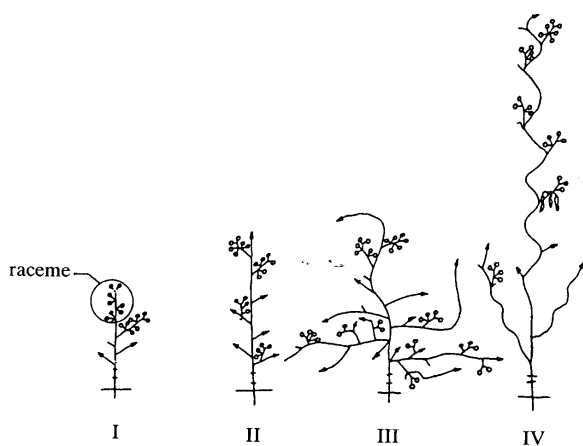


Figura 1. Tipologia della pianta di fagiolo. I) nano determinato, II) nano indeterminato, III) prostrato indeterminato, IV) rampicante indeterminato (da Debouck e Hidalgo, 1984).

2.1. Morfologia (figura 2)

- ◆ *Apparato radicale*: molto ramificato e piuttosto superficiale.
- ◆ *Fusto*: angoloso, più o meno ramificato a seconda della varietà e della fittezza delle piante. Portamento eretto e più o meno cespuglioso nei tipi nani, fusti volubili in quelli rampicanti. Altezza variabile tra 0,4 (*dwarf*) a oltre 3 m (rampicanti).
- ◆ *Foglie*: le prime due sono semplici e opposte; le altre sono alterne, trifogliate, lungamente picciolate, con foglioline a margine intero, cuoriformi. Nel punto di inserzione del picciolo sullo stelo e delle foglioline sul picciolo è presente un pulvino che, in funzione della disponibilità

idrica, consente l'orientamento della foglia e delle sue singole foglioline, così da sfruttare al meglio la luce.

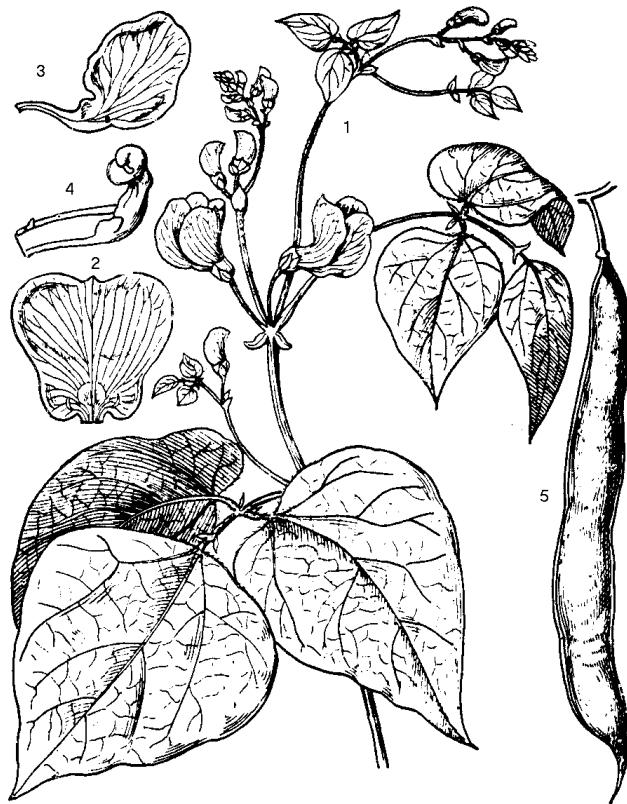


Figura 2. Particolari della pianta del fagiolo: (1) foglie e infiorescenza, (2) stendardo, (3) ala, (4) carena, (5) legume (da Box).

destinazione: nel caso della produzione di fagiolini è richiesta l'assenza sia del cordone fibroso lungo le linee di saldatura delle valve del frutto (filo) sia del tessuto fibroso (pergamena) presente entro ciascuna valva. L'assenza di filo e pergamena fa sì che il frutto immaturo si mantenga tenero e carnoso a lungo.

Il legume del fagiolo è soggetto a deiscenza dopo la maturazione.

- ◆ *Infiorescenze*: sono costituite da piccoli racemi posti all'ascella delle foglie; ogni infiorescenza può portare da 1 a molti fiori (più spesso da 4 a 10). Nei tipi determinati la differenziazione interessa anche l'apice principale e la pianta porta anche un racemo terminale.
- ◆ *Fiori*: sono tipicamente papilionacei, con corolla prevalentemente di colore bianco, ma anche rosa o violetto, sia unito che bicolore; l'ovario è monocarpellare pluriovulare.
- ◆ *Fioritura*: è cleistogama, con progressione acropeta; a seconda dell'epoca di semina e della varietà può essere più o meno scalare: qualche giorno nelle varietà nane a sviluppo determinato, alcune settimane nei tipi rampicanti a sviluppo indeterminato.
- ◆ *Fecondazione*: è di tipo strettamente autogamo.
- ◆ *Frutto*: è un legume (o baccello), pendulo, plurispermo, di forma e dimensione assai variabili: compresso o cilindrico, dritto o incurvato, lungo da 60 mm a oltre 200 mm.

Carattere anatomico importante è la presenza/assenza nel frutto di tessuti fibrosi che ne condizionano la

◆ *Seme*: ha forma, peso e colore estremamente variabili. La forma varia da sferica ad appiattita, da ovale a cilindrica, da squadrata a reniforme. Il peso varia da poche decine di mg a oltre 800 mg, il colore dal bianco al giallo chiaro, al bruno, al verde, al rosso, al nero. Particolarmente apprezzati per il consumo fresco e per la surgelazione sono i tipi a seme variegato con forte contrasto tra lo sfondo e le venature.

Un aspetto qualitativo importante è rappresentato dallo spessore e dalla consistenza del tegumento seminale che dovrebbe essere quanto più possibile tenero e sottile, ad evitare che, alla masticazione, il prodotto assuma una sgradevole consistenza coriacea, ma al tempo stesso sufficientemente tenace ed elastico da resistere alla raccolta meccanica della granella

Il seme è ricco di proteine e carboidrati e piuttosto povero di grassi. Come in molte leguminose da granella, sono presenti un gran numero di fattori antinutrizionali: emoagglutinine (lectine), inibitori della tripsina, inibitori dell'amilasi, inibitori delle proteasi, fattori sequestranti metalli, fattori antivitaminici, alcool insolubili, glucosidi cianogenetici e carboidrati fermentescibili (stachiosio, verbascosio). Questi ultimi conferiscono alla granella del fagiolo la sgradevole proprietà di indurre meteorismo e flatulenza in chi se ne ciba in abbondanza.

La composizione aminoacidica delle proteine del fagiolo è complementare a quella dei cereali, essendo nel primo ben rappresentati gli aminoacidi lisina e triptofano, che sono invece carenti nei secondi.

Tabella 2. Composizione chimica del seme di fagiolo comune.

Fonti: Adams *et al.* e Reda Enc. Agraria

	su granella secca
Proteine (%)	19-33
Lipidi (%)	0,2-1
Carboidrati totale (%)	54-62
Zuccheri solubili (%)	4,4-9,2
Saccarosio (%)*	33,6-57
Raffinosio (%)*	2,4-16
Stachiosio (%)*	33,6-64
Fibra (%)	2-7
P (%)	0,28-0,50
K (%)	1,12-1,94
N (%)	2,84-4,28
Ca (%)	0,11-0,26
Mg (%)	0,13-0,18
Zn (ppm)	17-29
B (ppm)	12-18
Fe (ppm)	69-135
Mn (ppm)	6-20
Cu (ppm)	8-12

* = % zuccheri solubili

2.2. Tipi di produzione e requisiti qualitativi

Come già accennato, la coltivazione del fagiolo viene effettuata con tre obiettivi principali:

- 1) produzione di granella secca (fagioli secchi);
- 2) produzione di granella allo stato ceroso (fagioli da sgranare);
- 3) produzione di legumi immaturi (fagiolini).

I requisiti qualitativi della produzione sono ovviamente molto differenziati a seconda dell'obiettivo produttivo e del tipo di coltura (tradizionale o intensiva).

Nel caso di coltura intensiva si richiedono, indipendentemente dalla destinazione del prodotto, varietà nane a sviluppo determinato, con inserzione alta dei baccelli (al fine di consentire la raccolta meccanica senza perdite eccessive), resistenza dei semi (o dei baccelli) alla raccolta meccanica, resistenza alle malattie, produttività.

Gli standard qualitativi della granella o dei baccelli sono ovviamente differenziati a seconda del tipo di produzione:

- *Fagioli secchi*: semi integri, di dimensioni uniformi, con colore rispondente al tipo varietale, tegumento sottile e non tenace dopo la cottura, semi di facile cottura.
- *Fagioli freschi*: semi grandi, teneri, ben conformati, con screziature (se presenti) viola o rosse evidenti e stabili alla cottura, maturazione contemporanea dei frutti. Se destinati all'industria di trasformazione è richiesta un'ottima resistenza alla surgelazione e all'appertizzazione.

- *Fagiolino*: frutti integri di diametro ridotto (<6 mm, categoria extra), filiformi, dritti o leggermente ricurvi, freschi, puliti, non bagnati, senza filo e pergamena, con semi piccolissimi, con ottima resistenza alla surgelazione.

2.3. Ciclo biologico

Il ciclo emergenza-maturazione ha durata estremamente variabile in funzione del tipo e della precocità della varietà, dell'ambiente di coltivazione e dell'epoca di semina: si va da 80 giorni nei tipi nani precocissimi a oltre 140 giorni nei tipi tardivi a sviluppo indeterminato.

La lunghezza del ciclo produttivo (emergenza-raccolta) si riduce ovviamente nel caso di produzione di fagiolino (55-65 giorni) o di fagioli freschi da sgranare (75-85 giorni).

- *Semina*: quando la temperatura dell'aria è superiore a 13-15°C: in Italia Centrale, dalla fine di aprile (coltura principale) a tutto giugno (coltura intercalare)
- *Emergenza*: è di tipo epigeico; avviene in 10-12 giorni con temperature del terreno intorno a 12-13°C, in 5-8 giorni con temperature intorno ai 25°C. Le plantule sono molto fragili e hanno scarissimo potere perforante.
- *Accrescimento*: dopo aver emesso le prime foglie vere con un ritmo relativamente lento, inizia la fase di accrescimento rapido che, nei tipi a sviluppo determinato, termina con l'emissione degli abbozzi fiorali.
- *Fioritura*: nelle condizioni del Centro-Nord Italia, la fioritura può durare pochi giorni nei tipi nani a sviluppo determinato, parecchie settimane nelle varietà rampicanti. Il numero di fiori emessi è influenzato da cultivar, temperatura, fittezza, disponibilità idriche e nutrizionali. Nei tipi nani, in particolare, il numero di baccelli per pianta è sempre modesto e rappresenta una delle caratteristiche fisiologiche della pianta che più limita la produttività della coltura.
- *Formazione e riempimento dei semi*: i frutti si sviluppano rapidamente dopo la fioritura, raggiungendo in 15-20 giorni le loro dimensioni massime, mentre al loro interno i semi si sviluppano pochissimo. Completato l'accrescimento del frutto, il riempimento dei semi accelera con accumulo dei carboidrati e delle proteine. Nella coltura del fagiolino la fine dell'accrescimento del frutto (15-20 giorni dopo la fioritura) rappresenta la fase finale del ciclo della pianta.
- *Maturazione cerosa*: dopo 40-50 giorni dalla fecondazione si ha la maturazione cerosa, corrispondente alla fase ideale per la raccolta dei fagioli da sgranare. A questo stadio i baccelli non hanno ancora iniziato a seccare e il seme presenta un'umidità intorno al 55%.
- *Maturazione di raccolta*: a questo stadio la pianta e i baccelli sono completamente secchi e i semi presentano un'umidità molto bassa. Questa è una fase molto delicata, in quanto i baccelli secchi tendono ad aprirsi con facilità lasciando cadere i semi. Un ritardo delle operazioni di raccolta può quindi determinare gravi perdite di produzione.

Tabella 3. Ciclo biologico del fagiolo. Le date sono indicative per una coltura principale e per una intercalare in Italia centrale.

Fase fenologica	Coltura principale	Coltura intercalare
Semina	1/5	1/7
Emergenza	15/5	10/7
Inizio accresc. rapido (4 foglie vere)	5/6	25/7
Abbozzi fiorali	25/6	10/8
Fioritura	1/7	15/8
Fine formazione baccello	20/7	30/8
Raccolta	10/8	20/9

3. ESIGENZE AMBIENTALI

3.1. Clima

Il fagiolo comune è originario delle zone tropicali del continente americano. Conseguentemente è tipica pianta macroterma.

Le esigenze climatiche del fagiolo sono analoghe a quelle del mais, con il quale condivide areale di origine e zone di coltivazione. Non a caso, nelle agricolture primitive troviamo frequentemente le due specie coltivate in consociazione.

Il fagiolo è specie brevidiurna, ma i tipi coltivati in Italia si comportano come indifferenti alla durata del giorno.

La temperatura minima per la germinazione in campo è 10°C; quella ottimale 20-25°C. A 10°C, comunque, la germinazione è troppo lenta e stentata e quindi è bene seminare quando la temperatura del terreno è almeno di 12-13°C. In generale, le temperature più favorevoli per le fasi vegetative e riproduttive sono quelle comprese tra 24 e 28°C. La temperatura cardinale minima per la fioritura è 15°C, per la maturazione 18-20°C.

Le migliori condizioni si riscontrano quindi in climi temperato-caldi a estate umida, ma non eccessivamente calda.

3.2. Acqua

Il fagiolo è piuttosto esigente in fatto di acqua: è stato stimato che un fagiolo di tipo nano e precoce (90 giorni) abbia bisogno di circa 350-400 mm di acqua per svolgere il suo ciclo senza inconvenienti. Naturalmente, i fabbisogni crescono nei tipi rampicanti a sviluppo indeterminato e ciclo molto lungo.

La siccità causa i maggiori danni durante la fioritura e il riempimento dei semi: nel primo caso si ha scarsa allegazione e/o cascola dei baccelli appena formati, nel secondo un incompleto riempimento dei semi.

Anche gli eccessi idrici possono arrecare danno, soprattutto durante l'emergenza e gli stadi iniziali del ciclo biologico, quando condizioni di asfissia limitano l'accrescimento dell'apparato radicale e inibiscono l'attività dei rizobi azotofissatori.

3.3. Terreno

Per quanto riguarda il terreno, il fagiolo non sembra avere particolari esigenze o incompatibilità, purché sia garantita buona disponibilità di acqua e assenza di ristagno idrico durante tutto il ciclo.

I terreni ideali per il fagiolo sono quelli sciolti, freschi e fertili, ma senza eccesso di sostanza organica, a reazione sub-acida (pH 6-6,5) o neutra (pH 7); sono invece sconsigliati quelli troppo umidi, troppo acidi o alcalini. Il terreno non deve essere troppo calcareo (<10% di calcare attivo), altrimenti i semi presentano il tegumento ispessito, risultando troppo duri e di difficile cottura.

Il fagiolo può essere coltivato con successo anche in terreni pesanti, purché non troppo umidi e non soggetti ad incrostarsi in superficie. La crosta superficiale costituisce infatti un ostacolo pressoché insormontabile per le plantule in emergenza che sono molto delicate e presentano uno scarsissimo potere perforante. Il fagiolo ha una spiccata intolleranza alla salinità cui reagisce con una forte decurtazione delle rese.

Tabella 4. relazione tra salinità del terreno e resa relativa del fagiolo

Salinità (mS cm ⁻¹) conducibilità estratto acquoso)	Resa relativa (%)
1,0	100
1,5	90
2,3	75
3,6	50

4. AVVERSITA'

4.1. Avversità climatiche

Il fagiolo è particolarmente sensibile alla temperatura durante l'impollinazione e l'allegagione dei frutti: l'impollinazione richiede temperature notturne comprese tra 15 e 25° C. Temperature inferiori a 15° C o superiori a 30 °C provocano cascola dei fiori con conseguente grave riduzione della produzione. Temperature molto elevate (32-37 °C) durante le prime fasi di formazione del frutto determinano sterilità e deformazione dei baccelli.

La pianta è assolutamente non resistente al freddo: gelate di appena -1 °C ne determinano la morte. Come già accennato, la siccità provoca gravi danni durante tutte le fasi del ciclo della coltura, particolarmente durante la fioritura e l'allegagione. Gli eccessi idrici sono invece dannosi durante le prime fasi del ciclo, particolarmente in terreni pesanti e soggetti ad incrostarsi, e durante la maturazione delle piante.

5. TECNICA COLTURALE

5.1. Avvicendamento

Il fagiolo è una coltura miglioratrice: lascia residui colturali (contenenti da 40 a 50 kg ha⁻¹ di azoto organico) facilmente umificabili per il buon rapporto C/N.

Come coltura principale trova la sua migliore collocazione tra due frumenti. A causa della sua sensibilità a numerosi parassiti terricoli (*Rizoctonia*, *Fusarium*), è da evitare che il fagiolo torni sullo stesso terreno ad intervalli inferiori a 2-3 anni o che segua colture che hanno parassiti in comune quali patata, spinacio, pisello, anche se in aziende orticole specializzate questa precauzione spesso non viene presa.

In special modo quando è destinato alla produzione di fagiolini o di fagioli freschi, il fagiolo viene spesso impiegato come coltura intercalare estiva, con semina subito dopo un cereale invernale a raccolta precoce (es: orzo), o dopo pisello da industria. In questo caso è possibile fare un ciclo di fagiolino all'anno, purché vengano effettuati almeno 3 cicli di specie diverse.

5.2. Preparazione del terreno

In relazione all'apparato radicale piuttosto superficiale e al fatto che, salvo condizioni ambientali particolari, la coltura viene irrigata, non sussistono motivi che impongono lavorazioni profonde: 0,30-0,35 m di profondità appaiono di norma appropriati.

La preparazione del terreno è un aspetto molto delicato, in quanto il seme del fagiolo deve assorbire molta acqua e la plantula ha uno scarso "potere perforante", tanto che le nascite potrebbero essere seriamente compromesse dalla presenza della crosta superficiale.

Nel caso delle coltivazioni industriali, che si avvalgono di varietà nane e prevedono la meccanizzazione delle operazioni di semina e di raccolta del prodotto, è essenziale che con le lavorazioni sia garantito un perfetto livellamento del terreno. Solo in questo modo si ha la garanzia di deporre il seme alla giusta profondità e si evita difformità nella profondità di semina che porterebbe a nascite scalari.

Tabella 5. Confronto tra diversi metodi di preparazione del terreno; effetti sulla capacità di lavoro e sul consumo di combustibile. S. Apollinare (PG). (Dati: Ist. di Agronomia, Università degli Studi di Perugia)

Metodo di lavorazione	Profondità di lavoro (m)	Capacità di lavoro		Consumo di combustibile	
		(ha h ⁻¹)	(%) (1)	(kg ha ⁻¹)	(%) (1)
Aratura profonda	0,45	0,27	-	79	-
Aratura leggera	0,30	0,38	+ 41	52	-34
Scarificazione	0,30	1,59	+489	13	-84
Lavorazione minima (2)	0,10	1,97	+630	15	-81

1. Rispetto all'aratura profonda.

2. Effettuata con due passaggi di erpice a dischi tipo "tandem".

Il livellamento del terreno è essenziale anche per minimizzare le perdite alla raccolta. La presenza di avvallamenti, infatti, impedisce la raccolta meccanica dei baccelli basali delle piante presenti negli avvallamenti.

La lavorazione principale può essere realizzata con un'aratura o una scarificazione, senza differenze significative nelle produzioni; anzi, optando per la scarificazione con un *chisel*, si può realizzare un risparmio di tempo e di energia (tabella 5), conseguendo anche un minor impatto ambientale.

L'epoca di intervento dipenderà dal tipo di terreno e di coltura che si intende realizzare.

Coltura principale. In terreni argillosi la lavorazione principale dovrebbe essere effettuata in estate-autunno, cosicché per la riduzione delle zolle si possa sfruttare l'alternanza di inumidimento e disseccamento, prima, e di gelo e disgelo, poi. In terreni sabbiosi o limosi, soggetti a ricompattarsi rapidamente, conviene invece aspettare la fine dell'inverno o l'inizio della primavera.

Coltura intercalare. In questo caso, assume importanza non tanto l'accurata preparazione del terreno quanto la tempestività della semina, in ragione della stagione utile.

Sulla base delle esperienze condotte su soia, specie con caratteristiche ed esigenze molto simili al fagiolo, (tabella 6) è lecito ritenere che anche nel fagiolo si possano ottenere ottimi risultati con la lavorazione minima o con la non-lavorazione.

Nel primo caso, il terreno viene preparato con un erpice o con una zappatrice, nel secondo non si effettua alcuna lavorazione, ma è necessario disporre di una seminatrice speciale predisposta per la semina su terreno non lavorato.

Tabella 6. Preparazione del terreno per una coltura intercalare di soia. Effetti di diversi sistemi di preparazione su emergenza delle piante e produzione di seme. Rieti; medie di due anni.

Tipo di lavorazione	Piante emerse (%) ¹	Produzione relativa (%) ²
Aratura a 0,25 m + erpicatura	75	100
Lavorazione minima ⁽³⁾	78	120
Non lavorazione	81	126

⁽¹⁾. Rispetto al numero di semi puri e germinabili seminati.

⁽²⁾. Rispetto a quella del sistema tradizionale, fatta =100.

⁽³⁾. Eseguita con un passaggio di erpice rotante.

5.3. Semina

5.3.1. Epoca di semina

Il fagiolo può essere seminato in un lungo arco di tempo, da aprile alla fine di luglio, in relazione all'ambiente, al tipo coltura (principale o intercalare) e al tipo di prodotto (da granella secca, da granella fresca, da fagiolini).

Coltura principale. La semina è primaverile e viene effettuata quando la temperatura del terreno è di almeno 12-13°C, livello termico che, nei nostri ambienti, viene raggiunto a partire dalla metà di aprile.

In relazione alla durata del ciclo colturale, la semina primaverile può spingersi molto più in avanti: per la produzione di granella secca le semine possono essere effettuate, indicativamente, fino alla metà di giugno.

Coltura intercalare. La semina viene effettuata subito dopo la raccolta della coltura precedente. In Italia centrale, questa può essere pisello da industria, orzo o frumento. La semina va dunque dagli inizi di giugno alla fine di luglio. Le semine più tardive sono adatte soltanto per la produzione di fagioli da sgranare e di fagiolini.

In relazione alla sensibilità alle alte temperature durante la fioritura e la formazione dei baccelli, negli ambienti ad estate molto calda, come l'Umbria, la semina estiva risulta spesso preferibile a quella primaverile, specialmente nel caso della produzione di fagiolini.

5.3.2. Modalità di semina

Dipende dal tipo di coltivazione che si intende effettuare: nel caso di coltura tradizionale con l'uso di varietà rampicanti e raccolta manuale, la semina viene effettuata a postarella (5-6 semi per postarella) o a fila binata con applicazione di sostegni (canne, rami di castagno, ecc.); nel caso di coltura intensiva con l'impiego di varietà nane e meccanizzazione di tutte le operazioni, la semina si fa a file semplici.

5.3.3. Quantità di seme

Le densità di popolamento da realizzare variano dalle 20 alle 50 piante m⁻² in funzione del tipo di prodotto (granella, fagiolini) e dello sviluppo delle piante (rampicanti e a sviluppo indeterminato, nane e a sviluppo determinato). Per le varietà da granella a sviluppo determinato, in generale, la densità si aggira intorno alle 25-35 piante m⁻².

Dalla tabella 7 è possibile trarre utili indicazioni sul numero di semi da utilizzare nelle diverse situazioni, in rapporto alla percentuale di piante che si ritiene possano soccombere.

commercializzate da più ditte sementiere con il termine generico di “CANNELLINO”. Tra le varietà di cannellino di costituire noto ricordiamo MONTALBANO e NIVEO.

Tabella 8. Varietà di fagiolo a granella screziata.

varietà	caratteristiche
Taylor's Horticultural	Sviluppo contenuto, precoce, maturazione concentrata; baccello di 110 mm di lunghezza, screziature del baccello di colore rosso vivo. Seme di forma tondo-ovale, di dimensioni medie, con colore di fondo bianco e con screziature rossastre. Idoneo alla appertizzazione, mediamente idoneo alla surgelazione (non mantiene le screziature).
Granato	Pianta vigorosa, di ciclo medio maturazione concentrata, baccello lungo 120 mm con screziature di colore rosso. Seme di forma ovale allungata, di dimensioni molto grandi, con screziature di colore vinato. Resistente al virus BCMV. Idoneo per la surgelazione.
Giulia	Pianta molto vigorosa, tardiva, di buona rusticità e concentrazione di maturazione. Baccello lungo 120 mm con screziature rosse. Seme di forma allungata con screziature vinate di dimensioni medio-grandi. Resistente al virus BCMV. Idoneo per la surgelazione.
Minia	Pianta vigorosa di ciclo medio con discreta concentrazione della maturazione. Baccello lungo 110 mm con screziature rosse. Seme di forma ovale allungata con screziature vinate di dimensioni medio-grandi. Resistente al virus BCMV. Idoneo per la surgelazione.
Lena	Pianta di vigore medio e portamento eretto, di ciclo medio e buona concentrazione della maturazione. Baccello lungo 110 mm con screziature rosse. Seme tondo-ovale con screziature vinate di dimensioni medio-grandi. Resistente al virus BCMV. Idoneo per la surgelazione.

Nel caso dei fagioli screziati il panorama varietale è più articolato. I tipi nani, a duplice attitudine (da granella secca e da granella fresca) sono elencati nella tabella 8.

Nel caso dei fagioli rampicanti, essenzialmente destinati alla produzione di fagioli da sgranare per il consumo fresco, le indicazioni sono più carenti. In prove sperimentali condotte in Lombardia e Friuli, si sono distinte le varietà CESCO, FULGOR e RED FALCON per la produttività, CESCO, ARCOBALENO e SUPER LAMON per le caratteristiche qualitative.

5.5. Concimazione

I fabbisogni nutritivi del fagiolo non sono molto dissimili da quelli di specie leguminose affini. Approssimativamente nei semi è presente il 50% della biomassa della pianta insieme con il 75% dell'azoto, l'80% del fosforo e il 50% del potassio. Le quantità di elementi minerali contenuti nella biomassa intera della parte aerea (fabbisogni) e nella granella (asportazioni) sono riportati nella tabella 9. Secondo quanto riportato nella tabella, per una produzione attesa di 3 t ha⁻¹ di granella, la coltura deve poter disporre di 180 kg ha⁻¹ di azoto, 120 di P₂O₅ e 150 di K₂O.

Tabella 9. Fabbisogni e asportazioni di elementi nutritivi del fagiolo (kg per t di granella). Fonte Adams *et al.*

Elemento	Fabbisogno	Asportazioni
Azoto (N)	62	48
Fosforo (P ₂ O ₅)	40	32
Potassio (K ₂ O)	50	25

5.5.1. Azoto

I fabbisogni di azoto del fagiolo sono molto elevati, per la notevole produzione di sostanze proteiche accumulate nei semi, quindi particolarmente elevati risultano anche gli asporti. Tuttavia, la simbiosi con il batterio azotofissatore fa sì che le quantità di azoto da apportare con la concimazione possano essere nulle o molto modeste. L'azotofissazione simbiotica può infatti garantire oltre l'80% del fabbisogno della coltura, la rimanente parte deriva dall'azoto minerale presente nel terreno o liberatosi con la mineralizzazione della sostanza organica.

Soltanto nel caso di colture intercalari dopo cereali vernini che, come è noto, lasciano il terreno impoverito di azoto, può essere conveniente distribuire alla semina 30-50 kg ha⁻¹ di azoto per sopperire alle esigenze della coltura quando le piante non possono ancora contare sull'azotofissazione, né sulle disponibilità di nitrati del terreno, esaurite dal cereale.

Nella scelta del concime è bene orientarsi sull'urea agricola, grazie non solo al minor costo dell'unità fertilizzante alla radice, ma anche al minor effetto tossico che essa ha verso i rizobi rispetto agli altri concimi minerali azotati.

5.5.2. Fosforo

La dose da somministrare dovrebbe essere determinata in funzione della dotazione del terreno in fosforo assimilabile; per una sua valutazione può essere di aiuto la tabella 10.

Tabella 10. Valutazione (1) del fosforo assimilabile del terreno (metodo Olsen).

Espressione della dotazione		Valutazione agronomica (livello)
Fosforo (P) (ppm)	Anidride fosforica (P ₂ O ₅) (ppm)	
0-6	0-15	molto bassa
7-12	16-30	bassa
13-20	31-45	media
20-30	46-70	alta
-	>70	molto alta

Indicazioni per la concimazione

Livello molto basso
La risposta al fosforo è certa per tutte le colture. E' consigliata una *concimazione di arricchimento*, con dosi variabili da 2 a 2,5 volte le asportazioni della coltura. Le concimazioni di arricchimento debbono proseguire fino a quando non si raggiunge il livello di sufficienza per tutte le colture della rotazione.

Livello basso
La risposta al fosforo è probabile per tutte le colture. La concimazione consigliata è quella di arricchimento; le dosi da apportare variano da 1,5 a 2 volte le asportazioni della coltura.

Livello medio
La risposta al fosforo è meno probabile. E' consigliata una *concimazione di mantenimento*: debbono essere reintegrati gli asporti della coltura con eventuali maggiorazioni (fino a 1,5 volte le asportazioni) per tenere conto della frazione di fosforo assimilabile che, più o meno in tutti i terreni, va incontro a retrogradazione per la presenza di calcare o per pH <5,5.

Livello alto
La risposta al fosforo non è in genere probabile; tuttavia è suggerito un moderato apporto di fosforo per le colture esigenti per questo elemento. Le dosi da apportare variano da 0,5 a 1 volta le asportazioni della coltura.

Livello molto alto
La risposta al fosforo è assai improbabile, pertanto si consiglia di non fertilizzare.

(1) I valori inferiori dell'intervallo si riferiscono a suoli sabbiosi, quelli più alti a suoli argillosi; per suoli di medio impasto si assumono valori intermedi.

In pratica, le dosi di concime potrebbero oscillare tra 50 e 120 kg ha⁻¹ di P₂O₅ a seconda che la dotazione del terreno sia alta o bassa.

In relazione alla scarsa mobilità del fosforo nel terreno, è bene che il concime fosfatico sia interrato con la lavorazione principale per portarlo nello strato di terreno interessato dalla massa delle radici. E' possibile effettuare anche la concimazione localizzata: se si distribuiscono più di 50 kg ha⁻¹, è opportuno localizzare soltanto metà della dose totale, distribuendo in pre-semina l'altra metà.

Nel caso di non lavorazione del terreno, la concimazione fosfatica oltre che localizzata può essere convenientemente anticipata distribuendo una dose maggiorata alla coltura precedente.

Per i nostri terreni, solitamente con pH tra il neutro e l'alcalino, è consigliabile il perfosfato triplo (titolo 46-48%) che, tra l'altro, è il concime fosfatico con l'unità fertilizzante a più basso costo.

5.5.3. Potassio

Come per il fosforo, le dosi da apportare debbono essere calcolate tenendo conto della dotazione del terreno in potassio scambiabile e della valutazione agronomica che l'analisi chimica dà di tale dotazione, secondo quanto indicato nella tabella 11.

Tabella 11. Valutazione (1) del potassio scambiabile del terreno (metodo internazionale).

Espressione della dotazione			Valutazione agronomica (livello)
Ossido di potassio (K ₂ O) (ppm)	Potassio (K) (ppm)	Potassio (K) (% CSC)	
0-60	0-50	-	molto bassa
61-120	51-100	<2% CSC	bassa
121-180	101-150	2-5% CSC	media
181-240	151-200	>5% CSC	alta
>240	>200	-	molto alta

Indicazioni per la concimazione

Livello molto basso
La risposta al potassio è certa per tutte le colture. E' consigliata la *concimazione di arricchimento* con dosi da 1,1 a 1,5 volte le asportazioni della coltura.

Livello basso
La risposta al potassio è probabile per molte colture. E' consigliata la *concimazione di arricchimento* con dosi da 0,8 a 1,1 volte le asportazioni della coltura.

Livello medio
La risposta al potassio è, in genere, poco probabile; lo è di più per le colture esigenti. E' consigliata la *concimazione di mantenimento* con dosi da 0,5 a 0,8 volte le asportazioni della coltura.

Livello alto
La risposta al potassio non è, in genere, probabile; è consigliabile non concimare. Il potassio potrebbe essere necessario per colture esigenti e capaci di elevate produzioni; le dosi non dovrebbero superare 0,5 volte le asportazioni della coltura.

Livello molto alto
La risposta al potassio è assai improbabile; si consiglia di non fertilizzare.

I valori inferiori dell'intervallo si riferiscono a suoli sabbiosi, quelli più alti a suoli argillosi; per suoli di medio impasto si assumono valori intermedi.

Nella maggior parte dei terreni agricoli italiani, la concimazione potassica può essere tranquillamente omessa o può essere limitata al solo reintegro delle asportazioni che rappresentano circa il 50% del potassio assorbito dalla coltura. Eventualmente, possono essere somministrate dosi di 50-100 kg ha⁻¹ di K₂O. Per il potassio valgono le stesse regole di distribuzione indicate per i concimi fosfatici.

Il tipo di concime è ininfluenza da un punto di vista agronomico e la scelta può orientarsi verso i concimi a più basso costo dell'unità fertilizzante alla radice.

5.6. Cure colturali

Si limitano ad una eventuale rullatura dopo la semina e, qualora in diserbo chimico non venga effettuato o non abbia avuto effetto, alla sarchiatura-rincazzatura delle piante.

5.7. Irrigazione

I consumi evapotraspiratori del fagiolo sono paragonabili a quelli di colture erbacee di ciclo e struttura vegetativa analoghi, quali la soia. Nella tabella 12 sono riportati i coefficienti colturali (cioè i coefficienti moltiplicativi per calcolare l'evapotraspirazione massima, ETP_c, a partire dall'evapotraspirazione potenziale di riferimento, ETP_o) per una coltura di fagiolo di 95 giorni di ciclo seminata agli inizi di maggio.

Solo in casi pedoclimatici e colturali particolari il fagiolo può compiere il suo ciclo e produrre discretamente bene senza l'ausilio dell'irrigazione. Quasi sempre invece l'irrigazione è indispensabile a garantire produzioni stabili ed elevate e livelli qualitativi eccellenti.

L'inizio della stagione irrigua, il numero di interventi irrigui e il volume di adacquamento variano in funzione dell'ambiente e delle caratteristiche idrologiche del terreno e vanno pertanto determinati di volta in volta.

In linea generale per il fagiolo in semina primaverile i fabbisogni idrici della coltura durante le fasi iniziali del ciclo vengono soddisfatte dagli apporti naturali (precipitazioni e riserve idriche del terreno) e l'irrigazione diventa necessaria poco prima dell'inizio della fioritura delle piante.

Nel caso di semina intercalare l'irrigazione deve essere effettuata già a partire da subito dopo la semina. L'irrigazione alla semina deve essere fatta con molta attenzione onde evitare la formazione della crosta superficiale.

I fabbisogni irrigui stagionali variano tra 2.000 e 3.000 m³ ha⁻¹: i valori maggiori per le varietà più tardive coltivate in ambienti più siccitosi.

In relazione al modesto sviluppo dell'apparato radicale della pianta e alla sua spiccata sensibilità alla siccità, l'irrigazione deve essere fatta frequentemente e con volumi irrigui modesti (150-200 m³ ha⁻¹ in terreni di medio impasto).

Tabella 12. Coefficienti colturali (K_c) del fagiolo (fonte FAO).

Fase fenologica	K _c
Semina- rapido accrescimento	0,3-0,4
Rapido accrescimento	0,7-0,8
Fioritura	1,0-1,1
Formazione dei baccelli e dei semi	0,7-0,8
Maturazione	0,4-0,5

6. RACCOLTA E PRODUZIONE

Nella produzione tradizionale, che si avvale di varietà rampicanti e a maturazione scalare, la raccolta viene effettuata manualmente e scolarmente nel caso di produzione di fagiolini e di fagioli da sgranare, mentre nel caso della produzione di granella secca si procede alla estirpazione delle piante che vengono lasciate ad essiccare per la successiva trebbiatura.

Nel caso di colture intensive per la produzione di fagiolini si utilizzano apposite macchine raccogliatrici (pettinatrici) e si passa poi alla cernita del prodotto. Nel caso di fagioli freschi si utilizzano macchine pettinatrici-sgranatrici. La delicatezza e la facile deperibilità dei fagiolini e della granella fresca obbligano ad effettuare la lavorazione o la vendita del prodotto in tempi molto rapidi. La raccolta deve essere pertanto molto rapida e coordinata con le possibilità di lavoro dell'industria di trasformazione.

La raccolta dei fagioli secchi viene effettuata con le normali mietitrebbiatrici, avendo cura di regolare la velocità di avanzamento e gli organi lavoranti onde evitare perdite di prodotto per sgranatura dei baccelli e rottura dei semi.

Le più importanti precauzioni da adottare sono:

- barra falciante il più possibile vicino al suolo, per evitare le perdite per prodotto non raccolto (per questo scopo si dimostrano molto adatte le barre flessibili che possono adeguarsi alle irregolarità della superficie del terreno);
- modesta velocità di avanzamento, per ridurre l'impatto della barra falciante sulle piante (lo scuotimento potrebbe causare l'apertura dei legumi);
- rotazione dell'aspo regolata in modo che la sua velocità periferica sia di poco superiore a quella di avanzamento;

Molto importante è che la raccolta venga effettuata al tempo giusto: un anticipo può significare dover essiccare artificialmente i semi e/o danneggiarli durante la trebbiatura; un ritardo può essere causa di perdite per rottura dei semi alla trebbiatura e per sgranatura dei baccelli.

La raccolta viene effettuata in condizioni ideali se l'umidità dei semi è inferiore al 18-20%. E' ovvio che il prodotto deve essere subito consegnato o essiccato, in quanto con umidità superiori al 12-14% la granella va incontro a rapidi deterioramenti.

Le rese in fagioli secchi sono molto variabili, buone produzioni sono quelle intorno a 2-2,5 t ha⁻¹ di semi secchi.

Nel caso del fagiolino si possono raggiungere produzioni di 9-11 t ha⁻¹ di baccelli freschi con varietà nane a raccolta meccanica, fino ad oltre 20 t ha⁻¹ per le varietà rampicanti a raccolta scalare.

I fagioli da granella fresca forniscono produzioni medie di 4,5-5 t ha⁻¹ di semi al 55% di umidità, con punte di oltre 7 t ha⁻¹ nelle situazioni più favorevoli.

I fagioli secchi possono essere conservati a lungo se presentano umidità inferiori al 12%. In magazzino devono essere messi in atto mezzi di difesa diretta (fumigazioni) o indiretta verso gli attacchi degli insetti (tonchio).

7. SCHEDE DI TECNICA COLTURALE:

1) Esigenze pedologiche.

Caratteristiche terreno	Valori ottimali
Tessitura	medio impasto
Drenaggio	ottimo
Profondità minima	>0,4 m
Calcare attivo	<10%
Salinità	<2 mS cm ⁻¹
pH	6,0 – 7,5

2) Temperature cardinali minime e massime e temperature ottimali per le diverse fasi del ciclo colturale.

Fase	Temperatura (°C)
Germinazione	
minima	10
massima	35
ottimale	20-25
Accrescimento	
minima	10
massima	35
ottimale	24-28
Fioritura	
minima	15
massima	30
ottimale	24-28
Formazione frutti	
minima	15
massima	32-37

3) Tecnica di coltivazione

	Coltura principale primaverile	Coltura intercalare estiva
Profondità di lavorazione	0,30-0,35 m (aratura)	0,10-0,15 m (lavorazione minima)
Epoca di semina	aprile-maggio	giugno - luglio
Densità di semina	25-40	40-45
Distanza tra le file	0,45-0,60 m	0,45-0,60 m
Profondità di semina	20-60 mm	2-6 mm
N (kg ha ⁻¹)	0-50	30-50
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	0-100	0-100
K ₂ O (kg ha ⁻¹)	0-100	0-100
Irrigazione		
<i>Volume stagionale</i>	<i>200-300 mm</i>	<i>200-300 mm</i>
<i>Turno</i>	<i>stretto</i>	<i>stretto</i>
<i>Volume di adacquamento</i>	<i>15-20 mm</i>	<i>15-20 mm</i>

8. DIFESA FITOSANITARIA

8.1. Premessa

Le schede per la protezione delle colture contenute nel Manuale di Corretta Prassi Produttiva forniscono indicazioni per l'ottimizzazione dell'impiego dei prodotti fitosanitari in agricoltura.

Nella scelta dei principi attivi e dei limiti posti al loro uso, si è fatto riferimento alle "Linee guida 1998 messe a punto dal Comitato Tecnico Scientifico per il Reg. 2078/92 Mis.A1 istituito dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali", cercando di coniugare l'efficacia dell'intervento con la protezione dell'agroecosistema, della salute dei consumatori e degli operatori, dai rischi derivanti dall'uso indiscriminato dei prodotti fitosanitari.

Il Manuale di Corretta Prassi Produttiva si ispira ai criteri della difesa integrata, per cui risulta importante mettere in atto tutti gli accorgimenti che consentano di ridurre gli attacchi dei parassiti nell'ambito del concetto del triangolo della malattia (ospite-parassita-ambiente).

Occorre inoltre ricordare che le seguenti schede andranno aggiornate annualmente poiché fotografano la situazione esistente al 30.11.1999, data di approvazione del Disciplinare di Produzione Integrata per il Fagiolo.

Riteniamo di dover fornire ulteriori indicazioni ed auspicie di carattere generale che completano il quadro dell'approccio "integrato" alla difesa delle colture nella nostra Regione.

E' indispensabile in tal senso:

1. Effettuare il monitoraggio, laddove possibile, di certi patogeni, ad esempio mediante l'ausilio di captaspore per rilevare il volo delle ascospore di *Venturia inaequalis*. Utilizzare diverse tipologie di trappole per il monitoraggio dei fitofagi e, dove possibile, per la cattura massale (es. *Cossus cossus* e *Zeuzera pirina*). Estendere la rete fenologica ed epidemiologica già presente sul territorio regionale per alcune colture (vite e olivo) a tutte le colture oggetto di disciplinari. Le reti di monitoraggio e campionamento permetteranno per certe avversità la stesura e la divulgazione di bollettini fitosanitari.
2. Utilizzare la rete agrometeorologica regionale costituita da oltre 60 stazioni meteorologiche elettroniche diffuse sul territorio per effettuare il monitoraggio climatico ed accertare così le condizioni predisponenti le infezioni. I dati raccolti opportunamente elaborati permetteranno la redazione di bollettini fitosanitari per le diverse colture. La presenza di una rete agrometeorologica, fenologica ed epidemiologica consentirà la validazione di modelli previsionali attualmente a disposizione sia per malattie causate da fitofagi che da funghi.
3. Razionalizzare l'uso dei prodotti fitosanitari: risulta sempre più importante la qualità e l'efficienza della loro distribuzione; i volumi di acqua dovranno essere ottimizzati in relazione al tipo di irroratrice presente in azienda, alla fase fenologica (maggiore o minore espansione della superficie vegetativa) ed al parassita da combattere. E' auspicabile la creazione di un servizio regionale di taratura delle macchine irroratrici a cui le aziende potranno ricorrere per effettuare controlli periodici dell'efficienza delle irroratrici.

Il controllo delle principali avversità delle colture regionali, in un'ottica di difesa integrata, non potrà prescindere dall'adozione di misure preventive, quali mezzi agronomici (riduzione delle concimazioni, riduzione dei ristagni di umidità, adozione di opportune rotazioni colturali, impiego di semente sana, etc.) e mezzi genetici.

Laddove possibile, si potranno privilegiare strategie che implicano l'adozione di tecniche di lotta biologica.

8.2. Schede di difesa

AVVERSITÀ	PRINCIPI ATTIVI E AUSILIARI	NOTE E LIMITAZIONI D'USO
CRITTOGAME		
Patogeni tellurici (<i>Rhizoctonia spp.</i> <i>Fusarium spp.</i> , etc.)		E' ammessa la concia della semente
Antracnosi (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	Efficaci anche contro le batteriosi
Ruggine (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	
Muffa grigia (<i>Botrytis cinerea</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	
BATTERIOSI		
(<i>Pseudomonas syringae</i> pv <i>phaseolicola</i>) (<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>phaseoli</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	
FITOFAGI		
Afidi (<i>Aphis fabae</i>)	Eptenofos ** Alfamestrina * Ciflutrin * Deltamestrina * Lamda – cialotrina * Pirimicarb	Al massimo un intervento con i Piretroidi (*) indipendentemente dall'avversità ** Al max un intervento
Mosca (<i>Delia platura</i>)	Teflutrin Dimetoato	Un unico trattamento a pieno campo subito dopo la semina per le aziende in cui le infestazioni siano ricorrenti
Ragnetto rosso (<i>Tetranychus urticae</i>)	Propargite	È ammesso un solo intervento acaricida

8.3. Schede di diserbo

Epoca d'impiego	Principio attivo	% di p.a.	l o kg/ha
Pre semina	Glifosate	30.4	1.5 – 3
	Glufosinate Ammonio	11.33	4 – 7
	Glifosate Trimesio	13.1	4.5 – 7.5
Pre emergenza	(Trifluralin + Linuron)	(23.7 + 8.9)	2 – 3
	Trifluralin	44.5	0.9 – 1.5
Post emergenza	Fluazifop-butile	13.3	1 – 1.5
	Setossidim	20	1 – 1.5
	Propaquizafop	9.7	1

8.4. Difesa biologica

La capacità che l'agricoltura biologica ha di far fronte alle avversità di ordine fitosanitario, non risiede tanto nel possedere rimedi infallibili per i singoli problemi, quanto nel fornire al sistema la possibilità di autoequilibrarsi sfruttando le sue capacità omeostatiche. La predisposizione di condizioni di miglior rispetto degli equilibri naturali del terreno, seguite nelle pratiche di coltivazione dell'agricoltura biologica, costituisce la fase preliminare e preventiva nella difesa delle colture dagli agenti nocivi sia di natura biotica che abiotica. Infatti coltivare un ecotipo locale, più adatto per selezione ad affrontare le condizioni di vita determinate dal suolo e dal clima, seguire la metodologia dell'apporto di sostanza organica nella fertilizzazione e le altre tecniche colturali, contribuisce a costituire una prima serie di condizioni che tendono naturalmente a rendere la pianta coltivata meno suscettibile alle infezioni e ai danni degli agenti nocivi.

Il materiale di propagazione deve essere necessariamente sano, cioè privo di agenti patogeni e di insetti. Sarà pertanto opportuno impiegare materiale certificato (sempre proveniente da agricoltura biologica).

In certi casi è possibile ridurre la popolazione di malattie e di insetti fitofagi distruggendo tempestivamente residui colturali nei quali questi svernano.

Le sistemazioni idrauliche, evitando ristagni idrici, riducono l'incidenza di diverse fitopatie e lo sviluppo di alcuni insetti terricoli sia diminuendone la virulenza sia aumentando il vigore e, quindi la resistenza delle piante coltivate.

Una concimazione completa ed equilibrata è come regola generale favorevole in quanto piante ben nutrite e vigorose resistono meglio e con minor danno alle aggressioni. L'eccesso di azoto, che può aumentare la suscettibilità delle colture alle avversità crittogamiche o l'appetibilità per certi fitofagi (es. afidi) è un caso ricorrente nell'agricoltura convenzionale, mentre è altamente improbabile che si realizzi nell'agricoltura biologica, dove non si fa uso di concimi azotati di sintesi.

Anche la correzione del pH può essere un mezzo importante per favorire le specie coltivate, in quanto molti funghi terricoli sono favoriti da una reazione del terreno tendenzialmente acida.

Nel caso di necessità determinate da eventi capaci di compromettere il risultato economico del raccolto, è possibile comunque intervenire con alcuni strumenti di difesa diretta.

L'impiego di essenze vegetali e di insetticidi di origine vegetale (azadiractina, rotenone, piretro quassine ecc.), offre buoni risultati contro i parassiti animali e, parallelamente, l'uso di zolfo e di sali di rame, impiegati da sempre con successo nel controllo delle crittogame, consente in molti casi di ostacolare anche lo sviluppo di diversi insetti.

E' opportuno, in questo ambito, porre l'accento sulle difficoltà che incontra l'operatore agricolo nel reperire informazioni sulla conformità alle normative cogenti nell'agricoltura biologica dei preparati con attività insetticida e anticrittogamica. Per essere impiegato su una determinata coltura infatti, il prodotto deve essere contemplato fra quelli indicati nell'allegato 2 del regolamento CEE 2092/91 e sue successive integrazioni ma deve essere anche autorizzato all'impiego in agricoltura da parte del Ministero della Sanità. La situazione è in continua evoluzione in quanto nuove richieste di autorizzazione vengono inoltrate al Ministero per ottenere la registrazione nel nostro paese di prodotti ammessi dal regolamento comunitario, mentre di converso alcuni prodotti contemplati nella prima stesura del regolamento sono stati eliminati nelle successive modifiche oppure ne è stato ridotto l'impiego a particolari colture (es. azadiractina ammessa solo su piante madri o colture portaseme e piante ornamentali). Allo stato attuale tra gli insetticidi di origine vegetale ammessi dal Reg. CEE il Piretro naturale (solo se estratto da *Chrysanthemum cinerariaefolium*) e il rotenone (estratto da *Derris* spp., *Lonchocarpus* spp. e *Therphrosia* spp.) sono anche registrati per l'utilizzo in agricoltura in Italia. Per quanto riguarda invece gli insetticidi microbiologici esistono diversi prodotti registrati a base di *Bacillus thuringiensis*, e nematodi entomopatogeni. L'utilizzo di questi preparati è conforme a quanto prescritto dal regolamento CEE in quanto l'unica causa di esclusione è rappresentata dalla eventuale manipolazione genetica degli organismi costituenti il bioinsetticida.

Sul piano tecnico è necessario, tuttavia, adottare un impiego oculato anche degli insetticidi di origine naturale che, seppur presentino ampie garanzie di pronta degradabilità ambientale, sono sempre di scarsa selettività (piretro, rotenone) nei confronti dell'entomofauna utile. E' quindi auspicabile anche nell'agricoltura biologica il superamento della lotta a calendario e l'adozione di criteri di intervento in qualche modo analoghi a quelli in uso nella lotta integrata. La lotta integrata infatti, è fondata sull'accertamento della reale presenza dei parassiti, sulla conoscenza delle condizioni microclimatiche predisponenti l'insorgenza delle avversità, sulla conoscenza delle soglie di tolleranza, sulla scelta dei fitofarmaci a più basso impatto ecologico e con la massima salvaguardia degli insetti ausiliari, sull'uso, infine, dei mezzi di lotta biologica. E' utile ricordare che le soglie d'intervento riportate nelle schede per alcuni patogeni e fitofagi, hanno carattere indicativo in quanto in agricoltura biologica non esistono riferimenti trasferibili alla generalità delle aziende e per questo motivo vanno adattate alle singole realtà (aziende in conversione, agroecosistemi più o meno semplificati, diversa tollerabilità per alcune tipologie di danno, etc.)

Le tecniche di lotta biologica che sfruttano gli antagonismi naturali, sono uno strumento di importanza fondamentale per controllare le popolazioni dei fitofagi e degli agenti di malattia. In particolare, il controllo biologico classico, attuato non su scala aziendale ma comprensoriale, riveste un particolare interesse nel fronteggiare parassiti di origine esotica, andando a ricostituire le associazioni (i sistemi tritrofici) con i loro nemici naturali. L'attività necessaria alla sua realizzazione è demandata agli istituti di ricerca, che cooperano in tal senso con gli analoghi organismi internazionali. In altri casi è invece possibile far ricorso agli ausiliari allevati in biofabbriche e oggi, specialmente nelle colture protette dove da tempo si sono manifestati fenomeni di resistenza agli insetticidi di sintesi, è possibile affidare la difesa fitosanitaria integralmente alla loro attività. Anche la lotta microbiologica è divenuta una realtà operativa come nel caso del *Bacillus thuringiensis* bioinsetticida batterico impiegato con successo contro diversi lepidotteri. I nematodi entomopatogeni, considerati anch'essi agenti di controllo microbiologico, rappresentano dei validi strumenti di lotta agli insetti che svolgono almeno una parte del loro ciclo nel terreno. Essi, inoltre, possono essere efficacemente utilizzati per il controllo degli insetti xilofagi (*Cossus cossus*, *Zeuzera pyrina*, *Synanthedon myopaeformis*, etc.).

Per quanto attiene alla lotta biologica contro le crittogame, pur se non ancora sviluppata a livello di quella contro i parassiti animali, bisogna dire che essa mostra interessanti prospettive da sviluppare nell'immediato futuro.

Un altro efficace strumento di contenimento dei problemi fitosanitari è rappresentato dall'utilizzo di varietà resistenti. In molti casi il miglioramento genetico ha raggiunto ottimi risultati nella ricerca della resistenza a diverse crittogame, mentre per gli insetti i risultati positivi sono ancora piuttosto limitati.

Sul piano applicativo, l'orticoltura pone talvolta gravi problemi fitosanitari, in particolare nella coltura intensiva praticata in zone specializzate e con un numero ridotto di specie.

In questo comparto, in maniera ancor più marcata delle altre colture biologiche, la prevenzione rappresenta l'arma principale per il controllo delle avversità e per raggiungere di conseguenza un adeguato livello produttivo sotto il punto di vista qualitativo e quantitativo.

Per quanto concerne la coltura in pieno campo, attualmente l'impossibilità di controllare in maniera diretta alcuni agenti di danno (elateridi, nematodi fitopatogeni, rizzottoniosi, cercosporiosi, sclerotinia septoriosi, verticillosi, fusariosi, etc.) rende necessaria l'adozione di lunghe rotazioni, insieme alla scelta di varietà resistenti o di ecotipi locali da tempo adattati alle condizioni microclimatiche proprie del territorio. Buone prospettive sono offerte anche dal controllo microbiologico delle fitopatie e degli insetti dannosi.

Dal punto di vista dei mezzi fisici di controllo, la messa a punto di macchine che rendano più economica ed affidabile la tecnica della solarizzazione in pieno campo renderà più efficace il controllo dei nematodi fitopatogeni e delle fitopatie i cui agenti si conservano nel terreno.

Una volta esplorate le esigenze di mercato e quelle più spiccatamente agronomiche (rispetto del fabbisogno in sostanza organica della coltura, conservazione della fertilità aziendale), la scelta della coltura da praticare e dell'appezzamento su cui impiantarla, dipende dai seguenti fattori:

- L'appezzamento prescelto non deve avere ospitato una coltura infestata dal fitofago chiave o dalla malattia principale per la coltura da impiantare, da un numero di anni pari alla durata della capacità di sopravvivenza della malattia o del fitofago in mancanza di ospiti (es. Nematodi 5-10 anni, batteri del genere *Erwinia* 7-8 anni).
- L'appezzamento prescelto deve essere distante da colture simili, potenziali fonti di infezione/infestazione, nonché da campi che abbiano ospitato una coltura infestata, da magazzini e da discariche di residui delle colture.

La distanza dalle potenziali fonti di contaminazione di cui sopra, può essere comunque sensibilmente ridotta adottando colture barriera o frangivento che, qualora siano costituiti da siepi, rappresentano anche una considerevole riserva di antagonisti naturali.

8.4.1. Schede di difesa biologica

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE
CRITTOGAME		
Patogeni tellurici (<i>Rhizoctonia</i> spp. <i>Fusarium</i> spp., etc.)	Ossicloruro di rame	Rotazioni lunghe onde consentire l'inattivazione degli organi di conservazione che permangono vitali fino a 6-7 anni. Accurata preparazione del letto di semina con cura del drenaggio. Utilizzo di semente sana. Concia della semente con ossicloruro di rame.
Antracnosi (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	Scelta di varietà scarsamente suscettibili ed adozione di avvicendamenti adeguati. Utilizzo di semente sana (verificare la sanità della partita rivolgendosi preferenzialmente a laboratori specializzati oppure mediante pre-germinazione di alcuni semi per osservare l'eventuale comparsa di tacche necrotiche sui cotiledoni o lesioni sulle plantule). Concia della semente con ossicloruro di rame. In zone dove la malattia è ricorrente, eseguire un trattamento allo sviluppo delle prime due foglie composte, uno in prefioritura, uno all'allegagione dei cornetti; i sali di rame risultano efficaci anche contro le batteriosi.
Ruggine (<i>Uromyces appendiculatus</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	Impiego di varietà resistenti, adozione di ampie rotazioni, distruzione dei residui colturali colpiti. Intervenire direttamente con andamento climatico favorevole alla malattia (piogge ripetute).
Muffa grigia (<i>Botrytis cinerea</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	Gli interventi adottati contro le altre fitopatie sono efficaci anche contro questa malattia.
BATTERIOSI		
(<i>Pseudomonas syringae</i> pv <i>phaseolicola</i>) (<i>Xanthomonas campestris</i> pv <i>phaseoli</i>)	Idrossido di rame Ossicloruro di rame Poltiglia bordolese	Distruzione dei residui colturali colpiti. Adozione di avvicendamenti adeguati. Scelta di varietà scarsamente suscettibili ed utilizzo di semente sana. Trattamenti preventivi da eseguirsi a ridosso dei periodi più a rischio (umidità elevata con temperatura media di 20°C). Nel caso di comparsa dei sintomi eseguire 2-3 trattamenti ravvicinati.

AVVERSITÀ	P.A. E AUSILIARI	NOTE
FITOFAGI		
Afidi (<i>Aphis fabae</i>)	Piretro naturale Sapone potassico	Intervenire preventivamente con sapone e solo successivamente, se necessario, con piretro per non ostacolare l'attività degli ausiliari.
Mosca (<i>Delia platura</i>)		Il dittero sverna come pupa nel terreno, quindi adottare rotazioni adeguate ed evitare la coltivazione di cipolla prima e dopo fagiolo. Curare bene il drenaggio e la preparazione del letto di semina. Ridurre l'apporto di sostanza organica indecomposta su questa coltura effettuando le concimazioni organiche preferenzialmente alla coltura successiva. Evitare semine precoci e profonde in modo da consentire una pronta emergenza della plantula.
Ragnetto rosso (<i>Tetranychus urticae</i>)	Sapone potassico <i>Phytoseiulus persimilis</i>	Lanci in funzione della presenza di acari. Effettuare un campionamento settimanale su tutta la superficie, in particolare sui bordi degli appezzamenti (caratteristico dell'attacco è l'ingiallimento delle foglie centrali). Individuati i focolai si procede al lancio utilizzando un rapporto preda-predatore di 5:1, circoscrivendo i focolai. In caso di attacchi generalizzati, lanciare 1-2 fitoseidi a m ² . Con attacchi a ridosso della raccolta non è necessario intervenire.
Tonchio (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)	Piretrine naturali vaporizzate con generatore di aerosol (5 g/ton di derrata, oppure 0.1 gr. per m ² di superficie o di sacchi da trattare, oppure ancora 10 gr. ogni 100 m ³ di magazzino)	Evitare di lasciare per molto tempo i legumi sulla pianta. In magazzino: eseguire dei monitoraggi regolari; distruggere le partite di semi molto colpite e non destinarle alla semina; curare la pulizia dei locali di conservazione e di quelli adiacenti; proteggere tutte le aperture con zanzariere a maglia fitta; spolverizzare i semi con farina fossile o bentonite o con calce spenta. In aree particolarmente vocate si consiglia l'adozione dei sistemi di controllo della temperatura ambientale (ventilazione, refrigerazione, congelamento e riscaldamento) e dell'atmosfera (azoto, anidride carbonica) per il risanamento e la conservazione delle derrate.

Il presente *Manuale di Corretta Prassi Produttiva* fa parte di un gruppo di Manuali elaborati da docenti e tecnici provenienti dal mondo universitario e da strutture di assistenza tecnica specializzate. Essi forniscono in particolare elementi e nozioni tecniche utili per la corretta attuazione di operazioni nelle fasi critiche della filiera produttiva.

Fra le varie tecniche disponibili e praticabili sono state scelte quelle caratterizzate da una maggiore attenzione all'aspetto ambientale.

I *Manuali di Corretta Prassi Produttiva* non sono documenti prescrittivi; essi forniscono alternative alla corretta soluzione di problemi diversi in diverse circostanze.

L'intento con il quale sono stati creati è quello di dotare il settore di strumenti didattici e divulgativi; sono destinati ad essere utilizzati come testi base per corsi di formazione e aggiornamento dei tecnici dei vari servizi a sostegno delle imprese e richiedono quindi un'ulteriore traduzione per essere divulgati all'universo delle aziende agricole regionali.

I Manuali devono essere considerati come documenti evolutivi, non statici e dovranno pertanto essere riesaminati, aggiornati e migliorati ogni anno, in conseguenza dell'esperienza, del progresso tecnico, delle critiche e dei suggerimenti che saranno pervenuti da parte di chi li usa. Non ultima, l'evoluzione degli elenchi dei principi attivi ammessi in agricoltura, compresa quella biologica, che impone frequenti modifiche integrative sia sul fronte delle nuove molecole ammesse, sia sulla gamma di colture ove possono essere applicati.